

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**ESTRATÉGIAS OPERATÓRIAS PARA A COLHEITA MECANIZADA DE CANA-
DE-AÇÚCAR: CONTRIBUIÇÕES PARA O DESEMPENHO**

LARISSA DINIZ FREITAS

Orientador: Prof. Dr. Nilton Luiz Menegon

SÃO CARLOS

2020

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**ESTRATÉGIAS OPERATÓRIAS PARA A COLHEITA MECANIZADA DE CANA-
DE-AÇÚCAR: CONTRIBUIÇÕES PARA O DESEMPENHO**

Larissa Diniz Freitas

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos como requisito para a obtenção do título de Doutora em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Nilton Luiz Menegon

SÃO CARLOS

2020



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção

Folha de Aprovação

Defesa de Tese de Doutorado da candidata Larissa Diniz Freitas, realizada em 06/08/2020.

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. João Alberto Camarotto (UFSCar)

Prof. Dr. Nilton Luiz Menegon (UFSCar)

Prof. Dr. Mário Sacomano Neto (UFSCar)

Prof. Dr. Marcos Milan (USP)

Prof. Dr. Fernando César Almada Santos (USP)

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

O Relatório de Defesa assinado pelos membros da Comissão Julgadora encontra-se arquivado junto ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.

Dedico esta tese à educação pública e gratuita,
“já que a educação modela as almas e recria os
corações, ela é a alavanca das mudanças
sociais” (P. Freire)

AGRADECIMENTOS

Esta tese foi realizada graças ao apoio intelectual, emocional e inspirador de uma série de pessoas, a quem eu devo meus agradecimentos:

À minha família, pelo apoio e amor incondicional, especialmente à minha mãe, Rita, espectadora e torcedora fiel de todas minhas bancas.

Ao meu orientador, professor Nilton Luiz Menegon, que está me guiando nessa jornada acadêmica desde meu mestrado.

À banca da qualificação, professores João Alberto Camarotto, Francisco José da Costa Alves, Talita Naiara da Silva e Lidiane Regina Narimoto, e à banca da defesa, professores João Alberto Camarotto, Mário Sacomano Neto, Marcos Milan e Fernando Cesar Almada Santos, que prontamente aceitaram o convite para avaliar e enriquecer este trabalho.

À Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), sobretudo ao Departamento de Engenharia de Produção, que transcendeu a função de instituição acadêmica, sendo também local de desenvolvimento pessoal, social e afetivo desde minha graduação.

À Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), por ter concedido meu afastamento nos últimos dois anos, e aos amigos que encontrei ali, principalmente, Camparotti, Mariana, Márcio, Fabiana, Vinicius e Loide.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelos dois anos de bolsa, possibilitando minha dedicação exclusiva nos primeiros anos do doutorado.

Ao grupo SimuCad, especialmente, à Nilva e ao Tonin.

Aos meus amigos, Daniela Nascimento, Valdimir Dutra e Ivan Nascimento, pela hospedagem, conversas e passeios. À amiga Laiane pela amizade e apoio dos últimos anos.

Aos operadores da usina estudada, pela generosidade de compartilhar seus dias, conhecimentos e experiências, cujos significados transpassam os escritos nestas páginas.

À minha esposa, Anna Karolina, pela paciência, apoio e cumplicidade do dia-a-dia, ela sempre esteve na montanha-russa.

RESUMO

Introdução – As atuais taxas de produção da colheita mecanizada de cana-de-açúcar, aquém das esperadas no começo do processo de mecanização, motivam inúmeros pesquisadores a realizarem diversas tentativas metodológicas quantitativas nas diferentes dimensões da atividade, no intuito de compreender como as variáveis do processo do corte mecanizado se correlacionam e como interferem no desempenho do colhedora. Entretanto, a partir de uma fala de um operador de colhedora: “É a cana que mostra a capacidade para você andar”, é revelado a inteligência da prática do operador em sua atividade, mostrando seu papel fundamental no desempenho operacional através de sua leitura do canavial. **Objetivo** – Avaliar como as variáveis tecnocêntricas e quantitativas empregadas no cálculo da eficiência global da colhedora de cana-de-açúcar são influenciadas pela ação do operador, sob a perspectiva da ergonomia da atividade. **Métodos** – Pesquisa qualitativa, cujos principais resultados foram aferidos por meio da Análise do Trabalho dos operadores de colhedora de cana-de-açúcar sob o método ergonômico do Curso da Ação. Foram utilizados como procedimentos de coleta de dados a Triangulação (observações e entrevistas abertas *in loco*). Foram feitas 20 visitas nas frentes de trabalho de uma usina sucroenergética, onde 17 foram realizadas nas frentes de corte e transbordo de cana e as outras três, nas frentes de fertirrigação, adubação, plantio e colheita de mudas, em diferentes dias da semana e em distintos turnos (matutino, vespertino e noturno), variando entre 2 a 9 horas de duração. Em cada visita às frentes de corte, um operador foi acompanhado durante seu turno de trabalho, desde dentro da cabine da colhedora. Os cursos da ação dos operadores foram registrados em crônicas e, depois, analisados em gráficos de signos tetrádicos. **Resultados** – As análises dos cursos da ação revelaram uma lógica operatória que é imposta aos operadores pela mecanização e, ao mesmo tempo, ocultada pelos índices produtivos. O operador percebe o contexto de seu próprio trabalho e dos trabalhos de seus colegas para tomar decisões, priorizando ora a limpeza da massa colhida, o consumo de combustível, as perdas de cana no campo e a vazão de carregamento no transbordo; ora, a estratégia de colheita, a quantidade de manobras, a manutenção dos implementos e a liberação de transbordos. Essa priorização de ações afeta diretamente os indicadores de desempenho, possíveis de serem calculados com os dados apontados por softwares de monitoramento. Apesar disso, o OEE não se mostrou suficiente para avaliar o desempenho na colheita mecanizada, devido a limitação e perdas de dados; a extrapolação do que seria o tempo ativo; a desconsideração do TCH da cana, informação influente nesse índice; e, a não contemplação das reais condições da colhedora e, nem mesmo, das estratégias operatórias que os operadores são submetidos a desenvolver para criar indicadores satisfatórios para a usina. **Conclusão** - Por causa da parcialidade da disponibilidade da colhedora, onde problemas coexistem ao longo do processo de colheita, e por causa da instabilidade da produção do cultivo da cana, que conta com variabilidades que a automatização não domina, é solicitado do operador o emprego de suas competências para a realização do seu trabalho. E, por isso, quando maior essa competência, maior são as possibilidades de ação para gerar indicadores melhores.

Palavras-chave: Ergonomia; Curso da Ação; mecanização agrícola; colhedoras.

ABSTRACT

Introduction - The current production rates of the mechanized sugarcane harvest, below those expected at the beginning of the mechanization process, motivate countless researchers to make several quantitative methodological attempts in the different dimensions of the activity, in order to understand how the variables of the mechanized cutting process are correlated and how they interfere in the performance of the harvesting equipment. However, from a speech by a harvester operator: “It is the cane that shows the ability for you to walk”, the intelligence of the worker's practice in his/her activity is revealed, showing his/her fundamental role in the operational performance through his/her reading of the cane field. **Objective** - Evaluate how the technocentric and quantitative variables used in the calculation of the global efficiency of the sugarcane harvester are influenced by the operator's action, from the perspective of the ergonomics of the activity. **Methods** - Qualitative research, the main results of which were assessed through the Work Analysis of the sugarcane harvester operators under the Course of Action ergonomic method. Triangulation (observations and interviews) was used as data collection procedures. Twenty visits were made to the work teams of a sugar-energy plant, in which 17 were carried out on the sugarcane cutting and loading work team and the other three on the teams of fertigation, fertilization, planting and harvesting of seedlings, on different days of the week, in different shifts, varying between 2 to 9 hours in duration. On each visit to the cutting teams, an operator was accompanied during his/her work shift, from inside the harvester's cabin. Workers' courses of action were recorded in chronicles and then analyzed in graphs of tetradic signs. **Results** - The analysis of the courses of action revealed an operational logic that is imposed on workers by mechanization and, at the same time, hidden by the productive indexes. The operator perceives the context of his/her own work and the work of his/her colleagues to make decisions, prioritizing sometimes the cleanliness of the harvested mass, the fuel consumption, the losses of cane in the field and the loading flow in the transshipment; sometimes, the harvesting strategy, the number of maneuvers, the maintenance of the implements and the release of overflows. This prioritization of actions directly affects performance indicators, which can be calculated using the data indicated by monitoring software. Despite this, the OEE was not shown to be sufficient to evaluate the performance in mechanized harvesting, due to the limitation and loss of data; the extrapolation of what would be the active time; the disregard for the sugarcane productivity; and, the failure to contemplate the real conditions of the harvesting equipment and, not even, the operating strategies that the operators are submitted to develop to create satisfactory indicators for the plant. **Conclusion** - Because of the partial availability of the harvester, where problems coexist throughout the harvesting process, and because of the instability in the production of cane cultivation, which has variability that automation does not master, the operator is asked to use his skills to do your job. And, therefore, the greater this competence, the greater the possibilities for action to generate better indicators.

Keywords: Ergonomics; Course of Action; agricultural mechanization; harvesters.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.1 – DISTRIBUIÇÃO HISTÓRICA DA PRODUTIVIDADE DE CANA-DE-AÇÚCAR DA REGIÃO CENTRO-SUL (T/HA).....	28
FIGURA 2.1 - ÁREAS ONDE SE CONCENTRAM AS PLANTACÕES E USINAS PRODUTORAS DE AÇÚCAR, ETANOL E BIOELETRICIDADE.....	32
FIGURA 2.2 - PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA DA CANA-DE-AÇÚCAR NA REGIÃO CENTRO-SUL POR ESTÁGIO DE CORTE (T/HA).....	32
FIGURA 2.3 - COMPARATIVO DE SAFRA NO PROCESSAMENTO MENSAL DA CANA-DE-AÇÚCAR NO BRASIL EM TONELADAS	34
FIGURA 2.4 - (A) DISPOSIÇÃO DAS FOLHAS, LOCALIZAÇÃO DO NÓ E DO ENTRENÓ NO COLMO E (B) DETALHES DAS ESTRUTURAS CONTIDAS NO NÓ	36
FIGURA 2.5 - GEMA DE UMA PLANTA DE CANA-DE-AÇÚCAR	37
FIGURA 2.6 - CICLO DA CANA-PLANTA E DA CANA-SOCA	38
FIGURA 2.7 - ESTÁGIOS DE DESENVOLVIMENTO DA CANA.....	39
FIGURA 2.8 - COLHEDORAS DE CANA-DE-AÇÚCAR PRESENTES NO BRASIL.....	43
FIGURA 2.9 - VISÃO ESQUEMÁTICA DAS PRINCIPAIS FUNÇÕES DE UMA COLHEDORA COMBINADA.....	44
FIGURA 2.10 - VISÃO GERAL DA CABINE DE OPERAÇÃO	44
FIGURA 2.11 - FLUXOGRAMA DOS PROCESSOS AGRÍCOLAS ATÉ O PRODUTO FINAL	46
FIGURA 2.12 - TEMPOS CONSIDERADOS NO OEE.....	48
FIGURA 2.13 - REPRESENTAÇÃO LINEAR DO SISTEMA COLHEDOR	50
FIGURA 2.14 - TEMPOS DE PARADAS DE COLHEDORAS	51
FIGURA 2.15 – PORCENTAGEM DE HORAS TRABALHADAS DAS COLHEDORAS DE CANA EM RELAÇÃO AS HORAS DE SAFRA.....	52
FIGURA 2.16 - RESULTADOS DE EXPERIMENTOS.....	55
FIGURA 2.17 - RELAÇÃO ENTRE DENSIDADE LINEAR E VELOCIDADE DA COLHEDORA	56
FIGURA 2.18 - CAPACIDADE OPERACIONAL EM FUNÇÃO DA PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA	57
FIGURA 2.19 - CAPACIDADE OPERACIONAL EM FUNÇÃO DA VIDA DA COLHEDORA.....	57
FIGURA 2.20 - PERDAS DE CAPACIDADE NO PROCESSO DE COLHEITA	58
FIGURA 2.21 - PERDAS VISÍVEIS EM COLHEITA MECANIZADA	60
FIGURA 2.22 - MATÉRIA ESTRANHA VEGETAL E VELOCIDADE DE DESLOCAMENTO.....	60
FIGURA 3.1 - MODELO DA PRIMEIRA GERAÇÃO DA TEORIA DA ATIVIDADE.....	72
FIGURA 3.2 - MODELO DA SEGUNDA GERAÇÃO DA TEORIA DA ATIVIDADE.....	74
FIGURA 3.3 - MODELO DA SEGUNDA GERAÇÃO DA TEORIA DA ATIVIDADE.....	75
FIGURA 3.4 - CRUZAMENTO DOS NÍVEIS DE INTERVENÇÃO E DOS PARADIGMAS NA ERGONOMIA.....	80
FIGURA 3.5 - RELAÇÃO ENTRE MODOS OPERATÓRIOS, REGULACÕES E RESULTADOS, OBJETIVOS, MEIOS DA ATIVIDADE E ESTADO INTERNO DO TRABALHADOR.....	87
FIGURA 3.6 - O SIGNO TETRÁDICO.....	102
FIGURA 4.1 - FOLHA DE PERDAS.....	121
FIGURA 4.2 - QUALIDADE DO CORTE DOS FACÕES PICADORES	127
FIGURA 5.1 - FLUXO DA CANA DO CAMPO PARA USINA	130
FIGURA 5.2 - REDE DE VARÁVEIS DA ATIVIDADE DE COLHEITA MECANIZADA DE CANA-DE-AÇÚCAR.....	133
FIGURA 5.3 - EXEMPLOS DE BICO E DEMATAÇÃO	136
FIGURA 5.4 - APROXIMAÇÃO DA REGIÃO C	136
FIGURA 5.5 - CANA ACAMADA CONTRA	139
FIGURA 5.6 - ÁRVORE NA FRENTE DA MANOBRA.....	141
FIGURA 5.7 - ESQUEMATIZAÇÃO DO PROCEDIMENTO DO ACERO	141
FIGURA 5.8 - CABECEIRA DA CANA PISOTEADA.....	142
FIGURA 5.9 - POSSIBILIDADES DE CENÁRIOS MAIS COMUNS OBSERVADOS NA COLHEITA DE CANA-DE-AÇÚCAR MECANIZADA.....	151
FIGURA 5.10 - TRANSBORDO E COLHEDORA ABRINDO EITO	152

FIGURA 5.11 - DEMATAÇÃO	154
FIGURA 5.12 - SIGNOS TETRÁDICOS DO CURSO DA AÇÃO DO OPERADOR 1.....	157
FIGURA 5.13 - SIGNOS TETRÁDICOS DO CURSO DA AÇÃO DO OPERADOR 12.....	159
FIGURA 5.14 - DESGASTE DO CANAVIAL NA ÁREA DE DEMATAÇÃO.....	164
FIGURA 5.15 - SIGNO TETRÁDICO DA SITUAÇÃO #3.....	164
FIGURA 5.16 - SIGNO TETRÁDICO DA SITUAÇÃO #4.....	165
FIGURA 5.17 - SIGNO TETRÁDICO DA SITUAÇÃO #5.....	165
FIGURA 5.18 - COLHEDORA COLHENDO EM TERRENO INCLINADO	167
FIGURA 5.19 - SIGNOS TETRÁDICOS DA SITUAÇÃO #6	168
FIGURA 5.20 - CANAVIAL TOMADO PELA BRAQUIÁRIA	171
FIGURA 5.21 - SIGNOS TETRÁDICOS DA SITUAÇÃO #7.....	175
FIGURA 5.22 - SIGNOS TETRÁDICOS DA SITUAÇÃO #8.....	176
FIGURA 5.23 - CANAVIAL COM INFESTAÇÃO DE BRAQUIÁRIA.....	178
FIGURA 5.24 - SIGNOS TETRÁDICOS DA SITUAÇÃO #9.....	186
FIGURA 5.25 - SIGNOS TETRÁDICOS DA SITUAÇÃO #10.....	188
FIGURA 5.26 - SIGNOS TETRÁDICOS DA SITUAÇÃO #11	188
FIGURA 5.27 - SIGNO TETRÁDICO DA SITUAÇÃO #12	196
FIGURA 5.28 - SIGNOS TETRÁDICOS DA SITUAÇÃO #13.....	196
FIGURA 5.29 - OPERADOR 2 DISTRIBUINDO A CANA COLHIDA NO TRANSBORDO.....	199
FIGURA 5.30 - SOQUEIRA ESTILHAÇADA.....	209
FIGURA 5.31 - SIGNOS TETRÁDICOS DA SITUAÇÃO #14	210
FIGURA 5.32 - SIGNOS TETRÁDICOS DA SITUAÇÃO #15	212
FIGURA 5.33 - SIGNOS TETRÁDICOS DA SITUAÇÃO #16	214
FIGURA 5.34 - ESQUEMA DE MANOBRA EM TRÊS (TURNO B)	215
FIGURA 5.35 - ESQUEMA DE MANOBRA EM T	215
FIGURA 5.36 - ESQUEMA DE MANOBRA EM “SEIS”	216
FIGURA 5.37 - MANOBRA EM SEIS NA ÁREA DE DEMATAÇÃO	218
FIGURA 5.38 - MANUSEAMENTO DA DIREÇÃO EM UMA MANOBRA EM TRÊS	218
FIGURA 5.39 - SIGNO TETRÁDICO DO FIM DA MANOBRA DO OPERADOR 2	219
FIGURA 5.40 - SIGNO TETRÁDICO DO FIM DA MANOBRA DO OPERADOR 12.....	219
FIGURA 5.41 - FAIXAS DE REGULAÇÃO DO EXTRATOR PRIMÁRIO X VELOCIDADE DE DESLOCAMENTO	223
FIGURA 6.1 - ID DA COLHEDORA	242
FIGURA 6.2 - TAXA DE ALIMENTAÇÃO DA COLHEDORA	246
FIGURA 6.3 - DETALHE DA TAXA DE ALIMENTAÇÃO.....	247
FIGURA 6.4 - TAXA DE ALIMENTAÇÃO DA COLHEDORA	249
FIGURA C.1 - APRESENTAÇÃO DOS SLIDES DO PROJETO DE PESQUISA DE CAMPO NA USINA ESTUDADA	282

LISTA DE QUADROS

QUADRO 2.1 - EQUAÇÕES DOS INDICADORES DO OEE	48
QUADRO 2.2 - PARÂMETROS RELACIONADOS AO INDICADOR DE DISPONIBILIDADE.....	53
QUADRO 2.3 - NÍVEIS E PORCENTUAL DE PERDAS	60
QUADRO 2.4 - NÍVEIS E PORCENTUAL DE IMPUREZAS VEGETAIS	61
QUADRO 2.5 - FATORES ENCONTRADOS NA LITERATURA QUE INFLUENCIAM O OEE DA MÁQUINA COLHEDORA DE CANA-DE-AÇÚCAR	62
QUADRO 4.1 - PERFIL DOS OPERADORES DE COLHEDORA.....	118
QUADRO 4.2 - CARACTERÍSTICA DAS FAZENDAS VISITADAS	119
QUADRO 5.1 - PROBLEMAS DE ACORDO COM SUA URGÊNCIA E TRATAMENTO	147
QUADRO 5.2 - SITUAÇÃO DE EMBUCHAMENTO COM UMA PESSOA INEXPERIENTE OPERANDO (A PESQUISADORA)	184
QUADRO 5.3 - OPERAÇÃO NO CENÁRIO NORMAL	193
QUADRO 5.4 - DETALHAMENTO DA MANOBRA DO OPERADOR 2.....	217
QUADRO 5.5 - VELOCIDADES DE ROTAÇÃO DOS EXTRATORES PRIMÁRIOS OBSERVADAS	222
QUADRO 6.1 - VARIÁVEIS NO CTT E RELAÇÕES COM O OEE.....	232
QUADRO B.1 - ARTIGOS QUE TEM O CURSO DA AÇÃO OU A AÇÃO SITUADA COMO TEORIAS QUE FUNDAMENTAM A PESQUISA.....	278

LISTA DE TABELAS

TABELA 1.1 - HISTÓRICO DA QUALIDADE DA MATÉRIA-PRIMA (KG DE ATR POR TONELADA DE CANA-DE-AÇÚCAR)	23
TABELA 2.1 - INFORMAÇÕES TÉCNICAS DA CULTURA DE CANA-DE-AÇÚCAR	33
TABELA 4.1 - DADOS DO SETOR DE QUALIDADE	122
TABELA 5.1 - TIPOS DE PROBLEMAS VISTO NAS MÁQUINAS COLHEDORAS	148
TABELA 6.1 - CÁLCULO DO OEE DE SETE MÁQUINAS COLHEDORAS	235
TABELA 7.1 - DETALHE DOS TEMPOS DE PARADA	262

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABERGO	Associação Brasileira de Ergonomia
AET	Análise Ergonômica do Trabalho
AJIM	<i>American Journal of Industrial Medicine</i>
AMA	<i>Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America</i>
ATR	Açúcar Total Recuperável
CA	Curso da Ação
CTT	Corte, Transbordo e Transporte da cana-de-açúcar
CB	Campos Brasil
CICB	Controle Integrado da Altura do Corte de Base
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
CTC	Centro de Tecnologia Canavieira
DDS	Diálogo Diário de Segurança
EPI	Equipamento de Proteção Individual
GPS	<i>Global Positioning System</i>
IAC	Instituto Agrônomo de Campinas
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ID	Indicador de Disponibilidade
IQ	Indicador de Qualidade
ISJ	<i>International Sugar Journal</i>
IT	Instrução de Trabalho
IV	Indicador de Velocidade
MEIOSI	Método Inter-rotacional Ocorrendo Simultaneamente
MPB	Mudas Pré-Brotadas
MS	Mato Grosso do Sul
NR12	Norma Regulamentadora 12
OEE	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>
OS	Ordem de Serviço
PA	Meta horária de produção da frente e colheita
POL	Porcentagem de Sacarose Aparente
PT	Permissão de Trabalho
QRM	Quebra na máquina colhedora

RB	República do Brasil
RIDESA	Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro
RPM	Rotação Por Minuto
SP	São Paulo
TA	Taxa de Alimentação
TCH	Tonelada de Cana-de-Açúcar por Hectare
TMEF	Tempo Médio Entre Falhas
TMF	Tempo Médio das Falhas
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>
UNICA	União da Indústria de Cana-de-Açúcar
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
WOS	<i>Web of Science</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	21
1.1 PROBLEMA E OBJETIVOS DE PESQUISA	23
1.2 JUSTIFICATIVA DE PESQUISA	26
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO	29
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	31
2.1 A CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR	31
2.1.1 Variedades da cana-de-açúcar	34
2.1.2 Características morfológicas	35
2.1.3 Ciclo da cana-de-açúcar	37
2.1.4 Considerações sobre a cultura da cana-de-açúcar	39
2.2 COLHEDORA DE CANA-DE-AÇÚCAR	40
2.2.1 Surgimento da máquina colhedora de cana-de-açúcar	40
2.2.2 Colhedoras atuais	42
2.2.3 Considerações sobre as máquinas colhedoras	45
2.3 CORTE, TRANSBORDO E TRANSPORTE DA CANA-DE-AÇÚCAR (CTT) E INDICADORES DE DESEMPENHO NA COLHEITA MECANIZADA	45
2.3.1 Indicador de desempenho baseados no tempo: <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE)	47
2.3.2 Indicadores de desempenho na colheita mecanizada: Disponibilidade, Velocidade e Qualidade	49
2.3.2.1 <i>Estudos relacionados ao Indicador Disponibilidade</i>	51
2.3.2.2 <i>Estudos relacionados à Taxa de Alimentação (Velocidade)</i>	53
2.3.2.3 <i>Estudos relacionados ao Indicador Qualidade</i>	59
2.3.3 Conclusões sobre indicadores de desempenho na colheita mecanizada	61
2.4 O TRABALHO DO OPERADOR DE COLHEDORA DE CANA-DE-AÇÚCAR	63
2.4.1 Trabalho em turnos	65
2.4.2 A cooperação	67
2.4.3 Considerações sobre o trabalho do operador de colhedora	68
2.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	69
3 ARCABOUÇO TEÓRICO METODOLÓGICO DE PESQUISA	70
3.1 TEORIA DA ATIVIDADE	70
3.1.1 Primeira geração da teoria da atividade: Vygotsky e o papel do artefato mediador	71

3.1.2 Segunda geração da teoria da atividade: Leontiev e Engestrom.....	72
3.1.3 Terceira geração da teoria da atividade: Engestrom e o modelo expandido	75
3.2 ERGONOMIA DA ATIVIDADE	77
3.2.1 Origens e desenvolvimento da ergonomia	77
3.2.2 Paradigmas da ergonomia: continuidade x descontinuidade	79
3.2.3 O trabalho e suas dimensões: trabalho real x trabalho prescrito, emprego x salário e trabalho concreto x trabalho abstrato.....	82
3.2.4 Variabilidades.....	83
3.2.5 Regulação, modos operatórios e carga de trabalho	85
3.3 ERGONOMIA COGNITIVA	87
3.3.1 Cognição e linguagem	89
3.3.2 Competências para a ação e estratégias operatórias	91
3.4 ANÁLISE DO TRABALHO: TEORIA DO CURSO DA AÇÃO	93
3.4.1 Curso da Ação	96
3.4.2 Estudos realizados com o método do Curso da Ação	103
3.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	105
4 MÉTODO DE PESQUISA.....	106
4.1 COLETA DE DADOS NAS FRENTES DE TRABALHO DA USINA	108
4.2 PARTICIPANTES.....	114
4.3 ANÁLISE DE DADOS	115
4.4 UNIDADE ESTUDADA.....	116
4.5 TAREFA.....	125
4.6 CONSIDERAÇÕES SOBRE O MÉTODO DE PESQUISA	128
5 O CURSO DA AÇÃO DO OPERADOR DA COLHEDORA DE CANA-DE-AÇÚCAR.	129
5.1 OS ELEMENTOS DA SITUAÇÃO (ABERTO).....	130
5.1.1 Variáveis agronômicas.....	134
<i>5.1.1.1 Idade, número de corte e variedade da cana-de-açúcar</i>	<i>134</i>
<i>5.1.1.2 Sistematização do canavial.....</i>	<i>135</i>
<i>5.1.1.3 Produtividade Agrícola (TCH)</i>	<i>136</i>
5.1.2 Variáveis ambientais e geográficas.....	137
<i>5.1.2.1 Infestação de braquiárias</i>	<i>138</i>
<i>5.1.2.2 Porte da cana.....</i>	<i>138</i>
<i>5.1.2.3 Umidade do solo, condições climáticas e horário de colheita</i>	<i>139</i>
<i>5.1.2.4 Presença de redes elétricas, cercas e matas ao redor dos talhões.....</i>	<i>140</i>

5.1.2.5 Tipo e declividade do solo	142
5.1.3 Variáveis operacionais	142
5.1.3.1 Regulação dos implementos e componentes da máquina.....	143
5.1.3.2 Mês da safra, idade, modelo e potência da colhedora.....	144
5.1.3.3 Manutenção	145
5.2 ANÁLISE DO CURSO DA AÇÃO NA COLHEITA CANAVIEIRA MECANIZADA	150
5.2.1 Análise do Curso da Ação na abertura de eitos.....	151
5.2.1.1 Situação #1: Abertura de eito com o operador 1	152
5.2.1.2 Situação #2: Abertura de eito com o operador 12	155
5.2.1.3 Análise do CA das Situações #1 e #2	157
5.2.2 Análise do Curso da Ação na colheita em terrenos em forma de bico.....	162
5.2.2.1 Situação #3: Operador 4, Turno C.....	162
5.2.2.2 Situação #4: Colher rodando e abrindo eito (operador 12).....	162
5.2.2.3 Situação #5: operador 15.....	163
5.2.2.4 Análise do CA das Situações #3, #4 e #5	164
5.2.3 Análise do Curso da Ação na colheita em terrenos inclinados.....	166
5.2.3.1 Situação #6: Operador 15	166
5.2.3.2 Análise da Situação #6	168
5.2.3.3 Outras considerações quando à colheita em terreno inclinado.....	169
5.2.4 Análise do Curso da Ação na colheita em terrenos infestados por braquiária	170
5.2.4.1 Situação #7: operador 9.....	170
5.2.4.2 Situação #8: operador 14.....	170
5.2.4.3 Analisando as situações #7 e #8.....	175
5.2.4.4 Outras considerações sobre colheita em canaviais infestados por braquiária	178
5.2.5 Análise do Curso da Ação no processo de embuchamento/desembuchamento	179
5.2.5.1 Situação #9: operador 16.....	180
5.2.5.2 Situação #10: Reversão explicado pelo operador 10.....	183
5.2.5.3 Situação #11: operador 13	185
5.2.5.4 Análise das Situação #9, #10 e #11 e outras considerações.....	186
5.2.6 Análise do Curso da Ação na colheita de canavial de primeiro corte/ forte	189
5.2.6.1 Situação #12: Operador 12 explicando sobre Field Cruise	190
5.2.6.2 Situação #13: Operador 10	192
5.2.6.3 Análises das situações #12 e #13	195
5.2.6.4 Outras considerações	198
5.2.7 Análise do Curso da Ação na colheita em terreno úmido.....	199

5.2.7.1 Situação #14: Operador 17.....	199
5.2.7.2 Situação #15: Operador 11.....	204
5.2.7.3 Situação #16: Operador 8.....	208
5.2.7.4 Análise das situações #14, #15 e #16	209
5.2.8 Análise do Curso da Ação na manobra.....	215
5.2.8.1 Situação #17: Manobra em terreno regular feita pelo Operador 2	216
5.2.8.2 Situação #18: Operador 12.....	218
5.2.8.3 Análise das situações #17 e #18	219
5.3 CONCLUSÃO SOBRE O CURSO DA AÇÃO	220
6 O OEE NA COLHEITA MECANIZADA.....	231
6.1 CÁLCULO DO OEE	233
6.2 ANÁLISE DO OEE NA COLHEITA MECANIZADA DA CANA-DE-AÇÚCAR.....	238
6.2.1 Indicador de disponibilidade (ID)	238
6.2.2 Taxa de alimentação (TA)	243
6.2.3 Indicador de qualidade (IQ).....	247
6.3 CONCLUSÃO DO CAPÍTULO.....	249
7 CONCLUSÃO	252
7.1 CONCLUSÃO ACERCA DAS PERGUNTAS DE PESQUISA	255
7.1.1 A lógica do curso-da-ação dos operadores de colhedora: estratégias operatórias	255
7.1.2 Análise do OEE da máquina colhedora	260
7.2 CONCLUSÕES SOBRE O PROBLEMA DE PESQUISA	264
7.3 LIMITAÇÕES DA PESQUISA E PESQUISAS FUTURAS.....	268
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	269
APÊNDICE A.....	277
APÊNDICE B	278
APÊNDICE C.....	282

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar com uma produção estimada de 642,7 milhões de toneladas de cana processada na safra de 2019/2020 (CONAB, 2019). Foi, também, líder na produção e exportação de açúcar no mundo (UNICA, 2015), embora essa liderança oscile com a Índia, que tem o mercado subsidiado. Em 2016, o complexo sucroalcooleiro foi o terceiro maior exportador do agronegócio brasileiro, totalizando U\$ 11,34 bilhões, gerando um crescimento de 32,9% e de 9,4% em relação às vendas alcançadas em 2015 e 2014, respectivamente (CONAB, 2017).

A região que mais produz cana-de-açúcar é a Sudeste, onde o estado de São Paulo ocupa o primeiro lugar no *ranking* dos produtores com 53% da produção nacional na safra de 2019/2020. Logo atrás está a Centro-Oeste, cuja produção representou 22,1% da safra brasileira no mesmo ano, tendo o Mato Grosso do Sul (MS) como o segundo estado mais produtivo e o quarto maior produtor nacional de cana, destacando o município de Dourados e adjacências na obtenção dessa classificação (CONAB, 2019).

Na região Centro-Sul o corte manual da cana-de-açúcar está sendo substituído pelo corte mecanizado. Essa transformação se deu graças às políticas e leis estaduais motivadas, principalmente, por apelos ambientais, que visam acabar com os problemas causados pelas queimadas. A queima da palha da cana ocorre para facilitar o corte manual. Com seu fim, a atividade dos cortadores manuais tem sua produtividade reduzida à metade, tornando-a inviável economicamente (ALVES, 2009).

No MS foi promulgada a Lei Estadual n. 3.404 de 30 de julho de 2007, proibindo o método despalhador dos canaviais usando o fogo em áreas situadas a menos de cinco quilômetros do perímetro urbano e estabeleceu um plano de eliminação sucessiva das queimadas até 2016 (MATO GROSSO DO SUL, 2007a). A referida norma alterou a anterior, Lei Estadual n. 3.357 de 09 de janeiro de 2007, que fixava prazo até 2026 ((MATO GROSSO DO SUL, 2007b). O relatório divulgado pelo CONAB (2019) indica que o corte mecanizado dos canaviais no MS é praticado em 100% de suas colheitas, cumprindo com a legislação.

Outros estados tomaram iniciativas semelhantes, como o caso de São Paulo (SP) que promulgou sua lei contra as queimadas em setembro de 2002 - a Lei Estadual n.11.241 de 2002 (SÃO PAULO, 2002). Essa lei determinou o fim do uso do fogo em áreas mecanizáveis, até 2021 e, em áreas não-mecanizáveis, até 2031.

Mais tarde, em 2007, o governo de SP e o setor sucroenergético assinaram o Protocolo Agroambiental do Setor Sucroenergético Paulista. Esse protocolo foi um acordo de

boas práticas ambientais que determinou a antecipação dos prazos legais para o fim da despalha da cana por meio de queimadas para 2014 nas áreas mecanizáveis e para 2017 nas áreas não-mecanizáveis (SÃO PAULO, 2014). O relatório da CONAB (2019) estima que a colheita mecanizada é praticada em 96,5% dos canaviais desse estado.

A introdução dos maquinários agrícolas também se deu em conjunto com o avanço das áreas cultivadas de cana-de-açúcar, que praticamente dobrou desde 2003. Esses novos espaços têm menor potencial edafoclimático comparado ao daqueles já existentes em São Paulo. Devido a isso, os produtores esperavam superar essa deficiência com a mecanização dos processos do plantio e da colheita, mas o que aconteceu foi que o nível real produtivo agrícola se tornou inferior ao prometido inicialmente (LANDELL, 2019).

Além do descontentamento com a produtividade, a adoção das máquinas agrícolas em ritmo acelerado, principalmente, na região Centro-Sul foi acompanhada por uma redução do Açúcar Total Recuperável (ATR) apresentada na Tabela 1.1, que pode ser atribuída tanto a fatores operacionais da mecanização, como a aspectos gerenciais. O ATR representa a capacidade da cana de ser convertida em açúcar ou etanol através do coeficiente de transformação de cada unidade produtiva e, a partir desse índice, se estabelece o pagamento pela cana fornecida. Cherubin (2016) reuniu a opinião de diversos especialistas para listar as causas dessa queda do ATR, sendo a primeira delas associada aos níveis de impurezas minerais e vegetais na carga de cana colhida, que contribuem com o aumento de fibras na moenda, reduzindo os açúcares. Essas impurezas estão atreladas diretamente ao processo de corte mecanizado envolvendo um desponte mal feito, uma limpeza deficiente e a presença de mato. Nesse sentido, o Centro de Tecnologia Canavieira (CTC, 2014) mostrou um simultâneo avanço entre os índices de corte mecanizado desde 2010, por volta de 9% a.a. e o aumento das impurezas minerais¹, de 7% a.a., e vegetais, de 9% a.a. da massa colhida no campo. Tais valores podem ser causados por também outras variáveis, porém existe uma relação entre o processo de corte da cana e a produção de impurezas.

Uma segunda causa é atribuída às variedades que são cultivadas em épocas erradas e/ou colhidas em épocas inapropriadas para tal cultivo, setor de responsabilidade da gerência, fora do controle dos operadores.

¹ As impurezas vegetais provêm da própria cana e são constituídas por folhas, palmitos e ervas daninhas que infestam o plantio. Folhas secas desviam os açúcares junto com o bagaço para a caldeira. As impurezas minerais são materiais como terra ou até mesmo algum metal como partículas de implementos agrícolas levados juntamente com a matéria-prima para a indústria (FIGUEIREDO; MACIEL; MARQUES, 2008).

Tabela 1.1 - Histórico da qualidade da matéria-prima (kg de ATR por tonelada de cana-de-açúcar)

Safra	ATR médio da safra (kg ATR/ ton. cana-de-açúcar)
2007/2008	143,63
2008/2009	140,11
2009/2010	129,36
2010/2011	140,88
2011/2012	137,64
2012/2013	135,46
2013/2014	133,27
2014/2015	136,45
2015/2016	130,50
2016/2017	133,03

Fonte: UNICA (2017)

Além dos níveis de impureza, outra preocupação das usinas é o índice de perdas no processo da colheita mecanizada, ou seja, o quanto de matéria rica em sacarose é deixada no campo. Benedini *et al.* (2013) traduziram em uma questão o quão conflituoso pode ser uma operação de corte e transbordo de cana: “Colher mais cana e impurezas vegetais e minerais ou cana mais limpa com maiores perdas no campo?”.

Diante das perdas produtivas e do potencial de aumento do desempenho da colheita mecanizada surgiram o problema de pesquisa e o objetivo definidos na seção seguinte.

1.1 PROBLEMA E OBJETIVOS DE PESQUISA

A área agrícola representa mais de 70% do custo agroindustrial no setor sucroenergético (LANDELL, 2019). Desse modo, o nível de produção aquém do esperado motiva inúmeras pesquisas a realizarem diversas tentativas metodológicas operacionais nas diferentes dimensões da atividade mecanizada, no intuito de compreender como as variáveis do processo do corte mecanizado se correlacionam e como interferem no desempenho da colhedora. Por exemplo, alguns autores estudam a relação entre velocidade de deslocamento da colhedora e sua taxa de produção (CARVALHO, 2009; MANOEL FILHO, 2013; MATHANKER, *et al.*, 2014), outros estudam a relação entre velocidade dos extratores de limpeza da colhedora com perdas e impurezas na carga dos transbordos (BENEDINI *et al.*, 2013). Entretanto, nota-se a escassez de pesquisas que investigam a parte mecânica em relação a quem a comanda, o operador de colhedora, parte fundamental do desempenho desse processo. As relações encontradas na literatura orbitam mais na esfera técnica da máquina e das condições

de campo do que na esfera gerencial do trabalho feito pelo homem e os resultados que daí são produzidos. Essa afirmação pode ser comprovada depois da leitura da análise bibliométrica de artigos que inter-relacionam análises do trabalho, setor de Corte, Transbordo e Transporte (CTT) e análises de desempenho (tópico 2.5).

A dissertação de mestrado de Narimoto (2012) e posteriormente sua tese de doutorado (NARIMOTO, 2015) introduzem a perspectiva ergonômica da atividade de trabalho dos operadores nas pesquisas referentes à colheita mecanizada. No seu primeiro estudo, a autora discute a respeito das condições de trabalho dos operadores de colhedora de cana-de-açúcar, visando identificar seus condicionantes e determinantes na saúde e produtividade desses indivíduos. Além disso, explicita os conhecimentos necessários para a operação das máquinas ao longo da atividade.

Na tese, Narimoto (2015) analisa as transformações na estrutura da colhedora para um maior desempenho e durabilidade de suas funções, partindo de necessidades emergentes do local de trabalho. A autora escreve uma manifestação capturada de um dos operadores da colheita: “É a cana que mostra a capacidade para você andar”. Esse discurso revela a inteligência da prática do operador em sua atividade, mostrando seu papel fundamental no desempenho operacional a partir de sua leitura do canavial.

Fruto dessa tese, Narimoto, Camarotto e Alves (2015) explicitam a demanda por competências e conhecimentos dos operadores para a entrega de matéria-prima de qualidade à usina, sem falhas de abastecimento e com baixas perdas no campo.

Partindo das conclusões obtidas de Narimoto (2012, 2015) e Narimoto, Camaroto e Alves (2015), esta tese analisa o trabalho dos operadores de colhedora de cana de forma a reconhecer seu papel ativo em sua própria atividade. Foi utilizado assim, a teoria do Curso da Ação, que entende a atividade como a evolução das ideias de Vygotsky (Teoria da Atividade) e está localizada dentro do âmbito da ergonomia situada.

A teoria do Curso da Ação é um método científico desenvolvido por Jacques Theureau que analisa a atividade prática, através do objeto teórico “Curso da Ação”. Nesta tese, a atividade estudada é o trabalho. Pretende-se nessa análise responder questões referentes a significação para o ator sobre seu trabalho, os raciocínios realizados nele, a planificação da ação, e a constituição e transmissão do saber-fazer (THEUREAU, 2014).

Esse método está contido na Antropologia Cognitiva Situada, que estuda os domínios cognitivos e consensuais dos atores em situação natural (THEUREAU, 2014). Nessa disciplina, o operador não aparece como o executante do trabalho prescrito, mas como o criador

permanente da própria atividade, que depende daquilo que ele compreende da própria situação (WISNER, 1995).

A teoria do Curso da Ação emerge de pesquisas que têm como fundamento a enação (THEUREAU, 2004, 2014), segundo a qual a ação emerge em situação impregnada de saber (VARELA, THOMPON; ROSH, 1991). A teoria aborda também a cognição de modo coerente com a autopoiese (MATURANA; VARELA, 1980), onde o domínio cognitivo de cada indivíduo é criado da articulação entre as interações com o meio ambiente e com seus semelhantes e o discurso privado que lhe é associado. O objeto teórico Curso da Ação é então definido como a atividade de um (ou muitos) ator(es) engajado(s) em uma situação, que é significativa para ele(s), quer dizer mostrável, narrável e comentável por ele(s) a todo instante (THEUREAU, 2014).

Sob esse ponto de vista, o operador da colhedora, a colhedora aqui como ferramenta que intermedia seu trabalho, é visto como tomador de decisão e, assim, o curso de sua ação deve ser objeto de estudo central no sistema de colheita da cana. Pressupõe-se que o operador analisa as condições de campo (as características do canavial); as condições da máquina colhedora; e, a demanda por material a ser moído pela usina. Articulando esses três aspectos, desenvolve suas estratégias operatórias de colheita. Ou seja, o operador ao longo do curso de sua ação gerencia três fatores para obter determinada quantidade e qualidade de cana colhida: tempo de máquina parada, quantidade de material colhido e composição do material colhido. Cada um desses fatores, respectivamente, determina o conjunto de indicadores que compõe o *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) da colhedora, ou o desempenho global do equipamento: disponibilidade, velocidade e qualidade.

O OEE é uma métrica que avalia o potencial dos equipamentos, identifica as perdas de produção e aponta oportunidades de melhorias, contribuindo com a produtividade, com a redução de custo e com a conservação da vida útil da máquina (STAMATIS, 2010). Assim, o OEE considera que a produção efetiva requer que o equipamento esteja funcionando durante o tempo de produção planejada, produzindo peças conformes na velocidade nominal do sistema.

Nessa perspectiva, surgem as seguintes questões:

- a) Quais aspectos a mecanização da colheita de cana-de-açúcar e a medição de seu desempenho impõe e, ao mesmo tempo, oculta do trabalho real do operador de colhedora?

- b) Quais aspectos o cálculo dos índices de desempenho de disponibilidade, de velocidade e de qualidade da colhedora avalia?

A partir desses questionamentos, **o objetivo deste estudo é avaliar como as variáveis tecnocêntricas e quantitativas empregadas no cálculo da eficiência global da colhedora de cana-de-açúcar são influenciadas pela ação do operador, sob a perspectiva da ergonomia da atividade.**

Dessa maneira, os objetivos específicos são:

- a) Demonstrar a lógica do Curso da Ação dos operadores de colhedora de cana-de-açúcar, identificando as estratégias operatórias emergentes das situações de trabalho;
- b) Inferir o OEE da colhedora de cana-de-açúcar e analisar o que esse índice representa.

Os pressupostos desta pesquisa partem da ideia de que as variabilidades geográficas e agrônômicas dos cultivos de cana não permitem o completo equacionamento dos parâmetros operacionais projetados na mecanização da colheita. Frente a tais limitações do sistema técnico, os operadores desenvolvem, então, estratégias eficazes que impactam positivamente o OEE do equipamento.

1.2 JUSTIFICATIVA DE PESQUISA

A adoção da mecanização da colheita de cana foi um processo que despertou o interesse de projetistas com a ambição de desenvolver um método de colheita, que aumentasse a produtividade, obtendo menores custos. A máquina colhedora atual foi construída a partir de uma tecnologia importada e, por isso, é frequentemente adaptada pelas fabricantes e, inclusive, pelos próprios usuários (mecânicos e operadores) para as fazendas brasileiras. Essa tecnologia substituiu rapidamente o trabalho dos cortadores no Centro-Sul e, nessa transição, alguns conhecimentos tácitos sobre a colheita e sobre as particularidades de cada região foram perdidos nos projetos das máquinas, levando a uma ineficiência, até a uma incerteza, sobre o sucesso dessa tecnologia no campo nos primeiros momentos.

Essas ineficiências, referentes à limpeza da massa de cana colhida e, principalmente, às perdas de matéria-prima rica em açúcar deixadas no campo persistem até os dias atuais, uma vez que os índices de qualidade da colheita mecanizada nunca superaram a eficiência operacional do corte manual. Sem dúvidas, o maquinário tem introduzido diversos recursos de regulação de seus componentes, que auxiliam na operação dos operadores, mas as perdas ainda existem, o tempo de máquina parada ainda é alto, em torno de 50% de seu tempo

ativo, sem contar na compactação do solo que ainda persiste desde o tempo do corte manual devido ao tráfego dos veículos pesados e no arranquio ou danificação das soqueiras.

Via de regra, a usina processa cana produzindo álcool e açúcar ininterruptamente. Logo, a demanda segue o mesmo ritmo por abastecimento da planta na moenda, visto que o custo de indústria parada é alto².

Os indicadores considerados no OEE da máquina - disponibilidade, velocidade e qualidade do corte e transbordo afetam diretamente a entrega da matéria-prima na moenda. A disponibilidade é calculada em função dos tempos de paradas de colheita, que podem ser tempos de parada obrigatória ou não obrigatória. Entende-se que as paradas não obrigatórias são gerenciáveis e podem contribuir com o aumento no tempo de colheita, potencializando maior produção diária por máquina e maior retorno de investimento. Tendo em vista que a disponibilidade comum de uma colhedora no Brasil é de 50% (FREITAS *et al.*, 2019), ou de 35,5% segundo Carrara Neto (2016), incontestavelmente existe uma considerável folga a ser trabalhada para o crescimento desse índice.

O indicador de velocidade é referente à taxa de alimentação da colhedora e está relacionado com uma capacidade nominal do equipamento. Tal capacidade não foi encontrada na literatura, nem nas pesquisas empíricas. Nos estudos normalmente se pressupõe que a velocidade de deslocamento da colhedora é uma variável arbitrável, e a partir dela, procura-se as condições para o melhor desempenho operacional da colhedora.

O indicador de qualidade é referente às perdas de cana-de-açúcar deixadas no campo, inteiras ou fracionadas ou, ainda, em forma de perdas invisíveis. Para que uma operação seja viável, uma máquina com disponibilidade de 50% deve colher pelo menos uma tonelada de cana a cada minuto. Considerando que toda operação gera perdas, que podem chegar até 20%³, gerencia-las é importante para tentar aumentar o rendimento da operação, diminuindo o custo por tonelada processada.

Uma perda em particular é referente ao arranquio da soqueira durante a operação de corte da cana. Essa perda é somente contabilizada na safra seguinte, quando é observado o decaimento da produtividade do canavial. No corte manual, a perda de soqueiras não é importante, pois o operador atinge o corte na altura da base do colmo de modo a aproveitar o

² Fala-se em um custo de R\$40 mil por hora parada de usina em 2017 (Informação retirada de conversa com gestores agrícolas de uma usina na região de Dourados/MS).

³ Dado colhido de conversa com um gestor de usina de cana-de-açúcar sul-matogrossense.

máximo de sacarose contida ali, mas ponderando a estabilidade da soqueira no solo, prezando seu rebrotamento na safra seguinte. Na mecanização do corte, o operador agora intermediado pela máquina tem que configurar e reconfigurar parâmetros dos cortes de base, que seguem um padrão ou que demoram um tempo para responder ao sistema, para alcançar, sempre que possível, a altura ideal da soca, variável de planta para planta. Isso quer dizer que, tanto no corte manual quanto no mecanizado, a variável “altura do corte” influencia na vida da soqueira e no arranquio (perda), sendo que o corte manual se adequa melhor à essa variação.

A Figura 1.1 mostra uma distribuição histórica da produtividade agrícola da região Centro-Sul. A partir dela, pode-se visualizar a inconstância da produtividade dos canaviais ao longo das safras. Considerando que nos últimos anos o número de colhedoras nas plantações é maior, pode-se relacionar o fenômeno da mecanização como uma das causas da queda de produtividade dos canaviais, devido a um maior arraste das soqueiras e pisoteamento do solo. Junto com o aumento da mecanização, a baixa frequência de investimento na renovação dos canaviais e as condições climáticas também causam essa deficiência nos cultivos (LANDELL, 2019).

Figura 1.1 – Distribuição histórica da produtividade de cana-de-açúcar da região Centro-Sul (t/ha)



Fonte: UNICA (2017)

Diz respeito ao indicador de qualidade também a quantidade de material sem sacarose na composição da carga total do material colhido. Essa fração de carga pobre em açúcar, composta por impurezas vegetais e minerais, eleva os custos de transporte e de manutenção de equipamentos industriais e reduz a eficiência de moagem e de extração de sacarose. A presença de terra na cana aumenta a ocorrência de bactérias que causam problemas no processo, mas em especial na fermentação, reduzindo a produção de etanol. Outros problemas operacionais provenientes das impurezas: transporte de material adicional até a fábrica; redução na capacidade efetiva do esmagador; requerimento adicional na capacidade de

filtragem e perdas de POL⁴ e lodo; aumento do custo logístico e do tempo de processamento da máquina com material inútil economicamente; e, abastecimento de materiais abrasivos para os equipamentos de processamento da cana (FIGUEIREDO; MACIEL; MARQUES, 2008).

Quando os três indicadores do OEE da colhedora apresentam grandes variabilidades, intensificam-se as incertezas referentes ao suprimento de cana na usina, fazendo com que os pátios criem estoques pulmões grandes de Julietas (caixotes) com cana picada esperando para ser moída (FREITAS *et al.*, 2019). Por ser uma cana já processada pela colhedora, a espera pode levar a deterioração dos rebolos contaminados por bactérias e à diminuição gradativa de sacarose da planta por causa do ressecamento ou transpiração do colmo, cuja taxa varia entre 10,0 e 15% de perda de peso em cerca de sete a dez dias (CONAB, 2019). Problema que antes da mecanização não era relevante, visto que no corte manual o colmo da cana era colhido inteiro, sendo mais difícil sua contaminação e deterioração.

Percebe-se que a colheita mecanizada traz diversos problemas quanto ao seu desempenho. Uma série de estudos, como visto, se preocupam em correlacionar certas configurações de operação com os resultados desses indicadores. Porém, a colheita mecanizada não se assemelha às operações experimentais, as variáveis são inúmeras e operacionalizá-las é complexo. Comprova-se isso em inúmeros resultados divergentes em estudos com mesmo objetivo, demonstrado por Belardo (2016). A colhedora tem evoluído em tecnologia, porém é o operador que a regula diante dessas variabilidades. Então estudar como ele atua em situação real de trabalho e entender se o que é avaliado quantitativamente reflete a realidade, é importante para concentrar recursos em ações de melhorias que tenham efeito positivo sobre a colheita e sobre o operador.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho se organiza da seguinte maneira. No capítulo 2 é apresentada uma revisão bibliográfica sobre os temas desdobrados nesta tese: no tópico 2.1 são descritas as variedades da cana-de-açúcar, suas características morfológicas e ciclo de produção agrícola; o tópico 2.2 discorre sobre a máquina colhedora e seu funcionamento; no item 2.3 é descrito o CTT da cana-de-açúcar, os conceitos sobre OEE e são resumidos os diferentes estudos que investigam, mesmo de forma indireta, relações entre parâmetros que influenciam o OEE da

⁴ “POL é a porcentagem em massa de sacarose aparente contida em uma solução açucarada de peso normal determinada pelo desvio provocado pela solução no plano de vibração da luz polarizada” (UDOP, 2019).

colhedora; e, por fim, no item 2.4 são revisadas temas sobre o trabalho do operador de colhedora de cana e suas particularidades. A seção 3 é reservada para apresentação do arcabouço teórico metodológico desta pesquisa. Os temas sobre a Teoria da Atividade, Ergonomia da Atividade, Ergonomia Cognitiva e Análise Ergonômica do Trabalho (AET) são debatidos nos itens 3.1, 3.2, 3.3 e 3.4 respectivamente. A Teoria do Curso da Ação é discutida nos itens 3.4.1 e 3.4.2. O método de pesquisa é inserido no capítulo 4 com os detalhes de como é realizada esta pesquisa. Além disso, o capítulo 4 apresenta a unidade de estudo e descreve a tarefa do operador de colhedora. No capítulo 5 são relatados e discutidos os dados do estudo de caso pelo viés do Curso da Ação das situações críticas da colheita mecanizada. Finalmente, no capítulo 6, o tema analisado é o OEE na colheita mecanizada da cana, onde é feito seu cálculo e a análise de sua adequação às situações observadas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

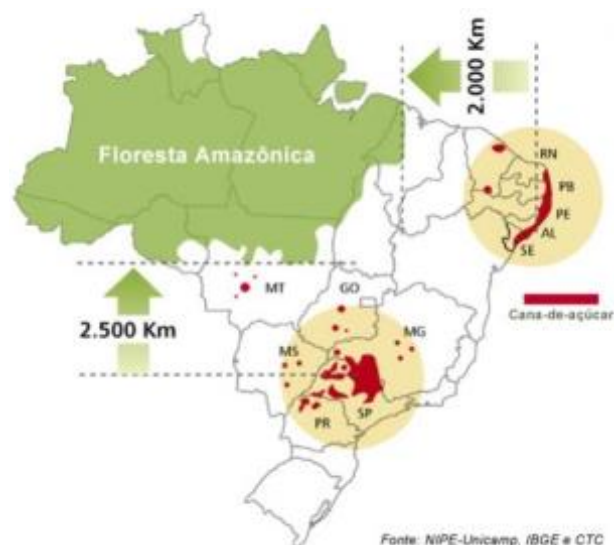
Este capítulo realiza uma revisão bibliográfica sobre o que está sendo discutido na literatura acerca dos temas desdobrados para responder o objetivo aqui proposto. Então são tratadas questões como a cultura da cana-de-açúcar, para entender como a planta se desenvolve, suas estruturas e variabilidades. A colhedora é estudada, visto que é o artefato intermediador do trabalho do operador em relação ao corte da cana. O CTT, ambiente organizacional envolvido no trabalho de colheita, e os estudos que tratam do comportamento dos seus indicadores de desempenho são revisados. Por fim, as especificidades do trabalho do operador de colhedora também são estudadas, devido à necessidade de um conhecimento inicial das condicionantes impostas a esses indivíduos antes das observações de suas atividades *in loco*.

2.1 A CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR

No Brasil a primeira muda foi trazida em 1532, iniciando seu cultivo na Capitania de São Vicente, perto de Santos-SP. Construiu lá o primeiro engenho de açúcar e assim Portugal ocupou o território brasileiro, por meio da produção do açúcar. Esse modelo de produção estava baseado em largas extensões de terra, mão de obra escrava e uso extensivo dos recursos naturais existentes (MACHADO, 2003). Atualmente, a produção de cana-de-açúcar no Brasil se concentra nas regiões Centro-Sul e Nordeste do Brasil, nas áreas destacadas em vermelho do mapa da Figura 2.1, segundo dados oficiais do IBGE, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) e do CTC (UNICA, 2018a).

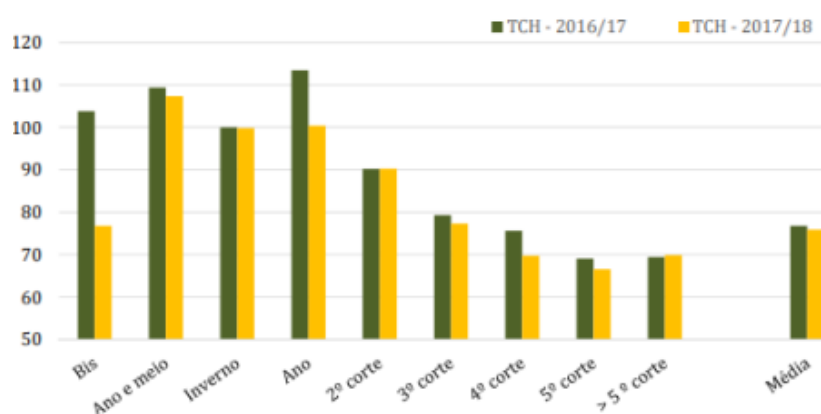
A produtividade agrícola é o coeficiente da quantidade em massa de cana-de-açúcar dividido pela área plantada (t/ha). Para uma área ser produtiva e eficiente em seu plantio e colheita, há muitos fatores envolvidos, tais como o nível de mecanização, o tipo de solo, o tipo de relevo, os tipos e quantidades de insumos usados para adubação, a irrigação, a variedade de cana plantada, o clima e a logística da empresa (SILVA; SILVA, 2012). Por isso, a produtividade das lavouras se dá pelo estudo dos fatores abiótico (clima, solo, relevo, etc.) em conjunto com os bióticos (espécie da planta, combate às pragas, época de colheita, etc.) somados à logística da empresa (SILVA; SILVA, 2012). Outro fator que varia a produtividade da área cultivada é o número de cortes executados em um mesmo canavial. A cada corte, a produtividade tende a reduzir, como pode ser visto na Figura 2.2 (UNICA, 2018b).

Figura 2.1 - Áreas onde se concentram as plantações e usinas produtoras de açúcar, etanol e bioeletricidade



Fonte: UNICA (2018a)

Figura 2.2 - Produtividade agrícola da cana-de-açúcar na região Centro-Sul por estágio de corte (t/ha).



Legenda: as definições de cana bis⁵, cana ano, cana ano e meio e cana inverno⁶ se encontram no rodapé. Fonte: Relatório final da safra 2017/2018 – Região Centro-Sul, UNICA (2018b)

⁵ Cana Bisada é a cana que deveria ser colhida em uma safra, mas por falta de tempo será colhida apenas na safra seguinte. Essa cana passa por dois ciclos de desenvolvimento, por isso é uma planta com brotos laterais isoporizados, com mais açúcares invertidos, e, portanto, com menos potencial de produzir álcool e açúcar. Bisar a cana é um efeito indesejado que ocorre por problemas durante a safra ou falta de planejamento das usinas para fazer uma colheita efetiva (DUFT, 2016).

⁶ Cana de ano, cana de ano e meio e cana de inverno são nomes “dados para classificar o modo que a cana é plantada. Dependendo da época do ano, o plantio da cana influenciará como ela irá se comportar no primeiro corte e consequentemente nos demais.

- Canas de Ano: é plantada em outubro ou novembro (início do período de chuvas). O problema da cana de ano é que a planta tem pouco tempo para crescer e entra no processo de maturação seis meses depois de plantada. Resultado disso é uma produtividade pequena na primeira colheita;
- Canas de Ano e Meio: é plantada em fevereiro ou março (final do período de chuvas). Assim a cana tem um período curto para brotar e passar o inverno quase inerte até que comece a crescer novamente com a chegada das próximas chuvas. Com o final do período de chuvas ela começa a maturar e só então é colhida (18 meses depois do plantio). Com isso, existe um longo período de crescimento da planta e as produtividades tendem a ser bem altas;
- Canas de Inverno: uma modalidade que ganha cada vez mais adeptos. A cana é plantada em junho ou julho com a utilização de torta de filtro e/ou vinhaça para auxiliar na brotação em um período que não chove. Desta forma, em 12 meses a cana está pronta para ser colhida e teve mais tempo para desenvolver-se, mas mesmo assim a produtividade é menor que a cana de ano e meio.

Além disso, a compactação do solo pode induzir alterações na absorção e concentração de nutrientes nas plantas e, em consequência, em seu desenvolvimento. O tráfego de máquinas em solo úmido pode elevar a compactação do terreno em decorrência da colheita mecanizada. O maquinário por si só é pesado e as excessivas manobras podem prejudicar a rebrota (GUERINI; HOFF, 2015). Assim como decaí a produtividade, falhas nas plantações começam a aparecer dando lugar ao nascimento de plantas daninhas.

As plantas daninhas são um dos principais componentes do agroecossistema da cana-de-açúcar que interferem no desenvolvimento e na produtividade desta cultura. A presença dessas plantas pode interferir no processo produtivo da cana, competindo pelos recursos do meio (água, luz e nutrientes), liberando substâncias alelopáticas, atuando como hospedeiro de pragas e doenças comuns à cultura e interferindo nas práticas de colheita (KUYA *et al.*, 2003).

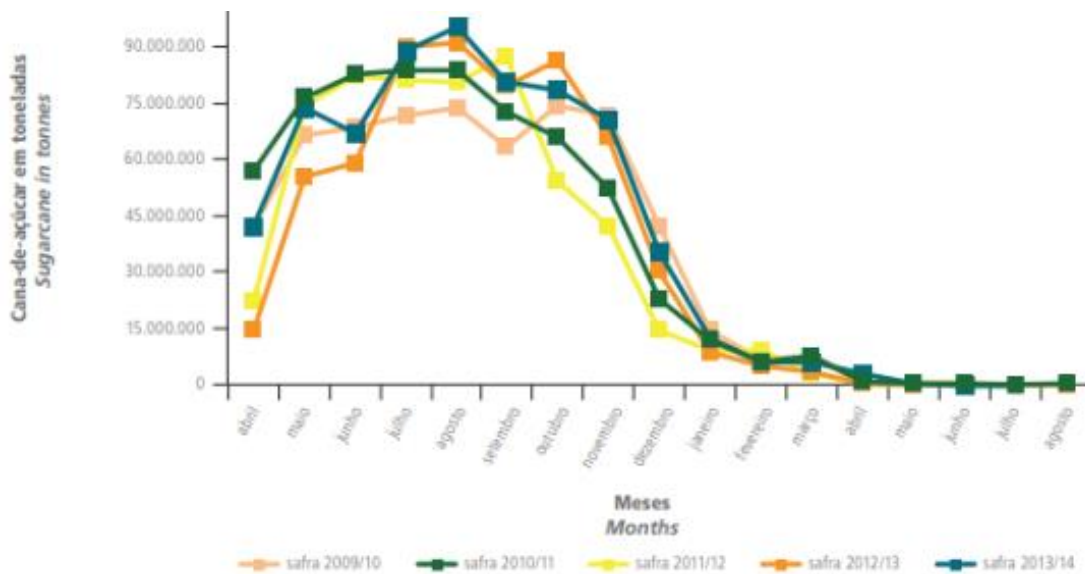
A Tabela 2.1 traz algumas informações técnicas sobre a cultura canavieira. O Anuário Estatístico da Agroenergia 2014 calculou que a produtividade média do país era 85 t/ha, variando entre 65 e 120. Normalmente a renovação dos canaviais acontece a cada cinco anos, proporcionando em média 5 cortes. Por fim, as safras são binárias, pois começam em abril do primeiro ano e terminam em março do ano seguinte, tendo grande atividade de colheita entre abril e outubro do primeiro ano (Figura 2.3) (BRASIL, 2015).

Tabela 2.1 - Informações técnicas da cultura de cana-de-açúcar

Item	Dado
Ciclo	5 anos
Número médio de cortes	5 cortes
Produtividade de cana-de-açúcar	85 ton/há (120 - 65)
Rendimento de açúcar	138 kg/ton
Rendimento de álcool	82 l/ton
Cultivares registrados no MAPA	137 (Saccharum L.) 8 (Saccharum Officinarum L.)

Fonte: Brasil (2015)

Figura 2.3 - Comparativo de safra no processamento mensal da cana-de-açúcar no Brasil em toneladas



Fonte: Brasil (2015)

2.1.1 Variedades da cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar é uma planta da família *Poaceae*, representada pelo milho, sorgo, arroz e outras gramíneas. As principais características dessa família são a forma da inflorescência (espiga), o crescimento do caule em colmos e as folhas com lâminas de sílica em suas bordas e bainha aberta. Seu gênero é o *Saccharum* cujas espécies e características são as seguintes (SILVA; SILVA, 2012):

- Saccharum officinarum*: cana nobre, apresenta alto teor de açúcar e baixa porcentagem de fibra. São canas tropicais por seus colmos grossos e o sistema radicular reduzido e superficial. São exigentes quanto ao clima e ao solo e sensíveis a doenças;
- Saccharum spontaneum*: conhecida como cana selvagem, possui colmos curtos e finos com alto teor de fibras, não tendo valor industrial. Perfilha abundantemente e vegeta bem, mesmo em situações adversas. Devido à sua resistência a pragas tem contribuído aos programas de melhoramento;
- Saccharum simensis*: variedades de canas conhecidas como chinesas ou japonesas. Seu sistema radicular é bem desenvolvido, vegetando bem em solos pobres e secos. Possuem colmos finos, compridos, com baixo teor de açúcar e fibrosos;

- d) *Saccharum barberi*: conhecida como cana indiana, é utilizada nos programas de melhoramento. É constituída por variedades precoces, com alto teor de sacarose, alta porcentagem de fibra, resistente ao frio e suscetível ao mosaico⁷;
- e) *Saccharum robustum*: apresenta grande crescimento com colmos de até 10 metros de altura, com baixo teor de sacarose e fibrosos. São canas selvagens que se adaptam às inúmeras condições ambientais, mas são sensíveis ao mosaico.

Para aumentar a produtividade dos canaviais, os centros de tecnologia agronômicos têm investido no melhoramento genético das variedades. Esses experimentos desenvolvem plantas que se adaptam melhor à diferentes condições de solo e clima e à incidência de pragas e doenças, assim como ao sistema de colheita (MARIN, 2018).

A produtividade alta de cana-de-açúcar depende, também, de um planejamento de plantio e de um manejo adequado das variedades selecionadas, os quais devem atender as exigências tanto do campo como da indústria. É importante também que haja uma diversidade na escolha das variedades selecionadas, uma vez que com um canavial heterogêneo, o risco de pragas e doenças se proliferarem diminui (MARIN, 2018).

As variedades desenvolvidas atualmente recebem uma nomenclatura específica formada por letras, que indicam a sigla da instituição que realizou o cruzamento, e por números, que remetem ao ano do cruzamento e a cifra de série do clone. Por exemplo, a SP79-1011 é uma variedade desenvolvida pela Copersucar (SP), ano de cruzamento 1979, cujo clone é identificado pelo número 1011. No Brasil, existem ainda as variedades comerciais desenvolvidas pelo Instituto Agronômico de Campinas, cuja sigla é IAC; pela estação experimental de Campos - RJ, cuja sigla é CB (Campos Brasil); pelo Centro de Tecnologia Canavieira, cuja sigla é CTC; e, pela Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro (RIDESA), cuja sigla é RB, República do Brasil (SILVA; SILVA, 2012).

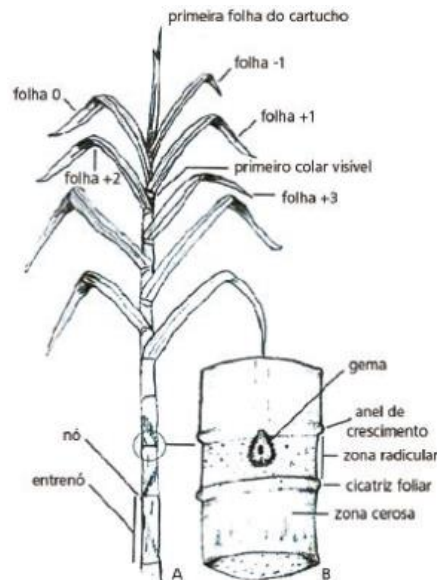
2.1.2 Características morfológicas

A cana-de-açúcar, como já citado, faz parte da ordem das gramíneas e desenvolve-se em forma de touceira. A parte aérea é formada por colmos, folhas,

⁷ “A doença conhecida como mosaico possui registros de ocorrência já no início do século XX. Os países produtores, nesta época, incluindo o Brasil, cultivavam variedades de cana conhecidas como nobres (*Saccharum officinarum*), que eram altamente suscetíveis ao mosaico, registrando grandes perdas. Com o avanço dos programas de melhoramento genético e a hibridação surgiram novas variedades, resistentes ao vírus” (SANTIAGO; ROSETTO, 2019).

inflorescências, conjunto de flores arranjadas em haste, e frutos. A parte subterrânea, por raízes e rizomas. A seguir, Silva e Silva (2012) definem as partes constituintes de uma cana-de-açúcar, ilustradas pela Figura 2.4:

Figura 2.4 - (A) Disposição das folhas, localização do nó e do entrenó no colmo e (B) detalhes das estruturas contidas no nó



Fonte: Segato *et al.* (2006)

- a) Raízes: são fasciculadas ou em cabeleira, podendo atingir até 4 m de profundidade. Os rizomas são constituídos por nós ou entrenós e gemas, as quais são responsáveis pela formação dos perfilhos da touceira. As novas touceiras da soca ou ressoca se originam dos rizomas que brotam após a colheita;
- b) Colmo: é o caule das gramíneas caracterizado por nós e entrenós, ficando acima do solo. É responsável pela sustentação das folhas e das panículas e seu porte pode ser ereto, semiereto ou decumbente, dependendo da idade da planta;
- c) Nó: é uma região importante para a descrição das variedades, pois contém a gema, o anel de crescimento, a cicatriz foliar e a zona radicular, variável entre os tipos de cana;
- d) Gema: caracteriza a definição das variedades. Além de reentrâncias, a gema possui um poro germinativo que, ao germinar, emite um broto, dando origem a um novo colmo (Figura 2.5);
- e) Anel de crescimento: situa-se na base do interno e difere das demais partes do colmo pela coloração. Variam de tamanho e de formato;
- f) Cicatriz foliar: é a base da bainha da folha quando se destaca do colmo;
- g) Zona radicular: é a região que abriga a gema e os primórdios radiculares;
- h) Entrenó: é a parte do colmo que se situa entre dois nós;

- i) Folha: é constituída pela lâmina foliar, bainha e colar. Ao longo de todo o colmo, especificamente na região nodal, a folha é ligada a ele.

Figura 2.5 - Gema de uma planta de cana-de-açúcar



Fonte: Fotografia de própria autoria

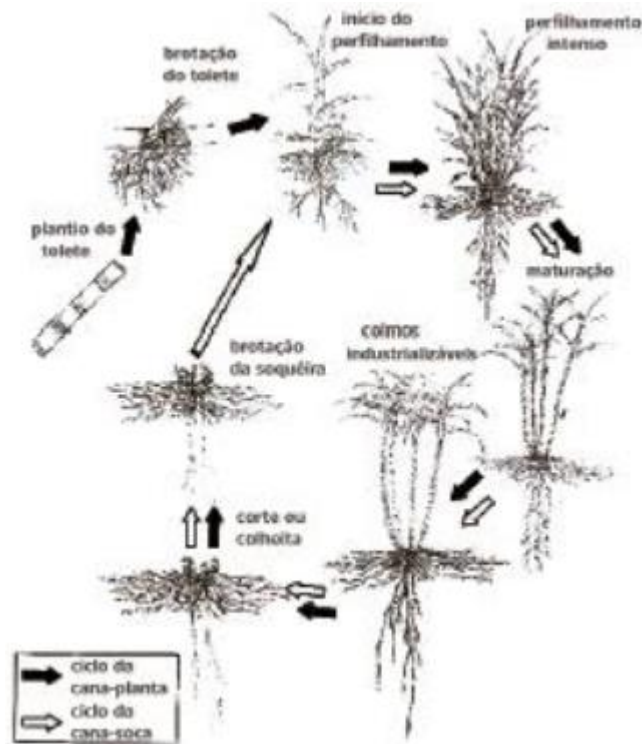
2.1.3 Ciclo da cana-de-açúcar

Segundo Silva e Silva (2012), o ciclo da cana se inicia com a propagação sexuada, por meio da germinação de suas gemas. Normalmente realiza-se o plantio com colmos ou mudas com até 12 meses de idade, pois colmos velhos possuem menor quantidade de glicose e sais minerais e suas escamas de proteção da gema são mais lignificadas, ou seja, mais rígidas, promovendo maior dano em relação aos colmos novos. Quando plantada pela primeira vez, por meio de uma muda, diz que essa é uma cana-planta (Figura 2.6).

No Centro-Sul efetua-se predominantemente o plantio em duas épocas distintas. A primeira época, de setembro a novembro, no início da estação chuvosa e quente. A cana-de-açúcar apresenta ciclo de duração média de 12 meses, denominada de “cana-de-ano”. A cana-de-ano tem seu máximo desenvolvimento de novembro a abril, freando seu crescimento a partir desse mês devido às condições climáticas adversas. A colheita pode ser feita a partir do mês de julho. Observa-se na Figura 2.6, que após o plantio do tolete, ocorre a brotação e a cana vegeta ininterruptamente até abril, para então amadurecer. Tem-se, então, aproximadamente 8 meses de desenvolvimento vegetativo e 4 meses para ocorrer a maturação.

O outro período de plantio é realizado entre os meses de janeiro e abril, no meio da estação chuvosa e quente. A cana-de-açúcar, então, fica em repouso a primeira estação de inverno, sendo cortada na segunda. O desenvolvimento da cana é limitado até agosto. Em seguida, de setembro a abril, a planta de cana volta a vegetar com toda a intensidade e então amadurece nos meses de inverno. Nessa condição, o desenvolvimento ocorre aproximadamente por 10 meses, resultando em maior produção. Essa cana também é chamada de cana-de-ano-e-meio.

Figura 2.6 - Ciclo da cana-planta e da cana-soca



Fonte: Segato *et al.* (2006)

Após o corte da cana-planta, inicia-se um novo ciclo de aproximadamente 12 meses, é o ciclo das soqueiras ou cana-soca. Os mesmos fatores ambientais que afetam o ciclo da cana-planta também afetam o ciclo das socas. Tanto para cana-planta, quanto para soca o ponto máximo de vegetação da cana-de-açúcar ocorre em dezembro (SEGATO *et al.*, 2006).

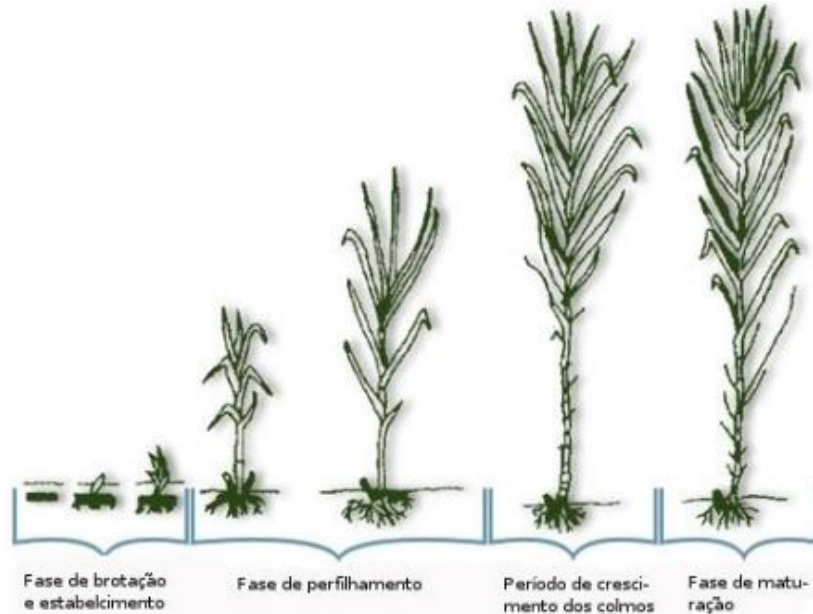
O ciclo de desenvolvimento da cana é dividido em 4 estágios (Figura 2.7) (GASCHO; SHIH, 1983):

- Estágio 1: brotação e emergência dos brotos (colmos primários). Nesse momento inicial a cana dá início de seu estabelecimento no campo;
- Estágio 2: perfilhamento e estabelecimento definitivo da cultura;
- Estágio 3: período de crescimento. Vai desde o perfilhamento final ao intenso acúmulo de sacarose. Nesse momento se determina a futura produtividade (t/ha) da cultura;
- Estágio 4: maturação, caracterizado pelo intenso acúmulo de sacarose no colmo. Nesse estágio determina-se a qualidade de matéria-prima dos colmos industrializáveis.

Na fase do perfilhamento, da base do colmo plantado, surgem os perfilhos secundários, e da base destes colmos secundários, germinam os perfilhos terciários e assim por diante. Porém, por causa da concorrência pelos fatores restritos do meio, sobretudo a luz, cessa-se esta fase e os colmos mais jovens chegam a morrer. Os perfilhos sobreviventes prosseguem

seu crescimento e desenvolvimento, iniciando o acúmulo de açúcares da base em direção ao ápice das plantas (maturação). Quando atingido esse ápice, os colmos estão prontos para serem colhidos. Após o corte da planta, fica no campo os rizomas (conhecidos também por tocos) da antiga touceira que brotarão dando origem ao ciclo da cana-soca.

Figura 2.7 - Estágios de desenvolvimento da cana



Fonte: Gascho e Shih (1983)

2.1.4 Considerações sobre a cultura da cana-de-açúcar

Desde sua entrada no país até as lavouras atuais, muita coisa mudou. O Nordeste já não é o grande produtor, mas é o que tem maior índice de colheita manual da cana. Além disso, com o avançar do tempo a cana-de-açúcar ganhou novas variedades, frutos principalmente dos cruzamentos genéticos laboratoriais, que despertam interesses de investimentos para que a planta tenha alta produtividade, seja resistente às pragas e que tenha características próprias para a colheita mecanizada, como o crescimento ereto e colmos densos.

Da planta, somente parte dela é interessante para a usina, quando a finalidade é a produção de etanol e açúcar. Então o colmo é o alvo da colheita tradicional, enquanto as palhas são dispensadas. Esse colmo deve ser colhido quando sua maturação estiver na fase ideal, se não perdas de sacarose são geradas. Outras perdas são relativas às falhas criadas pela mecanização devidas ao arranquio de soqueiras e à compactação do solo, resultando em produtividades cada vez menores a cada safra e ao nascimento de plantas estranhas à cana.

Logo, percebe-se que a combinação e a dinâmica dos vários aspectos operacionais, desde a escolha da variedade plantada até a sua colheita, geram canaviais nunca uniformes.

2.2 COLHEDORA DE CANA-DE-AÇÚCAR

Segundo Burrows e Shlomowits (1992) as máquinas colhedoras podem ser divididas em dois segmentos: as *wholestalk* e as *chopper*. As *wholestalk*, como o nome sugere, deixam a cana inteira, cortando os colmos na base (e às vezes o ponteiro também) e deixando o material colhido no chão. As *chopper*, por sua vez, picam os colmos em partes menores (rebolos), promovem a sua limpeza e descarregam sobre uma unidade de transporte ou transbordo (BURROWS e SHLOMOWITZ, 1992).

Ripoli e Ripoli (2004) detalham essa divisão separando as *wholestalk* por ordem de surgimento em: cortadoras, cortadoras-enleiradoras e cortadoras-amontoadoras; e denominando as *chopper* de colhedoras ou combinadas.

As cortadoras são máquinas caracterizadas por realizar apenas o corte basal (e, às vezes o corte apical) e deixar o material cortado sobre o terreno. As cortadoras-enleiradoras realizam o corte basal e apical, depositando os colmos no terreno na forma de esteira para facilitar o carregamento mecânico. Já as cortadoras-amontoadoras diferenciam-se das anteriores com relação ao depósito dos colmos, que é feito em montes espaçados uns dos outros, ao invés de esteiras. Por fim, as máquinas colhedoras de cana picada realizam o corte basal, limpam a cana através da ação de exaustores, picam os colmos em rebolos de 15 a 40 cm de comprimento (em média) e os descarregam (NARIMOTO, 2015)

2.2.1 Surgimento da máquina colhedora de cana-de-açúcar

Foram precisos mais de 100 anos para conseguir produzir uma máquina colhedora de cana-de-açúcar que superasse operacional e economicamente o corte manual nas lavouras (KERR; BLYTH, 1993 *apud* NARIMOTO, 2015). Esse tempo foi necessário, pois trata-se de uma planta cuja produtividade e prática de plantio variam de acordo com cada região e país onde é cultivada. Dessa maneira, percebe-se a dificuldade de alcançar um projeto de máquina conveniente aos mais diversos tipos de produtores (Boletim informativo da *International Harvester Company Managerial* de 1955 (*apud* BURROWS; SHLOMOWITZ,

1992). Mesmo assim, motivados pela escassez de mão-de-obra e pela oportunidade de redução dos custos operacionais, vários países começaram a buscar soluções de projetos de máquinas capazes de colher cana, entre os quais destacam-se Cuba, Estados Unidos e Austrália (NARIMOTO, 2015).

Apesar de ser do Hawai a primeira patente de uma cortadora de cana-de-açúcar em 1954, foi a Austrália que liderou o projeto e a fabricação das máquinas de cotar e picar cana (NARIMOTO, 2015). Na década de 60, os irmãos Toft desenvolveram máquinas que colhiam cana inteira, que depois era carregada em montes de 750 a 1000 kg (NEVES, 2003). A mesma empresa lançou em 1968 sua primeira colhedora de cana picada, batizada de CH200. O picador foi desenhado similarmente como uma faca presa em um volante inercial, que ao girar cortava a cana por impacto. A cana picada possibilitou o transbordo simultâneo junto com o corte, além de aumentar a densidade da carga colhida. A desvantagem era que essa nova máquina não conseguia limpar tão bem a cana, quanto as máquinas de cana inteira, e também era mais lenta (NEVES, 2003).

No Brasil, a introdução das primeiras colhedoras automotrizes para a colheita de cana-de-açúcar em escala comercial ocorreu em São Paulo em 1973, estendendo-se a seguir ao Rio de Janeiro e Alagoas. Esse evento ocorreu quando a Santal lançou a colhedora *chopper* Santal 115, uma adaptação do modelo australiano (RIPOLI, VILLANOVA, 1992). Também na década de 70 a Massey Ferguson iniciou a fabricação de colhedoras de cana picada com sistemas de processamento de cana movidos por mecanismos mecânicos, por correntes de elos, sendo acionados a partir de um motor de oito cilindros em “V”, embreagem e correias de transmissão. Essas máquinas tinham muitos problemas mecânicos ocasionando embuchamentos, que diminuía sua disponibilidade no campo. No Brasil essa colhedora ingressou nos anos 80 pela usina São Martinho, Pradópolis/SP, mas por causa de seus problemas foi abandonada e a usina retornou ao corte manual nesse período (NEVES, 2003).

Em 1977, a série 1000 (Toft 4000 e Toft 6000) mudou o conceito de colhedora de cana-de-açúcar substituindo todos os mecanismos mecânicos por hidráulicos. Os sistemas de rolos da colhedora foram equipados com motores hidráulicos independentes e as caixas de marchas usadas foram descontinuadas. Além disso, o custo com combustível foi reduzido em 40%, o custo de manutenção caiu pela metade, o conforto do operador foi melhorado e a produtividade dobrou (NEVES, 2003).

Em 1985, a Austoft (antiga Toft) introduziu a série 7000 que permanece ainda hoje com a marca Case New Holland (CNH). Este equipamento teve a boca aumentada em 50% e adquiriu a capacidade de colher cana verde limpa (NEVES, 2003).

Nos Estados Unidos, a Cameco (atual John Deere) lançou em 1994 a colhedora CH 2500 com um projeto similar ao da Austoft, com as mesmas características de funcionamento e processamento de cana-de-açúcar. Essa máquina era mais robusta e sua estrutura mais reforçada, portanto mais pesada. Mas era equipada com um circuito hidráulico para serviço de campo mais pesado, o que permitia menos demanda para manutenção durante as safras (NEVES, 2003).

No Brasil, a Santal continuou desenvolvendo várias máquinas no país, apesar da John Deere (a atual Cameco) e da CASE-CNH (a atual Austoft) serem as principais líderes no mercado de colhedoras de cana (NARIMOTO, 2015).

2.2.2 Colhedoras atuais

As máquinas colhedoras podem ser classificadas de quatro maneiras (NARIMOTO, 2015):

- a) quanto à fonte de potência (auto-propelida ou montada lateralmente ao trator);
- b) quanto ao tipo de rodado (pneus ou esteiras);
- c) quanto ao número de linhas de cana cortadas por vez (uma ou duas);
- d) quanto ao tipo de matéria-prima fornecida (colmos inteiros ou fracionados).

As atuais fabricantes de máquinas colhedoras são a CNH Industrial Brasil LTDA., a John Deere Brasil LTDA. e a AGCO. A CNH Industrial Brasil Ltda. dispunha de quatro modelos em 2018: a colhedora A8810 uma linha (versão pneu e versão esteira) e a A8810 duplo alternado (Figura 2.8a). A John Deere Brasil Ltda. apresenta dois modelos: a colhedora CH570 (linha no espaçamento de 1,5) e a colhedora CH670 (duas linhas no espaçamento alternado 0.90m x 1,5m) (Figura 2.8b). Por fim, a AGCO vende a colhedora com marca Valtra, mas com vendas ainda pouco expressivas.

Figura 2.8 - Colhedoras de cana-de-açúcar presentes no Brasil



Fonte: (a) Case (2018); (b) John Deere (2018); (c) Colhicana (2018); (d) Mecmaq (2018)

Dentro da máquina colhedora auto-propelida, a cana-de-açúcar sofre diversos processos desde do corte até o transbordo (NARIMOTO, 2012). Conforme a Figura 2.9, a máquina posicionada na fileira da cana começa a processar a cana pelo despontador. Esse item corta as pontas da cana, parte que não interessa para indústria, porque é desprovida de açúcar. Os divisores de linha, rolo tombador e rolo alimentador direcionam o feixe de cana para ser cortada pelo corte de base. O corte de base é realizado por dois discos rotativos com lâminas (chamadas também de “faquinhas”) e o rolo levantador inicia o recolhimento e levante do feixe de cana. Este feixe é então transportado pelos rolos alimentadores até que os rolos picadores cortam a cana em rebolos (pedaços de 30 a 40 cm (VOLTARELLI *et al.*, 2015)). Esses rebolos são direcionados por uma chapa defletora para caírem dentro do bojo (ou cesta) do elevador. A posição da chapa defletora depende da densidade da cana colhida, podendo ser mais aberta como mais fechada. Com os rebolos depositados no cesto, o extrator primário promove sua limpeza, retirando grande parte das impurezas vegetais e minerais. A esteira então leva os rebolos até o topo, onde ocorre uma segunda limpeza feita pelo extrator secundário, antes do descarregamento da cana no veículo de transporte, que é direcionado pelo *flap*.

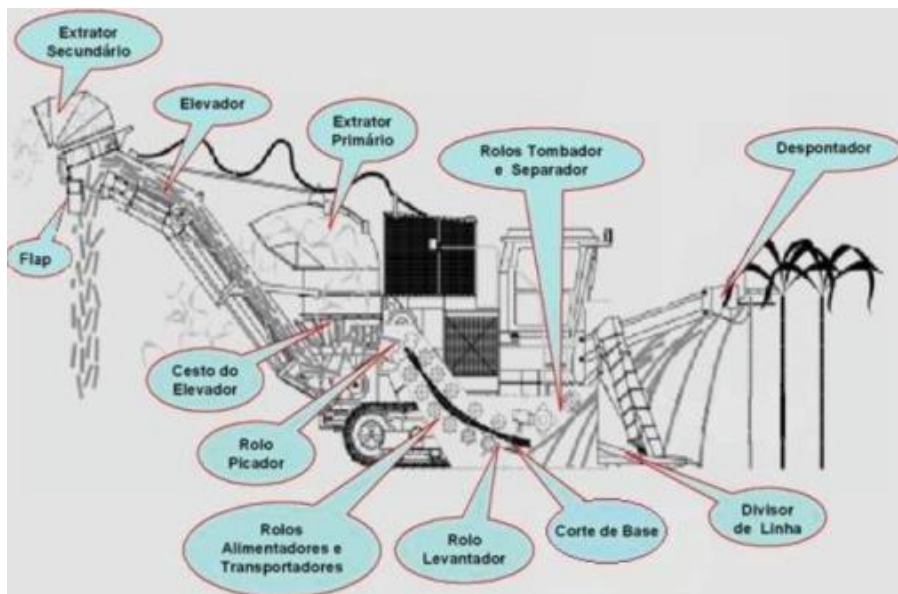
Estes implementos⁸ da colhedora podem ser acionados e regulados pelo operador de dentro da cabine. A disposição de controle varia de acordo com o fabricante, mas geralmente, a cabine parece com a mostrada pela Figura 2.10 e é composta por (NARIMOTO, 2012):

- a) um painel de controle à direita do operador (o acesso à cabine se dá pela esquerda) onde é localizada a maioria dos botões que acionam e regulam o despontador, rolo tombador, extrator primário e secundário, cortadores laterais, divisores de linha, *flap*, elevador, parte anterior da máquina, aceleração, freio, farol, corte de base, rolo picador e copiador de solo;
- b) pedais para giro e acionamento do elevador;

⁸ A palavra implemento nesta tese quer dizer dispositivos ou componentes, para que não confunda com implementos agrícolas. Adotou essa palavra, pois era como a usina chamava os componentes das colhedoras.

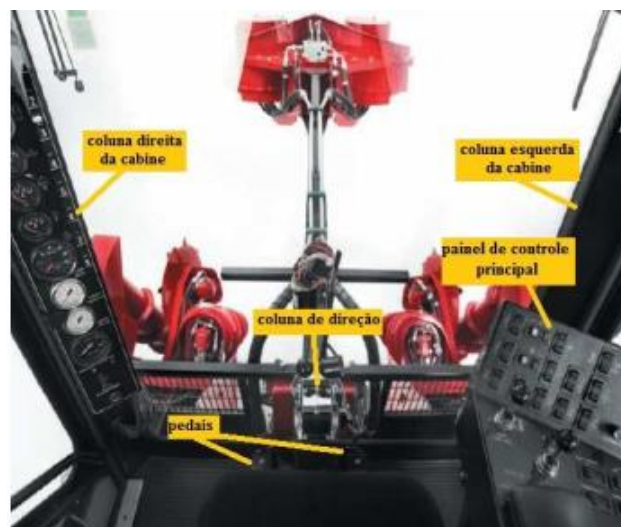
- c) controles (coluna de direção) em forma de alavanca para o direcionamento do deslocamento da máquina. Podem estar localizados à esquerda ou à frente do operador;
- d) *displays* indicativos de rotação e temperatura do motor, pressão do corte de base, nível de combustível, régua que acusa a elevação da parte anterior da máquina, entre outros. Estes displays podem ficar distribuídos nas duas colunas laterais da cabine ou concentrados em uma.

Figura 2.9 - Visão esquemática das principais funções de uma colhedora combinada



Fonte: Neves (2003)

Figura 2.10 - Visão geral da cabine de operação



Fonte: Narimoto (2012)

2.2.3 Considerações sobre as máquinas colhedoras

Segundo Kerr e Blyth (1993, *apud* Narimoto, 2015), um século foi preciso para os projetistas conseguirem produzir uma máquina colhedora de cana-de-açúcar compatível ao corte manual nas lavouras. Esse dado é representativo, visto que a dificuldade se encontrava nas variabilidades dos canaviais. Essas variabilidades são amplas e regionais, por isso, a tecnologia importada de máquinas colhedoras não é tão eficiente, se não forem feitas modificações que levem em conta as necessidades locais.

Ao longo da história da evolução do equipamento, seus modos de cortar a cana e seus recursos foram sendo aprimorados. Hoje em dia, a própria colhedora corta e carrega os transbordos, substituindo o trabalho de milhares de indivíduos de maneira irreversível. Por outro lado, vale lembrar, que o homem não desapareceu do campo, e é ele quem opera essas máquinas de forma a obter delas a maior eficiência projetada.

2.3 CORTE, TRANSBORDO E TRANSPORTE DA CANA-DE-AÇÚCAR (CTT) E INDICADORES DE DESEMPENHO NA COLHEITA MECANIZADA

Nas usinas acontecem vários tipos de operações que passam desde o plantio do canavial, a colheita da cana e a logística de abastecimento da planta industrial até a produção dos produtos finais (açúcar e etanol). Em especial, um desses processos merece destaque pelos gestores agrícolas, o CTT, por deter em média 40% dos custos de produção de todo o processo canavieiro (PECEGE, 2012).

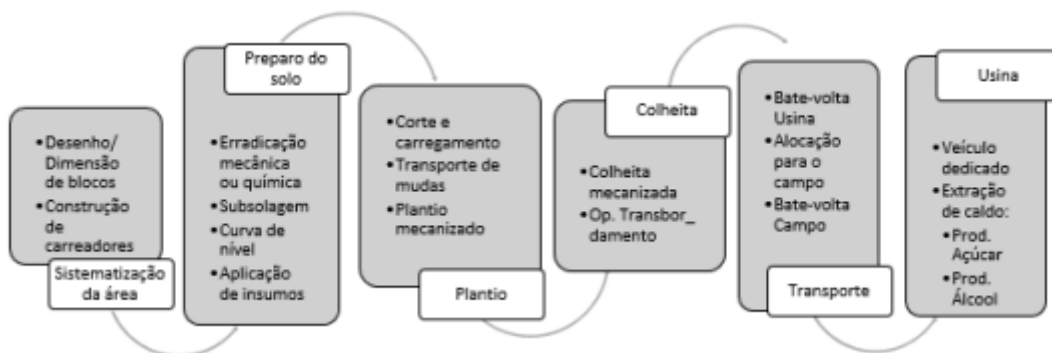
Na Figura 2.11 estão representados em fluxograma esses processos⁹. Primeiramente é realizada a sistematização da área do cultivo com os desenhos e dimensionamentos dos blocos no terreno e a construção de carregadores (estradas para a movimentação de veículos na área agrícola). Após sistematizar o terreno, prepara-se o solo, por meio da erradicação mecânica ou química de resíduos do cultivo provenientes de safras anteriores, da subsolagem, da construção de curva de nível e do acabamento. Depois do terreno limpo, aplica-se os insumos, etapa caracterizada por tratos culturais. A próxima etapa é o Plantio (FREITAS *et al.*, 2019).

Dependendo da variedade da cana, depois de 12 a 18 meses é realizada a colheita, primeira parte do CTT. Considerando a Lei Estadual n° 3.404 de 30 de julho de 2007, que tem

⁹ Essa informação foi observada em uma visita técnica à uma usina de açúcar e álcool do interior paulista.

como objetivo o fim do corte manual (em locais mecanizáveis) até 2016, pondera-se que a colheita é realizada 100% de forma mecanizada no Mato Grosso do Sul. A colhedora, então, corta e pica a cana e a despeja sobre uma carreta, tracionado por um trator. O conjunto do trator¹⁰ mais a carreta é denominado de transbordo. Após preenchido, o transbordo se locomove até uma área denominada malhador, pátio ou terreirão (a nomenclatura varia conforme a usina) e descarrega o material colhido nas julietas ali estacionadas. Essas julietas carregadas são transportadas através de caminhões até o pátio da usina, onde são liberadas, formando um estoque de cana para a moagem. Após a moagem, é gerado um extrato de caldo, que é transformado nos produtos finais: açúcar e/ou etanol (FREITAS *et al.*, 2019).

Figura 2.11 - Fluxograma dos processos agrícolas até o produto final



Fonte: Freitas *et al.* (2019)

As colhedoras, transbordos e caminhões do CTT podem levar em seu interior um computador de bordo, uma tecnologia embarcada que registra tudo o que acontece durante as operações: intervalos de funcionamento da esteira, acionamento de freios, cumprimento das rotas, paradas para consertos, etc; e seus respectivos motivos, apontados pelos operadores.

Consideradas as várias etapas do processo agrícola da cana e o custo elencado aos arranjos organizacionais dos recursos de CTT, verifica-se a necessidade de um rigoroso gerenciamento do processo global do sistema canavieiro. Nesse planejamento deve-se considerar, entre outros fatores, a localização e as condições das frentes¹¹ de corte, o procedimento de colheita e a utilização de diversos tipos de equipamentos envolvidos –

¹⁰ Na usina estudada, trator é sinônimo de transbordo.

¹¹ A cana-de-açúcar que chega à usina vem de pontos diferentes, colhida por diversas equipes denominadas frentes de corte (ROSETTO, 2017). Em cada frente são alocados um conjunto de quatro a cinco colhedoras e outro conjunto de máquinas e equipamentos de apoio a operação: caminhão oficina; caminhão comboio para abastecer com combustível e óleo lubrificante todas as máquinas; caminhão pipa; trator de esteira para auxiliar a máquina colhedora em terrenos com risco de atoleiros; e, veículo de ligação campo-usina responsável pelo suprimento do campo com peças e pneus sobressalentes (ALVES, 2009), além dos transbordos que acompanham a colhedora coletando a cana cortada. A quantidade de frentes de corte depende da capacidade de moagem da usina, da distribuição geográfica e do tamanho das fazendas, entre outros fatores (ROSETTO, 2017).

colhedoras, transbordos, caminhões e implementos e veículos de apoio (MEURER & LOBO, 2015). Desses equipamentos, os maiores responsáveis pela falta de cana nas usinas são as colhedoras e os caminhões. A baixa disponibilidade das colhedoras acarreta no principal motivo dessas faltas (ZUQUETE *et al.*, 2015; FREITAS *et al.*, 2019).

Logo, como forma de auxiliar a gestão das frentes de corte e da chegada de cana na plana industrial, vários autores, como exemplo de Neves (2003), Carvalho (2009), Schimidt (2011), Banchi *et al.* (2012a, 2012b), Rosa (2013), Carrara Neto (2016) e Belardo (2010, 2016), vêm estudando as relações potenciais existentes entre os diferentes índices de desempenho das colhedoras. Antes de apresenta-los, um tópico é necessário a revisão conceitual dos índices de desempenho OEE, para nas seções seguintes serem apresentadas os estudos referentes a esses indicadores no CTT.

2.3.1 Indicador de desempenho baseados no tempo: *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

Neely (1998) revisa as diferentes razões para mensurar o desempenho de um processo e as reúne em quatro categorias: checar posição, comunicar posição, confirmar prioridades em planos de ação e compelir progresso. A tecnologia embarcada das colhedoras tem avançado, mas a maioria das usinas ainda está nas primeiras fases de mensuração, as de coleta e armazenamento de dados, e somente os usam para controle do trabalho e da produção, e não como forma de planejar ações de melhorias e envolvimento de pessoas. Nesse sentido, o OEE pode ter potencial para se tornar uma forma de extrair desses dados, métricas que possam facilitar o gerenciamento da operacionalidade das colhedoras.

O OEE foi desenvolvido na década de 80 por Seiichi Nakajima como o principal indicador do *Total Productive Maintenance* (TPM) (NAKAJIMA, 1989). Seu objetivo é avaliar o potencial dos equipamentos, identificar e controlar as perdas de produção e apontar oportunidades de melhorias, de forma a contribuir com o aumento da produtividade, redução de custo e aumento da vida útil da máquina (STAMATIS, 2010). Assim, o OEE considera que a produção efetiva requer que o equipamento esteja rodando durante o tempo de produção planejada, produzindo peças conformes na velocidade nominal do sistema.

Para tanto, o OEE é constituído por um conjunto de indicadores hierarquizados, chamados de indicadores de Disponibilidade, de Velocidade e de Qualidade, nos quais são atribuídos valores percentuais para indicar seus desempenhos (BECKER.; BORST; VAN DER

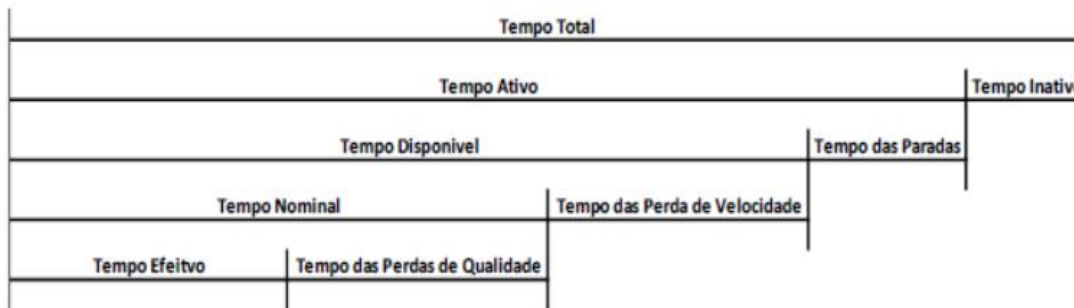
VEEN, 2015). Esses indicadores são calculados por meio das equações mostradas no Quadro 2.1, que consideram os tempos esquematizados na Figura 2.12.

Quadro 2.1 - Equações dos indicadores do OEE

Indicador	Equação	Avalia
Disponibilidade (ID)	$\frac{\text{Tempo disponível}}{\text{Tempo ativo}}$	O impacto das paradas na eficiência do sistema. O Tempo Ativo é o período programado para o funcionamento do sistema, enquanto o Tempo Disponível é a diferença entre o Tempo Ativo e o Tempo das paradas.
Velocidade (IV)	$\frac{\text{Tempo Nominal}}{\text{Tempo Disponível}}$	O impacto das perdas de velocidade na eficiência do sistema. O Tempo Nominal corresponde ao período que o sistema opera em capacidade nominal, desconsiderando o tempo das perdas de velocidade.
Qualidade (IQ)	$\frac{\text{Tempo Efetivo}}{\text{Tempo Nominal}}$	O impacto das perdas de qualidade na eficiência do sistema. O Tempo Efetivo corresponde ao período que o sistema operou produzindo itens em conformidade, desconsiderando o tempo que o processo produziu itens não conformes.
OEE	$\frac{\text{Tempo Efetivo}}{\text{Tempo ativo}}$ ou $(ID \times IV \times IQ)$	A eficácia do processo produtivo.

Fonte: Elaborado pela autora

Figura 2.12 - Tempos considerados no OEE



Fonte: Baseado em Becker, Borst e Van Der Veen (2015)

Algumas considerações sobre cada um dos índices podem ser feitas (MENEGON; TORRES; SILVA, 2017):

- a) Disponibilidade: Em sistemas de produção, paradas para recuperação das condições operacionais dos equipamentos são bem conhecidas e definidas em função do tempo de operação. Tais paradas são assumidas como obrigatórias. Incluem-se nestas paradas os ciclos de limpezas, manutenção periódica programada e paradas para troca de produto (*setup*). Sendo obrigatórias, estas paradas definem o máximo de eficiência possível para o equipamento. Outras paradas são classificadas como não obrigatórias. Essas decorrem de falhas do equipamento e são descritas em termos de Tempo Médio Entre Falhas (TMEF) e Tempo Médio das Falhas (TMF) por meio de curvas probabilísticas. Outras falhas não obrigatórias são classificadas como organizacionais e podem estar relacionadas com a falta de materiais, a falta de operadores ou a falta das utilidades que suportam o sistema. O monitoramento eletrônico e o registro de paradas são usuais;

- b) Velocidade. O indicador velocidade está estreitamente relacionado à Taxa de Alimentação. O conhecimento da capacidade nominal do sistema, ainda que variável, é fundamental para a obtenção das métricas do OEE. No geral, as linhas de produção são dedicadas a um *mix* de produtos. A capacidade nominal da linha pode variar em função do item que está sendo processado. Exceto as transitórias no início e no final da operação, a velocidade da linha e sua capacidade são mantidas constantes e, não necessariamente na velocidade nominal. Tais perdas podem estar relacionadas ao estado interno do sistema ou em função de causas externas;
- c) Qualidade: A produtividade dos sistemas é medida pelo número ou volume de produtos conformes que saem no final do processo num dado período de tempo. Itens não conformes são identificados e retirados ao longo da linha de produção em diferentes pontos de inspeção automatizada ou humana.

A métrica OEE é usual na indústria tradicional, especialmente em linhas de produção. Muchini e Pintelon (2008) realizaram uma revisão da literatura sobre a métrica OEE e suas aplicações. Os autores concluíram que a partir do conceito original, adaptações foram realizadas para atender as necessidades dos mais diversos tipos de sistemas produtivos. Mais recentemente, Kumar *et al.* (2013) também revisaram sobre pesquisas e desenvolvimento em dimensionamento de desempenho de manutenção e identificaram diferentes abordagens que podem ser usadas para avaliar diferentes estratégias de manutenção e criar valor para uma organização.

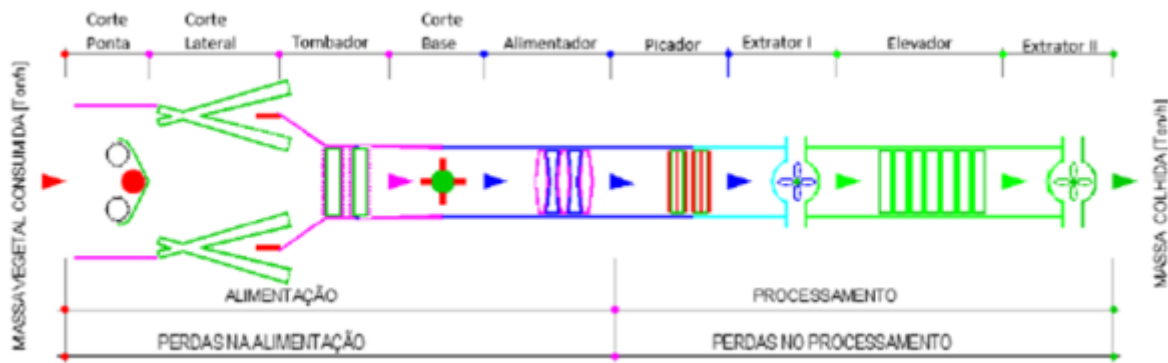
O processo de colheita da cana é permeado de variabilidades geográficas, agronômicas, ambientais e operacionais que interferem na colheita e, conseqüentemente, na operação da colhedora. Conhecer essas variabilidades e as estratégias operacionais utilizadas para contorná-las é essencial para obtenção de um OEE da colhedora aceitável. Essas estratégias permitem contribuir para a parametrização de variáveis de operação da colhedora e para o estabelecimento de correlações entre as mesmas, principalmente referentes a perdas de velocidade e de qualidade.

2.3.2 Indicadores de desempenho na colheita mecanizada: Disponibilidade, Velocidade e Qualidade

A colhedora de cana pode ser vista como um conjunto de dois subsistemas (Figura 2.13). Um subsistema de alimentação e outro de processamento. O primeiro consome uma massa vegetal disponível no campo e entrega parte desta ao processamento. Nessa entrega

ocorrem perdas, pois parte do material consumido não é entregue ao subsistema subsequente. O conjunto processamento pica e limpa o material alimentado. Outra vez, perdas ocorrem nesse processo, pois nem todo material útil que adentra no Processamento é entregue no veículo de transporte (transbordo) (MENEGON; TORRES; SILVA, 2017).

Figura 2.13 - Representação linear do sistema colhedor



Fonte: Menegon, Torres e Silva (2017)

A massa vegetal consumida é constituída por colmos (ricos em açúcar), folhas e palmito. A massa colhida é uma composição de frações de colmos (toletes ou rebolos), impurezas vegetais (palmito e folha) e impurezas minerais. Em sistemas convencionais de colheita objetiva-se maximizar a quantidade de frações de colmos no transbordo e minimizar as perdas e a quantidade de impurezas vegetais e minerais na carga do transbordo. Outros sistemas de colheita diferente da convencional, como colheita parcial ou integral, têm o objetivo de coletar folhas (palha) para fins de geração de energia (MENEGON; TORRES; SILVA, 2017).

As perdas podem ser classificadas em (NEVES, 2003):

- a) visíveis, pois podem ser detectadas visualmente no campo após a colheita, constituindo-se principalmente de canas inteiras, rebolos e tocos resultantes da altura do corte basal. Estas perdas podem ser facilmente determinadas por coleta manual;
- b) invisíveis, pois são encontradas em forma caldo, serragem e estilhaços de cana, que ocorrem devido à ação de mecanismos rotativos que cortam, picam e limpam a cana durante o processamento interno nas colhedoras. Os resultados de Neves (2003) apontam que essas perdas podem variar entre 2% e 11% da massa vegetal no campo.

No processo de colheita da cana interferem diversos parâmetros e variabilidades relacionadas às propriedades agrônômicas, às características e aos parâmetros definidos das colhedoras, às condições ambientais (NORRIS; NORRIS, 2016) e às competências dos

operadores das colhedoras (NARIMOTO; CAMAROTTO; ALVES, 2015). São tratadas na sequência pesquisas que estabelecem relações que influenciam o OEE da máquina colhedora.

2.3.2.1 Estudos relacionados ao Indicador Disponibilidade

O Indicador Disponibilidade (ID) é amplamente utilizado pelas usinas. A Figura 2.14 apresenta dados coletados em larga escala (safras) para os tempos de parada de colhedoras, obtidos a partir de Banchi *et al.* (2012a). As principais ocorrências de interrupções que comprometem a disponibilidade das colhedoras são causadas pelo tempo das manutenções e da espera por elas (35,8%), seguido do tempo de paradas por causa de chuva e depois por espera de transbordos.

Figura 2.14 - Tempos de paradas de colhedoras



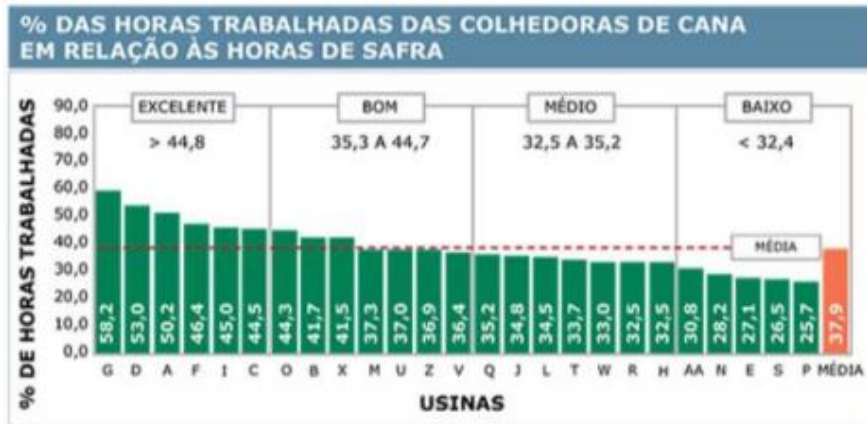
Fonte: Banchi *et al.* (2012a)

Freitas *et al.* (2019) encontraram em seu estudo causas semelhantes para a maioria das pausas de operação da colheita: colhedora aguardando transbordo, seguido de paradas por causa de manutenção e, logo depois, por causa de eventos climáticos.

Na Figura 2.15, Carrara Neto (2016) apresenta a situação da porcentagem das horas trabalhadas das colhedoras em relação às horas de safra. As empresas com ótimo desempenho apresentam 49,5% de aproveitamento potencial e a média situa-se na casa dos 36,5%. O autor explica que a gestão cotidiana desse ativo (questões organizacionais), o meio em que ele está inserido (questões ambientais, agrônômicas e geográficas) e a forma como ele é operado (questões operacionais) são os responsáveis pela média baixa do aproveitamento de sua capacidade instalada durante as safras. Essas últimas conclusões são lógicas, uma vez que

o desempenho de um sistema operacional é resultado de todos os aspectos relacionados a ele, com maior ou menor efeito.

Figura 2.15 – Porcentagem de horas trabalhadas das colhedoras de cana em relação as horas de safra



Fonte: Carrara Neto (2016)

O mesmo autor critica o uso das tecnologias embarcadas disponíveis, acreditando que melhor do que comprar tecnologias modernas, os gestores das usinas precisam saber como usa-las mais e melhor, pois é necessária uma organização que enxergue não só o equipamento, mas todo o contexto, ambiente, meio e homens em que nele estão inseridos.

O ID (%) é obtido pela divisão entre o Tempo Disponível e o Tempo Ativo (seção 2.3.1, Quadro 2.1) do equipamento. O Quadro 2.2 sintetiza os principais parâmetros e os agrupa por tipo de parada, conforme uma árvore OEE construída com base em um *workshop* desenvolvido entre a autora e outros pesquisadores da UFSCar e pesquisadores de uma fabricante de máquinas agrícolas (MENEGON; TORRES; SILVA, 2017). O quadro agrupa os tempos referentes às paradas em categorias:

- Tempo inativo: tempo do equipamento parado em virtude de procedimentos administrativos definidos pela gestão das usinas (organização do trabalho) em que o equipamento não possui a expectativa de operar; ou, paradas motivadas por razões climáticas em virtude de condições ambientais adversas (chuva, solo úmido);
- Paradas não obrigatórias por mudança de área: tempo indisponível para a operação regular em virtude de deslocamentos entre locais de colheita (entre talhões ou fazendas);
- Paradas não obrigatórias organizacionais: tempos relacionados com interrupções organizacionais devidas ao descompasso operacional entre equipamentos (colhedora x transbordos) e às solicitações por auxílio de outros recursos (aguardando comboio, socorro mecânico, etc);

- d) Paradas não obrigatórias relacionadas com a colhedora: tempos indisponíveis por problemas internos do equipamento, ou seja, manutenções de ordens diversas;
- e) Paradas obrigatórias: tempos dedicados às intervenções mandatórias nos equipamentos sem as quais os mesmos perdem suas capacidades operacionais.

Quadro 2.2 - Parâmetros relacionados ao Indicador de Disponibilidade

		Fonte de dados
Tempo inativo	Tempo para Refeições do operador	Organização do trabalho
	Horas não programadas	
	Troca de turno/Tempo para check list	
	Tempo aguardando clima (chuva, seca, solo úmido)	Clima
Paradas não obrigatórias organizacionais relacionadas a mudança de área	Tempo embarque/desembarque de máquina	Tempos médios e frequência
	Tempo mudança de área/ máquina em trânsito embarcada	
	Tempo deslocamento carreador	
Paradas não obrigatórias organizacionais	Tempo aguardando transbordo	Dados da plataforma de monitoramento
	Tempo aguardando caminhão/ semi-reboque	
	Tempo parado por quebra da usina	
	Tempo aguardando ordens	
	Tempo aguardando socorro	
	Tempo aguardando comboio (abastecimento e lubrificação)	
Paradas não obrigatórias do equipamento	Tempo manutenção corretiva mecânica	Tempo médio de falhas (TMF) e Tempo médio entre falhas (TMEF)
	Tempo manutenção corretiva material rodante	
	Tempo manutenção corretiva hidráulica	
	Tempo manutenção corretiva elétrica	
Paradas obrigatórias	Tempo de abastecimento e lubrificação	Organização do trabalho
	Tempo em limpeza	
	Tempo troca de faquinhas	
	Tempo troca de facão	
	Tempo de outras manutenções preventivas (obrigatórias)	

Fonte: Baseado em Menegon, Torres e Silva (2017)

A partir dessa estimativa de parâmetros, pode-se aferir a influência das condições de operação e características do equipamento, mas sobretudo, da organização do trabalho no estabelecimento da disponibilidade da máquina.

2.3.2.2 Estudos relacionados à Taxa de Alimentação (Velocidade)

No lugar do termo Velocidade, usualmente chamado na composição do OEE, adota-se nesta tese o termo Taxa de Alimentação, expresso em porcentagem (%) da potencial massa de cana que poderia ser colhida. Tal opção é feita pelo fato que a velocidade de deslocamento da colhedora é variável em função da densidade linear de material na linha de colheita. Uma maior ou menor velocidade não implica em maior ou menor capacidade de colheita. A velocidade da colhedora é consequência da produtividade do canal e do número

de linhas que está sendo colhido, além de outros fatores situacionais. O termo Velocidade poderia causar interpretações dúbias para o indicador.

Assim, o indicador Taxa de Alimentação (TA) (%) representa uma relação do que a colhedora está colhendo efetivamente (massa consumida na Figura 2.13) comparada ao que ela poderia consumir em uma situação ideal. A situação ideal representa a Capacidade Nominal da colhedora. Nos estudos revisados (CARVALHO, 2009; SCHIMIDT, 2011; ROSA, 2013; BELARDO, 2010, 2016) a Capacidade Nominal nunca é considerada e a velocidade é sempre definida de forma arbitrária, como variável de entrada, pelo pesquisador.

Nos experimentos de campo apontados acima a metodologia utilizada é bem determinada e reproduzida em todos os estudos praticamente. De maneira geral, os experimentos consistem em realizar a colheita em tiros de tamanhos definidos, monitorar a velocidade, pesar o material colhido, obtendo assim a Capacidade Efetiva Bruta dada em t/h. Amostras do material colhido são separadas e pesadas segundo os componentes: impurezas minerais, impurezas vegetais e rebolos. O percentual de rebolos na carga recolhida é utilizado para o cálculo da Capacidade Efetiva Líquida (t de rebolos/hora). Ainda, amostragens são feitas para avaliar a quantidade de material deixado no campo. Dessa forma, as perdas e a Eficácia de Manipulação (%) são obtidas através das perdas e da produtividade linear da cana no plantio. A Produtividade Agrícola (t de colmos/ha) é obtida de forma indireta.

O que não é adequado é a forma usual de apresentação dos resultados dos experimentos. Os autores correlacionam a Capacidade Efetiva Bruta (t/h) e Velocidade Operacional (km/h), de forma que a produtividade agrícola que deveria ser entrada para a definição da velocidade é, nesses estudos, variável de saída. Ou seja, ao invés de se conhecer primeiro a produtividade agrícola, para a partir dela ser definida a velocidade, o que acontece é o contrário. Belardo (2016) apresenta resultados de vários experimentos padronizados (Figura 2.16). Observam-se valores elevados de capacidades efetivas de matéria-prima: acima de 150 t/h nos estudos de Rosa (2013); e, entre 80 e 150 t/h para estudos que adotaram velocidades acima de 6 km/h.

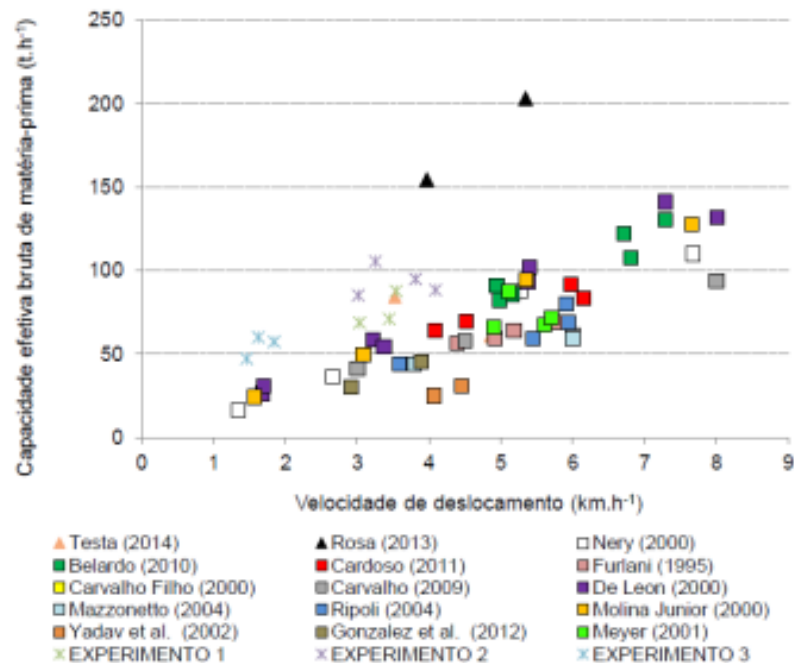
Belardo (2016) realizou também três experimentos com colhedoras operando com o extrator primário à 1000 rpm:

- a) Experimento 1: cana de terceiro corte com espaçamento duplo alternado de 0,90m x 1,50m e solo argiloso. Três tipos de colhedoras de duas fileiras foram analisados em um

canavial cuja produtividade agrícola era de 100 t/ha, parcialmente acamada. O desempenho das três colhedoras era o que se buscava;

- b) Experimento 2: cana de primeiro corte, espaçamento duplo alternado 0,90m x 1,50m e solo argiloso/arenoso. Dois tipos de colhedoras de duas fileiras trabalhando em áreas de cana eretas e acamadas foram investigadas. O resultado do desempenho dos dois tipos de colhedoras colhendo na cana ereta e na acamada era o que se buscava;
- c) Experimento 3: cana de primeiro corte com espaçamento simples de 1,50m e espaçamento triplo alternado (1,50m x 0,75m x 0,75m x 1,50m) em solo latossolo vermelho. Foram utilizadas diferentes facas de corte. O desempenho analisado foi entre colhedoras utilizando facas convencionais e facas recolhedoras colhendo em canaviais de mesmo espaçamento, comparado com uma colhedora com faca convencional colhendo em um espaçamento triplo alternado.

Figura 2.16 - Resultados de experimentos



Fonte: Belardo (2016)

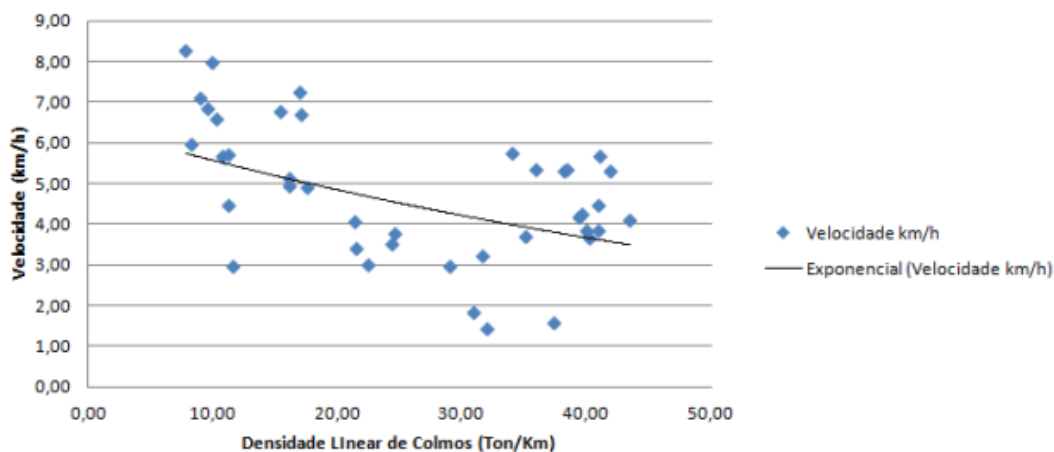
O autor quis comprovar que colher com outro tipo de espaçamento, que não somente o simples, era viável também. Ainda na Figura 2.16, o autor comparou seus experimentos com os dos outros autores. Aferiu que a capacidade efetiva bruta de matéria-prima dos ensaios realizados por ele ficou dentro de índices aceitáveis, principalmente os resultados dos ensaios realizados no espaçamento duplo alternado (experimentos 1 e 2). Colhendo a velocidade entre 3,0 e 4,5 km/h obteve índices semelhantes aos ensaios de colheita de uma fileira simples com uma velocidade maior, entre 5,0 e 6,0 km/h, conforme Belardo

(2010) e Ripoli e Ripoli (2004). Quando as colhedoras de uma fileira trabalhavam a uma velocidade acima de 6,0 km/h notou que a capacidade de campo efetiva atingia níveis acima de 100,0 t/ha. Quando foi conseguido atingir velocidades acima de 4,5 km/h em cultivos de alta produtividade observou que colhendo duas fileiras se atingiu níveis elevados chegando a mais de 150,0 t/h como demonstrado por Rosa (2013). Colhendo duas fileiras de espaçamento simples de 1,50 m e o “triplo alternado” os índices de capacidade efetiva bruta ficaram entre 50,0 e 60,0 t/h (experimento 3), correlacionado principalmente ao porte do canavial acamado que dificultava o deslocamento da máquina a uma maior velocidade. Observou, porém, que o resultado de Testa (2014) mostra que é possível atingir índices de colheita acima de 80,0 t/h colhendo com duas fileiras simples de 1,50m. Belardo (2016) concluiu que então existe um potencial para aumento de capacidade efetiva de colheita com a adoção de espaçamentos duplos e triplos alternados ou duas fileiras de espaçamentos simples.

A forma como os resultados foram apresentados leva a uma interpretação de que a capacidade da colhedora é função da velocidade. Esta relação somente é verdadeira se referir-se a canaviais homogêneos, dentre outros parâmetros, em termos de produtividade, declividade, porte e condições do solo; bem como, tratar-se de colhedoras e estratégias de colheitas similares (uso de máquina que colhem uma linha, duas linhas ou três linhas, por exemplo).

A Figura 2.17 apresenta dados obtidos a partir dos estudos revisados nesta pesquisa (CARVALHO, 2009; BELARDO, 2010; SCHIMIDT, 2011; ROSA, 2013; BELARDO, 2016). A Densidade Linear de Colheita (t de colmos/km) foi calculada considerando a Produtividade Agrícola (t de colmos/ha) e estratégia de colheita (número de linhas colhidas). A velocidade (km/h) foi fornecida pelos autores dos experimentos.

Figura 2.17 - Relação entre densidade linear e velocidade da colhedora

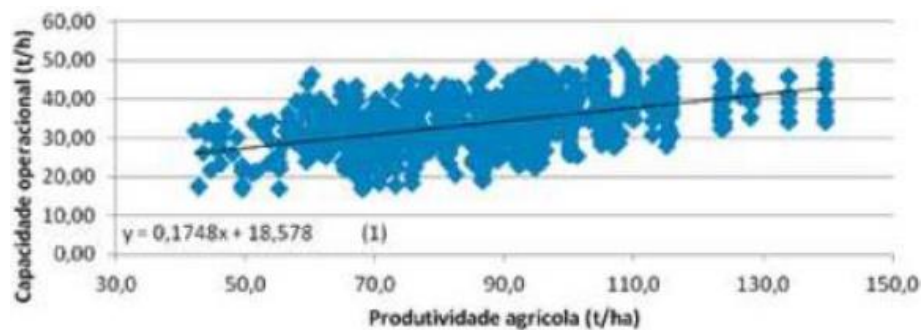


Fonte: Elaborada pela autora

Na mesma figura (Figura 2.17), verifica-se que ocorre grande dispersão nos pontos. Isto significa que para uma mesma densidade, velocidades diferentes podem ser praticadas, ou uma mesma velocidade foi praticada em situações de colheita com diferentes densidades. Isso é explicado em parte pela arbitrariedade com que a velocidade é estabelecida nos experimentos. Em muitos casos experimentais a velocidade é variável controlada pelos pesquisadores que buscam estabelecer, a partir da variação desta, relações sobre a capacidade da colhedora. A questão principal é a tendência declinante da curva. Quanto maior a densidade de colheita menor a velocidade e vice-versa.

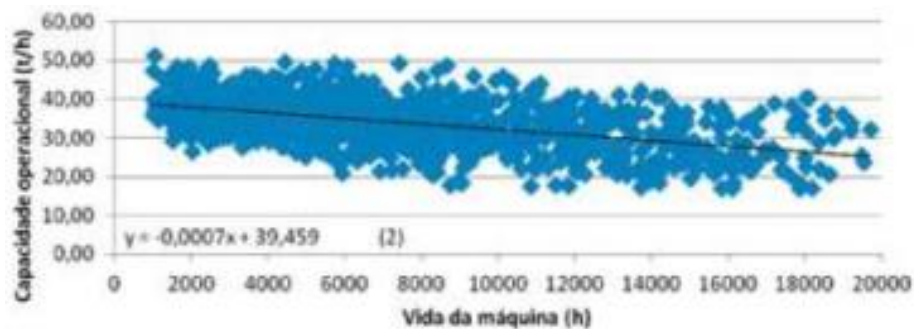
Banchi *et al.* (2012b) identificam as relações entre a capacidade operacional, vida das máquinas e produtividade agrícola. A Figura 2.18 apresenta a relação entre produtividade agrícola (t/ha) e capacidade operacional (t/h), enquanto a Figura 2.19 relaciona vida das máquinas (h) e capacidade operacional (t/h).

Figura 2.18 - Capacidade Operacional em função da Produtividade Agrícola



Fonte: Banchi *et al.* (2012b)

Figura 2.19 - Capacidade Operacional em função da vida da colhedora



Fonte: Banchi *et al.* (2012b)

A capacidade operacional da colhedora (t/h) é definida por Banchi *et al.* (2012b) pela relação massa colhida na unidade de tempo. Supõe-se que a massa colhida se refira à massa entregue no transbordo (rebolos, impurezas vegetais e impurezas minerais), pois ela não foi especificada. Observa-se também que os autores destacam o fato deste indicador (capacidade

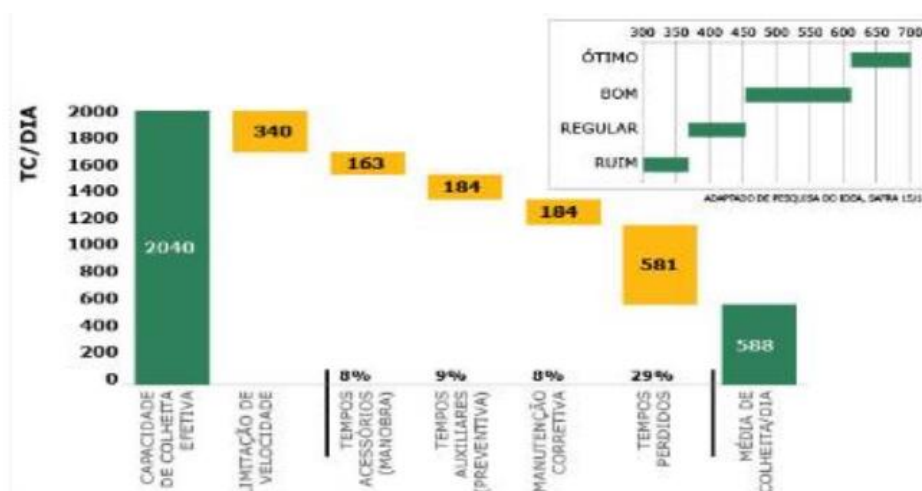
operacional) ser influenciado por muitas variáveis, entre elas a própria marca da colhedora e as condições específicas da unidade.

Na Figura 2.18 se constata a influência da produtividade agrícola na capacidade da colhedora. Isto indica que a capacidade nominal é variável. Na Figura 2.19 é verificada a influência da vida da colhedora na sua capacidade operacional. Os autores concluem que as máquinas mais antigas resultarão, então, em diminuição de rendimento de produção.

Assim, diante desses dados pode-se dizer que a produtividade do canavial e a vida das colhedoras influenciam na capacidade nominal de colheita.

Carrara Neto (2016) mostra na Figura 2.20 os resultados médios de desempenho obtidos no setor sucroenergético. No gráfico, o autor adota como referência a capacidade operacional de 85 t/h e admite, hipoteticamente, que a máquina poderia trabalhar 24 horas seguidas. Obtem, então, o potencial de produção de 2040 t/dia. Os demais valores das perdas de capacidade são obtidos pelo produto da Capacidade Operacional pelo tempo das perdas. Nessa estimativa, há uma perda de 871 toneladas de cana com os tempos auxiliares, ou seja, inerentes à operação/manutenção da máquina colhedora, restando, então 1.169 t/dia, de capacidade operacional, dos quais só se consegue realizar, efetivamente, 588 t/dia, 50% do potencial hipotético. O autor observa que as 588 t/dia de produção efetiva, apesar de ser um valor baixo, situa-se nas empresas com bom desempenho operacional, definidas numa produção diária entre 400 e 600 toneladas.

Figura 2.20 - Perdas de capacidade no processo de colheita



Fonte: Carrara Neto (2016)

2.3.2.3 Estudos relacionados ao Indicador Qualidade

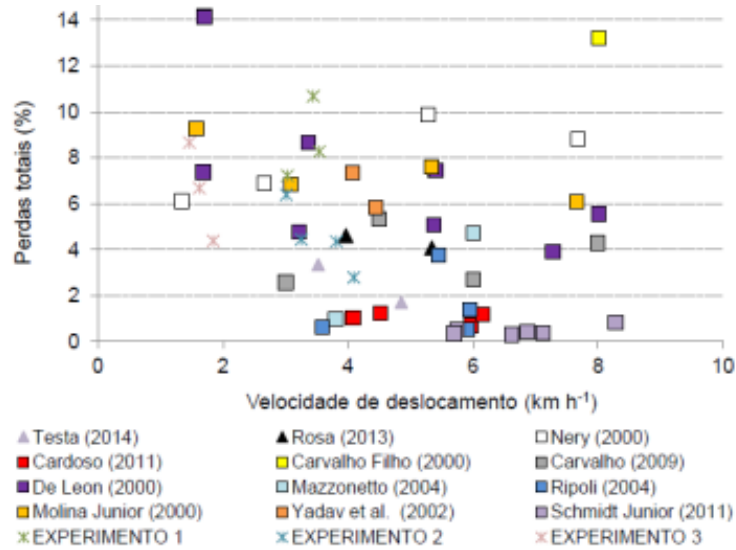
O Indicador de Qualidade (IQ) (%) é usualmente representado nos estudos da literatura pela eficácia de manipulação (%). Os dois indicadores representam o mesmo fenômeno, indicando a relação entre a capacidade líquida efetiva, expressa em toneladas de rebolos entregues no veículo de transporte (transbordo), e a massa de colmos consumida, expressa em t/h. Dessa maneira, representam as perdas, ou seja, a quantidade de colmos ou fração destes, visível ou invisível, que ficou no campo.

Nos estudos de Carvalho (2009), Belardo (2010; 2016), Schimidt (2011) e Rosa (2013) as perdas visíveis são subdivididas em quatro componentes: colmos e frações, tocos, rebolos e estilhaços. Os dois primeiros estão relacionados com o subsistema de Alimentação da colhedora. Trata-se de material que fica no campo e não adentra o sistema de processamento. Os dois últimos referem-se ao material que passa pelo picador e são expelidos do equipamento pelo sistema de exaustão, enchimento do cesto ou sobrecarga no elevador.

A forma usual de apresentação dos resultados para perdas visíveis é de relacioná-las à velocidade da colhedora. A Figura 2.21, extraída de Belardo (2016) ilustra resultados de alguns experimentos. Pode ser observada a dispersão considerável nos resultados. Como já ponderado anteriormente, a correlação entre perdas e velocidade só seria razoável quando considerados canaviais e condições de colheita homogêneas. Mesmo assim, relações entre perdas e velocidades relacionam-se de forma pertinente apenas com o subsistema de Alimentação. A relação entre perdas no subsistema de Processamento e a Eficiência de Limpeza (%) é pouco tratada nos experimentos pesquisados. A Eficiência de Limpeza % indica o percentual de impureza vegetal retirado da massa que adentra o sistema de processamento.

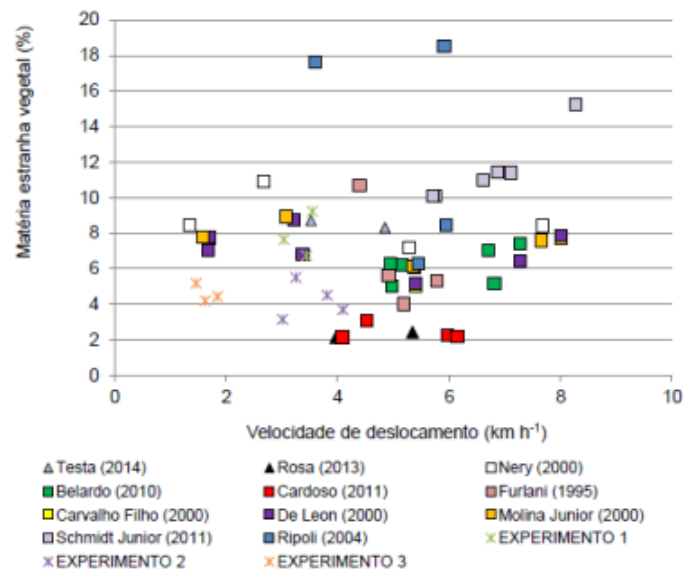
Aqui também é relevante considerar a forma como a questão é tratada em experimentos padronizados. Belardo (2016) apresenta resultados de vários estudos relacionando impurezas vegetais (%) e velocidade da colhedora (Km/h) (Figura 2.22). Novamente faz-se necessário destacar que relações deste tipo só poderiam ser estabelecidas em canaviais e estratégias de colheita homogêneas. A melhor relação poderia ser estabelecida se considerada a rotação do extrator primário. Isso porque o extrator primário, por exemplo, interfere diretamente na composição da carga distribuída no transbordo (MENEGON; TORRES; SILVA, 2017).

Figura 2.21 - Perdas visíveis em colheita mecanizada



Fonte: Belardo (2016)

Figura 2.22 - Matéria estranha vegetal e velocidade de deslocamento



Fonte: Belardo (2016)

Benedini *et al.* (2013) estipulam faixas de classificação para as perdas visíveis (Quadro 2.3) e detalham percentuais de referência para as faixas: baixo, médio e alto. Da mesma forma estipulam categorias de classificação para as impurezas vegetais (Quadro 2.4) e detalham percentuais de referência para as categorias: baixo, médio e alto.

Quadro 2.3 - Níveis e percentual de perdas

Nível de perdas	Percentual de Perdas (%)
Baixo	< 2,5
Médio	2,5 < 4,5
Alto	> 4,5

Fonte: Benedini *et al.* (2013)

Quadro 2.4 - Níveis e percentual de impurezas vegetais

Classificação das impurezas vegetais	Percentual de impurezas vegetais (%)
Baixa	< 3%
Média	4% a 6%
Alta	> 7%

Fonte: Benedini *et al.* (2013)

2.3.3 Conclusões sobre indicadores de desempenho na colheita mecanizada

A partir da bibliografia apresentada, pode-se reunir no Quadro 2.5 os fatores que interferem no OEE da máquina colhedora. Pretende-se com esse quadro estabelecer uma prévia para servir de orientação no entendimento desses indicadores para a análise do Curso da Ação. Após a análise em situação real de trabalho, será possível comparar os fatores encontrados na teoria com os fatores encontrados na prática.

De maneira geral, o ID é bem utilizado nos estudos e parece despertar interesse nas pesquisas e usinas para entender onde perde-se mais tempo de operação. Então o monitoramento dos motivos de paradas e seu agrupamento em paradas obrigatórias e não-obrigatórias são bem conhecidos.

O mesmo não acontece com a TA, que recai em várias contradições quando são comparados os diferentes estudos. As velocidades de operação da colhedora são arbitradas e a tentativa de relacioná-las com a capacidade efetiva bruta de colheita é falha. No entanto, pode-se precisar nesses estudos que:

- a) quanto maior a densidade linear da cana, menor é a velocidade de operação;
- b) quanto maior o tempo de vida da colhedora, menor é sua capacidade;
- c) quanto maior a produtividade agrícola, maior a capacidade;
- d) a capacidade nominal da colhedora é variável.

Por fim, dos estudos que tratam sobre a qualidade da massa colhida em virtude das práticas de colheita é possível afirmar que as perdas deixadas no campo pelo subsistema de alimentação da colhedora têm uma relação com a velocidade de deslocamento da colheita. Por outro lado, as perdas ocorridas pelo processamento da máquina não são bem tratadas e também não fazem sentido de serem relacionadas com a velocidade.

Quadro 2.5 - Fatores encontrados na literatura que influenciam o OEE da máquina colhedora de cana-de-açúcar

OEE	
DISPONIBILIDADE	
Paradas obrigatórias:	Limpeza e lubrificação
	Trocas de faquinhas
	Abastecimento
	Manutenção preventiva
Paradas não-obrigatórias:	TMEF e TMF
	Vida da colhedora
	Falta de pessoal
	Falta de caminhão
	Falta de comboio
	Falta de transporte
	Aguardando transbordo
	Falta da peças
	Mudança de áreas
Tempo inativo:	Troca de turnos
	Check list
	Paradas para refeição
	Horas não programadas
	Chuva/ Solo úmido
TAXA DE ALIMENTAÇÃO	
Fatores da área:	Declividade terreno
	Condições da área
Fatores climáticos:	Momento da safra em que ocorre a colheita
	Umidade
Fatores da cana:	Condição da cana
	Idade canavial
	Porte canavial
	Tipo de cana
Regime de operação (normal, severo, moderado):	Embuchamentos
	Experiência do operador
	Proximidade manutenção
	Quantidade e tempo de manobra
	Demanda da usina
Fatores do canavial:	Densidade linear
	Produtividade
	Danos causados pela colheita anterior
	Tipo de plantio
QUALIDADE	
Perdas visíveis:	Corte de ponteiros
	Porte canavial
	Corte de base (altura da soca, danos à soqueira e impurezas minerais)
	Rotação extrator primário (tolete e lascas, impureza vegetal)
Perdas invisíveis:	Caldos e finos

Fonte: Elaborado pela autora

2.4 O TRABALHO DO OPERADOR DE COLHEDORA DE CANA-DE-AÇÚCAR

O trabalho na colheita mecanizada em comparação ao praticado na colheita manual se difere em vários aspectos: a quantidade de postos de trabalho diminui significativamente na ordem dos milhares; há uma diferenciação de cargos/funções maior com a introdução dos maquinários; o trabalho é realizado em jornadas diurnas e noturnas; e, a atividade na máquina agrícola demanda, na maior parte do tempo, mais esforço mental do que físico (VERGÍNIO; ALMEIDA, 2013). Dessa maneira, os desdobramentos do trabalho na vida pessoal dos operadores de colhedora levam ao agravamento ou surgimento de doenças psicossomáticas relacionadas à organização do trabalho em turnos e à intensificação do ritmo de trabalho por meio das máquinas (SCOPINHO *et al.*, 1999; ROCHA, 2007).

Com o objetivo de maximizar a disponibilidade das máquinas agrícolas, o uso de tecnologias embarcadas, como computadores de bordo, propicia (ou pretende propiciar) à usina o controle quase total do trabalho humano. Dessa maneira, todas as ações realizadas durante as jornadas de trabalho devem ser apontadas no computador de bordo, tais como execução de manobras (VERGÍNIO; ALMEIDA; 2013), espera por transbordo, máquina parada para manutenção e troca de faquinhas. O ritmo do trabalho, que antes na colheita manual era intensificado pelo pagamento por produção (ALVES, 2006), na colheita mecanizada é monitorado e determinado pelos gerentes de produção norteados pelo viés da produtividade e subsidiados por uma infraestrutura tecnológica (VERGÍNIO; ALMEIDA; 2013).

Devido a essa constante vigilância, um operador expressou em Scopinho *et al.* (1999) que ele e seus pares tinham perdido a autonomia em relação ao cortador manual, uma vez que, esse último era livre para fazer pequenas pausas, como tomar água, café, comer ou fumar durante sua atividade. Agora, as pausas para descanso não eram previstas, nem para as refeições. Os operadores comiam nos intervalos quando a operação era interrompida, seja por falta de transbordo ou por quebra da máquina.

A ausência de horários preestabelecidos para alimentação se constitui um dos agravantes à saúde dos operadores. A reação dos diversos organismos às bruscas mudanças na rotina alimentar é diferente, e o emagrecimento ou a obesidade são sinais de que tais mudanças

estão sendo prejudiciais à saúde, como visto nos relatos de dois tratoristas¹² a seguir (VERGÍNIO; ALMEIDA; 2013, p. 13):

Perdi uns sete quilos depois que eu comecei a trabalhar na usina, porque no começo não dormia quase, porque chegava em casa uma hora da manhã depois cinco horas já estava acordado, não dormia mais, acostumado a levantar cedo toda vida né. Dormia muito pouco, emagreci pra caramba (tratorista 1).

Na nossa jornada de trabalho dentro dessas oito horas, nós tem direito de 20 a 25 minutos, mas como é oito horas que nós entra no serviço, é raro alguém almoçar, ou jantar, talvez belisque alguma coisinha, mas você tem direito de almoçar, não guardar uma hora. O horário é a hora que der fome ou uma hora que diminui o serviço um pouco. Isso me prejudica, por que a gente tinha um ritmo de almoçar ou jantar que nem o meu caso, né, eu tinha um ritmo de jantar sete e meia ou oito horas da noite, né. Agora eu chego em casa meia-noite, aí que eu vou beliscar alguma coisa, né, mas tem vez que não, porque se eu comer muito já é ruim até para dormir, então é nisso que está causando o problema de engordar, porque você acaba de comer alguma coisa e vai dormir (tratorista 2).

Vergínio e Almeida (2013) verificaram em sua pesquisa que os salários efetivamente recebidos pelos operadores eram 47% superiores ao salário base registrado em carteira. Essa diferença era formada por hora excedente, adicional noturno, horas *in itineribus*, descanso semanal remunerado variável, hora extra prevista e prêmio por produtividade. No entanto, esse excedente era somente pago durante a safra, ou seja, na entressafra o salário efetivo era reduzido em torno de um terço, refletindo no poder de compra dos operadores. Outro aspecto que os autores ressaltaram foi a tendência que esse sistema de pagamento provocava na extensão das jornadas. Logo, tanto no passado com o corte manual da cana, quanto nos tempos atuais com o corte mecanizado, o pagamento desses operadores é sistematizado, pelo menos parte dele, pelo pagamento por produção.

Com o propósito de garantir mão de obra para a realização das colheitas, as usinas pagavam salários maiores do que os salários pagos por outros setores da economia regional, como o cultivo de limão, laranja, milho e pecuária. Entretanto, os operadores de colhedoras se mostraram insatisfeitos com os efetivos recebidos. Os relatos mostram que essa insatisfação ocorria pela inadequação da remuneração com a quantidade de responsabilidades exigidas pela tarefa da colheita mecanizada (VERGÍLIO; ALMEIDA, 2013). O operador tem que cortar a cana evitando desperdícios ou danos na matéria-prima, aproveitando o máximo da

¹² Tratorista é o motorista do transbordo.

parte inferior do colmo, descartando somente as folhas e preservando a integridade da touceira. Além disso, deve-se ater a operar a máquina sem danificá-la, mantendo-a sempre limpa (NARIMOTO; CAMARTOTTO; ALVES, 2019). Os baixos salários são mantidos, porque existe um grande número de pessoas desempregadas, que formam um exército de reserva de trabalhadores para a colheita. Se um não “quiser” o emprego, outro está pronto para o cargo.

2.4.1 Trabalho em turnos

O corte mecanizado de cana é mobilizado nas frentes de trabalho de modo a garantir o fluxo constante do abastecimento de matéria-prima para as usinas, 24 horas por dia, sete dias por semana. Isto implica na operação ininterrupta das máquinas e, portanto, no trabalho em turnos (NARIMOTO, 2012). Rutenfranz, Knauth e Fischer (1989) caracterizam esse tipo de trabalho como o realizado em diferentes horários ou em horário constante, no entanto, incomum.

A Constituição da República, em seu artigo 7º, inciso XIII, inclui aos direitos dos trabalhadores a “duração do trabalho normal não superior a oito horas diárias e quarenta e quatro semanais, facultada a compensação de horários e a redução da jornada, mediante acordo ou convenção coletiva de trabalho”. No entanto, quando essa atividade é realizada em turnos ininterruptos de revezamento, o inciso XIV prevê a jornada de seis horas, salvo negociação coletiva (BRASIL, 1988). A jornada pode abranger períodos diurnos e noturnos ou, por causa da escala de serviço, pode o horário de trabalho ser organizado alternadamente nos períodos matutino, vespertino e noturno (JUSTIÇA DO TRABALHO, 2020).

No corte mecanizado, a jornada dos operadores de colhedora, normalmente sistematizado em uma escala de 6x1 (seis dias trabalhados por um de descanso), pode ser de oito horas, quando três turnos, ou de 12 horas, quando dois turnos, sob resultado de uma negociação coletiva (BRASIL, 1988). Tais turnos, dependendo da empresa, podem trocar entre si a cada 7, 15 ou 30 dias ou até permanecer fixos durante toda a safra (NARIMOTO, 2012).

De acordo com Iida (2005), quando o operador troca o dia pela noite, acontece uma desordem temporal, em razão do ritmo circadiano do sujeito não se inverter completamente, apenas sofrendo pequenas adaptações, que embora variem entre os organismos, são sempre adaptações parciais. Algumas funções levam dias, outras levam semanas para adaptar-se, como as funções endócrinas. Dessa forma, a organização temporal em turnos e

noturno causam incontestáveis prejuízos para a saúde física, psíquica, emocional e social do empregado (RÉGIS FILHO, 2001).

De maneira geral, o trabalho em turnos produz quatro tipos de consequências para o sujeito e para a empresa (BARTHE *et al.*, 2007). A primeira é a alteração do desempenho e da eficiência, pois ao longo do dia fisiologicamente ocorrem variações devido à múltiplas funções fisiológicas, psicológicas e comportamentais que seguem o ritmo circadiano, como a temperatura corporal, corticosteroides e eletrólitos do soro e urinários, frequência cardíaca, secreção de enzimas gástricas, número de leucócitos do sangue, força muscular, acuidade sensorial, níveis de atenção, de alerta, de desempenho, de memória imediata e a longo prazo, dentre outros (SCOTT, LADOU, 1994; ABRAHÃO *et al.*, 2009; RÉGIS FILHO, 2001). A exemplo, a temperatura de uma pessoa varia 1,1 a 1,2°C durante o dia. Nas horas de maior atividade a temperatura tende a aumentar, declinando até um mínimo na madrugada, por volta das 2 e 4h da manhã. Assim, o trabalho em turnos demanda atividades do organismo quando este está apto a descansar. Aliado a isso, o acúmulo semanal do sono pouco e mal dormido leva a um *déficit* de descanso, que reduz gradualmente o desempenho que só é compensado no dia de folga do operador (IIDA, 2005).

A segunda consequência é no sentido do impacto econômico, uma vez que o organismo dispõe de mecanismos de regulação para se ajustar às alterações, tanto qualitativa quanto quantitativamente (ABRAHÃO *et al.*, 2009). Devido ao ritmo de vida e de trabalho pode haver acidentes caracterizados como “erros humanos” ou mesmo perdas de produção (ABRAHÃO *et al.*, 2009; BARTHE *et al.*, 2007). O trabalho em turnos e noturno ao ocasionar a redução do estado de vigília, intervém na produtividade e na segurança, custeando às empresas bilhões de dólares (RÉGIS FILHO, 2001). Nesse item pode-se considerar também eventuais custos de formação devido ao absenteísmo e a rotatividade (NARIMOTO, 2012).

Já a terceira consequência de um trabalho em turnos ou noturno é a degradação da saúde. Segundo Abrahão *et al.* (2009) e Régis Filho (2001), embora não imediatamente identificável, o esgotamento por causa desses efeitos pode levar ao agravamento de doenças, fadiga crônica, sofrimento mental e envelhecimento precoce. Além disso, quando se trata do trabalho em turnos rotativos, a saúde dos indivíduos pode ainda ser mais prejudicada pelo que os autores chamam de “dissonâncias no organismo”, causadas pelas alternâncias frequentes de horário de trabalho. Régis Filho (2001) e Burke *et al.* (2012) concordam que o trabalho em turnos e noturno propicia uma série de distúrbios, como gastrites, doenças cardiovasculares, hipertensão arterial, doenças coronarianas, além de uma redução na expectativa do trabalhador

noturno em relação ao diurno em 10%. A inadaptabilidade ao trabalho em turnos gera frequentemente o uso abusivo de substâncias para dormir e de álcool.

Por fim, a degradação da vida familiar e social é a quarta decorrência, em razão do trabalho em turnos influenciar negativamente a qualidade das relações entre os operadores e seus familiares, pelo desajuste de horários livres (BARTHE et al., 2007; ABRAHÃO et al., 2009). Ademais, a inserção social dos operadores é prejudicada, dado a cultura atual da sociedade ser predominantemente diurna.

Diante do que foi discutido, Barthe et al. (2007) defendem que o trabalhador noturno não é um indivíduo que trabalha menos, mas sim um sujeito que trabalha de outra maneira, utilizando esta ou aquela maneira de trabalhar, pois todas as suas capacidades se encontram no seu limite máximo (ou mínimo) num dado momento.

Contudo, os mesmos autores ponderam que o trabalho atípico pode apresentar aspectos positivos, em razão das diferenças interindividuais. As motivações que direcionam os trabalhadores a escolherem esse horário de atividade são referentes a um salário mais elevado, um ambiente organizacional mais tranquilo e uma maior autonomia dos grupos. Apesar que outros o escolhem por não terem alternativas.

2.4.2 A cooperação

A cooperação subentende sujeitos trabalhando em um mesmo objeto de trabalho, em uma relação de dependência mútua. Desse modo, as diversas pessoas envolvidas na ação obtêm informação do desenrolar da ação das outras, de forma a regular seus modos operatórios em tempo real (GUÉRIN *et al.*, 2005). Maggi (2006) corrobora com essa definição ao afirmar que a cooperação é a “ação dirigida ao mesmo objetivo”, a ação coletiva através da qual os sujeitos participam para atingir o mesmo resultado. Para isso a cooperação no trabalho não se limita a dividir os mesmos meios ou a situações de relações diretas entre os sujeitos, visto que é possível alcançar o mesmo resultado atuando em tempos e lugares diferentes. Logo, o que torna as ações cooperativas são suas finalizações.

Na colheita da cana-de-açúcar, a cooperação entre o operador da colhedora e o tratorista é fundamental para a execução do corte e do transbordo da massa colhida, onde a

atenção e sincronismo da atividade de ambas as partes implicam diretamente na própria segurança da dupla (FERREIRA, 2014).

Uma situação específica que evidencia a importância da cooperação na segurança da operação é a colheita em terrenos com declividade acima dos 12% permitidos pelos manuais das colhedoras. Embora tecnicamente seja arriscado a máquina tombar, na prática os operadores colhem o possível nesses locais, obtendo equilíbrio ao repousar o elevador da máquina sobre o transbordo, a fim de garantir maior estabilidade. Essa estratégia consiste em posicionar o elevador sempre contra a declividade e durante as manobras gira-lo cerca de 180° ao mesmo tempo que a máquina. Dessa maneira, o sucesso da operação em terrenos inclinados depende, além da atenção e competência dos operadores, da relação de cooperação estabelecida entre operador e tratorista (NARIMOTO; CAMAROTTO; ALVES, 2019).

Nesse tipo de operação, existem duas variantes: a primeira consiste em “jogar a cana para cima”, ou seja, o transbordo fica em um nível acima da máquina. Nesse caso, os operadores abaixam o elevador sobre o transbordo, para haver equilíbrio da máquina e também para que a cana no elevador não faça o trajeto inverso. A segunda possibilidade baseia-se em “jogar a cana para baixo”, onde o transbordo fica em um nível abaixo da máquina colhedora. Nesse contexto, o tratorista eleva o transbordo até alcançar o elevador, ao invés do elevador ir até o transbordo, que levaria ao tombamento da colhedora (NARIMOTO; CAMAROTTO; ALVES, 2019).

A cooperação também é vista na troca de informações sobre o estado do canavial, pois o tratorista consegue ter um campo mais amplo de visão do que de dentro da colhedora, avisando eventuais barreiras como presença de pedra, valetas ou dematações (NARIMOTO; CAMAROTTO; ALVES, 2019).

2.4.3 Considerações sobre o trabalho do operador de colhedora

O trabalho do operador de colhedora de cana-de-açúcar é constantemente pressionado pela intensificação do trabalho, pois a organização deseja transformar uma atividade de produção puxada, em um processo de produção contínuo, onde a máquina deve ser o gargalo da operação, e nunca o homem. Ou seja, as necessidades humanas são suprimidas pelas necessidades técnicas. Além disso, a rigorosidade do controle desse trabalho, leva a

extinção da autonomia que existia quando o corte era manual, levando a outro sofrimento no trabalho.

É visto também que o corte e o transbordo simultâneos realizados pelas máquinas agrícolas exigem o esforço de um trabalho cooperativo entre operador e tratorista. Logo o sucesso da operação de colheita é compartilhado entre os parceiros.

2.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos estudos revisados, verifica-se que as variabilidades presentes nos canaviais levaram a execução de vários projetos de máquinas colhedoras. Esses projetos foram aprimorados a cada safra com a adição de diferentes recursos tecnológicos embarcados, com o propósito de aumentar a eficiência e reduzir custos operacionais. Muitos estudos acadêmicos consideram os aspectos técnicos desses equipamentos, tentando relacioná-los com perfis de canaviais diferentes. Porém esses estudos esquecem que o homem, operador da colhedora, é a peça fundamental para a regulação do sistema colhedor. Uma vez desconsiderado o lado humano e suas necessidades, o trabalho é intensificado em turnos ininterruptos de colheita. Os níveis de produção qualitativamente e quantitativamente aumentam, mas em detrimento da saúde do operador. Nesse sentido, mais controles são adicionados à máquina na esperança de diminuir seus tempos ociosos e aumentar sua disponibilidade. Porém, diante de uma heterogeneidade expressiva dos canaviais, a capacidade nominal de operação não pode ser definida e mais estudos sobre velocidade de colheita, para aumentar a quantidade de produção, determinam resultados não convergentes e não funcionais na prática, pois mais uma vez, o fator humano e as variabilidades reais são postas em segundo plano. Por fim, os estudos sobre a qualidade da cana colhida, resultado da capacidade de limpeza, não consideram também todas as variáveis que a influenciam.

Dessa maneira, o próximo capítulo trata de teorias ligadas à atividade do trabalho, abordagem pouco utilizada quando o assunto é o desempenho da colheita, porém considerada nesta tese como o melhor caminho para conseguir compreender o que se passa numa colheita mecanizada e, a partir disso, conseguir de fato gerenciá-la.

3 ARCABOUÇO TEÓRICO METODOLÓGICO DE PESQUISA

Este capítulo desenvolve uma revisão bibliográfica sobre a abordagem que será utilizada na análise dos dados capturados na pesquisa empírica. Os temas foram relacionados a Teoria da Atividade, que teve Vygotsky como precursor da introdução de artefatos culturais nas ações humanas. Essa teoria evoluiu e mais elementos foram adicionados ao contexto da ação, como a divisão do trabalho, a comunidade envolvida e as regras compartilhadas. Esses elementos constituem sistemas de atividades que interagem e convivem com outros sistemas. Sob essa ideia de atividade mediada também se desenvolveu a Ergonomia da Atividade, cuja contribuição evidenciada aqui foi o estudo da descontinuidade das atividades dos sujeitos. Também é tratada a Ergonomia Cognitiva, que destaca no trabalho as dimensões psicológicas, e por isso, se debruça na investigação da linguagem. A partir disso, chega-se na Análise Ergonômica do Trabalho e na Teoria do Curso da Ação, métodos de análise do trabalho que serão utilizadas na análise dos dados desta tese.

3.1 TEORIA DA ATIVIDADE

A teoria da atividade é fundamentada em três origens: a filosofia clássica alemã (de Kant a Hegel), nos escritos de Marx e Engels, e na psicologia cultural-histórica russa soviética de Vygotsky, Leontiev e Luria (ENGESTROM, 1999). Engestrom (1999) acredita que a atividade humana é infinitamente multifacetada, móvel e rica em variações de conteúdo e forma. Logo, a teoria da atividade deve refletir essa riqueza e mobilidade. Para isso, o autor definiu algumas premissas básicas, sendo uma delas a relação entre a atividade (oposto a passividade) como uma descrição geral das formas de vida e a ideia de atividade como uma formação cultural e histórica, orientada a objetos que tem sua própria estrutura.

São distinguidas três gerações teóricas na evolução da teoria histórico-cultural da atividade. A primeira geração foi marcada pela ideia da mediação, criada por Vygotsky. Essa ideia foi definida e representada pelo triângulo de Vygotsky (1980), cujos componentes de cada vértice são sujeito, objeto e artefato de mediação. A introdução de artefatos culturais nas ações humanas foi revolucionária, tornando imprescindível a consideração dos meios culturais na compreensão do indivíduo. Por sua vez, a sociedade também não poderia ser entendida sem olhar a ação dos indivíduos, produtores e usuários dos artefatos (ENGESTROM, 2016).

A limitação dessa abordagem se deve ao foco da análise ser no indivíduo. Essa limitação foi superada pelos trabalhos, principalmente, de Leontiev, construindo a segunda

geração da teoria da atividade. O autor conseguiu mostrar como a divisão de trabalho trouxe na evolução histórica a diferenciação fundamental entre ação individual e uma atividade coletiva. No entanto, Leontiev não conseguiu retratar graficamente o desenvolvimento desse conceito expandido o modelo de Vygotsky em um modelo de sistema de atividade coletiva. Quem logrou essa expansão foi Engestrom, adicionando ao modelo triangular outras três entidades: regras, comunidade e divisão do trabalho (ENGESTROM, 2016).

À medida que crescia o entendimento das inter-relações entre as ações individuais e as atividades coletivas, manifestavam-se contradições entre os sujeitos e as outras entidades do modelo. As contradições internas foram chamadas de forças motrizes das mudanças e desenvolvimento nos sistemas de atividade por Ilienkov (1977).

O surgimento da terceira geração foi uma resposta a diversos trabalhos que questionavam a deficiência da geração anterior em relação a diversidade cultural. As atividades foram tornando-se internacionais e o desafio era compreender o diálogo, as múltiplas perspectivas e vozes, e as redes de diferentes sistemas interativos de atividades. Dessa forma, Engestrom (2016) expandiu o gráfico básico de forma a incluir ao menos a interação de dois sistemas e a transformação dos objetos compartilhados.

De forma geral, esse é o resumo da evolução teoria da atividade. Nos próximos tópicos cada geração foi melhor detalhada, tendo como guia a tese de Silva (2016).

3.1.1 Primeira geração da teoria da atividade: Vygotsky e o papel do artefato mediador

Por volta de 1930, Vygotsky introduziu o conceito de mediação, descartando a ideia de que a atividade era centralizada num duo estímulo e resposta. A atividade era constituída pela tríade sujeito, objeto e artefato de mediação, representados por um modelo básico triangular (Figura 3.1) (ENGESTRÖM, 2013). Foi assim que Vygotsky conseguiu unir artefatos culturais com ações humanas (DANIELS, 2001).

O conceito de mediação tornou-se base da tese central da escola cultural-histórica russa, que acredita que a estrutura e o desenvolvimento dos processos psicológicos humanos emergem através de atividades práticas culturalmente mediadas, historicamente em desenvolvimento (COLE, 1996).

A ideia de mediação por ferramentas e signos derruba a barreira que separa o indivíduo da cultura e da sociedade. Engestrom (1999) exemplifica abordando a noção de

controle. Ele explica que a separação das disciplinas entre ciências sociais e psicologia gerou a diferenciação da noção de como os humanos são controlados: de fora pela sociedade ou de dentro por si mesmos. No primeiro caso, se é questionado a possibilidade da ação humana e transformação de estruturas sociais a partir de baixo, o questionador ficará sem resposta. No segundo caso, as origens da autodeterminação individual são atribuídas às fontes igualmente incompreensível de impulsos biológicos ou de livre arbítrio inerente.

Figura 3.1 - Modelo da primeira geração da Teoria da Atividade



Fonte: adaptado de Daniels (2001)

A partir da ideia de mediação, os humanos podem controlar seu próprio comportamento não "de dentro", com base em impulsos biológicos, mas "de fora", usando e criando artefatos. Essa perspectiva incentiva o estudo de artefatos como componentes integrantes e inseparáveis do funcionamento humano, transformados e criados ao longo do desenvolvimento da atividade (ENGESTROM, 1999).

No entanto, Daniels (2001) observou que a representação adotada na primeira geração mantinha o foco no indivíduo. Sob o mesmo ponto de vista, Engeström (1999) interpreta que essa teoria não explica totalmente a natureza social e colaborativa das ações. Isto é, não descreve as ações como eventos em um sistema de atividade coletiva. Assim, os resultados das ações parecem limitados pela situação, ocultando o que motiva o sujeito a agir.

3.1.2 Segunda geração da teoria da atividade: Leontiev e Engestrom

Quem avançou com os estudos de Vygotsky foi Leontiev (1978) *apud* Daniels (2001) introduzindo a segunda geração da teoria da atividade. Leontiev distinguiu os conceitos de “atividade” e “ação”, desenvolveu as noções de objeto e metas, e destacou a centralidade do objeto para uma análise de motivação da atividade (DANIELS, 2001).

Um sistema de atividades produz ações e por elas é realizado. No entanto, a atividade não é redutível a ações. As ações são relativamente de curta duração e têm início e

fim definidos. Já os sistemas de atividade evoluem durante longos períodos de tempo sócio-histórico, muitas vezes assumindo a forma de organizações (DANIELS, 2001).

O que difere uma atividade da outra é a diferença de seus objetos. O objeto mutável e em desenvolvimento de uma atividade está relacionado a um motivo que a impulsiona. A ação individual (ou de um grupo) é impulsionada por uma meta consciente. Embora as ações sejam estimuladas pelo motivo da atividade, elas parecem direcionadas para uma meta, levando a ideia de que a mesma ação pode servir a diferentes atividades (ENGESTROM, 2016).

Outro conceito que aparece é o de operação. Operações são orientadas pelas condições e ferramentas disponíveis para a ação, ou seja, operações são os meios pelos quais uma ação é realizada (DANIELS, 2001; ENGESTROM, 2016).

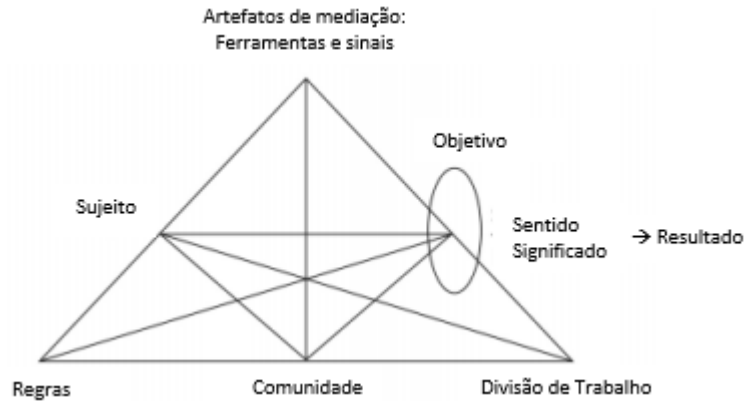
Engestrom (2016) observa que dentro das condições de divisão do trabalho, o indivíduo participa de atividades sem estar totalmente conscientes de seus objetos e motivos. Embora seja prevista a transformação contínua entre os três níveis, Daniels (2001) e Engestrom (1999) criticaram Leontiev no sentido que este não conseguiu expandir o modelo triangular para descrever a estrutura de um sistema de atividade coletiva.

Engeström (1999) concebe que os artefatos são componentes integrantes e inseparáveis do funcionamento humano, mas também ressalta que o estudo da mediação deve estar em sua relação com os outros componentes de um sistema de atividades. Dessa maneira, o autor logra em expandir a representação triangular original dos sistemas de atividade de Vygotsky. Sua intenção foi representar os elementos sociais/coletivos em um sistema de atividades, através da adição dos elementos comunidade, regras e divisão do trabalho, enfatizando interações de um com os outros (Figura 3.2) (DANIELS, 2001). Nessa representação expandida, as ações orientadas para o objeto são caracterizadas por ambiguidade, surpresa, interpretação, criação de sentido e potencial de mudança (ENGESTRÖM, 1999).

Além da adição das três novas componentes, Engestrom (1999) observa que o sujeito não é necessariamente um único indivíduo, mas pode ser um grupo. O modelo apresentado é vantajoso no sentido do deslocamento de uma análise de ações individuais para uma análise de contexto de atividade mais amplo. As ações não são totalmente previsíveis, racionais e semelhantes a máquinas. As ações mais bem planejadas e simplificadas envolvem falhas, interrupções e inovações inesperadas. Estes imprevistos são difíceis de explicar se

alguém permanecer no nível das ações. A análise do sistema de atividades pode iluminar as contradições subjacentes que originam essas falhas e inovações.

Figura 3.2 - Modelo da segunda geração da teoria da atividade



Fonte: adaptado de Daniels (2001)

Dentro da estrutura de qualquer atividade produtiva, a contradição emerge do conflito entre ações individuais e o sistema de atividade total. Essa contradição adquire formas históricas em cada formação socioeconômica (ENGESTROM, 2016)¹³.

No capitalismo, a contradição adquire forma de mercadoria. Mercadoria é um objeto que possui valor de troca e não apenas valor de uso. O valor da mercadoria é determinado pela média de quantidade de trabalho social necessária para sua produção. Isso resulta na redução de todo o fenômeno para ‘trabalho geral’, desprovido de diferenças qualitativas. O valor de troca ignora a peculiaridade e individualidade do trabalho. A força de trabalho é uma mercadoria especial e a contradição essencial é a exclusão e a dependência mútua simultânea entre o valor de uso e o valor de troca em cada mercadoria (ENGESTROM, 2016).

Engestrom (2016) lista quatro níveis de contradições na atividade humana. A primária refere-se ao conflito interno de valor de troca versus valor de uso; a secundária advém da divisão de trabalho hierárquica; a terciária surge do conflito entre um representante da cultura apresentando o objeto e motivo de uma forma de atividade central culturalmente mais avançada para a forma dominante da atividade central; e, finalmente, a quaternária, quando são levadas em conta as atividades vizinhas essenciais.

¹³ Um exemplo de contradição encontrada na operação da colhedora de cana-de-açúcar pode ser ilustrado pela fala de um operador capturada por Narimoto (2012): “A altura do corte todo dia é uma briga. Você pode ter 20 anos de profissão, acertar o corte é difícil... pensa que é fácil? Você daqui de cima, em um negócio gigantesco, balançando, deixar do tamanho que ele (empresa) quer?”. Outro exemplo é visto na tese de Silva (2016), que estuda as contradições no sistema de transporte aéreo com foco nos passageiros que sofrem restrições nas viagens.

As contradições são a força motriz do desenvolvimento das atividades. Cada novo aprimoramento no trabalho antes de se tornar aceito e reconhecido, surge primeiro como certo desacordo com as normas previamente aceitas e codificadas. Depois de emergir como uma exceção individual da regra no trabalho de vários homens, a nova forma é então assumida pelos outros, se tornando com o tempo uma nova norma universal (ILIENKOV, 1982).

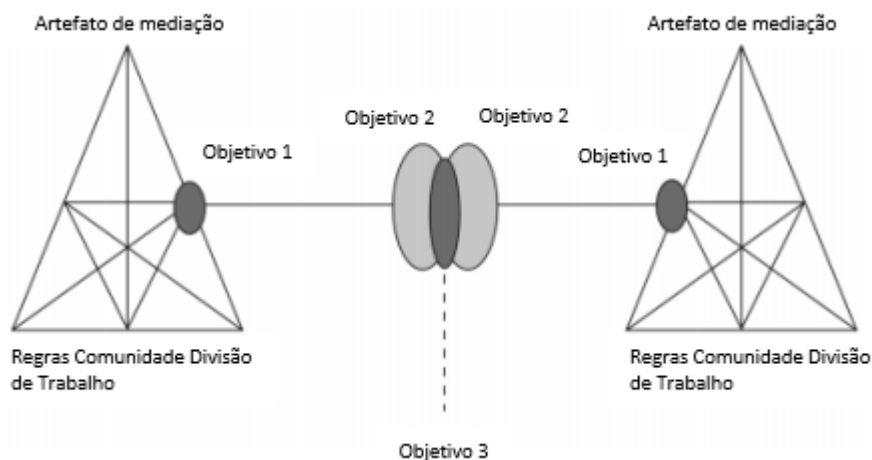
Cole (1996) apontou a limitação da segunda geração em função de sua insensibilidade à diversidade cultural. Questões de diversidade e diálogo entre diferentes tradições ou perspectivas tornaram-se um desafio.

3.1.3 Terceira geração da teoria da atividade: Engestrom e o modelo expandido

A atividade é realizada através de negociação constante entre diferentes objetivos e perspectivas de seus participantes. O objeto e o motivo de uma atividade coletiva funcionam como um aglomerado em constante evolução (ENGESTROM, 1999).

A terceira geração da teoria da atividade, proposta por Engestrom, pretende desenvolver ferramentas conceituais para entender diálogos, múltiplas perspectivas e redes de sistemas de atividade interagentes, a fim de expandir o modelo da segunda geração (DANIELS, 2001). Logo, o desafio dessa nova fase é compreender a natureza não isolada dos sistemas e as redes de interações nas quais estes se inserem. Dessa forma, o modelo gráfico da segunda geração foi expandido para representar ao menos dois sistemas de atividade interagindo, seus diálogos e múltiplas perspectivas (Figura 3.3) (DANIEL, 2001; ENGESTRÖM, 2013).

Figura 3.3 - Modelo da segunda geração da teoria da atividade



Fonte: adaptado de Daniels (2001)

A ideia de redes de atividades nas quais as contradições e confrontos ocorrem na definição dos motivos e objeto da atividade requer uma análise de poder e controle dentro dos sistemas de atividades em desenvolvimento (DANIELS, 2001). No modelo expandido o objeto é representado como um alvo que desloca entre uma “matéria-prima” não refletida e dada pela situação (objeto 1) para um objeto coletivamente significativo construído pelo sistema de atividades (objeto 2) e um objeto potencialmente compartilhado ou conjuntamente construído (objeto 3) (ENGESTRÖM, 2013). A construção e renovação do objeto revelam o potencial criativo da atividade (DANIELS, 2001).

Portanto, a atividade é sistêmica, mediada por artefato, orientada para o objeto e está incorporada em uma rede de interações com outros sistemas, constituindo-se como a unidade principal de análise. As ações individuais e coletivas, apesar de independentes, são interligadas e somente compreendidas quando contextualizadas. O sistema de atividades é um mosaico com múltiplas perspectivas, tradições e interesses que exigem tradução e negociação. É também dinâmico e tem historicidade, quer dizer, ao longo do tempo é transformado, mas mantém traços das atividades precedentes nas novas ações. Enfim, para se desenvolver utiliza-se das contradições que provocam inovações na atividade (ENGESTRÖM, 2013; 2016).

O sistema de atividade possibilita transformações expansivas, uma vez que diante do acúmulo das contradições, os indivíduos questionam o sistema e se afastam das normas preestabelecidas. Inicia-se, então, um ciclo que se institui a partir de uma relação entre internalização, reprodução da cultura e aprendizados anteriores; e, externalização, criação e produção de novos artefatos. Essa condição resulta, às vezes, em um esforço de colaboração e construção de mudanças conjuntas (DANIELS, 2001).

Engestrom (1999) explica o ciclo expansivo de um sistema de atividades. Ele começa com um destaque na internalização, na socialização e no treinamento dos novatos para se tornarem membros competentes da atividade. A externalização criativa ocorre primeiro na forma de inovações individuais discretas. À medida que as rupturas e contradições da atividade se tornam mais exigentes, a internalização assume cada vez mais a forma de autorreflexão crítica e a externalização aumenta em busca por soluções. A externalização atinge o seu pico quando um novo modelo para a atividade é projetado e implementado. Enquanto o novo modelo se estabiliza, a internalização de seus significados e meios inerentes novamente dominam o aprendizado e desenvolvimento.

Estudando ainda os sistemas de atividade, o próximo tópico recai sobre a ergonomia da atividade, defensora também da ideia que a atividade humana deve ser entendida dentro do seu contexto vivido. Seus conceitos ergonômicos estão coerentes às contradições vistas na segunda geração da Teoria da Atividade e às inter-relações e transformações dos objetos das redes de atividade da terceira geração. Ambas adotam princípios ligados a historicidade e a coletividade das ações.

Abrahão (2000) concorda com similitudes entre a noção de atividade adotada pela ergonomia e a perspectiva da teoria da atividade de Leontiev, que atribui à atividade um caráter dinâmico, considerando-a, portanto, como um processo em constante desenvolvimento. Este desenvolvimento é irregular e descontínuo, demonstrando que a atividade está inscrita em sua própria história, na medida em que resíduos de atividades anteriores permanecem inseridos nas novas, direcionando assim, para a importância da análise histórica do desenvolvimento da atividade para a compreensão da situação atual. Emerge então, o enfoque adotado pela ergonomia, da importância de se conhecer a experiência anterior dos operadores, com o intuito de possibilitar a interação entre as antigas e as novas.

3.2 ERGONOMIA DA ATIVIDADE

A ergonomia da atividade considera além das contradições estudadas na Teoria da Atividade, as discontinuidades no interior dos sistemas de atividades. Para entender essas discontinuidades, foram discutidos alguns conceitos dessa disciplina, como variabilidades, regulação, modo operatório e carga de trabalho.

3.2.1 Origens e desenvolvimento da ergonomia

A ergonomia é uma disciplina que surgiu de uma necessidade, de uma demanda. A palavra “ergonomia” foi usada pela primeira vez na Grã-Bretanha em 1947 para designar o trabalho de três profissionais de diferentes áreas (engenharia, fisiologia e psicologia) a serviço da Defesa Nacional Britânica na II Guerra Mundial. A partir disso, o termo foi usado para operações pluridisciplinares na indústria e em qualquer outra atividade civil (MURREL, 1965).

Na França, a ergonomia apareceu nos meados dos anos 50 com o objetivo de adaptar o trabalho ao Homem, diferentemente da Grã-Bretanha, cujo objetivo era adaptar a

máquina ao Homem. As disciplinas que contribuíram para seu nascimento foram a fisiologia do trabalho, a antropometria, a psicologia científica e a biomecânica (WISNER, 2004).

A ergonomia então foi se desenvolvendo de acordo com as necessidades de cada região. Nos EUA, convocava-se ergonomistas majoritariamente para concepções de objetos. Nesse caso, os conhecimentos sobre o humano se colocam sem constrangimentos para o engenheiro ao lado dos saberes sobre materiais e artefatos. Nos países anglo-americanos predominam então a abordagem chamada de Fatores Humanos (*Human Factors*), tratada sobretudo por engenheiros e psicólogos positivistas (WISNER, 2004). Nessa perspectiva, diferentes métodos de classificação do desempenho do trabalho são seguidos: (1) descrição do comportamento; (2) requisitos de comportamento; (3) requisitos de habilidade; e (4) características da tarefa. Essas etapas são essencialmente orientadas para aspectos de administração de pessoas e entende-se que, a partir delas, pode-se construir procedimentos de seleção e treinamento. Essa é a lógica interna desses passos: a busca de um ajuste adequado entre ambiente, tarefa e humano, que passa por uma ação no humano (KEYSER, 1991).

Nos países francófonos, a psicologia do trabalho queria dividir espaço com a medicina nas ciências do trabalho. Não existia a pressão militar no desenvolvimento de tecnologias para a II Guerra Mundial, direcionando a abordagens menos sistêmicas (WISNER, 2004). Desse modo, na França e na Europa ocidental costuma-se abordar a ergonomia da atividade, cujas três fases da análise do trabalho são: a descrição da situação de trabalho; a descrição do comportamento dos operadores; e, a análise de seus efeitos tanto para a produção (desempenho econômico como rendimento, produtividade, qualidade e confiabilidade), quanto para o humano (desempenho humano referente as competências adquiridas/degradadas, saúde melhorada/deteriorada, etc.) (HUBALT, 2004; WISNER, 2004). Aqui busca-se também um encaixe adequado entre ambiente, atividade e homem, mas isso passa por uma ação no meio ambiente (KEYSER, 1991).

Na busca por fundamentos, a ergonomia utiliza teorias de disciplinas subjacentes, para criar seus próprios conhecimentos de forma pragmática (PACAUD (1970) apud WISNER (2004), p. 35). Por outro lado, a ergonomia não é uma associação de ideias, mas sim uma disciplina independente, que transita entre várias outras para compor ela mesma seus conhecimentos.

Da mesma forma como foi criada, a disciplina evoluiu de acordo com as demandas que lhe foram apresentadas. Wisner (2004) relata o desenvolvimento da indústria e

da tecnologia, que foi concomitantemente alimentando, não só a disciplina em questão, mas também todo um arcabouço teórico. Como exemplo da inclusão de tecnologias de automação que gera paradoxos que dificultam o desenvolvimento das atividades humanas, necessárias ainda ao controle dos equipamentos. Bainbridge (1982) chama isso de “ironias da automação”: a lógica dos projetistas, que creem os seres humanos como o elo frágil do sistema homem-máquina, induz os erros dos trabalhadores, ao lhes reduzir as margens de decisão e autonomia.

Porém, se conceitos e estudos foram introduzidos com as mudanças das naturezas do trabalho (FERREIRA FILHO; GONTIJO, 2013), o objetivo original da disciplina também sofreu alterações. Ferreira (2016) fez uma crítica sobre o objetivo da disciplina divulgado no site da Associação Brasileira de Ergonomia (ABERGO) até o atual momento (2019):

A Ergonomia (ou Fatores Humanos) é uma disciplina científica relacionada ao entendimento das interações entre os seres humanos e outros elementos ou sistemas, e à aplicação de teorias, princípios, dados e métodos a projetos a fim de otimizar o bem estar humano e o desempenho global do sistema (ABERGO, 2019).

A crítica da autora diz respeito à expansão desse objetivo e ao desaparecimento da palavra “trabalho” e “trabalhadores” quando comparado com o objetivo original da disciplina: adaptar o trabalho ao trabalhador. Dessa forma, ela teme que a ergonomia se transforme em apenas um serviço que as empresas usam porque são obrigadas, sem se preocupar com a melhoria das condições do trabalho.

3.2.2 Paradigmas da ergonomia: continuidade x descontinuidade

Hubalt (2004) separa a ergonomia por dois paradigmas: a da descontinuidade e da continuidade. A primeira surge de um conflito de lógicas originadas da “temática do E”, onde diz que a tarefa executada pelo trabalhador tem “duplo constrangimento”, ou seja, o operador tem que fazer depressa “E” bem feito (prazo/qualidade), fazer depressa E bem feito E com um efetivo menor (prazo/qualidade/custo) e assim por diante. O autor adiciona aí o conceito de competência que seria o gerenciamento que o operador faz dos “Es”, prescritos implicitamente nas tarefas. Em outras palavras, o operador cria soluções a todo instante para problemas referentes a questão de desempenho de produção que se coloca continuada e mutavelmente (HUBALT, 2004).

O paradigma da descontinuidade é desdobrado em alguns níveis. O primeiro é entre a atividade e o comportamento, conceitos diferentes. O trabalho real, os compromissos que o operador faz para agir, com o que ele mobiliza para se sair bem, o que ele arrisca, não se vê. O comportamento é a parte manifesta do trabalho, mas não esgota a realidade.

O outro nível é o que distingue os termos tarefa e atividade. Quando pensado a ergonomia sob a ótica da descontinuidade, a diferença entre o prescrito e o real é descrita por Wisner (2004) como uma diferença a ser reconhecida, irreduzível. Essa diferença para Lima (2005) é uma confrontação entre o que é antecipado pela organização do trabalho, a partir de conhecimentos e modelos gerais, e a atividade, que trata de situações que não foram previstos em suas singularidades.

Quando vista sob a ótica da continuidade, a distância entre o prescrito e o real é algo que se pretende reduzir, através de novas prescrições adaptadas que não foram realizadas antes, por falta de conhecimentos específicos (WISNER, 2004). No paradigma da continuidade, o trabalho humano flui continuamente depois do trabalho da máquina.

Para entender qual abordagem a intervenção ergonômica está apoiada, é feita uma análise do esquema da Figura 3.4. Os níveis da matriz são as áreas de intervenção onde geralmente os ergonomistas atuam. Os paradigmas da descontinuidade e continuidade inspiram dois modelos que sustentam essas intervenções (HUBALT, 2004).

Figura 3.4 - Cruzamento dos níveis de intervenção e dos paradigmas na Ergonomia

		Paradigmas		
		Continuidade	Descontinuidade	
Níveis	Ergonomia das condições de trabalho	Ambientes Normas	Contexto Sentido	Adaptação
	Ergonomia dos sistemas técnicos	Homem - centro de tratamento de informação	Homem - centro de decisão	Eficiência
	Ergonomia dos sistemas de produção	Macro-ergonomia	Antropotecnologia Ergonomia global	Eficácia
		Implementação Otimização	Confrontação Compromisso	
		Modelos		

Fonte: Hubalt (2004)

No primeiro nível de condições de trabalho, o paradigma da continuidade aborda o equilíbrio entre a situação de trabalho com o ambiente e a adequação às normas. No segundo nível, o dos sistemas técnicos, o Homem é tratado como um centro de informação, sistema de cálculo e raciocínio que leis permitem descrever e traduzir, para se encaixar com os conjuntos

técnicos “inteligentes” – abordagem do cognitivismo. E, por fim, no nível de sistema de produção, o paradigma se alimenta do conceito de macro-ergonomia. A partir dessa análise, pode-se dizer que a continuidade está fundada nos modelos funcionalistas, sobre o qual o trabalho é considerado um processo de otimização, cuja lei da integração manipula dados implementáveis, homogêneos entre si (HUBALT, 2004).

Diferentemente do primeiro paradigma, a descontinuidade no nível de condições do trabalho aborda as situações de trabalho como contexto de atividades vividas, onde a realização do trabalho ou pelo trabalho resulta em uma realização de si e por si. No nível de sistema técnico, o Homem é visto como centro de decisão, ou seja, ele é intérprete dos acontecimentos. Finalmente, para os sistemas de produção, a descontinuidade o vê com a ótica da complexidade, assim os pontos de vistas são irreduzíveis, exigindo o gerenciamento da tensão entre eles (HUBALT, 2004).

Ainda analisando a matriz da Figura 3.4, a ergonomia se confronta com três níveis de questões (HUBALT, 2004). A primeira referente à confrontação da ergonomia das condições de trabalho com as questões de adaptação: existem situações adaptadas? Para o paradigma da continuidade, a resposta é positiva. Então somente é preciso compreender os processos de ajustes e conceber um ambiente capaz de criar condições que solicite corretamente a atividade humana. Para o segundo paradigma, a resposta é não, uma vez que o homem adequa seu comportamento pela interpretação de compromissos (sua atividade) que revela a irreduzibilidade dos conflitos e pontos de vistas. A interface aqui é entre Homem-Ambiente.

A segunda questão diz respeito à confrontação dos sistemas técnicos com a eficiência. O problema é a ação conjunta entre o sistema técnico e o humano. O posto de trabalho é onde se concentram todas as tensões do trabalho. As questões, então, baseiam-se nas dificuldades laborais e na forma de concepção desses postos, da órtese (descontinuidade) à prótese (continuidade). A interface de interesse é entre Homem-Tecnologia.

Por fim, a ergonomia dos sistemas de produção é confrontada com a questões sobre a eficácia. O desempenho final do trabalho recai sobre o indivíduo e sobre a empresa. Para a continuidade, o trabalho e o capital são homogêneos e acredita-se no conceito de capital humano. Enquanto para a descontinuidade, o trabalho e o capital são heterogêneos e o conceito de recursos humanos é rejeitado. A interface em questão seria entre Homem-Organização.

Tendo definidos os dois paradigmas presentes na ergonomia, essa tese se direciona para o paradigma da Descontinuidade, que está melhor representada pela Ergonomia da Atividade. O próximo passo é entender o trabalho sob essa lógica.

3.2.3 O trabalho e suas dimensões: trabalho real x trabalho prescrito, emprego x salário e trabalho concreto x trabalho abstrato

Para Tersac e Maggi (2004), trabalho é um conceito complexo que tem seu significado dependente da sociedade em que ele está emergido e do tempo. Daniellou (2004) tentou caracteriza-lo explicando que o trabalhador tenta encaixar, ligar, relacionar o extrínseco do trabalho (materiais, regras organizacionais, políticas econômicas, ferramentas, clientes, etc.) tendo como base o seu intrínseco (experiência, saberes, valores, projetos, desejos, etc.). Em suas próprias palavras:

Em suas atividades, os homens e mulheres, no trabalho, tecem. A trama seriam os fios que os ligam a um processo técnico, a propriedades de matéria, a ferramentas ou a clientes, a políticas econômicas – eventualmente elaboradas em outro continente – a regras formais, ao controle de outras pessoas... No caso da urdidura, ei-la ligada à sua própria história, a seu corpo que aprende e envelhece; a uma multidão de experiências de trabalho e de vida; a diversos grupos sociais que lhes oferecem saberes, valores, regras com os quais compõem dia após dia; aos próximos também, fontes de energia e de preocupações; a projetos, desejos, angústias, sonhos... (DANIELLOU, 2004).

O resultado desse tecido é duplo. Um resultado em forma de produção do bem ou serviço que contribui com a existência de uma organização, e um resultado que volta para o próprio trabalhador em forma de novas experiências, transformações do corpo e dos saberes, que manifestará influencia na vida do trabalhador em todos seus espectros (DANIELLOU, 2004; KEYSER, 1991).

Ferreira (2016) lista três dimensões do trabalho que um pesquisador deve conhecer para analisa-lo. A primeira é um conceito bem conhecido na ergonomia e tratado por Hubalt (2004) no tópico anterior: a diferença entre o Trabalho Prescrito e Trabalho Real. O trabalho prescrito é aquele que é imposto a alguém. Ele possui duas características: uma indicação do que deve ser seguido (procedimentos operacionais) e ter alguém que o faça. O trabalho prescrito também é chamado de tarefa, e essa tarefa não produz nada. Quem produz é a atividade, que também pode ser chamada de Trabalho Real (FERREIRA, 2016).

A atividade realizada por cada trabalhador é diferente, pois as pessoas são diferentes, com bagagens físicas, psíquicas, intelectuais, cognitivas, emotivas diferentes. A realização do trabalho é feita pela atividade. Além das pessoas serem diferentes, cada situação é única, e a atividade responde à cada situação, inclusive aos imprevistos. A atividade mobiliza as potencialidades do indivíduo, estimulando algumas e reprimindo outras. Assim, não há atividade que seja exclusivamente física ou mental. O trabalho prescrito e o real são, logo, distintos, porém relacionados, pois a prescrição é de natureza diferente de sua observância, explicou Ferreira (2016). Portanto, por mais que os projetistas dos postos de trabalho tentam atenuar a distância entre o trabalho prescrito e o trabalho efetivamente realizado, sempre haverá a necessidade de intervenção do operador para regular as disfunções, panes, incidentes, acidentes e as paradas inesperadas que ocorrem nos sistemas produtivos devido às falhas prescritivas (FERREIRA FILHO; GONTIJO, 2013).

A segunda dimensão do trabalho é o tipo de emprego e o salário. Ambos fatores modificam a atividade. Dessa forma, a autora explica que sempre há o lado social, das relações de subordinação e de concorrência e da remuneração do emprego que, se não são levados em conta, o ergonomista entenderá somente parcialmente o trabalho (FERREIRA, 2016).

E, por fim, a última dimensão referente a diferença entre trabalho concreto e trabalho abstrato, definida por Marx (2015) e anteriormente nesta tese discutida por Engestrom (2016). Ferreira (2016) chama atenção no contraste do olhar e do discurso sobre o trabalho entre empregado e empregador. Enquanto o primeiro se importa com o trabalho concreto, seu processo de trabalho e suas particularidades, a organização só se preocupa com o processo de produção de valor e lucros - trabalho abstrato. Considerando essas três dimensões, Ferreira (2016) acredita que o ergonomista terá todo o respaldo para entender os conflitos e contradições encontradas nas situações de trabalho analisadas.

3.2.4 Variabilidades

A descontinuidade no trabalho, que gera a diferença entre o trabalho prescrito e o real, entre a atividade e a tarefa, aparece da variabilidade associada àquilo que não foi previsto, ao imponderável e às variações normais e manifestações incidentais das situações produtivas. Essas variabilidades podem ser decorrentes da:

- a) *característica do trabalhador*, ressaltando a noção de variabilidade intraindividual referente as alterações que o indivíduo sofre ao longo do tempo e a noção de

variabilidade interindividual associada às diferenças biocognitivas e às histórias de vida de cada um. Leva-se em conta os aspectos físicos, psíquicos e cognitivos dos indivíduos, a experiência como história das representações mentais, o envelhecimento como história biológica e outras intrinsecamente ligadas à história do trabalho;

- b) *organização do trabalho*, onde destaca-se a variabilidade dos equipamentos/materiais e dos procedimentos. As variabilidades normais são características intrínsecas do processo, podendo ser do tipo sazonal ou periódica, e as variabilidades incidentais são os eventos aleatórios e desconhecidos (ABRAHÃO, 2000; GUÉRIN *et al.*, 2005; FERREIRA FILHO; GONTIJO, 2013).

Todo indivíduo carrega em si seu capital genético, resgatando sua história, seu modo de viver, seus costumes e aprendizados. Esta soma de fatores influencia a forma como estes indivíduos lidam com as situações de trabalho com as quais são deparados. Por sua vez, as situações variam, pois cada uma é singular, sendo caracterizadas pelas diferenças individuais que são confrontadas aos mesmos objetivos e meios de trabalho. Assim, elas se apresentam como situações distintas, dependendo das experiências, história e formação de cada ator (ABRAHÃO, 2000). Logo, há uma troca: o indivíduo transforma a situação de acordo com sua bagagem de vida, enquanto ele próprio se transforma a partir das demandas das situações.

A resposta dos operadores a estas variabilidades era vista de maneira negativa, como um distanciamento do trabalho prescrito e, portanto, como um risco à qualidade da produção. Todavia, atualmente, com o respaldo da psicologia cognitiva, entende-se este afastamento como uma gestão das variabilidades (ABRAHÃO, 2000), ou seja, o operador constitui a todo momento, o problema que ele tem a resolver (WISNER, 2004). Esta construção se debruça nas variações da máquina, do ambiente, da matéria-prima, das relações sociotécnicas e nas competências do próprio operador. A competência está relacionada à sua capacidade de regulação, isto é, de gerir a variabilidade de acordo com o contexto. Quanto maior for a variabilidade das situações, menor a chance de antecipação, demandando assim, maior competência dos trabalhadores para a transição de um procedimento prescrito à uma ação situada. Portanto, essa competência redefine a atividade, reformulando situações anteriores, utilizando para isto recursos do próprio contexto como a competência de outros trabalhadores, a elaboração de novos parâmetros para esta atividade ou até o resgate de uma estratégia operatória antiga (ABRAHÃO, 2000).

Sob este ponto de vista, a atividade atua como um agente integrador desta multiplicidade de fatores no processo de trabalho (GUÉRIN *et al.*, 2005). Portanto, ao

considerar as variabilidades, busca-se um equilíbrio entre as características dos sujeitos e o seu ambiente de trabalho visando obter os resultados esperados pela produção, dentro das melhores condições possíveis (ABRAHÃO, 2000).

3.2.5 Regulação, modos operatórios e carga de trabalho

Faverge (1966) destacava já nos primeiros estudos ergonômicos sobre a riqueza das atividades humanas na confrontação com a complexidade das situações reais de trabalho advindas das variabilidades. O autor examinava o processo de regulação praticado por operadores de máquinas e seus equipamentos na tentativa de se relacionar com as demandas concorrentes e contrárias que se apresentavam na realidade, com o propósito de cumprir sua atividade em um nível satisfatório, tanto para si quanto para a organização.

Tal autor entendeu como regulação o que o operador, ou um grupo de operadores, incidia sobre o processo (em termos de quantidade e tempo) para entregar os produtos fabricados dentro das normas de produção e dos tempos estabelecidos. Mas também verificou que atividades de regulação, embora permanentes, são sempre insuficientes, pesadas e subjetivamente custosas para sua saúde.

Sob esse aspecto é importante considerar que as normas são socialmente construídas, efetuando-se em um campo de controvérsias e debates. Ao mesmo tempo que o homem se submete às exigências do meio que vive, refere-o em relação a si mesmo, se colocando como ativo produtor de normas. O humano procura realizar sua natureza em expansão, mesmo enfrentando os riscos que isto comporta a conservação de sua saúde (CHRISTO *et al.*, 2018).

Traçando uma linha histórica sobre o avanço do conceito de regulação, sua concepção na ergonomia teve início com base no cognitivismo, influenciado na teoria matemática da informação, passando a reconhecer depois que o trabalho envolve sempre pensamento, representações e estratégias, visando à regulação de processos complexos entre homem e máquina. Com o tempo foi então incorporado a dimensão coletiva, passando a falar em homens e máquinas (CHRISTO *et al.*, 2018).

A atividade de trabalho é então permeada por variabilidades e constrangimentos temporais impostos pelas normas de produção (cadência de produção), limitações temporais (prazos), surgimento de eventos não-controlados e cooperações entre outros colegas (GUÉRIN *et al.*, 2005; FERREIRA FILHO; GONTIJO, 2013). O homem pratica, assim, técnicas de

regulação na tentativa de manter uma dinâmica continuada e estável de seus processos produtivos, buscando modos operatórios que sejam menos desfavoráveis para sua saúde.

O modo operatório é um termo próprio da ergonomia que visa caracterizar as diferentes maneiras de se executar uma mesma tarefa. A escolha pelo sujeito de um modo operatório específico deriva das possibilidades de regulação, atuando sobre os meios e/ou objetivos da tarefa. Essa escolha é uma manifestação de sua inteligência, pois os modos operatórios são, para Abrahão (2000) e Ferreira Filho e Gontijo (2013), estratégias individuais e coletivas com a hierarquia e seus pares para suprir as lacunas da prescrição.

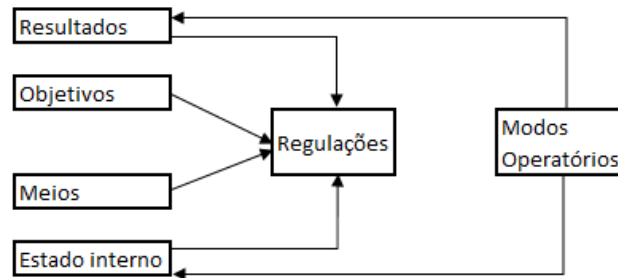
Para entender como esses modos operatórios são construídos, Guérin *et al.* (2005) organizam as atividades humanas em função de diferentes objetivos: objetivos gerais fixados pela empresa, objetivos intermediários fixados pelo operador para atingir os primeiros e objetivos pessoais. De acordo com a situação, a margem de manobra disponível aos operadores para atingirem tais objetivos é mais ou menos ampla. São observadas tentativas dos sujeitos em antecipar eventos, de modo a planejar o desenvolvimento posterior de sua atividade. Esse planejamento é reconsiderado a partir de cada evento que emerge nas situações. Para cumprir os objetivos, o operador avalia os meios disponíveis e seu próprio estado, elaborando seus modos operatórios e sempre ponderando os mecanismos de exploração perceptiva, de processamento da informação e a atividade muscular de maneira sincronizada. Conforme sua própria experiência, uma dada situação mobilizará saberes mais ou menos amplos e cada situação vivida contribuirá na alimentação de sua experiência (GUÉRIN *et al.*, 2005).

Os modos operatórios adotados pelos operadores são, portanto, o resultado de um compromisso que considera os objetivos exigidos, os meios de trabalho, as informações de que dispõe sobre os resultados produzidos e o seu estado interno (GUÉRIN *et al.*, 2005). A Figura 3.5 mostra uma situação onde os modos operatórios adotados por um indivíduo permitem regulações dos resultados produzidos e do estado interno do próprio operador, atingindo os objetivos almejados com os meios disponíveis. Um modo operatório degradado é caracterizado por uma situação onde o sujeito não consegue atuar sobre os objetivos e os meios de produção. Dessa maneira, o seu estado interno passa a ser desconsiderado, caracterizando a ausência de mecanismos de regulação.

A noção de carga de trabalho pode ser entendida a partir da compreensão da margem de manobra disponível a um operador num dado momento para elaborar seus modos operatórios. Uma carga de trabalho moderada corresponde a uma situação em que é possível elaborar modos operatórios que satisfaçam a tarefa e contribuem positivamente para a saúde e

em que é possível alternar as maneiras de trabalhar. O aumento da carga de trabalho se traduz por uma diminuição do número de modos operatórios possíveis. Em casos extremos, um só modo operatório é possível ou até mesmo nenhum. Quando esse é nulo o objetivo nunca poderá ser atingido (GUÉRIN *et al.*, 2005).

Figura 3.5 - Relação entre modos operatórios, regulações e resultados, objetivos, meios da atividade e estado interno do trabalhador



Fonte: Guérin *et al.* (2005)

Abrahão (2000) e Abrahão *et al.* (2009) acrescentam que o grau de carga de trabalho sentida pelo operador varia em função também de sua própria competência e experiência. Quanto mais experiente o operador é, maiores as possibilidades de organização de sua atividade, reduzindo assim a carga de trabalho sentida.

Para melhor compreensão de como se constituem o conhecimento e competências no trabalho, como são elaboradas as estratégias operatórias e como se dá a colaboração em um trabalho coletivo, próximo tópico aborda um segmento da ergonomia da atividade voltada para as questões cognitivas do trabalhador, a ergonomia cognitiva.

3.3 ERGONOMIA COGNITIVA

Como já mencionado, a ergonomia responde aos problemas que são colocados. Se no começo ela teve como antecessores a antropometria, fisiologia, engenharia e a psicologia, atualmente se discorre um desaparecimento do corpo dos trabalhadores em suas análises e um favorecimento das questões relacionadas a psicologia. Wisner (2004) justifica essa mudança pelos questionamentos advindos de uma diversidade de comportamentos reais em situações de trabalho e da necessidade de se considerar a linguagem.

Os comportamentos reais são diversos, pois mesmo em ambientes técnicos que mais induzem ações, como as linhas de montagem, é possível observar condutas diversas entre os trabalhadores, e em um mesmo operador. Isso se deve aos diferentes graus de aprendizagem, hora de jornada, estado de saúde e estado físico ou mental (WISNER, 2004; ABRAHÃO *et al.*,

2009). Essas variações entre os operadores são compartilhadas em um trabalho coletivo, ou seja, existe uma cognição compartilhada coletivamente. Logo, analisar o trabalho, que a princípio seguia as linhas de pesquisas experimentais como o cognitivismo, começou a se estender para áreas como a sociolinguística, interessando-se na comunicação e como o sentido da situação é compartilhado entre os interlocutores (MATURANA, 2001; WISNER, 2004; ENGESTROM, 2013).

Quando se estuda a comunicação de várias pessoas com diferentes representações da realidade, compreende-se os desentendimentos que surgem no trabalho (WISNER, 2004). As verbalizações das experiências dos trabalhadores são complementares às análises funcionais. Verbalizações espontâneas, trocas verbais entre os membros das equipes constroem um conhecimento de como o trabalho coletivo ocorre durante sua execução e a maneira original de como a equipe reconstrói coletivamente a realidade (KEYSER, 1991).

A ergonomia cognitiva reúne esses conceitos e surge com o objetivo de analisar os aspectos cognitivos e de conduta na relação entre o homem e o trabalho, mediado pela utilização de artefato. Seu estudo é referente a cognição de maneira situada e finalística, ou seja, contextualizada nos objetivos e exigências de uma tarefa respondendo a uma demanda específica. Além disso, tem a atividade como elemento central e entende-se que o conhecimento humano é criado pela ação e para a ação (ABRAHÃO *et al.*, 2009).

Dentro do domínio da Ergonomia Cognitiva coexistem pelo menos duas teorias fundamentadas em modelos de lógicas cognitivas diferenciadas, cabendo ao pesquisador distinguir quando aplica-las conforme a situação analisada. Uma primeira teoria defendida entre ergonômistas como Abrahão *et al.* (2009) e Guérin *et al.* (2005) discute a cognição no trabalho em termos de representações mentais. Essas representações podem ser comparadas às bibliotecas de situações codificadas e armazenadas na memória em forma de redes e são solicitadas e renovadas quando o operador se depara com situações similares. Enquanto uma segunda teoria, defendida por Matura e Varela (1980), Maturana (2001) e Theureau (2004), vê a cognição dos seres vivos como um sistema operacionalmente fechado chamada de organização autopoietica, mas em permanente congruência e mútua modulação com esse meio. Essa corrente não entende a cognição como uma série de representações, mas como algo mais fluido, contínuo. O agir emerge também na atividade, sendo fruto da articulação de conhecimentos e experiências individuais e coletivas e da antecipação de situações que estão na iminência de surgir resultantes da ação atual. No entanto, percebe-se como diferença entre ambas teorias que, enquanto a primeira concebe uma ideia de eventos cognitivos sutilmente

discretos, onde a representação é matéria-prima para a ação, na segunda as ações são emergentes de uma consciência pré-reflexiva, onde os saberes estão incorporados e são a matéria-prima para a ação, mas eles só passam por uma reflexão quando são verbalizados.

Nos próximos tópicos são detalhados alguns conceitos fundamentais para os estudos no âmbito da ergonomia cognitiva. É definido então o que é cognição situada e cognição compartilhada. Para entender esse último é fundamental o entendimento do que é linguagem e como ela se encontra no desenvolvimento e na vida dos seres vivos, principalmente os seres humanos. Após isso, o tema de competências é retomado, finalizando com a abordagem sobre estratégias operatórias.

3.3.1 Cognição e linguagem

A linguagem é um elemento estruturador das representações compartilhadas e responsável pela transferência do saber-fazer. No sentido amplo desse conceito, Maturana (2001) entende linguagem como um fenômeno que consiste na recursão de coordenações consensuais de comportamento, quer dizer, uma cadeia de ações executadas, aprendidas e geridas pelos seres humanos em interação com outros seres e artefatos, que provocam outras ações coordenadas e assim por diante. Os comportamentos consensuais pertencem ao domínio das condutas aprendidas, que passaram por uma reflexão, ou seja, não instintivas.

As coordenações consensuais de comportamentos resultam da convivência das transformações dos participantes. Para poder dizer que há recursão é preciso poder fazer, então, uma referência histórica de convivência. Uma história de interações recorrentes de mudanças estruturais mútuas entre o meio e o ser vivo, e o ser vivo e o meio dura necessariamente enquanto houver interações e enquanto existir duas condições: a organização do ser vivo e a correspondência com o meio (MATURANA, 2001).

Maturana (2001) chama de estrutura os componentes e suas relações constituintes de uma unidade particular, a de um ser vivo, por exemplo. A organização é uma invariante e define a identidade de classe de uma unidade composta ou de um sistema. Logo, no momento em que há mudança estrutural em uma organização que não se conserva, muda-se a identidade de classe e o sistema passa a ser outra coisa. Assim, a morte é a perda da organização autopoietica ou, também, a perda da organização própria da vida.

Sendo a estrutura variável, pode haver mudanças estruturais com conservação ou sem conservação de organização. O que acontece com o ser vivo desde sua concepção até sua morte são mudanças estruturais com conservação de organização. Essas mudanças são encadeadas por perturbações do meio e é a estrutura que determina quais configurações estruturais admite no encontro com o meio. Dessa maneira, é a estrutura do órgão sensorial que determina o que admite como perturbação (MATURANA, 2001).

Ao estar em um domínio de perturbações, Maturana (2001) utiliza a palavra adaptação. Organização e adaptação são invariantes. Se se rompe a correspondência com o meio, rompe-se a relação de adaptação, e o organismo morre. A adaptação é tal que cada ser vivo transcorre pela vida em congruência com o meio e na medida em que existem essas interações, organismos e meio foram mudando juntos. E o meio significa quaisquer outras entidades, não só o ambiente.

Enquanto as interações recorrentes ocorrerem, o observador poderá dizer o que vê como resultado da história destas interações. Para o observador o que acontece no interior de cada um desses seres vivos é sua filosofia, e o que acontece nas interações com o meio é sua conduta ou comportamento. Nada externo a um sistema vivo pode especificar nele ou nela o que lhe ocorre (MATURANA, 2001).

Na história de co-deriva, surge a linguagem. Como condição inevitável, ser vivo e meio mudam de uma maneira congruente, contingente com a história de interações recorrentes. Um observador vê isto como a expansão de um domínio de coordenações consensuais de comportamentos, pois vê a conduta como o que acontece nas interações do ser vivo com o meio. Ambos mudam sua estrutura, de modo que suas condutas são distintas, com respeito a uma condição inicial da história (MATURANA, 2001).

Logo, para acontecer a linguagem, se requer somente interações recorrentes e uma diversidade interna suficiente, de modo que a diversidade de estado das entidades em interação possam ser comparáveis às circunstâncias de coordenações de conduta nas quais se encontram. Ao decorrer da evolução da espécie humana, a linguagem surge como consequência do compartilhar, da colaboração, da criação e da vida em grupos (MATURANA, 2001).

Portanto, a linguagem é uma dimensão maior do que somente as verbalizações, mas é o fluir na recursão das coordenações consensuais de comportamento. Maturana (2001) deduz que não havia objetos antes da linguagem, porque entende que a existência é trazida pelo observador. A reflexão não pode acontecer fora da linguagem, porque sem a linguagem não

existe um espaço operacional que permita a distinção do dentro e do fora, que permita a operação “reflexão”. A experiência acontece, o indivíduo se encontra nela e se encontra na linguagem, e em seguida explica o que faz.

Para o autor, a explicação, que sempre se dá na linguagem, é uma operação distinta da experiência que se quer explicar. A explicação é, então, uma reformulação da experiência que se explica com elementos da experiência. Ou seja, as explicações são reformulações da experiência e precisam ser aceitas por um observador. A validade do explicar não depende de quem explica, mas sim do outro que interage. Isso quer dizer que há muitos “explicares” diferentes. Como um ser humano não consegue distinguir entre ilusão e percepção, então também não existe uma pessoa com acesso privilegiado à realidade no explicar. Desse modo, qualquer afirmação é válida no contexto das coerências que a constituem como válida. Como Lazarte (1996, p. 95) afirmou: “O comportamento humano acessível à compreensão resulta delimitado pelo universo valorativo do investigador. Não posso compreender aquilo que, a partir dos meus pontos de vista, carece de sentido”.

Cada ator dispõe de uma realidade diferente do outro, mas juntos o coletivo cria uma realidade em comum sob conflitos e contradições. A realidade é um fluxo ininterrupto de acontecimentos e processos, tanto internos como externos aos indivíduos, que acontece simultânea e sucessivamente, necessitando, em si, de significado (LAZARTE, 1996). Nesse compartilhar de realidades, compartilham-se conhecimentos e experiências, que contribuem com o enriquecimento das competências em grupo.

Sabendo como o conhecimento e experiências são compartilhados, próximo tópico abordará os conceitos de competências e de estratégias operatórias.

3.3.2 Competências para a ação e estratégias operatórias

Abrahão *et al.* (2009) entendem que as competências estão ligadas às potencialidades de um sujeito para realizar uma ação em determinado momento de uma situação, operacionalizando os conhecimentos, habilidades e experiências na forma de ações. As competências não são gerais, mas específicas, pois são construídas e desenvolvidas com o objetivo de executar uma tarefa determinada. Além disso, são aprendidas no decorrer da atividade e são de natureza abstrata e hipotética, uma vez que só o resultado de sua utilização pode ser observado. É por meio dessas competências que o usuário é capaz de realizar suas

tarefas e de antecipar possíveis erros, disfunções e aprimorar o seu procedimento na situação (LEPLAT, 1991; TERSAC; MAGGI, 2004)

Como um elemento inerente a qualquer pessoa (ABRAHÃO; SILVINO; SARMET, 2005), quem vai contribuir para que a competência esteja ajustada ao trabalho a ser feito são as condições oferecidas ao sujeito para executá-la. Desse modo, se faz necessário entender como o operador compreende o contexto de trabalho, como ele seleciona os aspectos pertinentes, como articulam seus conhecimentos para interpretar e agir na situação (ABRAHÃO *et al.*, 2009). Para os autores que acreditam nas representações mentais, o conceito de representações para a ação auxilia evidenciar esses elementos.

A combinação de conhecimentos da memória de trabalho dá forma às representações e permite que um operador compreenda a situação de trabalho na qual está inserido e elabora estratégias de ação possíveis. Essas representações são elaboradas sempre visando as antecipações de ações futuras (ABRAHÃO *et al.*, 2009).

Para os autores que não abordam a representação mental como organização cognitiva (MATURANA, 2001; THEUREAU, 2004) o esquema do signo tetrádico resolve a questão de tomadas de ação e são descritas no tópico 3.4 sobre Análise do Trabalho. No lugar das representações mentais, os termos de *representamen*, que seria a percepção do sujeito, e de instância de referencial substituem essas redes de regras, conhecimentos, experiências que são estabelecidas no sujeito e no coletivo.

Com o propósito de organizar suas competências para responder às exigências da tarefa e aos seus limites pessoais, a estratégia operatória é um processo de regulação construído pelo trabalhador, que envolve os processos cognitivos resultando os modos operatórios (ABRAHÃO *et al.*, 2009), como visto anteriormente.

Quanto mais experiente for uma pessoa em determinada atividade, mais provável dessa pessoa automatizar algumas partes de sua tarefa. Automatizar significa se desligar de uma situação de controle, na qual demanda muita atenção no que se está executando. Nessa economia de atenção e esforços, o sujeito consegue realizar diferentes tarefas simultaneamente durante determinado período (ABRAHÃO *et al.*, 2009). Por outro lado, às vezes, tarefas feitas simultaneamente concorrem pelos mesmos sentidos perceptivos e pelo mesmo tipo de raciocínio, comprometendo a capacidade de processamento. Outras vezes, estímulos ostensivos, mas não pertinentes, desviam a atenção do operador. Portanto, reconhecer esses fenômenos é importante para projetar situações de trabalhos que propicie ao operador focar sua

atenção para estímulos ou contextos específicos, filtrando as informações irrelevantes para a execução de determinada tarefa (ABRAHÃO *et al.*, 2009).

Atualmente, automatiza-se o que é possível e, ao trabalhador, é entregue a responsabilidade de gerenciar o que não pode ainda ser automatizado, como exemplificado nas situações de pane. Sem embargo, as informações processadas automaticamente podem, em determinadas situações, fazer falta na construção das representações do estado do processo, principalmente em situações de urgência (ROCHA, LIMA, 2018).

Uma vez explanada a visão geral dos objetivos e pressupostos considerados pela ergonomia do trabalho e pela ergonomia cognitiva, próximo passo é tratar como analisar o trabalho, pondo em prática essas teorias. No tópico seguinte é discutido então a análise do trabalho, em especial o método desenvolvido pelo Curso da Ação.

3.4 ANÁLISE DO TRABALHO: TEORIA DO CURSO DA AÇÃO

Segundo Christo *et al.* (2018), Taylor foi o pioneiro no desenvolvimento do que viria a ser uma ciência do trabalho, ainda que ao seu modo e com abordagens questionáveis. Sua teoria foi muito criticada por vários autores europeus (MONTMOLLIN; PASTRÉ, 1984; OMBREDANE; FAVERGE, 1955), que começaram a construir propostas de análise do trabalho diferente das práticas tayloristas.

Theureau (1995) criticou a abordagem taylorista no sentido da sua limitação ao dispositivo motor, à energia mecânica, ignorando a percepção, o pensamento e a fala do operador. Tais fatores só foram incorporados por outro paradigma instaurado nos anos 1960 a partir do lançamento do livro “Análise do Trabalho” por Ombredane e Faverge (1955), definindo como objeto teórico as comunicações, entendidas como a troca de informações entre o homem e a máquina.

Entretanto, Wisner (2004) aponta que o pioneiro da análise do trabalho foi Pacaud em seu estudo sobre os carteiros de registro da *Société Nationale des Chemins de fer Français* (SNCF), onde mostrou que todas as atividades têm variabilidades e não acontecem em uma ordem pré-estabelecida. Mostrou também que as atividades se cruzam e algumas são abandonadas temporariamente, em prol de outras mais urgentes e imperativas.

Os dados considerados relevantes por esta linhagem de análise do trabalho deixaram de ser àqueles desenvolvidos por Taylor, “tempos e movimentos”, destacando os

relativos à busca de informação por parte do operador, a suas ações sobre o sistema. Assim, adota-se como método um estudo *a priori*, informal, baseado em observações e entrevistas com os operadores e seus chefes, categorizando diferentes situações encontradas (CHRISTO *et al.*, 2018).

Essa abordagem contribuiu para a mudança de paradigma e a introdução da disciplina ergonomia (MURREL, 1965), como já mencionada anteriormente, durante a II Guerra diante da iminência de desenvolver novas tecnologias para a melhoria da operação de pilotos de caça aérea. O novo paradigma instituído passou a visar o estudo do coletivo de trabalho, no lugar do trabalho isolado, mobilizando sua colaboração tanto na “coleta” quanto na interpretação das análises produzidas. Dessa maneira, questões relativas às percepções e falas no curso da atividade e às comunicações e interações com as máquinas começaram a ser incorporadas nos estudos do trabalho, minando a ideia da obediência estritamente aos procedimentos prescritos pelas organizações (CHISTRO *et al.*, 2018).

Sob o novo olhar sobre o trabalho e com o propósito de compreendê-lo para transformá-lo, e assim adaptá-lo ao trabalhador foi que pesquisadores (FERREIRA, 1993; GUÉRIN *et al.*, 2005; THEUREAU, 2004) seguiram desenvolvendo e aprimorando métodos de Análise do Trabalho¹⁴, incorporando outros conhecimentos científicos sobre psicologia, antropologia, fisiologia e assim por diante.

A análise do trabalho é um conjunto de métodos destinados a examinar a complexidade do ofício sem pôr a prova um modelo *a priori*. É utilizada para responder problemas determinados e direcionada para a proposição de soluções operatórias, de forma que essas soluções atendam o maior número de trabalhadores possíveis (WISNER, 2004).

Theureau e Pinsky, depois de tomarem conhecimento da psicologia e da etnologia com relação a cognição situada, descreveram e identificaram a análise do trabalho, analogamente a abordagem etnológica, permitindo analisar como os operadores constroem e resolvem os problemas em situações laborais (WISNER, 2004; CHRISTO *et al.*, 2018). No início do seu desenvolvimento, as observações eram somente realizadas aos comportamentos perceptivo-motores e não às comunicações. Isso mudou quando a palavra foi considerada como um comportamento repleto de sentido. Apareceu então a auto-confrontação com o propósito de

¹⁴ Existem diferentes formas de analisar ergonomicamente o trabalho. São exemplos de análises do trabalho a Análise Coletiva do Trabalho, desenvolvida por Ferreira (1993); a Análise Ergonômica do Trabalho, bem explicado por Guérin *et al.* (2005); e, o Curso da Ação (Theureau, 2004).

buscar o sentido e os problemas do trabalho, através da expressão do inconsciente cognitivo (KEYSER, 1991; WISNER, 2004).

Neste sentido, muitas abordagens da análise do trabalho consideram os comportamentos de linguagem sem a intervenção de outras abordagens comportamentais. A linguagem é observada nas conversas entre os atores em situação real de trabalho que são consideradas. Mas existem outros autores que não concordam somente com a linguagem como estudo e insistem que os gestos e as ações são importantes para uma compreensão completa do trabalho (THEREAU, 1992).

Logo, o que é central para a análise do trabalho é o estudo da interação entre os operadores e o sistema de trabalho através de suas atividades, em todas as suas formas: física, mental, comunicacional, etc. Analisando as atividades e considerando ao mesmo tempo as características dos atores observados e os elementos do ambiente de trabalho apresentados e percebidos por eles, as causas do desempenho degradado podem ser descobertas e as modificações necessárias podem ser formuladas. Outras questões importantes para a análise ergonômica do trabalho são a semântica da situação e a dimensão histórica do curso de ação dos operadores (THEUREAU, 1992)

Como mencionado anteriormente sobre diferentes teorias que coexistem na ergonomia sobre a cognição, Wisner (2004) define duas correntes majoritárias e dialéticas de especialistas da análise do trabalho francófona que as seguem. A primeira é referente ao Curso da Ação, cujo principal pesquisador é o Theureau com fundamentos na teoria da autopoiese (MATURANA, VARELA; 1980; MATURANA; VARELA, 2001; MATURANA, 2001). Nessa corrente, o sequenciamento do Curso da Ação do operador é o que importa, além das negociações entre os parceiros. A linguagem, neste caso, tem lugar central no estudo, pois é nela que vai estar a explicação de sua experiência e o operador poderá refletir sobre sua ação, verbalizando o que lhe perturbou no meio e quais conhecimentos ele utilizou para a tomada de decisão (Matura, 2001).

Na segunda corrente de estudo (LEPLAT, 2004; Keyser, 1991), a análise da atividade explora o Curso da Ação, mas sob a teoria das representações mentais, que Wisner (2004) chama de camada subjacente a cognição. Nessa teoria acredita-se que as representações são construídas ao longo do Curso da Ação e das comunicações com os parceiros e, a partir delas, o homem toma decisões. Ou seja, a representação antecede a ação de maneira consciente.

Esta tese será conduzida através da primeira corrente de estudo, o Curso da Ação. Essa escolha é justificada pela natureza dinâmica do processo de colheita que envolve a todo tempo, mudanças de variáveis e tomadas de decisão. Por esse carácter constantemente transitório, entende-se que a teoria do Curso da Ação pode contribuir para a compreensão de como o operador efetivamente percebe a situação, o que para ele é relevante e quais perturbações do meio ele admite. Ou seja, quais variáveis são levadas em conta na tomada da ação. O conceito de consciência pré-reflexiva impregnada nessa teoria, onde o tempo todo é considerado aquilo que o operador sabe até o momento da ação e a importância de seu acoplamento estrutural com o meio é fundamental para entender suas estratégias operatórias.

A teoria do Curso da ação entende que ninguém age numa situação aqui e agora somente pensando nela, mas o sujeito sempre está pensando na outra que está por vir e isso não é consciente. Isso é uma consciência pré-reflexiva. A ação não é fruto de uma reflexão e portanto, de uma representação. Depois quando o operador verbaliza, narra, esse discurso, que está na linguagem, se torna fruto então de uma reflexão.

Dessa maneira, no próximo tópico detalha o método de análise do trabalho desenvolvido pela teoria do Curso da Ação.

3.4.1 Curso da Ação

A teoria do Curso da Ação é um método científico desenvolvido por Jacques Theureau que analisa a atividade prática, através do objeto teórico “Curso da Ação”. Nesta tese, a prática estudada é o trabalho. Pretende-se nessa análise responder questões clássicas que se referem a significação para o ator sobre seu trabalho, os raciocínios realizados nele, a planificação da ação, e a constituição e transmissão do saber-fazer (THEUREAU, 2014). Para obtenção dessas respostas, o estudo da prática em seu contexto social é fundamental.

Essa visão de trabalho está de acordo com a visão defendida por diversos autores (DANIELLOU; LAVIELLE; TEIGER, 1989; FERREIRA, 2016) que argumentaram que a atividade é mais que comportamentos físicos, sendo uma mobilização das capacidades físicas, cognitivas e emocionais do trabalhador para conseguir lidar com as situações.

O método aqui discutido faz parte de uma disciplina ampla chamada Antropologia Cognitiva Situada. Essa disciplina estuda os domínios cognitivos e consensuais dos atores em situação natural. Diz respeito ao homem inserido numa situação e numa cultura

e à cognição em situação natural. Ela também se interessa pela comunicação, especialmente a linguística (THEUREAU, 2014). Nessa disciplina, o operador não aparece como o executante do trabalho prescrito, mas como o criador permanente da própria atividade, que depende daquilo que ele compreende da própria situação (WISNER, 1995).

Contrapondo-se com teorias ligadas ao cognitivismo, que tem o homem como sistema de tratamento de informação em problemas e contextos pré-definidos, a teoria do Curso da Ação emerge de pesquisas que tem como fundamento a enação¹⁵ (THEUREAU, 2004, 2014), segundo a qual a ação emerge em situação impregnada de saber (VARELA, THOMPSON; ROSCH, 1991), ou seja, os atores possuem a propriedade particular de agir e de explicar, justificar e racionalizar as suas ações (THEUREAU, 2014). Seus recursos cognitivos englobam o conhecimento e sua operacionalização, orientada por ações intencionais, autônomas e adaptativas. Pesquisar o trabalho à luz do Curso da Ação é centrar a cognição humana na enação, o que significa que no contexto da decisão não há regras definidas. Portanto, o ator possui autonomia na realização da ação cognitiva. O significado do mundo emerge e não é construído como no cognitivismo, *a priori* (THEUREAU, 2014).

O Curso da Ação aborda também a cognição de modo coerente com a autopoiese¹⁶ (MATURANA; VARELA, 1980), que aborda o domínio cognitivo de cada indivíduo constituído da articulação entre as interações com o meio ambiente e com seus semelhantes e o discurso privado que lhes é associado. A cognição de cada indivíduo é, desse modo, um sistema autônomo, que se autorregula, de autoprodução e em interação com as perturbações do meio (MATURANA, 2001; THEUREAU, 2014). A autonomia e a identidade dos seres vivos são uma questão central nessa teoria (MATURANA, 2001).

A hipótese da autopoiese assume, então, que um sistema vivo é necessariamente autopoietico, isso quer dizer que ele é organizado como uma rede de processos de produção de elementos que renovam ininterruptamente por suas transformações e suas interações, a rede que as produziu; e, que constituem o sistema enquanto unidade concreta no espaço onde ele existe, especificando a estruturação do espaço onde ele se realiza como rede (MATURANA; VARELA, 2001). A segunda tese que a hipótese da autopoiese sustenta é a de que os sistemas

¹⁵ Enação é um termo cunhado pelos pesquisadores Humberto Maturana e Francisco Varela a partir da expressão espanhola *en acción* (em inglês, *to enact*): “a cognição não é a representação de um mundo preconcebido por uma mente preconcebida, mas sim a enação de um mundo e uma mente com base numa história de ações diversas realizadas pelo ser no mundo” (VARELA; THOMPSON; ROSCH, 1991).

¹⁶ Autopoiese, termo criado pelo pesquisador Humberto Maturana, caracteriza um processo que tem por fim se autorreproduzir e autorreparar (MATURANA; VARELA, 2001).

autônomos são caracterizados pela noção de fechamento operacional. Isso quer dizer que um sistema autopoietico interage com o externo sem perder seu fechamento e sem perder sua identidade (MATURANA, 2001). Aqui, não existe a noção de *input*, *output* e de estímulo do meio ambiente. Esses conceitos são substituídos pela noção de perturbação, definida por meio de transformações internas do sistema (THEUREAU, 2014). O sistema então sofre perturbações do meio externo e tem como isso matéria-prima para seu autodesenvolvimento.

Logo, a cognição não está na mente do ator, mas entre ele e a situação da qual fazem parte os outros atores e instrumentos. A cognição e a inteligência não são capacidades tão somente individuais, existe uma inteligência coletiva, distribuída entre os integrantes das equipes (THEUREAU, 2004).

Theureau (2004) insere esse raciocínio no campo da teoria do Curso da Ação, apontando as noções de “ação incorporada” e “consciência pré-reflexiva” como hipóteses para caracterizar a experiência vivida. O autor descreve que a atividade humana é acompanhada a todo instante de uma consciência pré-reflexiva (de uma experiência) e também do todo implícito de atividade definido a cada instante. A consciência pré-reflexiva resulta da dinâmica do encontro estrutural do ator com o seu meio ambiental e social.

Portanto a descrição de uma atividade prática não depende só do observador, que vê o comportamento dos atores, mas também, primeiramente, do uso de métodos de explicitação da consciência pré-reflexiva. A unidade de análise deve ser a interação entre o comportamento ou a representação mental (cognitivismo) com o ambiente (THEUREAU, 2004, 2012). As representações, nessa perspectiva, não determinam a ação por meio de um plano elaborado e seguido mentalmente. Ao contrário, elas estão incorporadas nos gestos e nas percepções. Não há uma separação entre pensar e agir, refletir sobre o que fazer para, em seguida, fazer. O pensamento acompanha a ação, emergindo no corpo do sujeito engajado na situação aqui e agora (SUCHMAN, 2007; THEUREAU, 2012).

Portanto, até este ponto entende-se o Curso da Ação como uma análise do trabalho inserida na disciplina da Antropologia Cognitiva Situada, tendo como objeto teórico o Curso da Ação, que é coerente com a hipótese autopoietica, que por sua vez, evoluiu do termo da enação (THEUREAU, 2014). Sua abordagem analisa a atividade humana em suas situações naturais, buscando seus aspectos culturais, cognitivos, autônomos, incorporados, situados, ao mesmo tempo individual e coletivo, tecnicamente constituída, cultivada e vivida (THEUREAU, 2012).

Theureau define o Curso da Ação como a:

atividade de um (ou muitos) ator(es) engajado(s)¹⁷ em uma situação, que é significativa para esse (ou esses) último(s), quer dizer mostrável, narrável e comentável por ele (ou eles) a todo instante mediante condições favoráveis¹⁸ (THEUREAU, 2014).

Quando o ator indica, narra e comenta sua ação, ele tem como objeto não somente o evento efetuado, mas também as ações consideradas ou previstas e seu raciocínio propriamente dito. Ele pode incluir julgamentos de sucesso *versus* insucesso, de adequação *versus* erro, tendo como objeto as ações, as comunicações, os julgamentos perceptivos, proprioceptivos ou mnemônicos e as interpretações. Quando ele narra o raciocínio, ele revela tanto o que foi feito de forma consciente, mas também os elementos “não conscientes” durante o Curso da Ação, os quais são reconstituídos por um processo de reflexão (THEUREAU, 2004).

Theureau (2014) define alguns termos usualmente utilizados ao longo da análise do Curso da Ação. “Comportamento” é a parte manifestada da atividade de um ou mais atores e “ação” ou “comunicação”, um comportamento significativo para o ator, ou seja, mostrável, narrável e comentável por esse último a todo instante. Junto com as ações e comunicações vem as “interpretações”, que fazem parte do discurso privado ou público (pensamento em voz alta), e os “sentimentos”, que correspondem as emoções significativas para o ator.

Os sentimentos, ações, comunicações e interpretações são acompanhados de julgamentos perceptivos, proprioceptivos e mnemônicos, que aparecem como unidades de percepção, propriocepção e de recordações significativas para o ator. Dessa forma, Fillipi e Theureau (1993) e Theureau (2014) definem a organização dinâmica intrínseca do Curso da Ação como uma totalidade dinâmica desses julgamentos, sentimentos, ações, comunicações e interpretações, representando uma visão interna da cognição.

Dessa organização intrínseca, surgem três restrições extrínsecas. A primeira é o estado dinâmico do ator, isto é, os aspectos antropométricos, idade e sexo e aspectos variáveis e fisiológicos. A segunda restrição diz respeito a situação dinâmica, ou seja, as tarefas prescritas e os determinantes da atividade. Por fim, a terceira é a dinâmica cultural, o referencial relativo a um Curso da Ação. Esses três itens variam segundo os atores e para um mesmo ator em função

¹⁷ O autor fala que a palavra engajamento tem caráter ativo e passivo em relação do ator com sua situação.

¹⁸ O autor acrescentou esse termo para insistir o fato de que as designações, relatos e comentários procurados para documentar o Curso da Ação somente poderiam ser obtidos em determinadas condições sociopolíticas, éticas, dialógicas e culturais, reunidas em situações naturais sem intervenção de uma pessoa formada no estudo de ação.

do tempo. Mesmo uma atividade rotineira não se repete entre os atores e para o próprio ator. O referencial de um indivíduo varia constantemente, pois depende de sua experiência, de sua ação passada, e do que lhe foi transmitido socialmente. Além disso, os próprios atores constroem através de suas ações os “constructos culturais”, lembrando o princípio da enação e da autopoiese (FILLIPI; THEUREAU, 1993; THEUREAU, 2014).

Além das restrições da organização intrínseca, também devem ser considerados os três tipos de efeitos extrínsecos: efeitos sobre os atores (exemplo fadiga e estresse); efeitos sobre a situação (eficácia, qualidade e quantidade); e, efeitos sobre o referencial (transformações da competência). Os efeitos extrínsecos em um dado momento podem se tornar restrições extrínsecas do Curso da Ação futuro (THEUREAU, 2014).

Logo, esse método analisa a organização intrínseca do Curso da Ação de um ou vários atores e de suas restrições e efeitos dinâmicos no seu estado, situação e referencial. Identificar o sentido da ação dos trabalhadores é primazia nessa teoria (descrição intrínseca). Mas, além do intrínseco, deve-se observar também as restrições e efeitos do Curso da Ação, pois esses auxiliam a gerar hipóteses explicativas sobre as tomadas de decisão dos trabalhadores (THEUREAU, 2014).

Para a coleta de dados, Theureau (2014) enfatiza que somente os dados provenientes de observações e de verbalizações do Curso da Ação devem ser considerados como dados a respeito do trabalho. Outros dados diferentes dessas fontes podem participar do conhecimento científico do trabalho, mas somente se estiverem articulados com os primeiros.

As verbalizações são registradas para o conhecimento da organização intrínseca do ator e suas significações. A interrogação para esse conhecimento não dispensa a observação do fluxo do comportamento. Essa observação deve ser conduzida sem interrupções e depois organizada em “crônicas”, favorecendo tanto o entendimento dos eventos temporais para o analista, quanto a verbalização provocada auto-confrontativa (THEUREAU, 2014).

As verbalizações provocadas são questionamentos do observador ao ator no intuito de entender o sentido do fluxo do comportamento ao longo da atividade, provocando a reflexividade e a re-evocação (re-enação) do ator. Essas verbalizações podem ser de diferentes tipos e registradas em diferentes momentos: verbalizações simultâneas ou verbalizações interruptivas durante o desenvolvimento da ação, interpretações e raciocínios; e, verbalizações em auto-confrontação, em meio de trabalho por meio da visualização dos registros dos comportamentos (THEUREAU, 2014).

Quando provocadas as manifestações orais, o observador tem que respeitar algumas condições, de forma a captar informações relevantes e sem viés para a análise (THEUREAU, 2014): interrogar de maneira que interfira minimamente o ator; questionar nas proximidades do momento e do lugar do Curso da Ação, pois verbalizações posteriores podem resultar em diferentes interpretações; enriquecer os dados coletados através da reflexividade e da reevocação das ações. Collins (1992) explica que sabemos mais do que podemos dizer, o conhecimento que podemos ter sobre o saber prático é sempre deficitário em relação ao saber realmente existente tal como se manifesta em situações reais. Logo, a autoconfrontação de suas ações, provocam no ator uma reflexividade, pois, muitas vezes, eles não são conscientes daquilo que executaram.

A articulação entre a descrição intrínseca e a descrição extrínseca, tem que ter como primazia o intrínseco. Theureau (2014) exemplifica: a evidência de um erro de raciocínio (feito extrínseco) tem pouca validade se não se conhece a geração desse erro (organização intrínseca). Esse exemplo parece ser óbvio, porém quando se toma o artigo de Rocha e Lima (2018) que analisam os erros humanos no acidente do avião Air France 447 que caiu no oceano matando 228 pessoas, percebe-se que muitos erros humanos são dados por autoridades como causa imediata do evento, e não como partida do diagnóstico do motivo pelo qual aconteceu a catástrofe, podendo ser assim útil para prevenção de outras semelhantes.

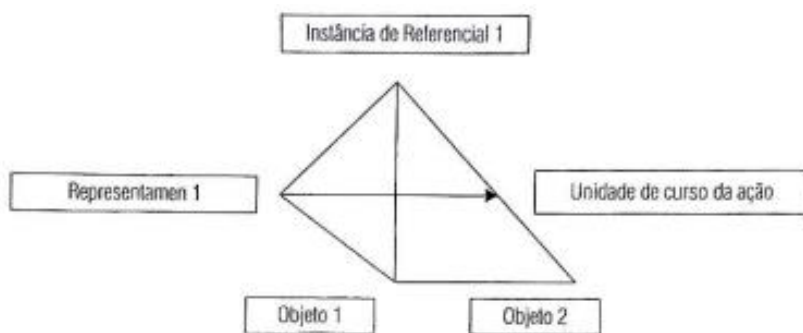
Em termos semiológicos, o Curso da Ação consiste em um encadeamento de signos tetrádicos, tríade “aberto-representâmen-instância de referencial” subjacente a toda unidade de Curso da Ação, onde cada componente significa e busca responder (SÈVE *et al.*, 2002; THEUREAU, 2014):

- a) o “aberto” representa a situação ou contexto da ação e caracteriza o campo de possibilidades aberto para o sujeito em ação, numa dinâmica sempre orientada para objetivos consecutivos. Em função do engajamento do ato com a situação, ela é transformada a cada ocasião do engendramento de cada signo tetrádico (é o engajamento do ator na “globalidade” da situação dinâmica). Esse elemento procura responder o que o ator espera, percebe ou interpreta e está relacionado à situação e ao contexto vivido;
- b) o “representâmen” é uma atualidade determinada pelo ator, é a atividade perceptiva no Curso da Ação aqui e agora (os julgamentos perceptivos, proprioceptivos e mnemônico). Encontra-se aqui, então, a percepção dos elementos da situação, ou seja,

- das perturbações significativas que emergem da situação. Esse signo pretende responder qual elemento da situação o ator está considerando;
- c) a “instância de referencial” é a implementação de tipos (sequência de regras que realiza a intermediação entre o aberto e o representâmen, advindo de toda “densidade de experiências” do ator). Essa experiência é o produto da transformação da percepção e das competências dos indivíduos (DEWEY, 2010). Esse signo responde quais conhecimentos estão sendo mobilizados e está relacionado às regras de ofício do ator;
 - d) a “unidade de Curso da Ação” é também uma atualidade determinada pelo ator, que é construída a partir do aberto graças à instancia do referencial. É o resultado dos últimos três componentes. Encontram-se aqui as ações, comunicações e sentimentos produzidos na interação dos elementos anteriores. Esse componente responde às questões: o que o ator está fazendo, o que ele sente ou o que ele pensa na situação?

A Figura 3.6 representa o signo tetrádico e a articulação entre eles. Essa representação foi inspirada nos trabalhos de C. S. Peirce e de Vygotsky, segundo os quais a cooperação social na atividade se realiza por meio de ferramentas psicológicas, os signos, que são interiorizados gradualmente no curso da construção do pensamento consciente (THEUREAU, 2014). Num primeiro momento, tem-se a tríade “aberto (objeto 1) – representâmen 1- instância de referencial 1”, resultando em uma unidade de Curso da Ação. No mesmo instante que o ator se engaja na situação no momento presente, ele antecipa, ao mesmo tempo, o que o resultado de seu engajamento aqui e agora afetará nas possibilidades de ação do instante seguinte, modificando e constituindo um novo aberto (objeto 2). Esses quatro componentes são dinâmicos, subjetivos e inseparáveis e constituem de uma linguagem para a descrição intrínseca do Curso da Ação.

Figura 3.6 - O signo tetrádico



Fonte: Theureau (2014)

O “aberto” não é somente um fator da cognição. A hipótese do signo tetrádico tem como efeito a transformação do aberto. E, por meio dessa transformação, o conjunto do

engajamento do ator na situação é transformado. É por isso que Fillipi e Theureau (1993), Marmaras e Pavard (1999) e Theureau (2014) afirmam que o contexto para o ator não é simplesmente dado, mas é constantemente construído por eles. Isso implica que os problemas “naturais” são definidos pelos atores, o que faz com que as soluções obtidas possam referir a outros problemas que não são os mesmos do início.

A diferença fundamental entre o método de análise do trabalho proposto por Theureau para os métodos que tem como fundamento as representações mentais é que o Curso da Ação, e o signo tetrádico enfatiza isso, está coerente à hipótese da autopsiase em relação aos estudos da percepção e da ação, da aprendizagem e da comunicação. Varela (1980) defende que a percepção e a ação não podem ser separadas e que aprender não é um processo de acumulação de representações do ambiente. O processo de aprendizado é contínuo de transformação do comportamento por meio de uma mudança constante na capacidade do sistema nervoso para sintetizá-lo. A memória, segundo o mesmo autor, não funciona em função de retenção de uma invariante estrutural que representa uma entidade (ideia, imagem ou símbolo), mas ela depende da capacidade funcional do sistema criar um comportamento que satisfaça as demandas recorrentes. Além disso, o ato de comunicar não se traduz em uma transferência de informações desde o expedidor até o destinatário, mas significa a modelagem mútua de um mundo comum por meio de uma ação conjugada.

3.4.2 Estudos realizados com o método do Curso da Ação

Com o objetivo de entender como a teoria do Curso da Ação está sendo utilizada pelos pesquisadores, foi feita uma busca em duas bases científicas por artigos que estivessem relacionados com o tema. Para isso, foi utilizado o método de revisão descrito no Apêndice A. Todos textos aceitos foram resumidos no Quadro B.1 do Apêndice B com seus respectivos objetivos, métodos de pesquisa e resultados. A partir desses 11 trabalhos, breves conclusões puderam ser geradas.

A primeira delas foi que o Curso da Ação ainda não é um método popular entre as análises do trabalho. Uma possível justificativa seria devido ao corpo de conhecimento robusto contido nos fundamentos do método e a forma como essa teoria é apresentada. O professor Francisco Lima, um dos editores do livro *O Curso da Ação: método elementar* de Theureau (2014), fez um alerta nesse sentido logo no início da obra. Ele comenta sobre o estilo barroco da escrita do autor e aponta que o arcabouço conceitual é extremamente completo, por

ser inspirado por Peirce e Varela e por utilizar e criar termos pouco usuais como enação, “aberto”, *representâmen*, instância de referencial, signo tetrádico e hexádicos. Acrescenta-se aqui, o nível de detalhamento sobre a ação do indivíduo estudado que Theureau descreve em seus exemplos, demandando tempo para atingir tal densidade de informação e analisa-la.

Outro aspecto que se notou, e por isso os critérios de aceitação de artigos foram amplos nas pesquisas, foi que apenas sete (LAHOUAL; FREJUS, 2013; FILLIPI; THEUREAU, 1993; MATIAS, 2015; PAIRIS, 2015; FONSECA, 2012; ANTIPOFF; FRADE, 2016; ANTIPOFF; LIMA, 2017) dos 11 artigos tiveram o Curso da Ação aplicado como método de pesquisa em estudos de casos. Os quatro restantes (ROCHA; LIMA, 2018; CHRISTO *et al.*, 2018; THEUREAU, 2000; MARMARAS; PAVARD, 1999) discutiram sobre o Curso da Ação como parte de uma revisão bibliográfica sobre métodos de análise da atividade ou de análises dentro de temas como ação situada e antropologia cognitiva.

Outra situação que se destacou foi o pouco uso do signo tetrádico. Alguns autores referenciaram o signo em algum momento da revisão bibliográfica de seus trabalhos (FONSECA, 2012; MATIAS, 2015; ANTIPOFF; FRADE, 2016; ANTIPOFF; LIMA, 2017), porém, somente Fonseca (2012) foi quem realmente utilizou dessa ferramenta para investigar as experiências do engenheiro de obras. Pode-se atribuir a isso à dificuldade ou ao nível de detalhe exacerbado do desmembramento das unidades do curso de ação em aberto, *representâmen* e instancia de referencial.

Essa pesquisa bibliográfica, por outro lado, mostrou o carácter versátil do estudo do Curso da Ação, pois, como definiu Theureau (2014) esse método analisa em primeiro a atividade prática. Logo, foram encontrados artigos que analisaram as estratégias e decisões de esportistas, o desempenho de alunos em um projeto participativo na escola, o comportamento de consumidores-produtores de energia, a inteligência prática vivida na atividade de engenheiros e pedreiros em canteiros de obra, a concepção de sistemas de suporte de coordenação na atividade de controle de tráfico urbano e a simulação de salas de controle de reatores nucleares.

Apesar das possíveis limitações e dificuldades enfrentadas pelos autores, o cognitivismo se torna *démodé* nos trabalhos que circundam o Curso da Ação, dando lugar aos conceitos de ação situada e inteligência incorporada nas análises tratadas por ele. A atividade humana é então cognitiva, autônoma, incorporada, situada dinamicamente em um mundo que

existem outros atores, individual e coletiva, tecnicamente constituída, cultivada e vivida (THEUREAU, 2000).

3.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Levando em conta as referências bibliográficas revisadas no capítulo 2, os resultados encontrados nos textos revisados, percebe-se que inter-relacionar indicadores de desempenho com variáveis de velocidade, tipo de máquina, modelo de plantio, preparo de terreno, e somente esses tipos de variáveis do sistema técnico de operação não trouxeram conclusões convergentes e passíveis de replicação. A composição e as configurações dos conjuntos de variáveis no CTT são amplas, e molda-las em pesquisas experimentais, sem considerar a situação natural e a atuação do sujeito, traz apenas cenários que retratam parcialmente a realidade. Dessa maneira, esta tese insistirá no potencial que o método do Curso da Ação tem para responder as questões de pesquisas aqui formuladas e, assim, obter conclusões fidedignas às situações naturais de trabalho.

Considerando o objetivo proposto “avaliar como as variáveis tecnocêntricas e quantitativas empregadas no cálculo da eficiência global da colhedora de cana-de-açúcar são influenciadas pela ação do operador, sob a perspectiva da ergonomia da atividade” e os objetivos específicos será feito a análise do trabalho à luz do Curso da Ação dos trabalhadores da colhedora de cana-de-açúcar. Próximo capítulo detalha como foi realizada esta pesquisa e de que modo pretende-se analisar seus dados.

4 MÉTODO DE PESQUISA

Este estudo tem abordagem qualitativa, a qual se justifica pelo interesse centrado na compreensão da lógica operacional produzida pelas atividades vividas dos operadores de colhedora de cana-de-açúcar, bem como as estratégias adotadas para ação, a partir das perspectivas e significados atribuídos para estes. Adota-se a abordagem qualitativa às pesquisas da história, das relações, das representações, das crenças, das percepções e das opiniões dos atores em relação ao modo como vivem, constroem seus artefatos e a si mesmos, sentem e pensam (MINAYO, 2010). Fraser e Gondim (2004) e Goldenberg (2007) completam essa descrição adicionando que tais estudos contribuem para a compreensão interpretativa das experiências dos sujeitos inseridas no contexto vivenciado na sua complexidade. Destarte, as descrições das situações visam compreender os sujeitos em seus próprios termos, vendo o mundo por meio da perspectiva dos estudados.

Esta pesquisa é estruturada em três fases: revisão bibliográfica; visita técnica prévia em uma usina de cana-de-açúcar para familiarização do cenário CTT; e, a análise do trabalho dos operadores de colhedora de cana-de-açúcar sob a perspectiva do método do Curso da Ação de Theureau (2004) com uso de procedimentos de coleta de dados da Triangulação (ZAPPELLINI; FEUERSCHUTTE, 2005).

A revisão bibliográfica trouxe o entendimento do estado da arte dos temas tratados nesta tese, além de contribuir com a metodologia de pesquisa. Em virtude disso, foi feita uma revisão sobre a cultura da cana-de-açúcar, de modo a entender quais são as variabilidades encontradas em um canavial e quais são as etapas de seu ciclo de vida. Uma revisão sobre a máquina colhedora de cana foi realizada com o intuito de entendimento do funcionamento de seus componentes, uma vez que a máquina é o artefato de trabalho do operador aqui analisado. Tal entendimento é fundamental para a compreensão de suas ações nas observações posteriormente feitas no campo. Mas essas ações também são influenciadas pela organização que envolve o sistema de CTT, logo um estudo sobre tal sistema foi necessário para a compreensão do contexto de trabalho do operador de colhedora. Além disso, foi feita uma análise crítica dos estudos que tratam o desempenho do CTT em termos de disponibilidade, velocidade e qualidade, indicadores considerados no OEE. Após essa análise, foram revisadas as particularidades do trabalho do operador de colhedora de cana-de-açúcar. Para finalizar a primeira parte dessa etapa, um estudo bibliométrico foi executado para identificar lacunas existentes de estudos que dizem respeito ao CTT, à atividade de trabalho e ao OEE em conjunto.

A segunda parte da revisão literária foi realizada com o intuito de direcionar o método de pesquisa. Logo, uma síntese sobre a evolução da Teoria da Atividade foi feita em vista a entender os fundamentos da Ergonomia da Atividade, tema tratado posteriormente. Seus paradigmas e linhas de pensamentos foram traçados de forma a guiar a tese para uma abordagem que analisa o trabalho de forma descontinuada entre o prescrito e o real. Após isso, uma revisão sobre a ergonomia cognitiva foi detalhada para o entendimento da importância da linguagem no estudo do trabalho, pois a partir dela pode-se entender o significado das ações dos operadores. Por fim, foi estudada a teoria do Curso da Ação, teoria que concebeu o método de igual nome, cujo significado da atividade pelo sujeito é fundamental para compreensão de como ele realiza sua atividade e tem as ações explicadas pelo encadeamento dos signos tetrádicos.

A base teórica foi estabelecida por meio da literatura e apresentada nos capítulos 2 e 3, enquanto uma base prática inicial ocorreu em uma visita técnica a uma usina paulista com o intuito de entender o funcionamento de uma frente de colheita de cana-de-açúcar e como ela está inserida no CTT. Essa usina sucroenergética está localizada na região norte do estado de São Paulo. Em 2016, a empresa moía 3.800.000 t/ano de cana, apresentava 6 frentes próprias de colheita totalmente mecanizada, contando com 20 colhedoras, 32 transbordos e 34 caminhões responsáveis pelo transporte da cana das frentes para a moenda. Informações sobre os macroprocessos do CTT foram colhidas a partir de entrevistas não estruturadas com um consultor logístico prestador de serviço dessa usina, com o líder da frente visitada, com o gerente de motomecanização, com o operador de tráfego e com operadores de colhedora e motoristas de caminhão. O gerente de motomecanização foi a principal fonte de informação, pois além de sua experiência como gestor dessa área, possuía experiência profissional em todas as subáreas dessa gestão, além de ter começado sua carreira no setor canavieiro como operador de máquina. Tal levantamento teve como resultado a elaboração do fluxograma da Figura 2.11, publicado no artigo de Freitas *et al.* (2019), no qual apresenta os macroprocessos agrícolas da monocultura da cana-de-açúcar. Os dados colhidos nessa visita somente foram utilizados nesta tese à título de conhecimento da autora sobre a dinâmica operacional do CTT.

Com bases teórica e práticas definidas, a terceira etapa da pesquisa foi a análise do trabalho do operador de colhedora de cana-de-açúcar conduzida em contextos reais de colheita mecanizada, sob a perspectiva do Curso da Ação defendido por Sève *et al.* (2002) e Theureau (2002, 2014). A coleta de dados foi feita utilizando o procedimento da triangulação de dados, técnica que combina diferentes métodos de coleta e de análise de dados, diversos

sujeitos, diferentes perspectivas teóricas e distintos momentos no tempo para consolidar suas conclusões sobre o fenômeno que está sendo investigado (ZAPPELLINI; FEUERSCHUTTE, 2015), no caso o Curso da Ação dos operadores de colhedora. Essa consolidação acontece por causa desses diferentes dados que validam e ampliam as interpretações feitas pelos pesquisadores (STAKE, 2011).

Assim, foram feitas 20 visitas nas frentes de colheita de uma usina sul-mato-grossense. Dessas 20 visitas, 17 foram feitas nas frentes de CTT; uma visita foi feita em uma ronda entre frentes de fertirrigação, adubação, plantio e colheita; e, uma nas frentes de plantio e muda.

Cada visita à usina foi realizada durante um turno específico previamente combinado com os dirigentes. Nas frentes de CTT, cada turno foi observado o Curso da Ação de um determinado operador e registradas suas verbalizações provocadas ou espontâneas e parte de suas atividades, majoritariamente, de dentro da cabine da máquina colhedora. Para entender as restrições e efeitos extrínsecos do trabalho na colhedora, diálogos realizados com os líderes e supervisores das frentes e facilitadores foram considerados. Essas conversas tiveram como temas: metas de produção, dinâmica da frente de trabalho, riscos da operação, condições do canavial, indicadores de qualidades aferidos empiricamente, níveis de perdas tolerados, relações entre manutenção e operação, motivos de parada, etc. Além disso, foram obtidos relatórios com informações sobre as características dos canaviais, da colhedora sobre as velocidade e tempos de operação e dos resultados da qualidade da cana colhida nos dias de visita. Esta etapa de pesquisa de campo durou sete meses, entre abril e novembro de 2018, excluindo o intervalo de tempo anterior dedicado às negociações entre a empresa e a pesquisadora.

Os tópicos a seguir detalham os procedimentos de coleta de dados das análises do trabalho dos operadores de colhedora, como foram selecionados os participantes no estudo e como foi realizada a análise dos dados para se chegar ao objetivo final desta tese. Além dos procedimentos metodológicos, foram inseridas nesse capítulo a caracterização da unidade estudada e a descrição da tarefa designada aos operadores nas últimas sessões.

4.1 COLETA DE DADOS NAS FRENTES DE TRABALHO DA USINA

A fase inicial desse estudo de caso consistiu na seleção do local para o desenvolvimento do estudo. Foi feito o contato com cinco usinas da região de Dourados-MS,

todas com colheita 100% mecanizada. Dentre das cinco unidades contatadas, três aceitaram o projeto de estudo, porém somente uma deu continuidade.

Foi então apresentada e aprovada a proposta de pesquisa (Figura C.1, Apêndice C) pelo coordenador da colheita mecanizada e pela chefe do setor de Recursos Humanos da empresa analisada, em fevereiro de 2018. Após isso, a pesquisadora realizou junto com um grupo de operadores recém-contratados uma integração onde foram expostas as regras, riscos, regulamentos e procedimentos de segurança organizacionais. Em seguida a integração, a pesquisa de campo foi iniciada logo quando começou a safra de 2018-2019, totalizando 20 visitas, entre os dias 19 de abril a 27 de novembro de 2018.

Para obter uma amplitude de dados e satisfazer a triangulação desses, as visitas ocorreram em diferentes dias da semana e em diferentes turnos: A (6h30 às 14h30), B (14h30 às 22h30) e C (22h30 às 6h30), sempre acompanhadas¹⁹ por um facilitador²⁰.

Para chegar até as frentes de colheita, a pesquisadora se dirigia até a sede da usina, no setor de logística, e, de lá, de acordo com a frente designada pelo facilitador, esperava a carona de um caminhão canavieiro que era alocado para determinada frente. Outras vezes, a pesquisadora pegava o ônibus que conduzia os operadores da cidade para o campo.

A duração das visitas ao CTT variou entre 2 a 9 horas, pois dependeu da disponibilidade da colhedora acompanhada. Muitas vezes as máquinas paravam no meio do turno por tempo indeterminado devido a algum problema técnico ou devido à chuva, logo, o Curso da Ação era interrompido e, conseqüentemente, a visita também. Porém, enquanto a colhedora colhia, a pesquisadora acompanhava o operador do banco do carona de dentro da cabine. Também foram realizadas observações no campo a uma distância segura das máquinas em operação.

Logo, uma das técnicas de coleta de dados foi a observação. Flick (2009) recomenda que além de observações, entrevistas e análise documental são importantes para a triangulação e validação de pesquisas etnográficas e que observações unicamente sozinhas não são suficientes para tirar conclusões sobre um objeto de estudo. Apesar desta tese não ser

¹⁹ O acordo estabelecido com o gerente agrícola era que a pesquisadora somente poderia estar nas frentes que os facilitadores estivessem por questão de segurança para ambas partes.

²⁰ A função do facilitador é ser um apoio operacional dos trabalhadores das frentes de trabalho, principalmente CTT. Além disso, eles treinam e avaliam os operadores e tratoristas, com o intuito de conhecer quais eram os pontos fracos para minimiza-los. No turno A, a pesquisadora acompanhava geralmente o facilitador A. Nos turnos B e C, era a vez do facilitador B. Ambos já trabalharam como operadores de máquina por pelo menos cinco anos e foram promovidos a atual função há pelo menos dois anos. O facilitador A foi líder de frente também.

etnográfica, ela tem em comum o interesse por buscar entender o comportamento, as crenças e o que é compartilhado dentro de um grupo social inserido em uma atividade de trabalho. Logo, pode-se considerar como pertinente a recomendação de Flick (2009).

Nesse sentido, Theureu (2004, 2014) defende que a única técnica que revela a organização implícita do sujeito na sua ação é a captação de suas verbalizações provocadas ou não-provocadas pelo pesquisador. Dessa maneira, as provocações das verbalizações foram feitas como em entrevistas não estruturadas. Entrevistas são uma técnica de abordagem qualitativa que, por meio das trocas verbais e não-verbais estabelecidas entre a interação do entrevistador com o entrevistado, permitem uma compreensão melhor dos resultados, visto que o entrevistado tem um papel ativo na construção da interpretação do pesquisador. Dessa maneira, a entrevista confere confiabilidade à pesquisa, uma vez que o pesquisador não limita suas conclusões somente nas interpretações que concebe sobre o que o entrevistado diz ou faz, ele concede a este último a oportunidade de legitimá-la. Então, o entrevistador conhece como as pessoas percebem o mundo, conhecendo suas crenças, valores e significados atribuídos a si, aos outros e ao mundo circundante (FRASER; GONDIM, 2004).

Portanto, os procedimentos de coleta de dados na análise do trabalho dos operadores de colhedora foram as seguintes:

- a) observações: como mencionado, as observações foram realizadas de dentro da cabine da colhedora em operação. O objetivo foi capturar o que era observável da atividade do operador, ou seja, seu comportamento diante dos cenários de colheita, quais funções acionava, quais informações buscava ou o perturbava, e quais interações verbais e não-verbais eram feitas com o restante da equipe;
- b) entrevistas não estruturadas: foram feitas entrevistas face a face, onde a pesquisadora e operador estavam sujeitos às influências verbais, não-verbais (pausas e silêncios, movimentos corporais, e percepção do volume e tom de voz) e às decorrentes das reações faciais do interlocutor. Essa modalidade de entrevista permitiu identificar sentimentos de tensão, indignação e felicidade ao longo das atividades observadas. Em relação a sua estrutura, as entrevistas foram não-estruturadas, dado que a pesquisadora introduzia o tema da questão e deixava o entrevistado livre para discorrer sobre o mesmo, fazendo apenas interferências pontuais. Esses temas eram referentes a dúvidas que emergiam sobre as ações dos operadores ou eram afirmações que a pesquisadora fazia para entender se o que tinha interpretado era verdadeiro. A partir do momento que os operadores faziam a autorreflexão de suas ações/sentimentos/decisões, eles

reavaliavam seus atos, buscando o que os motivavam a agir daquela maneira, o que eles perceberam e o que eles consideraram da situação;

- c) Relatórios: Para auxiliar na análise do Curso da Ação dos operadores, alguns dados sobre o contexto do canavial e sobre os resultados da colheita foram coletados. Então a cada visita feita foram gerados e disponibilizados pela empresa relatórios com os seguintes itens (no dia 26 de abril não foram gerados relatórios, por causa de perdas de dados no sistema):
- i. Características dos canaviais, tais como: nome da fazenda, localização, declividade do terreno, porte, idade, variedade, produtividade agrícola, tipo de plantio, estágio do corte e condições de colheitabilidade;
 - ii. Qualidade da cana colhida: quantidade de perdas e das impurezas carregadas pelas colhedoras estudadas. Os valores de perdas diárias de cana atribuídos a cada equipamento eram calculados com base no TCH estimado do talhão, enquanto as impurezas eram calculadas por uma média da frente;
 - iii. Dados da plataforma de monitoramento²¹, referente aos tempos de máquina operando e máquina parada. Foram gerados para cada dia de visita três relatórios. O primeiro era o Relatório de Horas, onde foram somados a quantidade de tempo em cada evento operacional ao longo do dia. Eventos neste estudo referem-se aos apontamentos: auto-deslocamento, corte de cana, aguardando transbordo, aguardando manobra de transbordo, manobra auxiliar e manobra de fim de linha. O segundo, Relatório de Linha Tempo do Equipamento, continha os registros dos eventos em função do tempo corrido. O último, Relatório de Ocorrências de Velocidade, também continha todos os eventos detalhados em sequenciamento, mas mostrando a velocidade da colhedora no dado momento e sua localização em latitude e longitude.

Para capturar as observações, entrevistas e verbalizações não-provocadas, gravações de áudios e de vídeos foram realizadas utilizando um telefone celular Samsung A8+ e uma câmera de aventura GoPro Hero 5 Black. Um suporte de cabeça para a GoPro foi utilizado para filmagem do ângulo de visão do operador dentro da cabine da colhedora, algumas

²¹ Plataforma de monitoramento é uma plataforma digital que contém softwares embarcados de monitoramento desenvolvidos para cada operação. Esses sistemas possibilitam a coleta de informações produtivas de forma automática (SOLINFTEC, 2018). Os operadores apontam na plataforma o motivo de cada mudança operacional, assim pode-se saber quanto tempo a máquina se dedica a cortar cana, os tempos de parada, de manobra, aguardando transbordo, etc.

vezes acoplados na cabeça do operador. Além das gravações, anotações em caderno foram feitas durante todo o turno observado, registrando considerações da pesquisadora sobre o que era observado e entrevistado.

Esses registros foram compilados em um diário de campo após cada visita concluída. Era redigido em forma de crônica o turno observado, digitalizando o que era anotado no caderno, transcrevendo todos os áudios e capturando imagens das filmagens, de forma que todas essas informações se complementassem e o Curso da Ação fosse reconstruído.

As visitas no CTT foram o núcleo desta pesquisa. Porém, outras três visitas tiveram destinos diferentes nos canaviais, mas trouxeram contribuições para o entendimento holístico do contexto de trabalho do operador da colhedora: 92000 5970

- a) A visita do dia 3 de maio foi realizada junto ao supervisor que responde pela usina a NR12, norma que trata da Segurança em Máquinas Agrícolas. O objetivo foi fazer uma ronda em diferentes frentes de trabalho para verificar o nível de aderência das máquinas à norma. Nessa rota foi possível conhecer o ciclo de produção do canavial e como as frentes distintas estão interligadas, vertical e horizontalmente. Essa ronda passou pelas frentes de fertirrigação, de adubação, de plantio e de CTT;
- b) A visita do dia 20 de julho ao campo foi cancelada, porque choveu. Logo a pesquisadora permaneceu na sede da usina coletando informações a respeito de perdas de cana no campo, idade dos equipamentos acompanhados e informações para entendimento de como eram calculadas as metas de produção de cada frente. Esses dados foram colhidos com o coordenador da colheita mecanizada, o mesmo que autorizou o estudo. Além disso, foi também feito o contato com os operadores responsáveis por passar os dados de disponibilidade das colhedoras, qualidade da cana colhida e características geográficas e agrônomas dos canaviais que foram visitados;
- c) A visita do dia 5 de setembro foi às frentes de Muda e Plantio, onde foram conhecidos esses processos. A primeira frente colhe as mudas, um processo de colheita da cana comum, se não fosse pela alteração do tamanho dos rebolos, que ficam maiores, pelo foco quase que exclusivo na qualidade do corte e pelas máquinas modificadas para não danificar as gemas da cana. Essas mudas são colhidas de acordo com a demanda do plantio (caso essa demanda não ultrapasse a capacidade de produção) e transportadas por caminhões pequenos. O Plantio, por sua vez, recebe as mudas e as plantam com máquinas plantadoras automatizadas.

Algumas entrevistas não-estruturadas foram feitas com os líderes e supervisores das frentes nos intervalos de parada da máquina, principalmente nas primeiras visitas, quando a compreensão do processo da colheita e aspectos relacionados à organização e à tarefa eram ainda primários para a pesquisadora. Outras entrevistas não-estruturadas também foram realizadas com os facilitadores durante toda a safra e versavam sobre a organização e a operação, visto que eles já tinham sido operadores de colhedora e agora trabalham com treinamento e avaliação dos operadores do CTT.

Como apontado antes, 20 visitas foram realizadas. Essa quantidade de observações serviu como forma de captar informações sobre as diversas situações de trabalho ao longo de uma safra. Stake (2011) ressalta que as observações ou interpretações não se repetem perfeitamente e, por isso, a triangulação dos dados também serve para esclarecer significados pela identificação das diferentes formas pelas quais um caso é visto (STAKE, 2011). Da mesma maneira, Fraser e Gondim (2004) reconhecem que o número de entrevistas não é o importante para a compreensão do tema em uma pesquisa qualitativa, enquanto a exploração e compreensão dos diferentes pontos de vista que se encontram demarcados em um contexto são os fatores que devem ser pretendidos. As autoras continuam afirmando que em um ambiente social específico, o espectro de opiniões é finito, uma vez que a partir de uma determinada quantidade de entrevistas percebe-se o esgotamento das respostas quando elas tendem a se repetir e novas entrevistas não oferecem ganho adicional para a compreensão do caso estudado. Seguindo essa abordagem, o número de visitas, observações e entrevistas entre os diferentes atores visou primeiramente contemplar um ciclo anual de trabalho, apreendendo as possíveis situações pertinentes de uma safra. Ao fim dessa coleta, observou-se que algumas situações se repetiam e ações e verbalizações eram semelhantes entre os operadores, podendo dizer que o objetivo das visitas foi cumprido e o esgotamento atingido. Por outro lado, sabe-se que esse esgotamento é genérico, porque no detalhe da atividade, como os operadores 13, 16 e 17 opinaram algo similar ao que o operador 14 disse: “todo dia tem alguma coisa nova para aprender”.

A triangulação dos dados empíricos (observações e entrevistas) teve como resultado uma complementaridade das informações obtidas pelas diferentes fontes de evidência. Todavia, quando considerados os relatórios provenientes da plataforma de monitoramento, percebeu-se uma divergência dos dados obtidos entre esses documentos e os dados empíricos. Essas divergências são tratadas no capítulo 6, quando uma análise do OEE da colhedora foi feita.

4.2 PARTICIPANTES

Gaskell (2002) e Sampieri *et al.* (2013) argumentam que uma das finalidades da pesquisa qualitativa é apresentar, de forma ampla e representativa, a diversidade dos pontos de vista de um grupo específico. Assim, é necessário avaliar quais características devem ter os participantes para se obter informações de qualidade que validem a pesquisa em curso. De tal maneira, foram analisados 17 operadores de colhedora de cana de ambos sexos, com tempos de experiência de trabalho na colhedora e no setor canavieiro diferentes, tendo regimes de alocação de máquinas distintos (folguistas e fixos), trabalhando em turnos diferentes (A, B e C) e frentes diversas (32, 35, 38, 40). As experiências profissionais variaram desde 2,5 a 13 anos de operação na colhedora; 7 meses a 8 anos de operação como tratorista; além de outras atuações profissionais como colhedor e operador de carregadeira no corte manual, auxiliador de terreirista, terreirista, operador de plantadora e na fertirrigação e atrelador de juletas dos caminhões. Ademais desses 17 operadores, um operador de colhedora da frente de Mudanças também contribuiu, o chamado aqui de operador 18.

O processo de seleção dos participantes foi simples. A pesquisadora chegava na frente de colheita e o facilitador sugeria um operador diferente a cada visita, levando em consideração a diversidade descrita no parágrafo anterior. Outro critério de escolha foi a conveniência, pois a máquina colhedora escolhida deveria estar em operação e em um local acessível, geralmente próximo ao terreirão.

Como Fraser e Gondim (2004), Sampieri *et al.* (2013) concordam que em uma pesquisa qualitativa, o fundamental é que os participantes sejam representativos para caracterizar os grupos estudados e não necessariamente representativos do ponto de vista estatístico. Assim, este estudo conseguiu alcançar um grupo amplo e diverso para a compreensão de diferentes perspectivas do Curso da Ação do trabalho na colhedora de cana. Além disso, o perfil dos operadores acompanhados se assemelhou com o perfil dos operadores acompanhados por Narimoto (2012).

Outros participantes tiveram papel importante nesta pesquisa, sobretudo os facilitadores A e B, que acompanharam ora um, ora outro a pesquisadora no campo e explicavam dúvidas a respeito do funcionamento das frentes de colheita, das outras frentes de produção canavieira, do setor da logística, como eram feitas as manutenções, etc. Por fim, O líder e supervisor da frente CTT que foi visitada no dia 3 de maio, chamados aqui de líder 1 e

supervisor 1, também contribuíram para o trabalho, uma vez que explicaram a tarefa do operador de colhedora.

4.3 ANÁLISE DE DADOS

A análise de dados consistiu em dois momentos. O primeiro analisou o Curso da Ação do operador de colhedora por meio de signo tetrádicos, respondendo ao primeiro objetivo específico de “demonstrar a lógica do Curso da Ação dos operadores de colhedora de cana-de-açúcar, identificando as estratégias operatórias emergentes das situações de trabalho”. No segundo momento foi dado foco no cálculo e análise do OEE das colhedoras observadas, de forma a responder o segundo objetivo específico “inferir o OEE da colhedora de cana-de-açúcar e analisar o que esse índice representa”.

A análise do Curso da Ação teve como matéria-prima principal o diário de campo concluído, onde reuniu o Curso da Ação de todos os dias visitados às frentes de colheita. A análise seguiu a teoria o Curso da Ação, especialmente o signo tetrádico proposto por Theureau (2004) e apresentado na Figura 3.6 do capítulo metodológico. Primeiramente, foram descritos os elementos da situação, pois entende-se que seu estado inicial e a sua evolução ao longo do ciclo de trabalho constitui um campo de possibilidades aberto para o sujeito engajado na situação. Dessa maneira, foi importante antes de analisar o Curso da Ação, o entendimento do funcionamento das frentes de trabalho e como cada atividade influencia num regime mais ou menos severo para o operador de colhedora, e o entendimento das variáveis que constroem o aberto. Essas variáveis foram categorizadas como os estudos bibliográficos e o próprio setor canavieiros já estão familiarizados: variáveis agronômicas, ambientais, geográficas e operacionais.

Após a descrição dos elementos da situação passíveis de ser encontrados nas situações de colheita, foram descritos os cursos da ação dos operadores em situações críticas de trabalho vivenciadas nas visitas. Essas situações são referentes a(s):

- a) Colheita com abertura de eito;
- b) Corte de cana em terreno em formato de bico (presença de dematação);
- c) Corte de cana em terreno inclinado;
- d) Corte de cana em terreno infestado por braquiária;
- e) Corte de cana em terreno úmido;
- f) Corte em canavial de primeiro corte (produtividade agrícola alta, “muito forte”);

- g) Corte em trabalho noturno;
- h) Operações de manobra;
- i) Operações de “desembuchamento”.

Os cursos da ação dos operadores foram analisados em gráficos de signos tetrádicos, onde foram posicionadas em cada vértice do quadrilátero:

- a) o aberto: a situação de trabalho percebida, esperada e interpretada pelo operador;
- b) o representâmen: quais elementos da situação perturbam o operador;
- c) a instância de referencial: quais conhecimentos e regras que os operadores mobilizam diante de determinado aberto;
- d) a unidade de ação: o que o operador faz, sente ou pensa, resultado dos três últimos signos.

A partir desses gráficos, compreende-se o trabalho dos operadores de colhedora, evidenciando suas negociações, variabilidades e contradições rotineiras de maneira a atingir os objetivos organizacionais, sociais e pessoais.

Após a compreensão do trabalho, a segunda seção teve como entrada os relatórios de caracterização das fazendas processadas, da qualidade da cana colhida e o de horas de operação resumidas. A partir das horas definidas nesses documentos, calculou-se os ID, TA, IQ e OEE das colhedoras que tiveram a maioria desses dados disponibilizados e, depois disso, foram comparados os valores obtidos de OEE com o resultado da análise do trabalho real dos operadores.

Antes de dá início a apresentação dos resultados, é preciso conhecer o perfil de todo o sistema de produção agrícola da usina estudada, incluindo o perfil de cada operador, as características das fazendas colhidas e a dinâmica de fluxo e metas de produção entre as frentes de colheita e a moenda, além de conhecer a tarefa do operador de colhedora de cana-de-açúcar. Essas são algumas das restrições extrínsecas que apoiam o entendimento da organização intrínseca do Curso da Ação.

4.4 UNIDADE ESTUDADA

A usina visitada mói de 1100 a 1200 t/h de cana-de-açúcar. A cada tonelada de cana são produzidos 80 litros de álcool. O plantio está distribuído em 90 mil ha de terra de fornecedores e fazendas próprias. Cinco frentes próprias e cinco terceirizadas fazem sua

colheita. O estudo somente foi realizado nas frentes próprias. Às vezes, a mesma frente corta os 5 cortes do mesmo canavial, então os operadores acabam decorando suas ruas, explica o facilitador B.

O Quadro 4.1 resume as experiências profissionais de cada operador, sua idade, o turno que trabalha e a máquina colhedora correspondente. Nesse quadro se encontram, então, as características sócio-técnicas da colheita. A característica de cada fazenda colhida é apresentada no Quadro 4.2. Nele estão contidos o porte, a idade, a condição, a variedade e a produtividade média do canavial, o tipo de plantio, o estágio de corte, a declividade e a colheitabilidade prevista do terreno. Assim, tem-se nesse quadro, as variáveis agrônomicas e geográficas das fazendas processadas.

As carretas dos transbordos que operam nas frentes são em sua maioria da marca TMA 21000, com capacidade nominal de 21 t e capacidade efetiva por volta de 18 t. As colhedoras são todas John Deere 3520, com exceção de uma, a John Deere CH570. A frente, cujo o rendimento produtivo é o maior, é propulsionada pela CH570 combinada a um canavial sistematizado, isto quer dizer, a um canavial que teve seu plantio planejado para a colheita mecanizada. A CH570 é mais nova e possui outros recursos que as antigas não têm e, por isso, é forçada a colher mais do que as demais: “Se tivesse três dessas, ia dar trabalho para usina. As colhedora antiga dá muito problema. As 3520 manda 18 caminhões/turno, essa CH já chegou a mandar 31!” contou o operador 3. A safra de 2018/19 foi a quarta safra de operação das JD 3520 e a segunda da CH570.

Cada frente opera com 6 colhedoras e 11 transbordos. Os transbordos são alocados por um sistema de “fila única” da plataforma de monitoramento. Quando uma colhedora está prestes a preencher a carga do transbordo, o sistema sinaliza para o primeiro transbordo que aguarda em uma fila virtual no terreirão, se deslocar até essa colhedora. O operador 1 explica que isso é possível, pois os transbordos são equipados com sensores de carga que ficam conectados ao sistema da plataforma. Então quando o transbordo completa uma certa porcentagem (de 70% segundo o operador 5), o sistema chama o primeiro transbordo da fila. O operador 4 acrescenta que além de considerar a porcentagem já preenchida da carga, o sistema leva em conta a distância da colhedora até o terreirão, mas não pondera se a cana é forte, por exemplo. Então o transbordo pode ser carregado mais rápido do que o sistema calcula (cana forte tem maior produtividade agrícola).

Quadro 4.1 - Perfil dos operadores de colhedora

Data	Turno	Frente	Operador	Idade	Experiência	Obs	Colhedora
19/4	A	35	1	31	1 ano trator 6 anos colhedora		colhedora 1
26/4	A	38	2	22	1,5 ano trator 2,5 anos colhedora Colhedora de soja nas entressafras	Folguista	colhedora 2
17/5	A	32	3	31	2 anos trator 4 anos colhedora	Folguista	colhedora 3
23/5	C	35	4	30	2 meses trator 9 anos colhedora, sendo: 2,5 anos turno de 12h 2,5 anos turno B 4 anos turno C		colhedora 4
8/6	B	38	5	35	Trabalhava em fazenda antes do CCT Auxiliar de terreirista 1 ano trator 6 anos colhedora	Ensino fundamental	colhedora 5
21/6	B	40	6	~30	2 anos auxiliar atrelador de Julietas 2 anos trator 1,5 ano carregadeira no corte manual 7 anos colhedora		colhedora 6
27/6	C	40	7	~35	1 ano vigilante 1 ano trator 8 anos colhedora sempre turno C		colhedora 7
3/8	A	40	8	31	1,5 ano trator 5,5 anos colhedora	Não quis ser filmado	colhedora 8
11/8	A	35	9	~30	3,5 trator 4 anos colhedora	Técnico em açúcar e álcool	colhedora 9
15/8	A	35	10	~40	Empacotamento de açúcar turno C 3 anos trator 5 anos colhedora	Cursando técnico de enfermagem	colhedora 9
16/8	A	35	11	43	Controle de pragas com 15 anos 4 anos noteiro no corte manual 11 anos carregadeira no corte manual 13 anos colhedora		colhedora 4
29/8	A	40	12	~30	8 anos Auxiliar e trator 5 anos colhedora		colhedora 10
30/8	A	40	13	35	1 ano plantadeira 2 anos trator 7 anos colhedora	Tensa	colhedora 11
6/9	A	38	14	~24	1,2 ano trator 4 anos colhedora	Terminando o 3º anos para prestar faculdade de Gestão de Negócios	colhedora 12
11/9	C	40	15	~30	2 anos trator fertirrigação 3 anos trator 6 anos colhedora		colhedora 8
12/9	C	40	16	25	5 anos colhedora, sendo: 3 anos turno A 2 anos Turno C		colhedora 13
27/11	C	35	17	~30	Até os 15 anos trabalhou com gado 3 anos colhedor corte manual 6 meses de terreirista 7 meses trator 7 anos colhedora	9 anos no turno C	colhedora 1

Fonte: Elaborado pela autora

Quadro 4.2 - Característica das fazendas visitadas

Referência (Agrícola):	19/04/2018 Fazenda A	26/04/2018 Fazenda B	17/05/2018 Fazenda C	23/05/2018 Fazenda D	08/06/2018 Fazenda E	21/06/2018 27/06/2018 Fazenda F	03/08/2018 Fazenda G	11/08/2018 Fazenda H	15/08/2018 16/08/2018 Fazenda I	29/08/2018 30/08/2018 Fazenda J	06/09/2018 Fazenda K	06/09/2018 Fazenda L
1- declividade do terreno	plano	plano	plano	plano	Ondulado	Plano	Plano	Plano	Plano	Declive suave	Plano	Plano
2- porte da cana (ereta, deitada, 45°)	45°	ereta	ereta	ereta	45°	Ereta	45°	Ereto	Deitado	Ereta	Ereta	45°
3- idade da cana	12 Meses	11 meses	11 meses	14 meses	12 meses	12 meses	10 meses	13 meses	11,12 meses	16 meses	12 meses	15 meses
4- condições da cana (fraca, forte)	Forte	Forte	Forte	regular	Fraca	Fraca	Fraca	Regular	Forte	Forte	Fraca	Regular
5- tipo da cana (variedade)	RB867515	SP83-5073	RB966928	RB855156	RB867515	RB867515	RB855453	RB867515	RB966928 CTC 4	SP832847	SP81250	RB867515
6- produtividade do canavial	75 t/ha	90 t/ha	109 t/ha	68 t/ha	56 t/ha	52 t/ha	58 t/ha	62 t/ha	87 t/ha	86 t/ha	40 t/ha	68 t/ha
7- tipo de plantio	Cana Ano e Meio	Cana de Inverno	Cana de inverno e meio	Cana de Inverno	Cana de Inverno	Cana de Inverno	Cana de Inverno	Cana de Inverno	Cana de ano	Cana de meio e ano, e de inverno	Cana de inverno	Cana de ano e meio
8- estágio de corte	3°Corte	1° corte	2° corte	3° corte	4° corte	5° corte	3° corte	3° corte	-	-	7° corte	3° corte
9- colheabilidade do terreno	boa	média (tem uma rede de energia que corta bem no meio)	Boa	Média	Boa	Boa	Boa	Média	Boa	Boa	Média	Média

Fonte: Elaborado pela autora

O supervisor 1 explicou que no começo das operações da empresa havia mais pessoas trabalhando no campo do que hoje e que às vezes não davam conta de suprir a usina. Atualmente, a operação está mais enxuta e melhor, tendo ocasiões do campo colher mais do que é demandado.

Cada frente tem uma meta diária para cumprir. Essa meta é desdobrada em metas horárias e calculada de acordo com o TCH estimado, a colheitabilidade do canavial e o tamanho do tiro. Por exemplo, numa cana “boa” para colher, a frente tem que entregar 204 t/h. Cada transbordo carrega 17 a 18 toneladas. São necessários, então, quatro transbordos para preencher um caminhão. Logo, é preciso liberar três caminhões por hora. Geralmente o mês de agosto costuma ser o de altas metas, pois é um mês com pouca chuva.

O facilitador A explicou que alguns operadores gostam de aumentar a velocidade da operação para conseguir bater a meta. Por esse motivo, às vezes, forçam a máquina, pois não querem parar para fazer manutenção.

O controle de perdas é feito diariamente. Os trabalhadores da qualidade recolhem as perdas dentro de um espaço escolhido aleatoriamente²², separando-as em toco²³, pedaço fixo de cana, cana inteira, cana ponta²⁴, tolete, tolete estilhaçado, cana inteira fixa, estilhaços e rizomas arrancados. Depois de separadas, cada categoria é pesada, calculando assim uma estimativa da perda do talhão pela máquina. Além disso, é medido no mesmo espaço o pisoteio dos transbordos nas ruas.

As perdas são toleráveis até 3,5% e são calculadas por meio da média das perdas encontradas no determinado turno, embora o supervisor 1 lembrou que 3,5% foi a meta de 2017, e que em 2018 foi reduzido para 3,2%: “só de 0,3% já economiza milhões de reais” (supervisor 1). Por exemplo, na Figura 4.1, a perda do turno A foi de 3,8%, acima da meta tolerável, enquanto os turnos B e C ficaram dentro da meta.

Enquanto o supervisor 1 queixa-se do trabalho de rodar as frentes resolvendo contratempos e tendo que ir no administrativo para solucionar problemas burocráticos, um líder explica que é complicado não estar presente no momento que são decididos ou avaliados os

²² Os trabalhadores jogam uma bola pequena no campo e onde essa bola para é onde deve ser colhida a amostra.

²³ A soqueira é considerada toco quando ultrapassa dos 5 cm (operador 2). Quando ultrapassa dessa tolerância, a qualidade corta o excesso de toco e o pesa para compor a perda global.

²⁴ “A qualidade vai pegar aquele pedaço de cana ali (resultado do desponete da cana). Se quebrar, é porque tem cana (...) só que aqui você nunca vai acertar 100%. Você vai acertar uns 90. 90 não, uns 70%” (operador 5).

serviços do turno C. Por exemplo, os trabalhadores da qualidade somente trabalham nos turnos diurnos, então não tem ninguém para acompanhar o cálculo das perdas do turno da noite.

Figura 4.1 - Folha de perdas

Equipamento	Largura	Perdas por Turno			Perdas Totais	Impurezas Minerais	Impurezas Vegetais	Observações
		Turno A	Turno B	Turno C				
1.500	1000	500	0	0	100	290	0	230
280	0	0	0	0	290	460	0	100
180	80	0	0	0	250	0	100	100
480	0	115	0	0	340	120	0	210
720	330	0	0	0	240	690	0	530
80	50	0	0	0	380	120	0	150
220	0	0	0	0	785	690	0	960
605	285	0	0	0	260	850	0	450
0	0	0	0	0	245	650	0	280
260	0	0	0	0	250	100	0	100

Fonte: Fotografia de autoria própria

Na Tabela 4.1 são reunidas as informações referentes à qualidade da cana colhida. São apresentados os valores das perdas de cana calculados para cada equipamento. Na linha referente às perdas por turno, o valor é correspondente ao equipamento observado durante o turno que foi feita a visita técnica. Na linha referente às perdas nos três turnos, é registrado a média das perdas nos três turnos daquele equipamento. Esses valores são calculados com base no TCH estimado do talhão. Ainda na Tabela 4.1 são registradas as impurezas minerais e vegetais calculadas por frente, e não por máquina. Além disso, alguns dias não foram encontrados os dados desses cálculos, ou não foram feitos, aparecendo na tabela como “não encontrado”, “NA” ou “-“.

Também é estipulada uma meta de densidade da carga de cana colhida para os caminhões, que é de $0,34 \text{ t/m}^3$. De hora em hora esse indicador é atualizado para os líderes das frentes. Quando essa densidade fica abaixo da meta, o líder se comunica com seus operadores com o propósito deles modificarem seus modos operatórios para retomar aos índices desejados. Se não conseguem, o líder deve avaliar as condições do canavial e reportar justificativas para o

coordenador, como por exemplo, baixa produtividade agrícola devido terreno com alta taxa de ervas daninhas.

Tabela 4.1 - Dados do Setor de Qualidade

	Perdas (por turno) %	Pedas (3 turnos) %	Impureza Mineral (frente) kg/t	Impureza vegetal (frente) kg/t
19/04/2018 Fazenda A	1,85	1,78	4,38	70,96
26/04/2018 Fazenda B	1,3	1,68	7,53	84,3
17/05/2018 Fazenda C	Não encontrado	-	10,98	NA
23/05/2018 Fazenda D	Não encontrado	-	14,08	141,7
08/06/2018 Fazenda E	Apenas A	3,61	NA	NA
21/06/2018 Fazenda F	Não encontrado	-	14,9	74,7
27/06/2018 Fazenda F	Não encontrado	-	10,05	88,05
03/08/2018 Fazenda G	1,26	1,77	NA	NA
11/08/2018 Fazenda H	Não encontrado	-	11,29	97,68
15/08/2018 Fazenda I	Não encontrado	-	8,74	78,5
16/08/2018 Fazenda I	Não encontrado	-	22,68	111,21
29/08/2018 Fazenda J	1,34	0,97	11,1	80,41
30/08/2018 Fazenda J	3,73	2,72	NA	NA
06/09/2018 Fazenda K	Não encontrado	-	23,22	80,2
11/09/2018	1,13	0,96	NA	NA
11/08/2018	2,98	2,02	NA	NA

Fonte: Elaborado pela autora

Uma carga limpa não significa uma carga com 100% cana. Se a cana for muito limpa para o caminhão, perde-se cana no campo, principalmente perda de estilhaço. Além disso, quanto maior a rotação do extrator primário, maior é o consumo de diesel. Logo, não adianta ter uma carga de cana muito limpa, se o consumo de combustível e os níveis de perdas forem altos.

A densidade envolve a limpeza da carga nos transbordos. A entrega de cana na moenda da usina envolve a logística da frente. Caso as colhedoras estejam distantes e os transbordos precisem andar muito para chegar até os caminhões no terreirão, e por isso não

conseguir liberar cargas necessárias para atingir o PA, o líder tem que diminuir o raio de distância. À exemplo:

O líder tem que dar conta dessa logística, dessa dinâmica. Às vezes, a sistematização da área, nem sempre a gente pega uma área sistematizadinha. Mas tem área que é a coisa mais linda de se ver: o ponto de transbordo feito, sabe, tudo adequado para a colheita mecanizada mesmo. Mas que nem, a gente tem área, igual essa daqui que não é sistematizada. Por exemplo, tem área com muita dematação, com uns tiro muito curtos, que dá muita manobra. Aí o consumo aumenta, custo com implemento aumenta (...) (líder 1).

Outra meta imposta pela organização é do consumo de combustível. A meta na safra de 2018/19 é de 0,95 litros/t de cana colhida. O supervisor 1 concluiu “tem um monte de indicadores, se a gente falar todos, vamos perder a semana falando: impureza mineral, impureza vegetal, taxa de frequência, índice de acidente, horas homem trabalhada...”.

Sobre essas metas, o operador 4, que colhia em uma cana de primeiro corte, forte, mas com falhas, se manifestou da seguinte maneira:

Esse povo que trabalha lá (na gerência), passa na beira do campo e estima a produção. Aí quando nós vamos colher, não tem isso nunca que eles planejaram e daí fica numa cobrança retada. O trabalho de operador de colhedora é muito estressante. Você pode colher tudo bonitinho, mas chega no fim do turno, deixa um toco maior, pronto: te enche o saco (operador 4).

O líder 1 e o operador 18 criticaram também a maneira como são calculadas e cobradas as metas de PA e de produção de álcool. Eles indagaram como é que “fazem tanto cálculo e no fim sempre estão errados?” (operador 18). E opinou que o problema vem de cima, pois

o superior manda o povo da muda cortar em um canavial seco, fraco, ruim. O que o líder pode fazer? Colher só. Só que lá pra frente dá falha. Aí os caras lá de cima colocam a meta para cima, para mostrar indicador. Chega no fim, os indicadores reais não batem, aí eles colocam culpa em chuva, operação, equipamentos, etc. (operador 18).

Quem cumpre com as metas, é beneficiado com um bônus mensal, que poder vir adicionado até 30% do salário no fim do mês. Mas a avaliação não é individual. Os operadores dependem da produção da máquina globalmente, logo dependem de seus parceiros e folguista. Já os folguistas, auxiliares, líderes, pipeiros e mecânicos ganham de acordo com a produção da

frente (operador 4). O cálculo desse bônus considera impurezas, pisoteio, perdas e produção (operador 5).

Além do bônus mensal, existe também o bônus anual, que depende da usina inteira. Se tiver acidente, se a manutenção gastar mais do que o planejado, é reduzido esse bônus. “Dá uns 1000,00” (operador 4).

Quanto aos turnos de trabalho, esses são fixos. Não há rodízio entre os operadores. Há quem goste do turno A, do B ou do C. Mas as desvantagens apontadas de cada turno são:

- a) Turno A: forte interferência de sol na cabine (operador 2) e, conseqüentemente, calor - “calor da bexiga (...) o turno A sofre muito” (operador 6); salário sem benefícios, “o turno A é ruim, o salário vem menor” (operador 4);
- b) Turno B: impacto na vida social. O facilitador B argumentou que o turno B é ruim, pois “a pessoa só dorme e não vive, pois chega em casa de madrugada, aí dorme até umas 9h. Acorda, almoça e volta para o trabalho”;
- c) Turno C: redução do estado de alerta e risco de sono. Todos apontaram o sono como a principal desvantagem do turno C (operadores 4, 7, 10, 15, 16 e 17, facilitador B).

As paradas para refeições é um direito do operador, porém esse direito é desconsiderado na dinâmica da atividade por toda a organização. Se algum operador para a máquina, há a preocupação de alguém o substituir na colhedora. Quando o operador 2 (folguista) parou para almoçar, o facilitador A se ofereceu para cobri-lo na colheita. A princípio, ele recusou: “deixa a máquina parada, todo mundo tem que comer”. O operador 2 e o 11 foram os únicos que pararam para fazer uma refeição no terreirão. Mesmo o operador 2 recusando a oferta do facilitador A, o colega acabou substituindo-o. Já o operador 11 ficou um tempo no rádio procurando o facilitador B para cobri-lo, sem sucesso. Parou finalmente quando sua máquina teve que fazer manutenção, uma pausa curta de 30 minutos.

O operador 4 explicou que é raro ele parar. “Não vale à pena. Tem gente que para para dormir (turno C)”. Continuou ponderando que, se todas as colhedoras parassem uma hora em cada turno, não venceriam a produção. Alguns líderes reclamam quando há muitas paradas para refeição: “querem trabalhar ou não?”. Salva as exceções, normalmente os operadores entregam os cartões para os tratoristas registrarem o tempo de refeição no sistema, mas comem entre uma parada e outra da operação.

Para os membros novos, a sede da usina dispõe de um simulador de colhedora para auxiliar nos treinamentos, entretanto, o mesmo não estava funcionando na época das visitas. O operador 2 criticou que a operação no equipamento é muito diferente da operação em uma colhedora real, especialmente pelo acionamento diferente dos volantes e pedal. O volante do simulador é igual ao volante de um carro, disse ele.

Quando a usina opera com alta taxa de produção, ou seja, sob regime severo, demanda dos operadores transbordos mais rápidos, para liberar caminhões mais prontamente. Outro fator que faz o sistema de produção se tornar severo é o número de máquinas em manutenção na frente, ou quando chega próximo a troca de hora e ainda não foi enviado o PA de caminhões que deveria dentro daquele horário. Então, o líder pergunta via rádio para os operadores sobre a possibilidade de algum deles enviar transbordo carregado para o terreirão até o fechamento da hora.

Para os operadores, “trabalhar na usina é bom, ruim é só a cobrança. Mas todo lugar tem cobrança, né?” (operador 3). Além da cobrança (operador 12), o operador 6 reclamou que todo mundo manda no operador de colhedora, até os auxiliares. O facilitador A e os operadores 13, 14, 16 e 17 concordaram que trabalhar na colheita é desafiador, mas é muito bom, porque é dinâmico: “todo dia tem alguma coisa nova para aprender” (operador 14). Outro operador enfatizou: “Eu amo a profissão que faço. Hoje eu opero uma máquina de mais de um milhão de reais!” (operador 18).

4.5 TAREFA

A tarefa refere-se às prescrições e constitui, na perspectiva da organização do trabalho e da produção, o que se pede ao operador. Neste caso específico, as tarefas são representadas pela Instrução de Trabalho (IT) e por verbalizações dos facilitadores, líderes e supervisores das frentes de colheita. A IT pertence a um documento chamado *databook*, que fica disponível na tenda do terreirão de cada frente e estabelece os requisitos mínimos para a realização das atividades de operação de colhedora de cana.

Todos os dias, os operadores devem realizar o *checklist* da máquina. O líder enfatiza isso no Diálogo Diário de Segurança (DDS) sugerindo que eles façam tão logo quando trocam de turno, para verificarem imediatamente a presença de problemas na máquina. O documento do *checklist* vem com campos para serem preenchidos durante toda a semana, nos três turnos. As verificações, quando não conformes, são categorizadas em itens que impedem a

operação do equipamento, itens que devem ser corrigidos no dia e itens que demandam uma programação de manutenção. Esses itens não conformes demandam uma abertura de Ordem de Serviço (OS) para a manutenção, de acordo com sua urgência.

É obrigação dos operadores também fazer os apontamentos na plataforma de monitoramento, como já definido na nota de rodapé 18. Caso não façam, a plataforma é configurada para perguntar ao operador toda vez que a máquina para o que provavelmente ele está fazendo: se está esperando o transbordo manobrar (caso o operador tenha acabado de manobrar a colhedora) ou se está aguardando transbordo, por exemplo.

Independentemente da situação de cana processada no talhão, os supervisores e facilitadores cobram dos operadores a utilização de todos os implementos automatizados disponíveis da máquina colhedora: copiadores de solo dos divisores de linha, do disco de base e o *Field Cruise*. Este último é um “sistema eletrônico que limita e controla a rotação do motor e garante uma redução acentuada de consumo” (GUIMARÃES, 2009).

Procedimentos de segurança são exigidos pela organização. Alguns desses procedimentos:

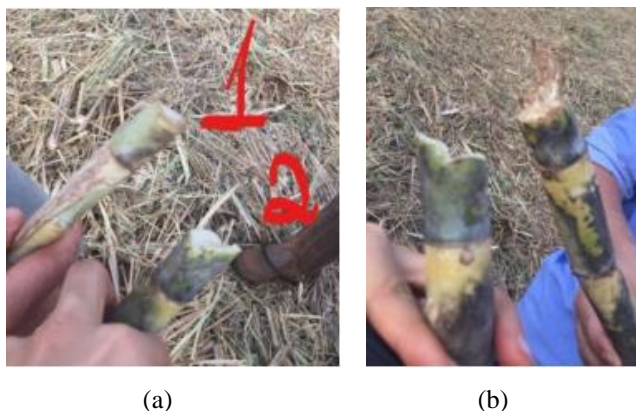
- a) Ler e assinar a Permissão de Trabalho (PT), reconhecendo que estão cientes dos riscos existentes de trabalhar no CTT;
- b) Utilizar Equipamento de Proteção Individual (EPI): uso de uniforme que consiste em calça e camisas de mangas compridas; perneira; botina de segurança; boné ou toca árabe; protetor solar; óculos de proteção transparentes para o trabalho noturno e óculos escuros para o trabalho diurno;
- c) Fazer o acero em caso de parar a máquina para alguma manutenção. Acero nesse caso significa limpar uma área que caiba a colhedora, para evitar ataques de animais peçonhentos e a perda de ferramentas ou objetos no campo.

O supervisor 1 e o líder 1 explicaram que a regulação do extrator primário e a sincronia dos facões picadores são ações de responsabilidade do operador para obter ganhos positivos na colheita. O supervisor 1 explicou que quando os facões não estão sincronizados, a qualidade do corte não está sendo perfeita e perdas invisíveis são geradas. Quando eles estão sincronizados, os cortes dos rebolos ficam retos, sem desnível (Figura 4.2).

Caso os facões não estejam sincronizados, os operadores têm que abrir uma OS para os mecânicos regularem. Mas existem situações que o próprio operador pode solucionar.

Nessas situações, ele registra na Plataforma de monitoramento a função de “operador-mantenedor”, a exemplo da troca ou ajustes das faquinhas do disco de corte.

Figura 4.2 - Qualidade do corte dos facões picadores



Legenda: (a) o rebolo indicado pelo número 1 estava com o corte ideal, ou seja, os facões estavam sincronizados; rebolo número 2, estava com o corte desnivelado, indicando que provavelmente os facões precisavam de manutenção; (b) cortes com estilhaços – indicativo de falta de sincronia. Fonte: Fotografia de autoria própria

O operador tem que estar atento ao tamanho dos rebolos, um dos elementos que interfere na densidade da carga. O facilitador A mostrou como regula o tamanho dos rebolos de cana. O operador pode colocar a esteira do rolo picador para correr mais rápido, assim resulta em rebolos maiores, ou pode desacelerar a esteira para obter rebolos menores.

Sobre a velocidade das máquinas, “nós temos uma velocidade determinante que é de 6 km/h., mas varia bastante do TCH da cana, entendeu? Às vezes, você pega uma fazenda com um TCH melhor, nem se você quisesse, você conseguia” (supervisor 1). Pesquisadora: “Andar rápido?”.

Não dá conta, a máquina não deixa. É 1 ou 2/h (km/h), cê entendeu? Aí você também tem que ver uma série de coisas, como tá a limpeza, se você tá com o facão novo, se tá bem sincronizado, se a regulagem do extrator tá bem ajustada... você tem que conciliar uma coisa com a outra, aí você olha na carga também, vê como é que tá, a altura de corte. Então às vezes tem cana que o TCH é fraquinho que dá condição de você andar uns 4 ou 5 (km/h) (supervisor 1).

Ou seja, a usina estipula uma velocidade padrão, 6km/h. Todavia, os gestores não a exigem, visto que essa variável é condicionada, pelo menos, ao TCH da cana-de-açúcar.

O operador gerencia todas essas funções, considerando as metas determinadas pela empresa: metas de produção, de perdas, de densidade e de consumo de combustível. Como dito no tópico anterior, os operadores têm que gastar menos do que 0,95 litros de diesel para colher uma tonelada de cana, ou seja, praticamente 40 litros/h. O supervisor 1 reconhece que a

CH570 consegue chegar nesse nível utilizando todos seus recursos, mas uma máquina que tem um padrão irregular, esse indicador extrapola. “Mas o que mais dilui o custo do combustível é a cana. Quanto mais você produzir, mas você diminui o custo do diesel” (supervisor 1).

4.6 CONSIDERAÇÕES SOBRE O MÉTODO DE PESQUISA

O desenvolvimento deste estudo adotou diferentes técnicas de coleta de dados, dado que esse procedimento é uma das exigências para se construir uma pesquisa qualitativa válida. Através das observações, entrevistas e dos registros de verbalizações foi possível reconstruir o Curso da Ação dos operadores de colhedora de cana-de-açúcar e aprender com eles uma fração significativa de seu trabalho. Após essa reconstrução, foram considerados os relatórios, os quais fizeram possíveis a análise e confrontação entre esses dados registrados pelos sistemas e os dados capturados ao longo da rotina de trabalho. Dessa análise de todos os dados colhidos, conclusões a respeito dos objetivos específicos aqui propostos foram realizadas.

O acompanhamento do operador em seu ambiente de trabalho é indispensável em pesquisas que pretendam retomar o Curso da Ação ou compreender o trabalho para, de certa forma, transformá-lo. Somente sentindo o ambiente, as regras e relações organizacionais, as dificuldades e necessidades do corpo e da mente, a máquina, os objetivos sociais e pessoais, enfim, as contradições e descontinuações do trabalho é que se consegue de fato entender o significado atribuído a uma dada atividade pelo operador.

5 O CURSO DA AÇÃO DO OPERADOR DA COLHEDORA DE CANA-DE-AÇÚCAR

Este capítulo apresenta o Curso da Ação dos operadores de colhedora de cana-de-açúcar observados no estudo de caso. Conhecida a organização e o trabalho prescrito no método de pesquisa, são detalhadas aqui as atividades dos operadores sob uma perspectiva do Curso da Ação. Foram apresentados os signos tetrádicos, com o intuito de situar as observações realizadas frente ao referencial conceitual e tirar deles as consequências pertinentes a esta tese.

Dessa maneira, para entender o que o operador de colhedora espera, percebe ou interpreta da situação vivida em seu trabalho, na primeira seção é contemplada a divisão de trabalho nas frentes de colheita entre operadores de colhedora, tratoristas, caminhoneiros e líderes, que fazem parte dos elementos das situações que constituem o “aberto”. A partir desse esboço, entende-se que a operação de CTT é caracterizada por ciclos operacionais, onde todos os agentes estão interconectados e afetam um o trabalho do outro de maneira mais ou menos intensa. Todos são cobrados a trabalhar com um objetivo comum: o de alimentar a moenda da usina sob um determinado ritmo de produção.

Faz parte do aberto dos operadores as variáveis agrônômicas, ambientais, geográficas e operacionais descritas também na primeira seção. O intuito não é esgotar todas as variáveis passíveis de ocorrer em uma situação real de trabalho, mas sim, evidenciar as variáveis percebidas mais significativas pelos operadores observadas durante as visitas. Apesar de classificadas desse modo, tais elementos estabelecem fortes relações entre si.

Após as correlações conhecidas do aberto, é introduzida a segunda seção deste capítulo, o Curso da Ação e suas representações por meio dos signos tetrádicos. O signo tetrádico apresenta de forma categórica as observações capturadas no trabalho, onde cabe identificar a situação observada e analisada (objeto t); as representações e referencial operacional comum, que na literatura do CA é chamado de Instância de Referencial e corresponde aos conhecimentos mobilizados na ação e às regras de ofício; o *representamen*, ações e comunicações que são condicionadas e orientadas também pela percepção e engajamentos dos operadores, salientando as perturbações significativas que emergem do contexto operado; e, por fim, a ação/sentimento/verbalização resultante dos últimos três signos numa dinâmica contínua temporal projetada para uma situação e um instante ($t+1$). Ou seja, os elementos da situação, a percepção e a representação num instante t produzem como efeito um juízo daquilo que é plausível para o operador, que o orienta à unidade do Curso da Ação voltada

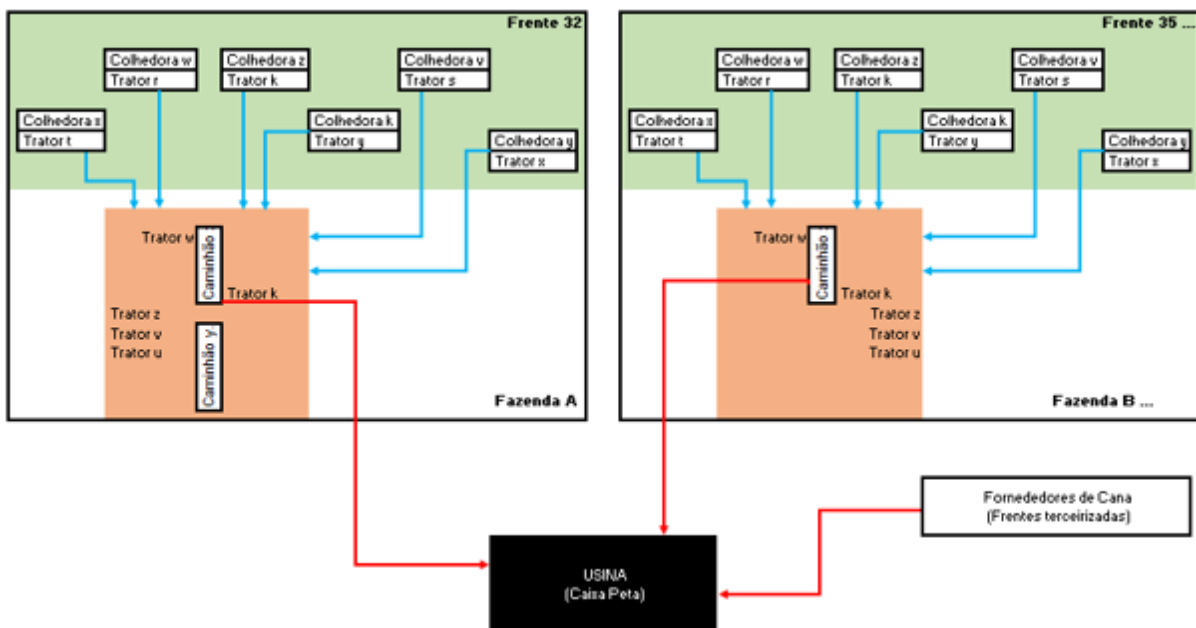
para um objetivo no instante $(t+1)$. É esta dinâmica de transformação e o seu desenrolar consecutivo que se busca compreender na análise do Curso da Ação.

5.1 OS ELEMENTOS DA SITUAÇÃO (ABERTO)

Neste tópico são analisados os cenários que os operadores podem encontrar em situações de trabalho e as variáveis que compõem esses contextos. Os elementos da situação no início da jornada e a sua evolução ao longo desse ciclo constituem um campo de possibilidades aberto para o sujeito em situação. A direção das ações e comunicações não está dada e é construída em dependência do fluxo dos acontecimentos.

A Figura 5.1 representa de forma macro o fluxo de cana-de-açúcar desde o campo para a usina. Como explicado anteriormente, cada frente própria trabalha com 6 colhedoras e 11 transbordos. Os transbordos são alocados nas colhedoras por uma fila única virtual coordenada pela plataforma de monitoramento. Quando as colhedoras carregam os transbordos, eles se deslocam até o pátio, onde abastecem o primeiro caminhão da fila. Na melhor hipótese, existe caminhão esperando o abastecimento; na pior, o transbordo tem que esperar a chegada de um caminhão na frente. Depois de descarregados, os transbordos entram de novo na fila virtual na espera por colhedora.

Figura 5.1 - Fluxo da cana do campo para usina



Fonte: Elaborada pela autora

As máquinas, por sua vez, operam continuamente cortando a cana dos talhões e abastecendo os transbordos. No melhor dos cenários, assim que um transbordo é carregado, ele é substituído prontamente por outro. Na pior das situações, a colhedora fica aguardando transbordo.

Na operação cotidiana, o líder estuda as distâncias das colhedoras em relação aos terreirões (ou pátios) para medir o tempo de deslocamento necessário dos transbordos entre a colheita e o carregamento nos caminhões. Além disso, o líder tem que prever o tempo de transbordo nos talhões, pois em um talhão de cana forte²⁵ esse tempo é menor do que em um talhão de cana fraca²⁶, por exemplo. Essa previsão é feita a partir da comunicação entre o líder e os operadores das colhedoras, pois são os operadores que passam as condições dos canaviais que estão sendo cortados e as condições das máquinas. Tendo esses dois tempos estimados, o líder esquematiza o posicionamento das máquinas de acordo com a taxa de saída dos caminhões da frente, de modo a evitar a falta de transbordos disponíveis para as colhedoras e deixar caminhão parado no pátio.

Além da disponibilidade dos transbordos, as máquinas colhedoras são equipadas com sensores e implementos que supõem auxiliar o operador em sua atividade. No começo da safra, as máquinas têm todas suas partes, ou quase todas, funcionando. Depois de algum tempo de operação, seus implementos começam a danificar e a manutenção começa a ser lenta, exigindo dos operadores outros modos de operar.

A dinâmica de produção de toda a frente influencia, então, no regime de trabalho de cada operador de colhedora. Mas não só ela, numa abrangência maior, a produção de todas as frentes de trabalho abastecendo a usina influencia no regime de trabalho desses operadores. Isso porque, se uma frente para ou produz aquém da meta de abastecimento da moenda, as outras frentes são pressionadas a entregar uma quantidade maior de cana por um certo período de tempo. E isso é comum.

Quando se aproxima o foco para a dinâmica de produção dentro de uma frente, a melhor situação acontece quando as seis colhedoras estão operando. A meta horária de produção de três a quatro caminhões é distribuída entre as seis máquinas, permitindo um tempo de carregamento de um transbordo entre 22 a 30 minutos. Porém, em todas as 17 visitas feitas ao campo, essa situação nunca foi encontrada. Sempre existiam colhedoras paradas, devido às

²⁵ Cana densa resultando em um canavial com produtividade agrícola alta, ou seja, TCH acima de 80.

²⁶ TCH baixo, menor do que 80.

paradas para abastecimento, limpeza úmida e seca, medição de temperatura das peças, troca de faquinhas e terreno molhado por chuva; e, devido às paradas não previstas, por causa de algum problema de operação.

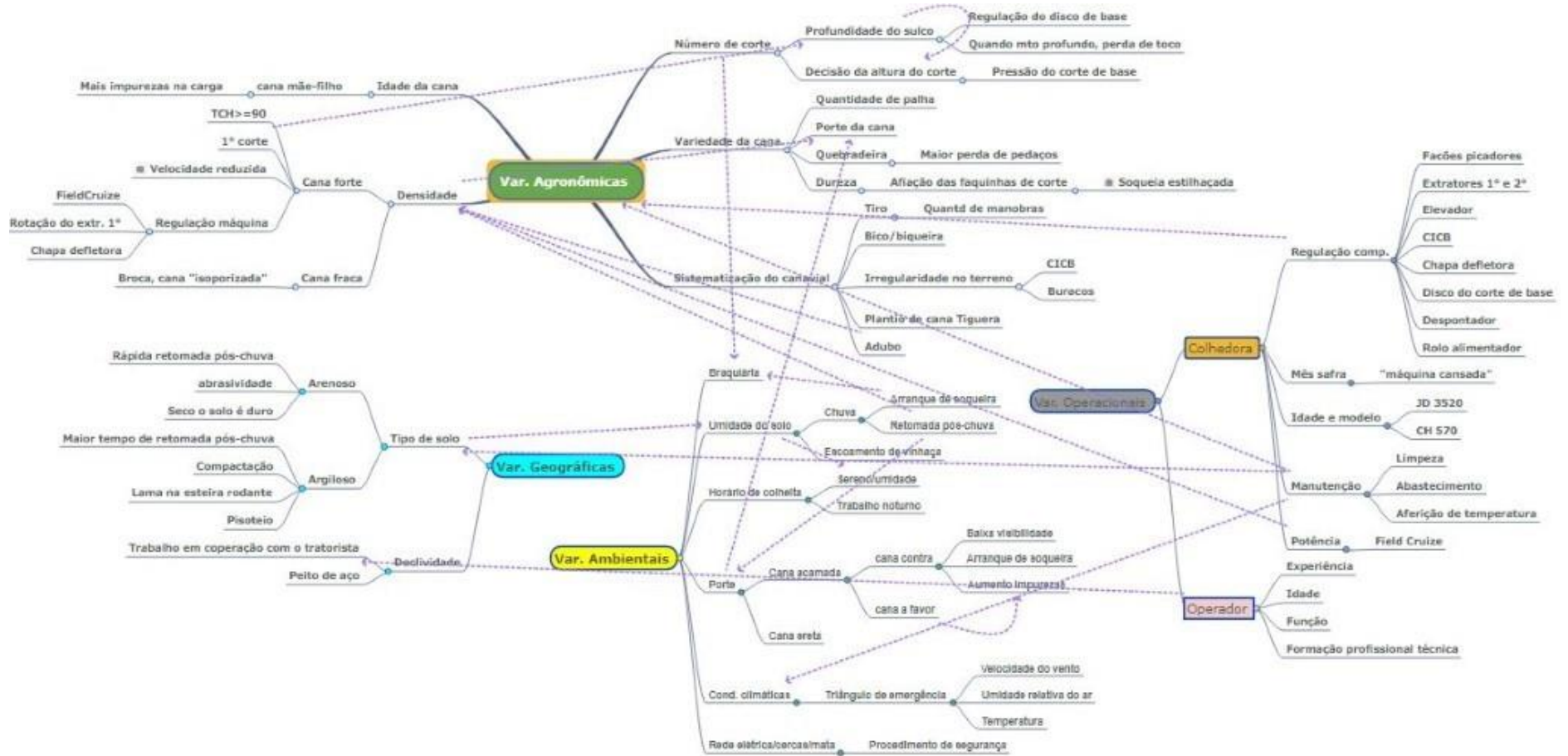
A cada colhedora parada, o tempo máximo de transbordo pelas demais máquinas cai a uma taxa de cinco minutos, considerando uma meta de três caminhões por hora. Por exemplo, se duas colhedoras estiverem paradas, as outras quatro têm que carregar, cada uma, três transbordos em uma hora, ou seja, 20 minutos por carga. Se três colhedoras param, o tempo de transbordo máximo cai para 15 minutos por carga.

Mas o regime de produção é influenciado não somente pelo número de colhedoras em operação, mas também pelas variáveis agronômicas, ambientais, geográficas e operacionais condicionantes do ritmo de produção. A colhedora, dessa forma, é na maioria das vezes o recurso gargalo da operação de CTT, uma vez que tenta-se trabalhar com o mínimo de máquinas possíveis em cada frente para suprir a demanda da moenda, pois seu investimento de aquisição e o custo de manutenção são altos, e sua capacidade operacional é função de um equacionamento, nunca explícito, de variáveis de naturezas diferentes e, muitas vezes, fora de controle do operador. Dessa maneira, a capacidade nominal da colhedora não é conhecida.

Além da quantidade de entrega de cana para usina, a qualidade da cana também é levada em conta. As perdas de frações de colmos deixadas no campo é matéria-prima desperdiçada e as impurezas vegetais e minerais levadas para a carga no transbordo ocupam o lugar no transporte e no processamento de matéria rica em açúcar. No mais, a terra arrastada também é prejudicial às máquinas industriais.

Portanto, o abastecimento em termos de quantidade e qualidade da usina constitui o objetivo estratégico da ação do operador de colhedora. Na operação cotidiana o objetivo é atingir a meta horária de liberação de caminhões, garantindo a operação continuada da moenda. O carregamento dos transbordos, em um regime de ritmo de trabalho mais ou menos severo, consiste o objetivo imediato da colheita e, também, a operação gargalo, posto a dependência da operação da colhedora em uma teia complexa de variáveis. Essa rede de variáveis é esboçada na Figura 5.2. As interrelações estabelecidas entre elas e como são consideradas são analisadas nas próximas sessões, pelo viés das narrativas realizadas pelos operadores ao longo das observações do curso de suas ações.

Figura 5.2 - Rede de varáveis da atividade de colheita mecanizada de cana-de-açúcar



Fonte: Elaborada pela autora

5.1.1 Variáveis agronômicas

As variáveis agronômicas relevantes às situações de colheita são a idade, a produtividade agrícola e a variedade da cana, o número de cortes sofridos pelo canavial e a sistematização da plantação. Pode-se dizer que a principal dessas variáveis é a produtividade agrícola (TCH), visto que o TCH é produto de um equacionamento que envolve a idade e a variedade da cana e o número de cortes e sistematização do canavial. Se passar do tempo ótimo de colheita, se a cana for de uma variedade que não produza colmos densos, se o canavial tiver passado do terceiro corte e/ou se tiver deficiência de adubo na plantação, a cana provavelmente terá um TCH qualificado como “fraco”. Apesar de tal interdependência de causalidade, cada variável agronômica é tratada separadamente para evidenciar outras condicionantes que elas impõem à colheita.

5.1.1.1 Idade, número de corte e variedade da cana-de-açúcar

Em um canavial que passou do tempo ideal de colheita ocorre a germinação indesejada de novos brotos ao redor do pé da cana adulta, implicando no aumento de impurezas dentro do transbordo. Isso acontece porque geralmente os filhos nascem desalinhados da rua do plantio e os divisores de linha não conseguem puxar essas plantas para dentro da máquina. Os pés de cana que saem da linha do plantio são chamados de “Tiguera”.

De regra, quanto maior o número de cortes, menos denso é o canavial, mais falhas são presentes e, com isso, mais plantas daninhas²⁷ são encontradas. Além disso, os sulcos onde estão fixadas as raízes da cana ficam mais rasos, influenciando na decisão da altura do corte.

Canaviais de primeiro corte têm os sulcos mais profundos, isso quer dizer que as plantas são mais firmes e, por isso, o corte pode ser feito rente ao solo sem o risco de arrancar soqueira. Então, a caixa que sustenta as faquinhas do disco de base da colhedora tem que estar mais inclinada do que em uma colheita de canavial mais antigo, para se obter um corte basal rente sem perder tocos. Entretanto, mesmo com essa regulação mais inclinada do corte, algumas vezes perder tocos é inevitável em sulcos cuja profundidade é acentuada. Nesse caso, os

²⁷ Na usina visitada, qualquer tipo de planta estranha à cana era geralmente chamado de “braquiária”, nome à rigor atribuído a um tipo de capim de forragem para gado, mas neste trabalho considerado como um termo genérico.

operadores 9 e 11 explicaram que podem “afundar” a máquina, mas mesmo assim não conseguem alcançar a base da planta, pois essa se esconde na fenda da terra.

A variedade da cana é responsável por suas propriedades, como a quantidade de palha e a dureza do colmo, e intervém diretamente na qualidade da carga e nas perdas deixadas no campo. “A cana que eu mais gosto de colher é a 7515 (...) porque ela é uma cana em pé, não cai tanto e ela não tem tanta palha”, opinou o operador 4. O operador 8 colhia uma planta parecida com a do operador 4, no entanto, sua variedade era de uma “cana quebradeira”, caracterizou ele, pois quebrava fácil e podia deixar perdas em pedaço no campo.

5.1.1.2 Sistematização do canavial

A colheita mecanizada da cana-de-açúcar exige uma sistematização que considera, ou deveria considerar, as curvas de níveis e a topografia do terreno de forma a projetar ruas de cana extensas, ou seja, tiros²⁸ de colheita extensos, reduzindo assim o número de manobras necessárias na colheita. As manobras são classificadas na usina como operação auxiliar, quer dizer, necessárias, porém não produtivas. Logo, quanto menor é seu tempo de execução e sua quantidade, menor o tempo perdido, e maior tempo pode ser dedicado ao corte da cana. Além da dimensão das ruas, a sistematização do canavial envolve os preparos e cuidados com o terreno, a terraplenagem, o plantio de ruas paralelas e canas enfileiradas.

Às vezes é inevitável o plantio em forma de bicos ou zonas de dematação devido à forma triangular ou diagonal dos talhões. A Figura 5.3 ilustra algumas dessas formações. A marcação A (Figura 5.3) exemplifica um bico, onde os tiros vão diminuindo, aumentando o número de manobras necessárias para colher determinada quantidade de cana. As marcações B, C e D na mesma figura ilustram zonas de dematação. Nesses casos, existe um carreador onde as ruas de cana morrem. Aproximando a região C (Figura 5.4), pode-se notar que a primeira rua começa onde a seta amarela aponta. Porém, quando o operador entra no talhão e não percebe isso, principalmente à noite, ele faz a trajetória traçada pela seta vermelha, começando a colher pela segunda rua. Quando chega no ponto na altura da seta amarela, o operador poder não notar que tem uma nova rua começando ali e a máquina tenta processar a cana dos dois lados, vindo provavelmente a “embuchar” - se diz então que o operador “cortou a rua”.

²⁸ Distância na qual a colhedora consegue colher sem manobrar.

Figura 5.3 - Exemplos de bico e dematação



Fonte: adaptado de Fotografias Aéreas (2018)

Figura 5.4 - Aproximação da Região C



Fonte: adaptado de Fotografias Aéreas (2018)

Uma área com bico é um cenário não raro e deve ser contornada logo na sistematização do plantio. Quando os operadores entram nela precisam reportar para o terreirista, para que ele tenha ciência que o tempo de enchimento dos transbordos aumentará. O operador 10 manifestou felicidade por ter conseguido um talhão com tiros grandes, pois “quando está em um talhão cheio de bico é o dia todo no sofrimento”.

A sistematização da plantação condiciona alguns modos operatórios. A irregularidade dos terrenos intervém na regulação da sensibilidade do CICB. Em um terreno plano, roda-se com sensibilidade baixa; em um terreno mais ondulado, aumenta-se a sensibilidade. Quanto maior a sensibilidade, menor é o tempo de resposta no ajuste da altura do corte pelo sistema. Porém quando o terreno é irregular, o CICB não consegue responder à variação do solo, tornando-o ineficaz.

5.1.1.3 Produtividade Agrícola (TCH)

A cana pode ser classificada pelos operadores em cana forte ou cana fraca. Segundo o operador 9, a forte tem um TCH a partir de 90 e é uma cana de primeiro ou segundo

corte, enquanto a fraca tem um TCH menor do que 90~80 e geralmente é encontrada em canaviais de terceiro ou mais corte. A produtividade agrícola é uma das principais variáveis agrônomicas, porque ela influencia (i) na capacidade de colheita e, por conseguinte, na velocidade de operação; (ii) na regulação da máquina; e, (iii) no uso do *Field Cruise*.

A capacidade efetiva de colheita está relacionada a quantidade de cana colhida em determinado tempo e, principalmente, a qualidade desse material colhido. E isso tem a ver com a produtividade agrícola pelo fato de que a colhedora demanda um tempo para processar (cortar, picar e limpar) a cana alimentada. Se essa cana for forte, a quantidade de massa que entra na máquina por tempo é maior, se comparada a uma cana mais fraca, operando em uma mesma velocidade de deslocamento. Logo, quanto maior o TCH, menor deve ser a velocidade.

Nesse sentido, o operador 9 determinou que em cana forte a colhedora tem que andar a menos de 6 km/h, mas quando o TCH varia entre 80 e 100 e o terreno é favorável, o operador consegue andar um pouco mais. Em convergência a esses dados, o operador 8 afere uma velocidade ideal de 6 km/h para um TCH igual a 70.

Quanto a regulação da máquina, a cana fraca, por ser leve, exige que a chapa defletora fique mais fechada e que as rotações dos extratores sejam reduzidas, visto que os colmos podem ser ejetados da máquina com facilidade. Além disso, quando se opera numa cana forte, o rolo tombador tem que ter sua posição projetada para frente, com o intuito de inclinar melhor a cana, facilitando a função dos divisores de linha e impedindo que a cana alta e densa bloqueie a visão do operador desde a cabine.

O uso do *Field Cruise* está associado à produtividade agrícola da cana, porque esse implemento limita a potência da máquina, de modo a otimizá-la, economizando combustível. No entanto, os operadores concordam que quando a cana tem o TCH muito elevado, exige-se mais potência da máquina para produzir maior pressão no corte e na limpeza. Logo, o limitador da potência atrapalha esse processo, aumentando as chances de embuchamentos.

5.1.2 Variáveis ambientais e geográficas

As variáveis ambientais e geográficas são tratadas neste tópico e dizem respeito aos elementos que são externos à planta, mas que condicionam e, muitas vezes, impedem a colheita.

5.1.2.1 Infestação de braquiárias

Uma das causas de aparecimento das infestações de braquiária nas plantações são as falhas, que podem ser efeito do arranque de soqueira nas safras anteriores, “(...) então aquela parte vaga ali, você já deu espaço para braquiária, para erva daninha” (operador 9), ou causadas devido à falta de muda naquele espaço na fase do plantio. Independente da sua origem, a presença dessas plantas não-desejadas solicita da máquina colhedora velocidades de deslocamento lentas, uma vez que se trata de uma impureza vegetal a mais das palhas da cana para ser limpa. Como geralmente a infestação aparece em uma cana fraca, o extrator primário não pode ser regulado em uma rotação alta, caso contrário perde-se muita cana. Logo, uma forma de limpar melhor a carga é diminuindo a velocidade de deslocamento.

Embora a orientação da usina seja de colher com o CICB ligado sempre, os operadores 9, 10 e 15 alegaram que quando há muita braquiária, o corte pode subir muito e a máquina embuchar frequentemente. O terreno com infestações não tem um padrão, então o mato atrapalha a leitura dos copiadores de solo a ponto de tornar inviável a operação com esse implemento ligado. Além disso, a braquiária geralmente se enrosca nas taliscas do disco de corte e nos sistemas de rolamento da máquina, aumentando a pressão de corte, propiciando o embuchamento, como dito pelos operadores.

5.1.2.2 Porte da cana

O porte da cana condiciona os modos operatórios e os resultados de colheita. Dependendo da variedade da cana, da produtividade agrícola e da intervenção de fatores ambientais, a cana pode ser ereta ou acamada. Colher uma cana ereta viabiliza o uso do despontador e permite uma clara visibilidade do limite das entre-ruas. Desse modo, a carga depositada no transbordo é em geral mais limpa, demandando menor esforço dos operadores em conseguir se manter na linha de colheita certa.

Quando a cana é acamada, o despontador não é usado, porque não alcança a ponta da cana ou porque a altura do plantio é tão desordenada, que se perde muita cana. A limpeza é também mais difícil de ser feita. Por isso, em uma cana acamada, o operador anda a uma velocidade menor do que andaria em um canavial ereto. A situação pode piorar de acordo com a direção na qual a cana deita, podendo ser contrária ou à favor em relação ao corte. Se estiver à favor, sua queda está direcionada às ruas não colhidas ou direcionadas para frente da máquina. Se a planta estiver caída para o lado das ruas colhidas, como a Figura 5.5, ou se estiver

caída no sentido contrário da máquina, ou seja, a ponteira é puxada antes da soqueira no corte, se diz que a cana é contra. Nesse último caso, “a máquina engole a cana antes de cortar. Aí começa a embuchar, arrancar soqueira” (operador 4).

Figura 5.5 - Cana acamada contra



Fonte: Fotografia de autoria própria

Independentemente da direção da queda, quando acamada arrasta-se mais impurezas para dentro do transbordo. Porém a cana a favor tem a vantagem de deixar visível o lado das ruas já colhidas para o operador se guiar em sua trajetória, enquanto a contra bloqueia essa visão e estratégias têm que ser elaboradas para criar referências de deslocamento.

Para canas densas, acamadas e emaranhas, o uso das facas laterais é apropriado. Evita-se com isso embuchamentos (operador 9), podendo andar com maior velocidade. Então as facas laterais cortam a cana que enrosca nos divisores de linha.

5.1.2.3 Umidade do solo, condições climáticas e horário de colheita

A umidade do solo pode ser causada por sereno, chuva ou escoamento exagerado de vinhaça no solo. A massa colhida molhada carrega consigo terra para dentro do transbordo. Comprova-se isso com os resultados das impurezas minerais calculados dos operadores 3, 11 e 17, operando em terrenos úmidos, que foram respectivamente 10.98, 8.74, 22.68 kg de terra/t de cana. Enquanto a dos operadores 1 e 2, operando em solo seco, eram de 4.38 e 7.53 kg de terra/t de cana.

Os índices também comprovam a interferência da umidade do sereno na densidade da carga de uma mesma frente. Por exemplo, em uma manhã a densidade da carga

de uma das frentes era de $0,28 \text{ t/m}^3$, enquanto no mesmo dia à tarde, na troca de turno do A para o B, a densidade era de $32 (0,32 \text{ t/m}^3)$. O líder disse que de manhã estava muito úmido, determinando essa diferença.

Além da diminuição da densidade da carga, colher em terreno úmido aumenta as chances do arranque de soqueiras e o deslocamento do transbordo compacta o solo. Dependendo do grau de compactação, o terreno torna-se infértil, abrindo novas falhas na safra seguinte.

Quanto às condições climáticas, três variáveis são monitoradas: a velocidade do vento, a temperatura e a umidade do ar. Quando a temperatura ultrapassa 33°C , a velocidade do vento atinge 20 km/h e a umidade fica abaixo de 20% , chamado triângulo de emergência, a frente toda para, pois o risco de incêndio é iminente. Logo em dias quentes e secos, os operadores tomam algumas precauções para não acumular palha na frente da cabine, no ventilador do radiador ou no material rodante da colhedora, dado que a palha em combinação com calor e atrito podem produzir fogo.

5.1.2.4 Presença de redes elétricas, cercas e matas ao redor dos talhões

A presença de redes elétricas, cercas e/ou matas entre e ao redor dos canaviais é comum. Esses são obstáculos típicos no momento da manobra, tanto para as colhedoras, quanto para os transbordos. No turno noturno, essas barreiras são mais difíceis de serem vistas e contornadas. O operador 6 estava colhendo em um talhão que findava em uma cerca e explicou que se ele batesse nessa estrutura e quebrasse daria um “converseiro danado” entre a usina e o dono da propriedade. Além disso, tinha que tomar cuidado para o elevador não bater nas árvores, se não enroscava, podendo estourar o motor hidráulico ou quebrar o capuz do extrator secundário e, até mesmo, tombar a colhedora. Na Figura 5.6, o operador 6 estava de frente com uma árvore em uma manobra.

Já o operador 15 do turno C, colhia em um lado do eito que estava apertado para fazer manobra. Depois que ele terminou de colher a primeira rua, contornou o talhão e começou a colher do lado oposto, na tentativa de conseguir um espaço maior para as manobras.

Por esse motivo, os operadores são orientados a fazer o acero para aumentar o carreador e facilitar a execução da manobra no fim de linha com mais segurança. O acero é

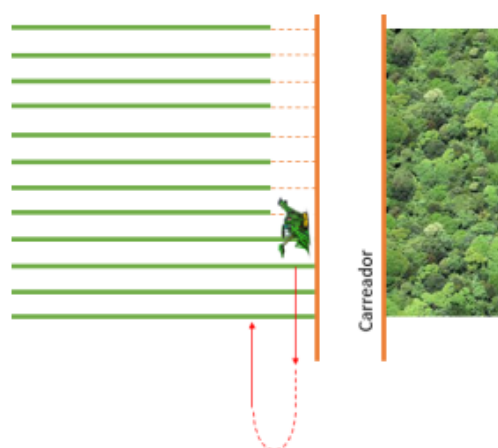
feito quando se colhe perpendicularmente a rua da cana, nas cabeceiras do canavial, como ilustrado pela Figura 5.7. Em outras usinas, essa nomenclatura pode variar.

Figura 5.6 - Árvore na frente da manobra



Fonte: Fotografia de autoria própria

Figura 5.7 - Esquematização do procedimento do acero



Fonte: Elaborada pela autora

O acero também ajuda a economizar o número de movimentos de uma manobra e evita deixar cana para trás. O transbordo da mesma forma economiza manobras e lhe é permitido fazer a “manobra em seis”.

Entretanto, quando a fazenda é de um fornecedor, o acero é evitado, para a soqueira da cabeceira não ser pisoteada pelos transbordos e, conseqüentemente, não ser danificada. Como a cana termina antes do fim da rua (porque a cabeceira já fora colhida no acero), o tratorista muitas vezes começa a manobrar quando acaba a cana, pisoteando as soqueiras da cana já colhida. Na Figura 5.8 nota-se que a cabeceira do plantio estava pisada. A colhedora consegue levantar a cana caída através das ponteiros dos divisores de linha. Quando

ela risca o solo, levanta essa cana e traz para máquina. A cana é colhida, mas aumenta-se as perdas e prejudica a soqueira.

Figura 5.8 - Cabeceira da cana pisoteada



Fonte: Fotografia de autoria própria

5.1.2.5 Tipo e declividade do solo

Um terreno pode ser mais arenoso ou mais argiloso. No primeiro caso, trabalhar em terreno arenoso é vantajoso no sentido de que as retomadas de colheita pós-chuvas são rápidas. Porém, a areia é muito abrasiva para o material rodante, demandando maior manutenção. No terreno argiloso, por sua vez, as retomadas são mais demoradas e as paradas da frente quando começa a chover são quase instantâneas ao início das precipitações. Isso porque a terra se transforma em barro, que adere facilmente na cana, levando grande quantidade de impurezas minerais para o transbordo. Além disso, quando úmido, o solo é compactado com o peso das máquinas agrícolas, como já dito anteriormente.

Teoricamente, a colhedora de cana não pode operar em talhões que tenham declividade superior a 12%. Essa informação técnica se contradiz com o que é visto na prática, dado que os operadores rodam com as máquinas em terrenos bastantes inclinados sem titubear.

5.1.3 Variáveis operacionais

As variáveis operacionais podem ser relacionadas ao operador ou à colhedora. A situação de colheita é encarada de forma diferente, dependendo da experiência de cada operador e da interação entre a equipe de trabalho. Os operadores conhecem os perfis dos parceiros de máquina e dependendo desse perfil, uma divisão de trabalho acontece entre eles para obtenção

da melhor produtividade. O operador 5, por exemplo, descreveu a colega do turno A como boa no quesito produtividade, atribuindo a ela 70% da cana enviada pela máquina, enquanto o parceiro do turno B não era tão bom na produção, porém ia bem com a manutenção. Comparou também o trabalho do folguista com o trabalho dos colegas de máquina, visto que a produção caía quando o folguista substituíria algum deles.

A experiência aparece também na carga de trabalho sentida pelo operador, como o operador 5 comparou enquanto listava suas funções:

Tem que cuidar da rua, cuidar do desponte da cana, tem que cuidar do elevador, tem que cuidar da quantidade de palha que tá caindo no transbordo. E o corte também. (...) para mim que já é acostumado já torna procedimento, né? Não é tão difícil. Agora para quem nunca mexeu com isso aqui, acha que é bastante coisa (operador 5).

Então, as diferentes variáveis relevantes nos processos são o tempo de experiência do operador trabalhando na colhedora, as experiências profissionais anteriores de cada operador, a função exercida (folguista ou não), a formação profissional técnica, quando existe, e a cooperação entre os parceiros. Dependendo de cada uma dessas variáveis, o operador desenvolve estratégias e modos operatórios para dar conta da tarefa com maior ou menor dificuldade.

Quanto às variáveis operacionais referentes à colhedora, elas estão envolvidas no que diz respeito à (ao):

5.1.3.1 Regulação dos implementos e componentes da máquina

A máquina pode ser operada no modo automático ou manual. No automático, a altura do CICB e os divisores de linha são determinados por sensores automatizados. Logo, não demanda do operador a preocupação de regular a altura do corte. Mas por outro lado, quando esses sensores são desregulados ou quebrados, cabe aos operadores regular a máquina manualmente desde da cabine. Entretanto, até para a máquina funcionar no automático, o operador tem que ajustar a sensibilidade do CICB e determinar um alvo para a altura de corte. Então sempre é requerida a decisão do operador.

Além da altura do corte, o operador tem que regular a altura do despontador, sempre manualmente, a velocidade de deslocamento da colhedora, a velocidade de rotação dos extratores, e monitorar o bom funcionamento de faquinhas, facões, material rodante e elevador conforme a cana processada.

Os facões picadores devem estar sincronizados e afiados sempre, caso contrário, contribuem para o aumento de perdas de caldo, ou seja, perdas invisíveis; a rotação do extrator primário deve considerar a produtividade agrícola da cana e a velocidade de deslocamento da colhedora; a altura e o posicionamento do elevador têm a função de distribuir uniformemente a carga no transbordo; a sensibilidade de resposta do CICB tem que ser regulada dependendo do resultado da sistematização do terreno no qual se está colhendo (ondulado, plano, etc.); a inclinação e rotação do disco do corte de base depende da profundidade da raiz da cana no solo; a pressão do corte depende da altura de corte da planta; as faquinhas do disco de corte têm que estar amoladas, se não estilhaçam as soqueiras; o funcionamento do despontador depende do porte da cana; a velocidade do rolo alimentador determina o tamanho do comprimento do rebolos, e, conseqüentemente, a densidade da carga no transbordo; e, assim por diante. Cada ajuste contribui para maior ou menor perda de cana no campo, para maior ou menor velocidade de deslocamento e para maior ou menor tempo de manutenção da máquina.

5.1.3.2 Mês da safra, idade, modelo e potência da colhedora

No começo de safra, a produção das colhedoras é melhor, pois a maioria das máquinas estão revisadas e com todas suas partes funcionando. Próximo ao fim de safra, as colhedoras ficam “cansadas” (operador 16), requerendo maior tempo para manutenções, parando mais e colhendo menos.

Quanto à idade, a colhedora mais nova é pressionada a produzir mais do que as antigas, por causa da integridade de suas peças e da quantidade a mais de recursos operacionais embutidos. A usina contava em 2018 com dois modelos de colhedora de cana-de-açúcar, como dito anteriormente: a CH570 era a mais nova e tinha somente duas safras operando, enquanto as demais, JD 3520, estavam na quarta safra e tinham menos recursos. A primeira era a colhedora que mais produzia na usina, segundo informação dos operadores e líderes.

Além disso, independente do modelo, idade e mês, as características do canavial solicitam maior ou menor potência de motor da colhedora na colheita, como já mencionado anteriormente.

5.1.3.3 Manutenção

O *checklist* da colhedora deve ser feito na primeira hora do turno. No entanto não é sempre assim que acontece. Às vezes não é feito, outras vezes é feito de forma errada como conferiu o supervisor da RN12 em sua ronda. Várias máquinas tinham o documento preenchido parcialmente, enquanto outras apontavam defeitos, mas não existiam OS abertas para o conserto. Isso pode acontecer, porque manutenção e operação são setores com interesses conflitantes. Não é interessante para a operação parar suas máquinas, uma vez que fica sem produzir. Então problemas são postergados para serem solucionados. Todavia, quando algum problema da máquina influencia diretamente na qualidade da colheita, a operação reclama da demora do atendimento da manutenção, principalmente no fim da safra cuja demanda é maior.

Quando os mecânicos são chamados para qualquer manutenção, uma OS tem que ser aberta. Essa OS tem 24 horas para ser atendida. Se não for, a OS vira emergencial e para-se a máquina, na teoria.

Há vários tipos de problemas ou defeitos que podem ocorrer nas máquinas, chamados de QRMs. Acontecem QRMs que às vezes não impedem, ao menos por um tempo, da colhedora rodar, mas exigem mais competência dos operadores para mantê-la funcionando. Outros defeitos demandam manutenções corretivas, ou seja, paradas não-obrigatórias, que são feitas pelos próprios operadores, quando esses conseguem resolver o problema rapidamente, ou, demandam ação imediata de conserto pelos mecânicos.

Manutenções previstas, ou seja, parte das paradas obrigatórias, dizem respeito às manutenções preventivas. Algumas delas são feitas pelo caminhão de pipa, que passa todos dias fazendo a limpeza úmida da máquina, para amenizar sua temperatura e aferindo a temperatura dos componentes do material rodante, por causa das condições propícias de um canalial incendiar. Trocas de faquinhas e limpeza à seco para remoção de palhas e impurezas minerais da base da máquina são realizadas pelos próprios operadores, na função denominada e apontada na plataforma como “operador-mantenedor”. Essa função cuida de manutenções de paradas obrigatórias, logo de comum entendimento entre os operadores. Faquinhas cegas cortando cana macia em alta velocidade estilhaçam as soqueiras e podem arranca-las.

Alguns problemas são solucionados em um tempo curto e os operadores não apontam a ação na plataforma de monitoramento. Às vezes resolvem enquanto esperam o transbordo ou quando o caminhão pipa ou o comboio estão processando a máquina.

Determinados tipos de componentes se estão com defeito e não podem ser consertados prontamente, os mecânicos os deixam “jampeados”, ou seja, eles travam a peça ou o componente em determinada configuração até serem consertados definitivamente.

Saber identificar problemas que poderem causar incêndio é conhecimento incorporado por todos da frente. Os operadores sabem que a combinação de disfunções nos movimentos das peças mecânicas da colhedora, que gera calor em contato com a palha em um ambiente seco, é perigosa e soluções cabíveis têm que ser tomadas.

Algumas ações de prevenção contra o incêndio já foram comentadas anteriormente, relacionadas ao triângulo de emergência. Além dessas, faíscas podem ser produzidas por faquinhas tortas e, então, a função operador-mantenedor é solicitada. Outras medidas são tomadas para evitar acidentes, como a aferição diária da temperatura de componentes críticos feita pelo caminhão-pipa em todas as colhedoras. Quando a temperatura aferida está a cima da tolerância permitida, a máquina deve parar. Foi o que ocorreu com a colhedora do operador 14 que teve a temperatura dos roletes da esteira marcando 170°C, enquanto o tolerado era até 120°C.

Outra medida de combate ao incêndio é não operar com a esteira no material rodante frouxa, porque nesse estado também pode ser provocado atrito. No entanto, ter uma esteira tensionada demais também é um problema, além de elevar as soqueiras por causa da pressão que essa tensão gera no solo. Os rolamentos dos divisores de linha também podem esquentar e ser uma ameaça.

O Quadro 5.1 sintetiza os problemas relatados pelos operadores segundo suas urgências. Os problemas que podem esperar para serem consertados não estão relacionados aos itens essenciais ao corte. Enquanto há colhedoras paradas na frente, por causa de manutenções mais urgentes ou problemas mais graves, as colhedoras com defeitos que podem ser postergados vão colhendo até poderem parar ou até algo impedir seu funcionamento.

Os problemas muitas vezes não apontados na plataforma de monitoramento são, geralmente, situações que os operadores conseguem diagnosticar sozinhos e solucionar de maneira rápida, entre uma espera ou outra de transbordo, abastecimento de combustível, etc.

Por fim, os problemas que param as máquinas são relacionados ao risco de incêndio, mas somente quando o clima está seco e quente, e relacionados ao funcionamento da máquina no processo do corte e transbordo. Alguns desses defeitos surgem do agravamento de falhas que são adiadas e que “poderiam esperar a manutenção”. Pré-ordens são abertas pelos

operadores, porém são fechadas, para a colhedora poder voltar a colher. Então em algum momento esses problemas pioram e impedem o funcionamento da máquina.

Quadro 5.1 - Problemas de acordo com sua urgência e tratamento

<p>Problemas que podiam esperar</p>	<p>Quebra do extrator secundário Vazamento no motor do giro do capuz do extrator primário Giro automático do capuz do extrator primário Disfunção no despontador Disfunção no CICB Quebra do Velocímetro Sensibilidade do copiador de solo descalibrada Rolos levantadores Sensor de pressão do divisor de linha descalibrado Sensor de ponto da régua que afere a altura do corte Afrouxamento da esteira do elevador Falta de sincronia nos facões Volante dos facões picadores Perda de potência do motor da colhedora Pistão do elevador frouxo Trepidações no disco do corte de base Divisores de linha de um lado Material rodante de um lado Computador de bordo Mangueira hidráulica</p>
<p>Problemas não apontados na plataforma</p>	<p>Elevador Falta de água no radiador Limpeza na bateria</p>
<p>Problemas que paravam a máquina</p>	<p>Faquinhas tortas (quando tempo seco) Rolos transportadores Ausência do disco do corte de base Furo na mangueira do radiador Perda de potência do motor da colhedora (em combinação com outros defeitos que não foram encontrados pelo operador) Divisores de linha ambos lados</p>

Fonte: Elaborado pela autora

Por sua vez, a Tabela 5.1 apresenta de maneira resumida e geral, o tipo de problema que cada operador enfrentou nos dias de visita. Fica claro a partir dela, que todos os

operadores operavam colhedoras com algum tipo de defeito. A partir do estado da máquina, eles tomavam decisões de como opera-las, alterando a velocidade, direção de colheita, rotação dos extratores, ligando/desligando implementos e utilizando o rádio. Lógico que para tomar tais decisões, o operador articulava esses problemas com as condições do canavial e do clima.

Tabela 5.1 - Tipos de problemas visto nas máquinas colhedoras

Problemas	Operadores																		Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Caixa de fusível		x																	1
Chapa defletora																		x	1
CICB		x				x				x	x	x	x						6
Despontador		x				x									x				3
Disco do corte de base				x															1
Divisor de linha												x					x		2
Elevador											x								1
Extrator secundário									x	x			x	x					4
Facão picador													x				x		2
Faquinhas cegas													x						1
Faquinhas tortas			x									x							2
Giro automático do extrator primário													x						1
Indicador de altura do corte de base													x						1
Mangueira do radiador								x											1
Material rodante		x								x	x					x		x	5
Motor da colhedora											x								1
Motor do câmbio							x												1
Nível de combustível	x									x									2
Rolo transportador			x																1
Rolos levantadores														x					1
Sensor do extrato primário												x							1
Sensor do motor da roda						x													1
Sincronização facões															x			x	2
Plataforma de monitoramento													x	x		x			3
Taliscas do corte de base					x														1
Temperatura do material rodante								x											1
Vazamento no capuz do extrator primário	x																		1
Velocímetro						x				x					x				3
Ventilador do radiador													x						1

Fonte: Elaborada pela autora

O operador 13 foi quem mais chamou atenção, porque parecia que estava mais tenso do que os demais. Sua máquina estava com muitos componentes danificados: o capuz do primário, o ventilador do radiador, o CICB, as faquinhas, o secundário e a corrente do *joystick*. Para agravar a situação estava operando com a pesquisadora ao lado e o facilitador B no transbordo que a acompanhava, questionando os QRM e julgando a qualidade do corte. Além da tensão, ele estava preocupado com o resultado que estava deixando no campo, mas parecia que postergava suas ações, as quais melhorariam seu trabalho. Além de reclamar da falta de apoio dos parceiros.

Mas esse operador, com tantas demandas e não tendo autorização para parar sua máquina, pensou em uma saída. Durante a troca de uma faquinha, ele notou que a mangueira hidráulica estava vazando, mas explicou que não ia avisar para o líder, pois dessa forma o óleo

vazaria e teriam que parar a máquina forçadamente para conserta-la. Nessa parada, ele aproveitaria para pedir a solução de outros problemas que estavam pendentes.

Por fim, acredita-se que o sentimento relatado pelo operador 12 ilustra um sentimento coletivo:

Essa usina é o seguinte, se eles querem mexer com tecnologia, eles tem que ter recurso. Eles tinha que ter um profissional capacitado para esse tipo de coisa por frente. Eles não tem. Os meninos sabem uma coisinha, mas como eles não mexem só com isso aqui, tem vez que eles se batem, não consegue achar. Ou tem que vir um técnico da John Deere (...) ele vem dar o apoio aqui. Só que nem hoje, ele não tá aqui. (...) Se ele tivesse na frente x (perto dali), rapidinho ele chega e já resolve esse problema. Ele mexe com isso todo dia, é que nem médico (...). Era melhor que fosse daquelas máquinas mais antigas, que não tinha essas fresculhadas de sensor, de de... as outras não baixa o elevador, baixa o divisor, é só problema hidráulico mesmo. Mas essas aqui é elétrica e hidráulica, assim, essas partes de copiador de solo.

O que eu acho dessa empresa, eu tenho 2 anos aqui. O que eles visam é mandar cana, cana, cana, cana. É caminhão/hora, você viu, o (líder) tava louco né? Ele veio aquela hora falar comigo ‘pega um eito maior, porque não tá entregando, os homens vai, daqui a pouco a cobrança vem’. Parece que quando acontece isso aí, dá tudo errado: tem máquina quebrada, aí quebra a outra. Então, pode ver, a gente querendo ou não, a gente trabalha na pressão. (...)

Você sofre, sofre, porque a cobrança é demais. Eles não têm paciência de... Tipo assim, as colhedora tá com um “B.O.zinho”, em deixar ela parada para arrumar. Vai virando uma bola de neve, faz uma coisinha aqui, aí já libera ela para trabalhar. Aí lá na frente ela quebra pior. (...) É gostoso trabalhar, mas a cobrança, é cobrança demais e salário de menos. Se olhar bem, na outra empresa que eu trabalhava, eu ganhava bem mais e era mais sossegado. Nós mesmos podia mexer na máquina, porque não tinha negócio de abrir O.S., fazer P.T. A gente andava com a caixa de ferramenta. Estragou uma coisa aqui? Eu só parava a máquina e ia mexendo. Não precisava ficar passando para líder, passando para central, nem nada. Que nem nós trabalhava de terceiro nessa usina, a gente só falava assim, a gente passava para o (gerente), que é a central lá da logística, né, ‘ó, máquina tal parou aqui. Beleza, parou o sistema lá, aí eu ia mexer (operador 12).

Todas essas variáveis se inter-relacionam nas situações de colheita de alguma forma, solicitando do operador articulações e tomadas de decisões dinâmicas para que possa cumprir com seus objetivos estratégico e imediatos, de entrega de quantidade e qualidade de cana-de-açúcar.

5.2 ANÁLISE DO CURSO DA AÇÃO NA COLHEITA CANAVIEIRA MECANIZADA

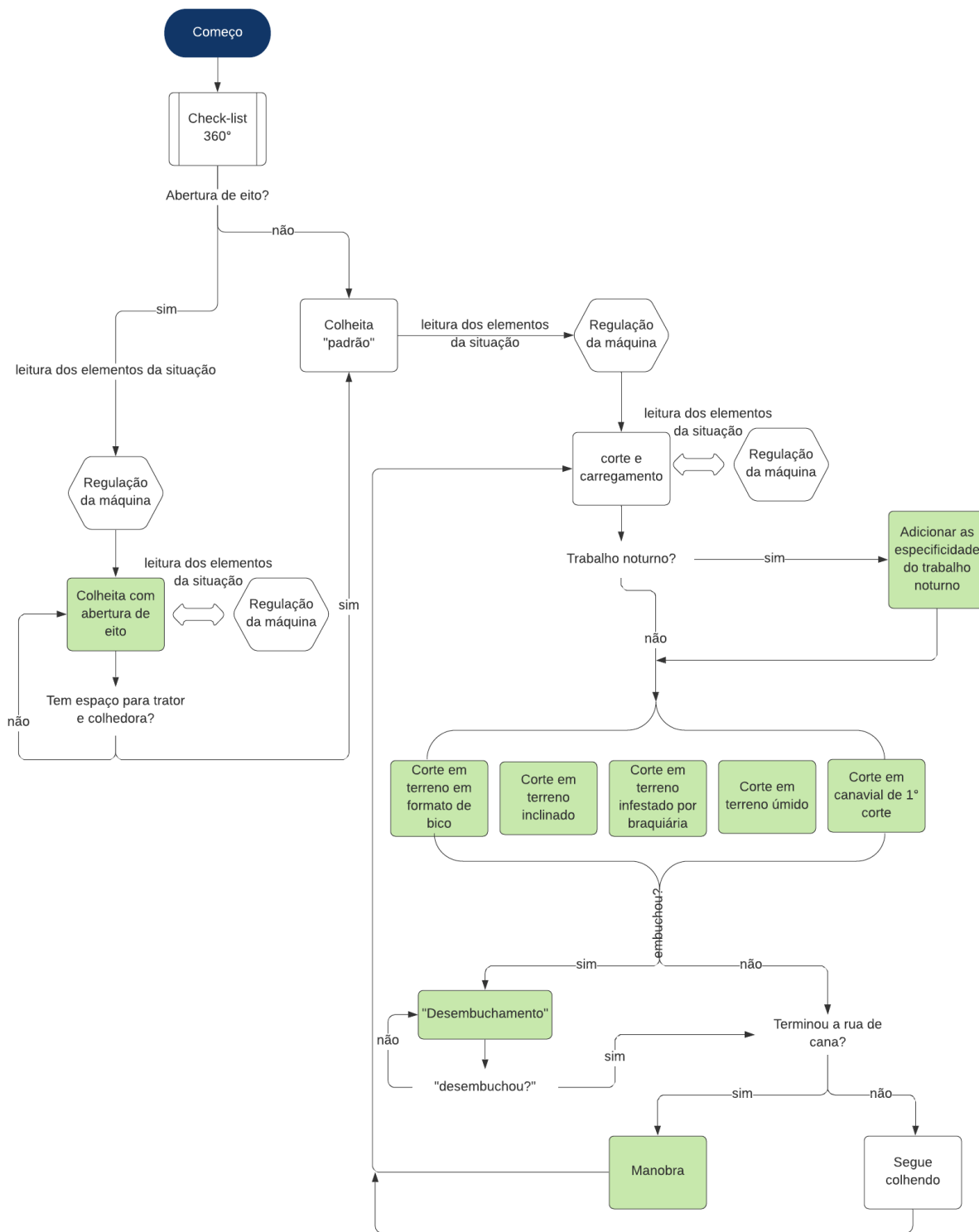
Das observações e verbalizações realizadas no estudo de caso, foram escolhidas algumas situações típicas de trabalho vivenciadas pelos operadores de colhedora de cana-de-açúcar para serem analisadas em congruência com o signo tetrádico do Curso da Ação. Para entender como foram selecionadas essas situações típicas e ciente das diversas limitações contidas na ilustração que inibe qualquer processo de simulação, é esboçado na Figura 5.9 um fluxograma geral dos cenários encontrados neste estudo.

Nesse esboço, pode-se notar que existem dois tipos de colheita: a padrão e a abertura de eito. A colheita chamada aqui de “padrão” é realizada em eitos já abertos, ou seja, o operador segue colhendo um eito que já fora iniciado por um colega, normalmente o seu parceiro de máquina. Dependendo das características dominantes desse eito, os modos operatórios variam para dar conta de entregar a carga na usina na qualidade desejada. Então divide-se a colheita em diferentes tipos: colheita em terreno com formato de bico, colheita em terreno inclinado, colheita em canavial infestado por braquiárias, colheita em terreno úmido e colheita em canavial de primeiro corte. O operador do turno noturno lida com todas as especificidades desses tipos de canaviais, ademais dos aspectos inerentes da noite: o sono e a baixa visibilidade.

Situação diferente da colheita “padrão” é a abertura de eito, feita quando o operador começa um eito novo. No início desse processo não há espaços delimitados visíveis para guiar a trajetória de operação tanto da colhedora, como do transbordo, porque o eito ainda está fechado. Durante essa operação, o operador fica mais vulnerável a encontrar situações inesperadas e o risco de acidentes é maior para ambos veículos. Mesmo estando na Figura 5.9 separada dos tipos de colheita, a abertura de eito pode ocorrer em diversos tipos de canaviais e terrenos.

Independentemente de qual seja o tipo de colheita, a máquina está sujeita a embuchamentos por diversos motivos operacionais que variam entre disfunções da colhedora até a falta de regulações adequadas da máquina para o plantio processado. Por fim, situações envolvendo manobras são analisadas, dado que o tempo despendido com elas afeta no tempo operacional total da colhedora.

Figura 5.9 - Possibilidades de cenários mais comuns observados na colheita de cana-de-açúcar mecanizada



Fonte: Elaborada pela autora

5.2.1 Análise do Curso da Ação na abertura de eitos

A abertura de eito é uma das atividades mais difíceis da colheita. O operador posiciona a colhedora na altura do talhão que deseja dividir. Então, entra no plantio, procurando

pela rua a ser cortada. O transbordo acompanha mais ou menos nas entrelinhas localizadas entre a terceira e quarta rua ao lado da colhedora, amassando a cana. “Para abrir o eito no meio é um pouco na sorte”, argumentou o operador 1.

São analisadas e comparadas aqui duas situações de abertura de eitos: a do operador 1 e a do operador 12.

5.2.1.1 Situação #1: Abertura de eito com o operador 1

A pedido do líder, o operador 1 deu início a abertura de um eito, na altura definida pela liderança. Enquanto esperava o tratorista chegar, a colhedora entrou na rua, iniciando o corte da cana, a qual ficava depositada no bojo do elevador até o transbordo começar. O tratorista então chegou e, orientado pelo operador via rádio em qual lado ele deveria se alinhar, começaram a colher juntos. Não demorou para o operador 1 avisar ao parceiro (via rádio): “Oh, (nome), vamo presta atenção, se não me prensa” (Figura 5.10). Parecia que o tratorista estava com dificuldade para manter o caminho entre as linhas certas, acompanhando a colhedora. Depois de 50 segundos de operação, o operador pediu: “oh, (nome), bota 34 aí”. Depois de 1 minuto, o operador orientou: “Vá para cima²⁹, gurizão. Vai olhando sempre o elevador, (nome), cê olha nele que cê não sai fora”. E repetia, “para cima”.

Figura 5.10 - Transbordo e colhedora abrindo eito



Fonte: Fotografia de autoria própria

O operador seguiu orientando o tratorista: “Pode colocar segunda B, primeira B, devargazinho mesmo, três por hora, quatro (km) por hora. Aí você tem mais domínio do trator (transbordo), dá mais tempo pra fazer manobra, subir e descer”. O transbordo saía amassando duas ruas ao longo do seu percurso. A máquina conseguia colher essas ruas amassadas depois.

²⁹ “vai para cima” significa se afastar da máquina colhedora.

Após três minutos adentrando o eito, o operador comentou: “aí dá para ver a rua tranquilo”. Para a pesquisadora isso não era possível. Ele se guiava pelos divisores de linha para não perder as ruas, pois a cana era forte.

O tratorista tinha que ser bom na operação:

Pesquisadora: Se não sai pisoteando tudo?

Operador 1: Anhan, pisoteando, prensando a máquina. Cê viu no começo lá como ele tava, prensando pra cá? Prensa elevador, enrosca.

P: O elevador tava quase saindo, não foi?

O1: Tive que puxar para cá, se não ia enroscar, aí ia danificar o elevador, aí pronto. Ano passado passei nervoso com essa máquina, por causa de elevador. Trocou uns três elevador.

“Enroscar” a esteira no transbordo significava que a parte de baixo da esteira do elevador podia entrar na parte mais alta da carga se eles não prestassem atenção.

A frequência com que o operador olhava para o transbordo era alta, comparada a uma operação de colheita normal. Em uma dessas verificações, o operador buzinou e avisou para o parceiro: “para cima”.

Pesquisadora: Mas o trator sofre ali, hein?

Operador 1: Sofre. Fácil não. Por isso que é bom a gente tá com a rádio num canal só os dois, pra ir ficar mais fácil de falar pra ele (...) Cê viu, no outro canal tava um converseiro, né, aí a gente vai falar, aí corta, muitas vezes não escuta. Aí dá um acidente.

Também listou os acidentes possíveis:

Pode enroscar o elevador, né, e puxar a máquina. O tratorista pode vim pra cima da máquina pegar ali no despontador, na cabine do trator. (...) Pode pegar o pneu do trator, no divisor de linha e estourar. (...) É muita coisa que cê tem que cuidar (operador 1).

Atravessou o carreador e continuou abrindo o eito do talhão seguinte, ainda alertando o colega: “um pouquinho pra cima, vem para cima” (operador 1). Ao atravessar o carreador, a plantação mudou. A cana estava acamada atrapalhando a visão das ruas. Por isso, em determinado trecho ainda da primeira linha de abertura, o operador percebeu que estava “cortando” rua. Deu ré até achar o ponto onde tinha se desalinhado, e retornou a colher a rua perdida. Pelo vídeo registrado, acredita-se que ele conseguiu distinguir seu erro através do traçado das rotas da colhedora e do transbordo pelo retrovisor, já que o tratorista, acompanhando-o, também se desalinhou das ruas que estava amassando.

Antes desse evento acontecer, o primeiro transbordo tinha sido substituído por um segundo vazio. Passado um tempo colhendo com a nova tratorista, o operador comparou: “viu que ela é melhor para abrir eito do que o outro? Então, não prensou nenhuma vez até agora o elevador” (operador 1). A atual tratorista tinha três anos na função, enquanto o primeiro era mais novo no serviço. A frequência com que o operador olhava para o transbordo era menor, comparada ao primeiro parceiro. Quase nunca ele olhava.

Mais adiante, outro tratorista foi alocado, um terceiro, porque o segundo transbordo começou a falhar mecanicamente. Os colegas diagnosticaram que algum sensor do veículo deveria ter sido deslocado e, por isso, a falha.

O operador seguiu abrindo o eito até que a rua que colhia findou em um carregador de dematação. Ele suspendeu a suspensão da colhedora e fez a manobra no carregador, e mandou o tratorista sair mais à frente para fazer a manobra ali também. Então manobram (180°) e voltaram para a rua adjacente à que eles colheram antes. A Figura 5.11 mostra a colhedora esperando o transbordo finalizar a manobrar: a seta vermelha indica a linha de cana que tinha acabado de ser colhida e a linha azul indica o carregador de dematação.

Figura 5.11 - Dematação



Fonte: Fotografia de autoria própria)

Quando o transbordo se emparelhou ao seu lado direito, retomaram a colheita.

Não tem problema não (se referindo a surpresa de ter encontrado a dematação). Vou tirar umas quatro ou cinco ruas desse lado aqui (esquerdo), aí depois eu começo a levantar aquelas ruas (as ruas amassadas do lado direito, o lado do transbordo) (...) Agora vou tirando de uma em uma, até dá espaço para caber um trator aqui (operador 1).

Quando o transbordo coubesse, eles trocariam de lado na operação. O tratorista então se posicionaria nas ruas já colhidas e a colhedora, nas ruas amassadas.

Pesquisadora: Abrir eito é mais tenso, né?

Operador 1: Um pouco, mas aqui tá bom, a cana não tá muito forte. Tem lugar que é mais fechado, que você não vê nada. Tem vez que você corta umas rua, hein!

O operador 2 disse que gostava de abrir eito, pois dava uma “despertada”. Até 2017 as colhedoras tinham *Global Positioning System* (GPS) instalado, mas desinstalaram os equipamentos em 2018. “Ajudava demais o operador. Abrir eito era fácil, até tereré dava para fazer” (operador 4).

5.2.1.2 Situação #2: Abertura de eito com o operador 12

A abertura de eito da situação #1 teve motivo logístico, partindo do líder da frente a demanda. Mas a decisão de abrir pode vir através de uma estratégia operacional do próprio operador para contornar problemas na colhedora. O operador 12 decidiu abrir o eito que estava colhendo, porque sua máquina tinha o divisor de linha do lado direito quebrado, instável. Quando o divisor era abaixado no início da colheita, logo depois subia automaticamente, perdendo muita cana no campo.

A solução encontrada pelo operador foi abrir o talhão no meio para poder operar somente com o divisor esquerdo, “trabalhar rodando”, evitando que o quebrado ficasse para dentro da rua que estava sendo cortada.

Entretanto, quando começou a abrir o eito, se sentiu receoso, porque a tratorista que o acompanhava era novata, o canavial era muito denso e o sol estava contra o corte. Ele disse que do jeito que a tratorista estava se deslocando, ela cruzaria na frente da máquina, porque a cana bloqueava a visão entre ambos veículos: nem o operador conseguia ver nitidamente o transbordo, nem a tratorista, a colhedora. Diante disso, o operador desistiu de sua estratégia inicial e decidiu fazer o acero para pegar o sol a favor.

Para abrir eito tem que pegar um tratorista experiente, porque você tem que ter certeza que ele não vem para cima da colhedora e você fica focado na rua. Essa cana do jeito que tá, até com um tratorista experiente é difícil (operador 12).

Quando chegou ao final da rua, decidiu completar a carga desse transbordo e depois abrir o eito com a próxima tratorista que já tinha sido alocada pelo sistema, porque “ela tem um pouco mais de experiência” (operador 12).

Quando o segundo transbordo chegou, começaram a abrir o eito, agora com o sol a favor. A cana continuava densa. Não se via o transbordo e até mesmo o elevador era difícil de ver de dentro da cabine da colhedora. Além disso, o operador notou que a rua era encurvada.

“Eu tô focado aqui na rua (...) Se (a tratorista) chegar de querer vim um pouquinho, eu já paro a máquina e passo o um rádio para ela” (operador 12).

Quando o operador saiu do outro lado do talhão, disse:

Tá vendo, um pouquinho para cima de onde eu tinha começado a abrir antes (...) duas ruas pra baixo (...) deu bom, era aqui mesmo (que ele queria sair). É gostoso quando abre assim e dá certo. Olha a felicidade (apontou para a tratorista) (operador 12).

O local de abertura do eito foi escolhido pensando em encurtar a distância entre o fim da rua de um lado do talhão até o começo da rua do outro lado.

Enquanto fazia a manobra o operador refletia:

Operador 12: Vou fazer o esquema que nós faz quando tá abrindo eito. Agora eu jogo ela (tratorista) na rua onde eu colhi, e eu vou na de baixo que ela veio amassando.

Pesquisadora: Para levantar?

O: Para levantar. Para nunca pegar a rua de frente. Se eu fosse por ali de novo, ela ia pegando arrepiando, então era perigoso entrar por baixo do trator e arrebentar algum sensor, alguma coisa ali.

Enquanto o transbordo se locomovia no eito fechado, ia amassando duas ruas de cana. Depois, então, a colhedora levantava essas ruas amassadas, colhendo-as. Quando questionado como se guiava entre as ruas acamadas nesse processo, o operador respondeu:

Ah, sei lá, mas eu tiro a base mais ou menos ali (pela rua não colhida da esquerda). Eu sei que ela amassou duas aqui. E tô deixando duas agora (a distância entre o transbordo e a colhedora, duas ruas), então eu tô levantando a terceira (contando do transbordo até a colhedora).

Olha, eu inclino mais os divisor, faço essa inclinação para ele trazer a cana caída, né? (operador 12).

Nesse momento, o barulho do motor mudou e ele concluiu que a máquina tinha embuchado. “A cana deitada é mais complicada de colher mesmo. Às vezes se baixa pouco... Nossa, esse corte de base que eles trocou não sei não, hein? (...) Ele tá fazendo barulho quando desliga ele” (operador 12). Deu ré e acionou o reversível para retornar a cana “embuchada” para fora. Quando a massa saiu, avançou para pegá-la novamente: “Aqui, ó, você passa meio que por cima, que ela (a cana) já tá cortada, né? Para ela não embuchar, eu olho aqui no gráfico do picador”. Dito isso, a porta do motor abriu e a máquina parou. Nessa situação de abertura de eito, o atrito entre a máquina e o canavial é grande. Então, se torna comum danos nos componentes que vão presos à máquina ou ao transbordo.

No fim da linha, o operador fez uma sequência de sinais para o tratorista, como se falasse: “faz a volta e pare aqui”. Eles trocaram mais uma vez de posição. Agora, a rua que tinham acabado de colher, era por onde o transbordo estava passando. E a rua que o transbordo tinha acabado de amassar, era por onde a colhedora estava indo. Então o transbordo estava passando por cima de uma rua colhida e amassando a do lado. “A máquina pode pegar arrepiado, o trator não” (operador 12). Quando perguntado se esse procedimento de abertura de eito era feito em todas as frentes, o operador respondeu:

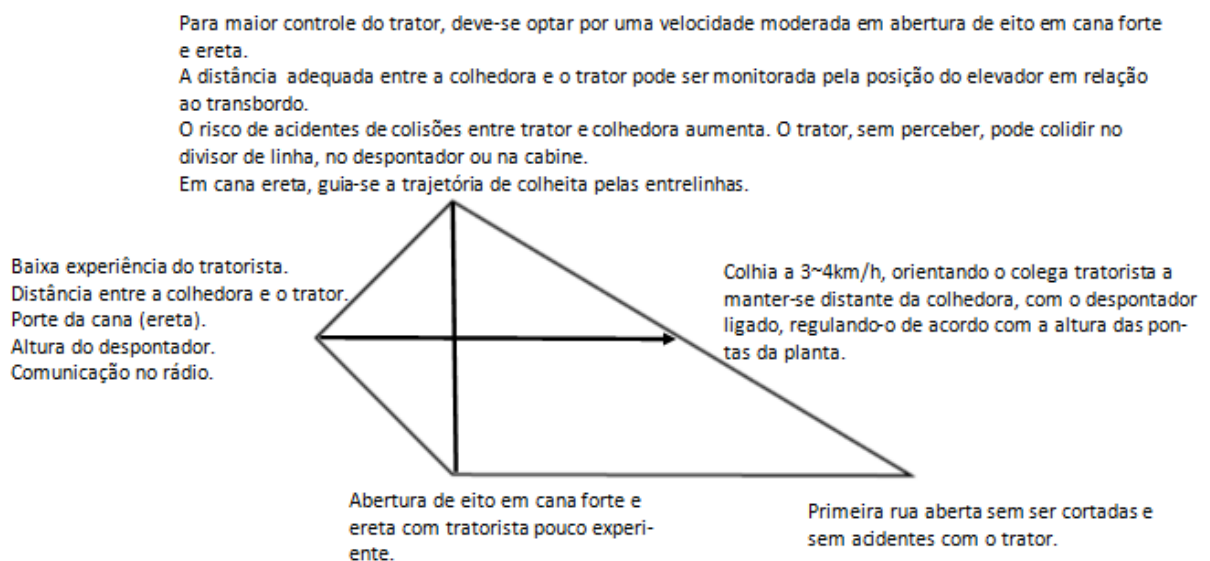
Tipo assim, se você for em outra frente, nessa mesma frente aqui, no turno B, esse aqui já é um procedimento nosso aqui do turno A, no turno B ele já faz diferente... não é tipo assim, engessado, não é IT, que é Instrução de Trabalho, não tem nada assim. Tem, mas tem de outro jeito, do jeito normal mesmo como se abrir o... eles falam acero. Nós falamos eito (operador 12).

Em certo momento, já não funcionava mais o divisor direito e ele então desistiu de colher as plantas amassadas, porque a colhedora não conseguiria alcançar a cana na base.

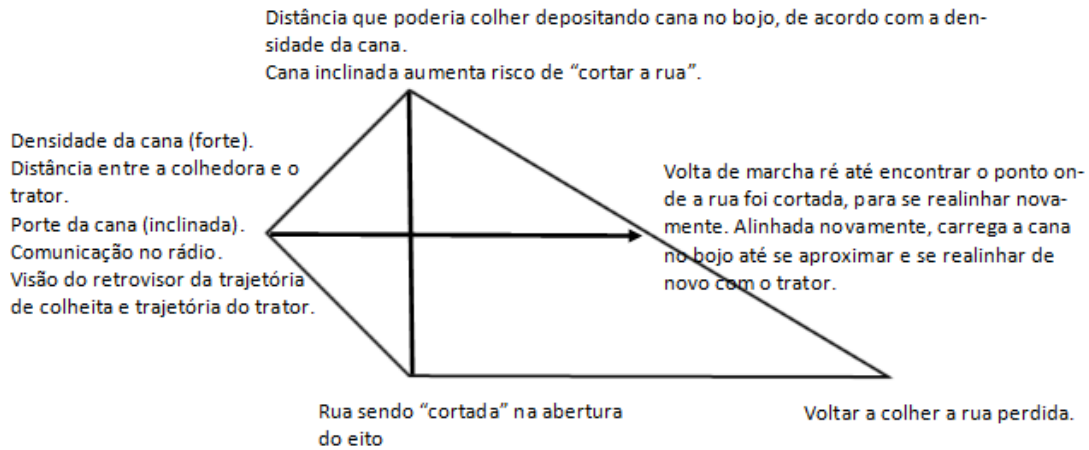
5.2.1.3 Análise do CA das Situações #1 e #2

As Figuras 5.12 e 5.13 apresentam os signos tetrádicos extraídos das Situações #1 e #2, respectivamente. A partir dessas representações, pode-se tirar algumas conclusões quanto à operação de abertura de eito.

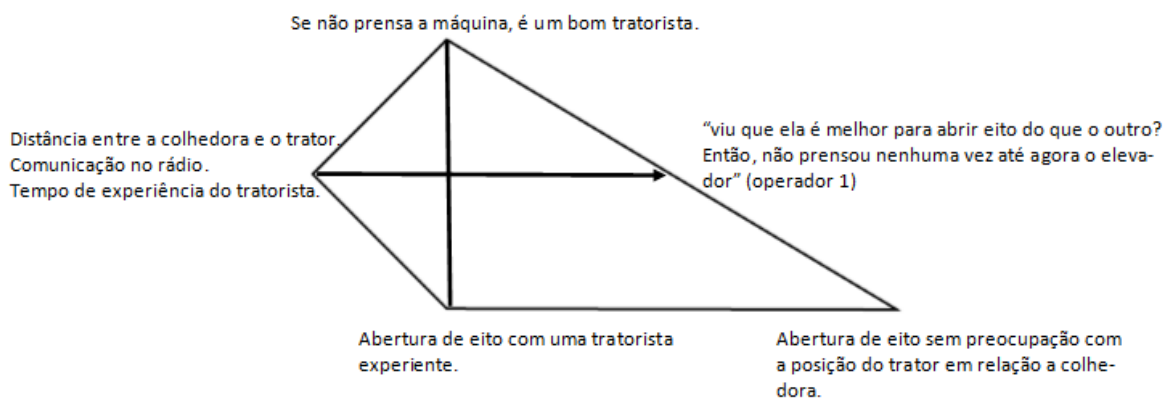
Figura 5.12 - Signos tetrádicos do Curso da Ação do operador 1



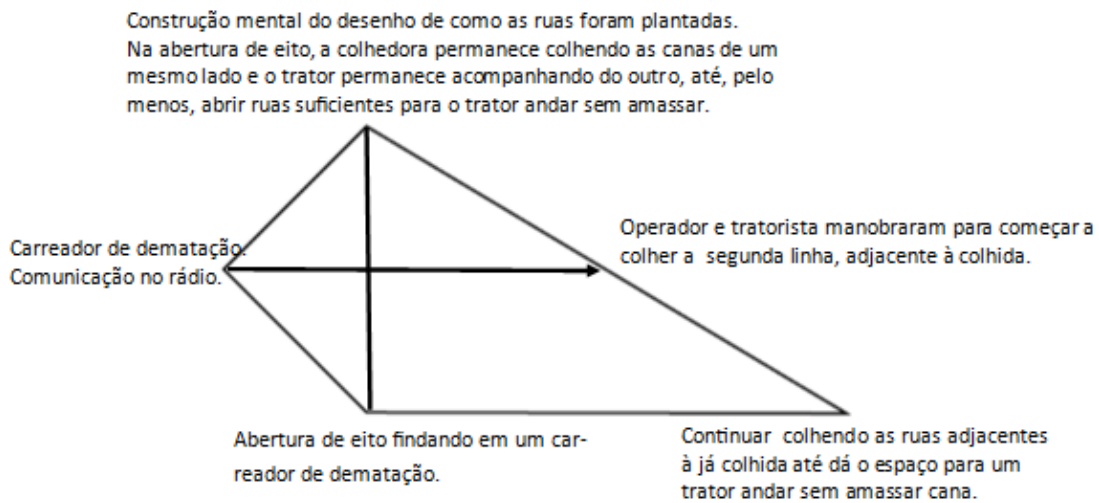
(a)



(b)



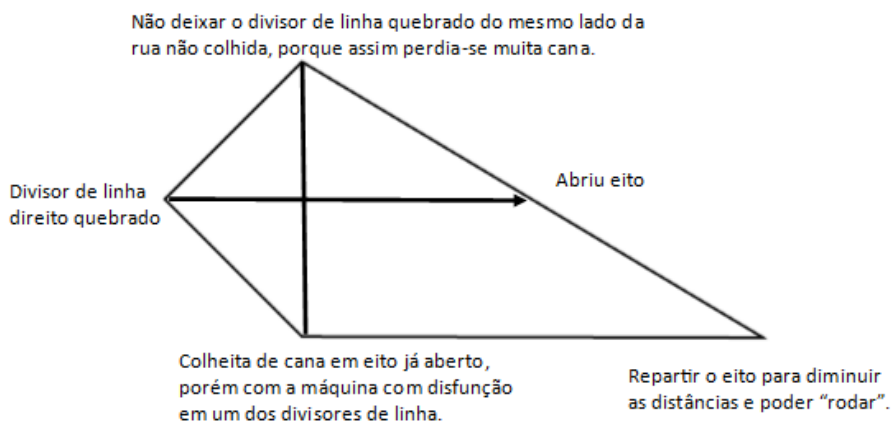
(c)



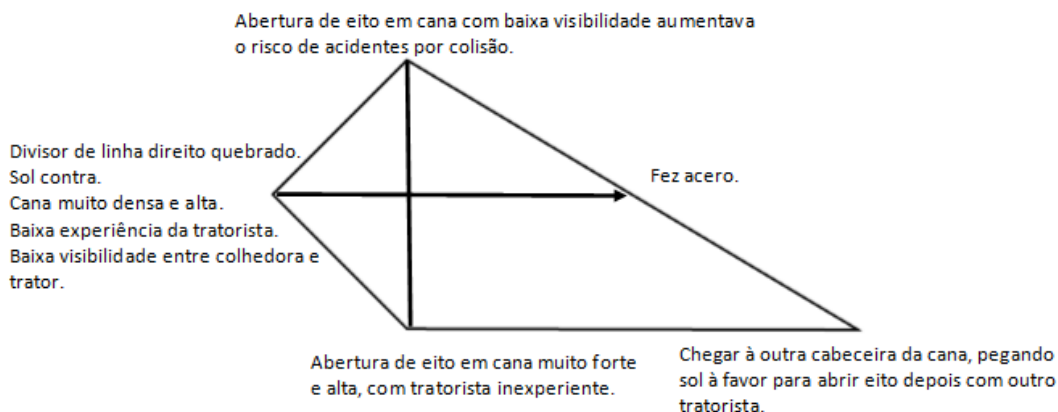
(d)

Fonte: Elaborada pela autora

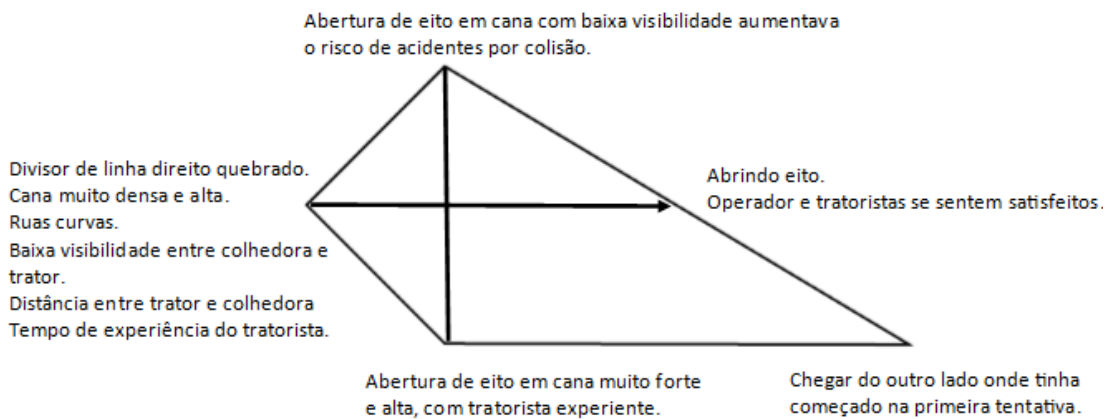
Figura 5.13 - Signos tetrádicos do Curso da Ação do operador 12



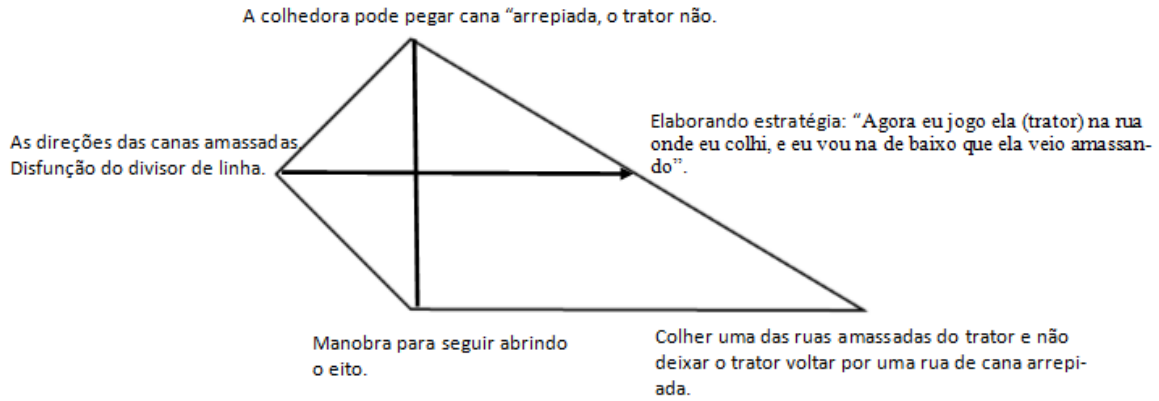
(a)



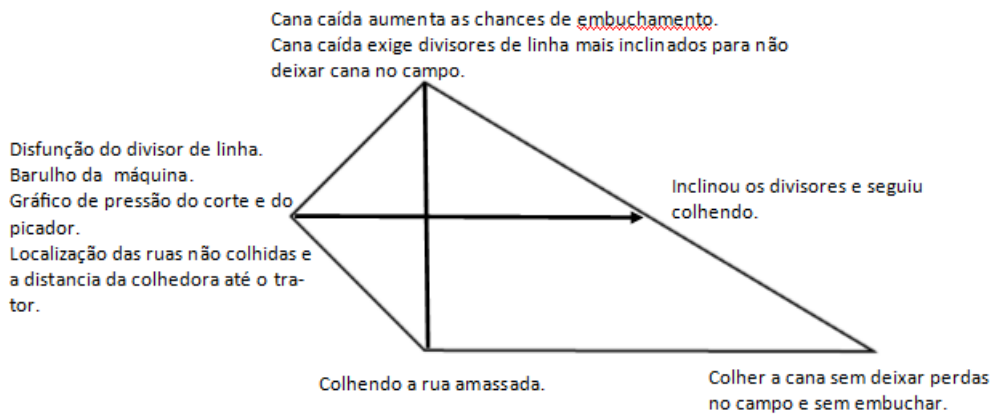
(b)



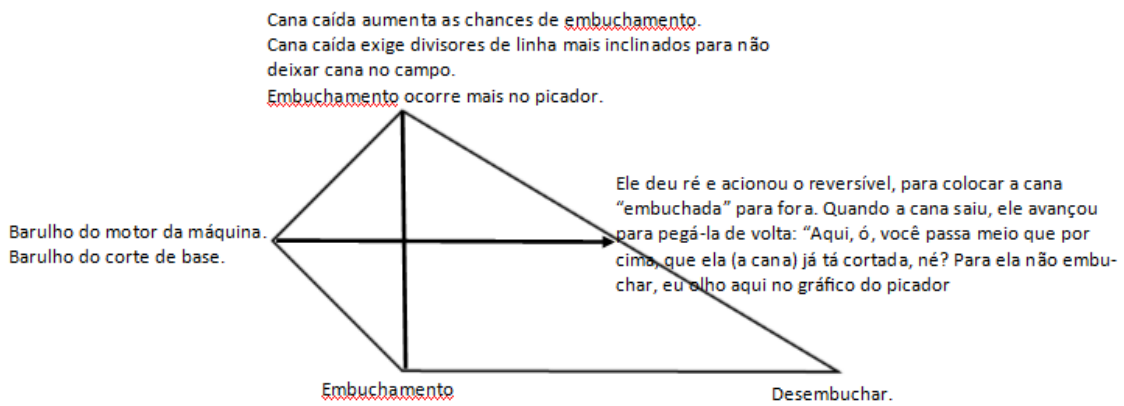
(c)



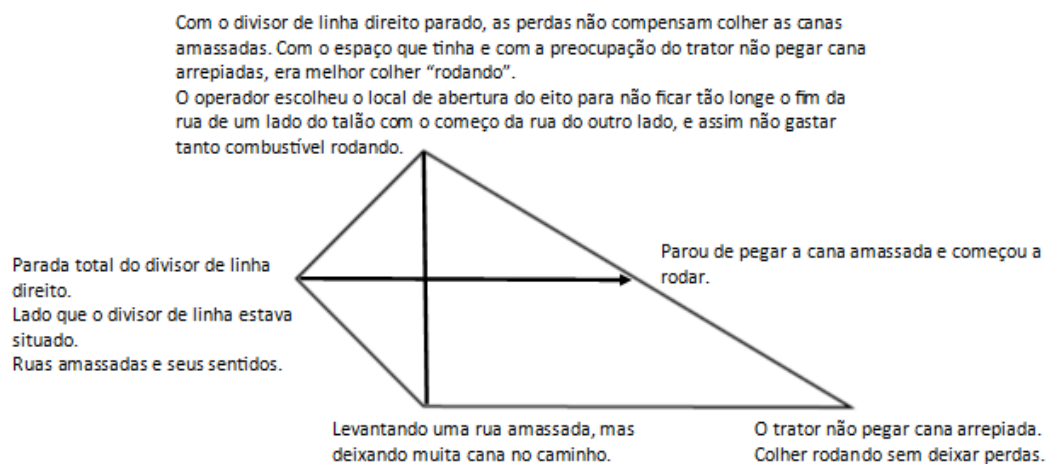
(d)



(e)



(f)



(g)

Fonte: Elaborada pela autora

Em primeiro lugar, a experiência do tratorista foi julgada pelos operadores 1 e 12 como fator condicionante e restritivo dessa operação. Numa cana menos densa, abrir eito com um tratorista novato é factível, mesmo elevando a primeiro plano a preocupação do operador em manter o transbordo afastado da colhedora; enquanto em uma cana mais densa, que bloqueia a visão entre os dois veículos, a operação se torna inviável com um tratorista sem experiência.

A produtividade agrícola da cana e seu porte são sempre considerados. Colher cana acamada ou amassada aumenta a possibilidade de embuchamentos e de cortes de rua. Logo os operadores sempre verificam os gráficos de pressão do disco de corte e dos picadores e a imagem dos retrovisores.

Observam-se diferenças na estratégia de abertura de eito do operador 1 e do operador 12. Enquanto o operador 12 se preocupava em não deixar rua "arrepiada" para o colega tratorista, o primeiro não mencionou isso e ainda colheu duas ruas adjacentes, ou seja, o tratorista que o acompanhava provavelmente andou sobre uma rua já amassada e "arrepiada". Esse pode ser o motivo pelo qual um dos transbordos da Situação #1 teve um de seus sensores danificado.

Os motivos de abertura de eito foram diferentes também. Enquanto o operador 1 estava cumprindo ordens do líder, o operador 12 tentava uma estratégia para operar com a máquina sem fazer manobras ou minimizando a solicitação operacional do divisor de linha com defeito. O objetivo final era não parar a máquina e tentar colher dentro das condições que lhe eram oferecidas, até poder abrir uma OS. Sua frente encontrava, fazia algum tempo, entraves para atingir as metas de produção, logo a pressão de operação era alta.

De maneira geral, pode-se dizer que os aspectos mais importantes desse processo são as competências do operador e do tratorista envolvidos, as referências para se guiar entre as entrelinhas e o estado de funcionamento da máquina colhedora.

5.2.2 Análise do Curso da Ação na colheita em terrenos em forma de bico

A colheita da cana em terrenos em forma de bico, ou em dematações, é uma situação que aumenta a frequência de manobras e complica a operação de colheita do turno C, por causa da falta de clareza do começo e do fim das ruas de um talhão.

São analisadas e comparadas aqui três situações: a do operador 4, 12 e 15.

5.2.2.1 Situação #3: Operador 4, Turno C

O operador 4 colhia em um eito que tinha muitos bicos e se via confuso em relação ao local onde terminavam as ruas. Para entender como foram plantados os pés de canas, ou seja, o desenho do canavial, decidi “bater esteira³⁰” em volta do talhão. O tratorista que o acompanhava também estava inseguro, pois tinha dúvidas de onde manobrar. Se não conseguiam ver o fim das ruas, também não conseguiam visualizar direito se havia rede elétrica, se a falha no solo era braquiária ou se eram buracos. A construção do espaço era feita de forma coletiva, entre o operador e o tratorista por meio da comunicação via rádio. Eles trocavam informação sobre velocidade, local de manobra, aproximação de uma possível rede elétrica. O operador numa forma de protesto contra o cenário que trabalhava, disse que era função do turno B colher aquela parte, pois além de conter muitos bicos, estava perto de redes de energia.

A cana era forte, de primeiro corte, mas com muitas falhas.

5.2.2.2 Situação #4: Colher rodando e abrindo eito (operador 12)

Como já relatado no tópico anterior, o operador 12 escolheu a estratégia de colher “rodando” devido à um defeito no divisor de linha direito de sua máquina. Mas, concomitantemente a isso, ele também colhia um eito em forma de bico. O operador explicou que nessas situações, onde o tamanho dos tiros vai gradualmente se encurtando, a estratégia de

³⁰ “Bater esteira” é uma expressão usada pelos operadores para designar a ação de andar com a colhedora sem colher, somente com a função de auto-deslocamento de um lugar para o outro.

“rodar” o talhão combinada à estratégia de abrir eito era melhor do que colher linha por linha, porque rodando ele colhia “uma rua curta, aí entrava em uma rua média, e depois em uma grande e não perdia tempo com manobra” de forma a balancear a produção com o tempo de manobra.

Quanto aos tratoristas, o operador julgou que eles gostavam dessa estratégia, porque colhiam mais rápido. Porém alguns tinham mais facilidade de acompanhar:

Tem tratorista que tem mais experiência... tem uns que já até sabe onde vou entrar. Tem uns que já é acostumado a trabalhar assim (...). Ele já pega, já vai, já entra e já me espera.

Eu vou para lá, vou para cá, entro numa rua que eu abri, entro numa outra. Esses dias que foi legal lá na outra fazenda. No final da fazenda, eu fui para ajudar a outra máquina. Aí eu falei ‘pode deixar para mim ali embaixo. Aí pronto, eu fui saindo abrindo o meio, abri, saí do outro lado e vim vindo para baixo, aí fui tirando as partes pequenas e indo para as grandes. Porque se eu tirar tudo as grandes, aí quando eu chegar lá nas cortinhas, eu vou perder muito tempo, eu vou ficar fazendo muita manobra, e pouca produção.

Quando o operador pega uma área assim complicada, ele já fala “vou montar uma estratégia aqui”. “Aí eu saio fazendo a bordadura, quando eu falo que vou fazer bordadura, eu digo que falo que mapear a área. Saio fazendo a bordadura, faço do outro lado, pra mim ver o tanto de cana que tem e como que é as ruas e o que dá pra mim fazer. Aí depois eu saio abrindo no meio (operador 12).

O operador 12 afirmou que não era todo mundo que fazia assim. Ele não fazia assim no começo, mas de tanto que colheu em bico, foi desenvolvendo essas técnicas.

5.2.2.3 Situação #5: operador 15

Como relatou o operador 12, não são todos os operadores que optam por rodar em situações de bico. O operador 17, colhendo em ruas curtas, disse que não gostava de rodar, pois dava muito pisoteio como mostrado na Figura 5.14.

O operador 15, do turno C, optou por não rodar também. No seu talhão havia dois bicos. A rua diminuía à medida que era colhida em ambas as pontas e mesmo assim o operador colhia rua por rua normalmente, sem contornar. As manobras eram muitas e o transbordo demorava para ser preenchido. No fim, sobrou uma rua muito pequena e o operador adotou outra estratégia: pediu para o tratorista parar, deu ré e colheu a cana da rua restante,

armazenando-a no bojo. Depois se emparelhou novamente com o transbordo e despejou a cana no transbordo.

Figura 5.14 - Desgaste do canavial na área de dematação



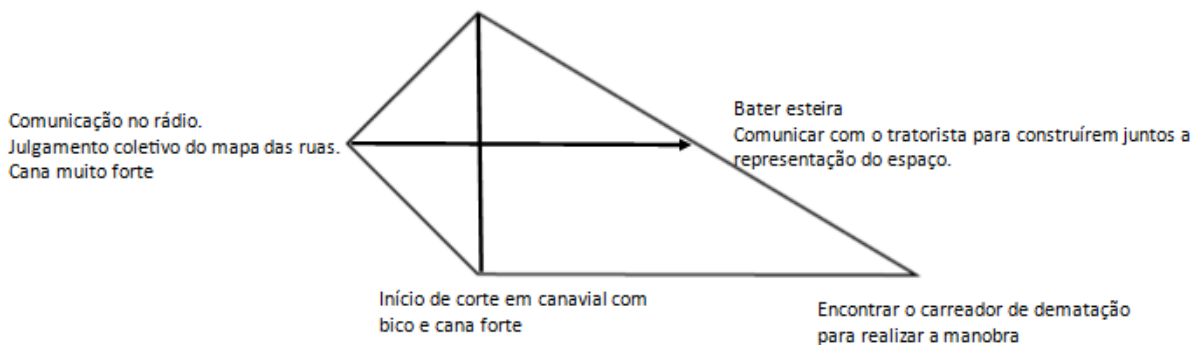
Fonte: Fotografia de autoria própria

5.2.2.4 Análise do CA das Situações #3, #4 e #5

A Figura 5.15 ilustra o signo tetrádico da Situação #3. Essa situação aconteceu no começo do turno, logo o operador 4 e o tratorista, em decorrência a descontinuidade do processo de colheita evidenciada na troca de turno, encararam ali um cenário desconhecido. Geralmente uma mesma frente colhe um mesmo canavial durante suas safras, o que facilita, pois os operadores memorizam algumas de suas rotas. Porém, esse canavial era de primeiro corte, logo, não fora cortado anteriormente. Além disso, a cana forte combinada à escuridão da noite atrapalhava a visão. Desse modo, o operador decidiu bater esteira para mapear o desenho das ruas antes de retornar a colher. A comunicação com o tratorista era uma fonte de informação que fornecia sobre outro ângulo a percepção do canavial.

Figura 5.15 - Signo tetrádico da Situação #3

Mapeamento do canavial, por meio do deslocamento da colhedora.

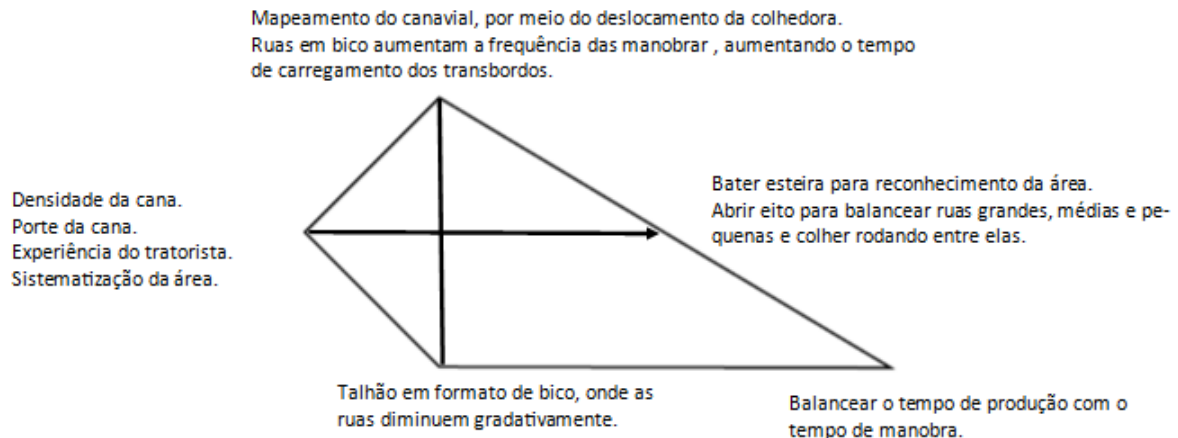


Fonte: Elaborada pela autora

O operador 12 utilizou do mesmo conhecimento do operador 4, o de bater esteira para mapear o talhão, como mostrado no signo tetrádico da Figura 5.16. A diferença entre

ambos foi que o operador 4 precisava se localizar para colher com segurança, sem cortar ruas, enquanto o operador 12 queria otimizar o tempo de produção/manobra. Claro que as condições de operação de visibilidade eram contrárias entre ambas situações, o que permitiu ao operador 12 tentar aplicar estratégias em busca de tempos menores de transbordo.

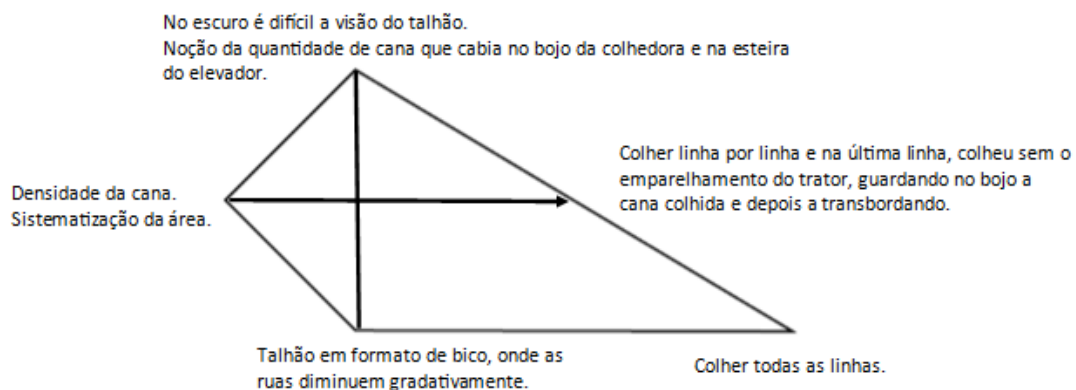
Figura 5.16 - Signo tetrádico da Situação #4



Fonte: Elaborada pela autora

A Figura 5.17 retrata o signo tetrádico da situação #5. O trabalho no turno C tem menos apelo ao ritmo elevado de produção, por causa das dificuldades inerentes desse turno. O operador 15 colhia rua por rua sabendo do tempo de transbordo crescente que sua estratégia produzia, porém foi a forma mais segura que lhe pareceu. Mas na última rua, adotou a estratégia de colher e armazenar no bojo, como alternativa de economia de uma manobra do transbordo.

Figura 5.17 - Signo tetrádico da Situação #5



Fonte: Elaborada pela autora

Dessas três situações, percebe-se que a colheita em talhão de bico ou com carreador de dematação aumenta o tempo de transbordo e as estratégias criadas pelos operadores levam em conta, principalmente, seus objetivos (quer seja de colheita em segurança ou de otimização do tempo de produção), a experiência do operador e seus julgamentos e, a

condição de visibilidade imposto pelo turno de trabalho. Além disso, o regime de produção, severo ou moderado, também intervém nas decisões dos operadores.

5.2.3 Análise do Curso da Ação na colheita em terrenos inclinados

Como mencionado anteriormente, tecnicamente a colhedora não é apta a colher em terrenos que ultrapassem determinado ângulo de inclinação. Contudo quando questionado como os operadores colhiam em terrenos inclinados, o facilitador A respondeu “a gente colhe tudo que tiver para colher”. O operador 2 explicou que colher em declividade era questão de equilíbrio e o conseguiam escorando o elevador da colhedora no transbordo do transbordo. Então os dois rodavam na mesma velocidade, o tratorista dando apoio para a colhedora.

É analisada aqui a situação do operador 15.

5.2.3.1 Situação #6: Operador 15

O operador 15 deu início ao seu turno (C) em um eito com muitas ruas cortadas. Era possível visualizar as marcas de esteira deixadas no solo em formato de zigzag e pelas extensas falhas nas ruas de cana. Colhia-se, então, um trecho e em outro, seguindo a mesma linha, a cana aparecia já colhida. O operador desconfiou que provavelmente a culpa teria sido de seu colega do turno B. Nesse talhão, os colmos eram fortes, mas estavam acamados contra o corte, o que poderia ser uma justificativa pelas perdas do trajeto das ruas.

Sua máquina estava com os facões picadores sem sincronia e, por esse motivo, o extrator primário beirava a última velocidade de rotação possível. O certo seria parar a operação para sincroniza-los, mas já havia máquinas paradas na frente de corte. Logo, o operador ficou no aguardo do líder a liberação para a abertura de uma OS.

Em determinado momento, o operador julgou que já não era viável continuar colhendo aquelas ruas cortadas, reportando a situação ao líder, que o autorizou abrir um eito.

Na nova área, o operador mais uma vez não deu sorte, pois a abertura do canavial foi executada em uma curva de nível com a cana também acamada e contra. Na primeira tentativa, o operador perguntou ao tratorista se conseguiria acompanhá-lo abaixo da curva, onde a colhedora ficaria num nível acima do transbordo. Tentaram, mas o elevador não conseguiu alcançar o transbordo. Tentaram inclinar o transbordo um pouco mais na direção do elevador,

mas sem sucesso: a cana continuava caindo para fora da carga. Por ser curva de nível, a rua na qual o transbordo estava acompanhando era um pouco afastada e, nesse processo, além do elevador não ter a segurança de uma estabilização caso precisasse, a cana estava sendo perdida. Então o tratorista saiu do eito e recomeçou por cima (inverteu, a colhedora agora estava num nível abaixo), resultando em um melhor cenário. A máquina estava operando bem inclinada como mostra a Figura 5.18.

Figura 5.18 - Colhedora colhendo em terreno inclinado



Fonte: Fotografia de autoria própria

No avançar da primeira rua, a máquina passou por um buraco fazendo-a inclinar um pouco mais. Nesse momento, a pesquisadora perguntou ao operador se ele não sentia medo de tombar. Ele respondeu que já estava acostumado: “Eu tenho medo é do tratorista sair, ele não pode sair, se não tomba na hora” (operador 15).

Ainda colhendo a primeira rua, o operador não viu mais expectativa de produção, não por causa da inclinação do terreno, mas porque o canavial estava com muitas falhas, dessa vez causada pela infestação de braquiárias. A linha de cana parecia um carreador, praticamente sem cana. Os copiadores de solo estavam funcionando, “mas quando tem muita braquiária assim, não adianta nem ligar. Ela embucha toda hora”, explicou o operador (15). Logo, ele colhia regulando a altura do corte manualmente numa velocidade lenta. Às vezes, quando precisava parar, buzina duas vezes seguidas para avisar ao tratorista.

Prosseguindo para o fim da rua, o operador perdeu a esperança de encontrar cana, mas explicou que tinha que ir até o carreador “batendo esteira”. Avisou ao líder sobre as condições do local e decidiram voltar a colher o talhão da noite anterior: “ia demorar muito tempo para abrir o eito do jeito que tá, até abrir tudo, trocou o turno (era 3h da manhã)” (operador 15).

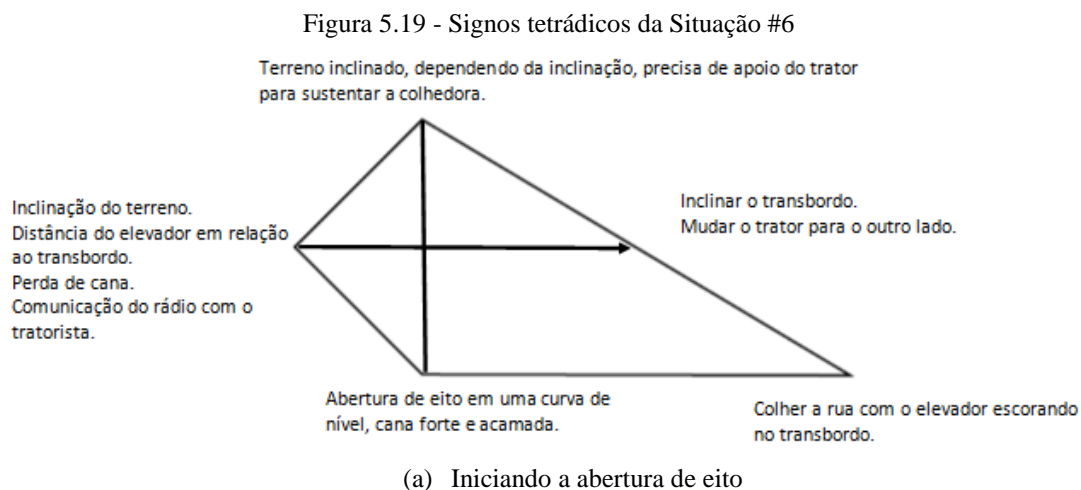
O líder é quem valida sempre onde se colhe. Nesse caso, ele mandou o operador abrir o eito naquela altura, mas depois de reportado sobre o que o operador encontrara, decidiu retornar ao eito antigo.

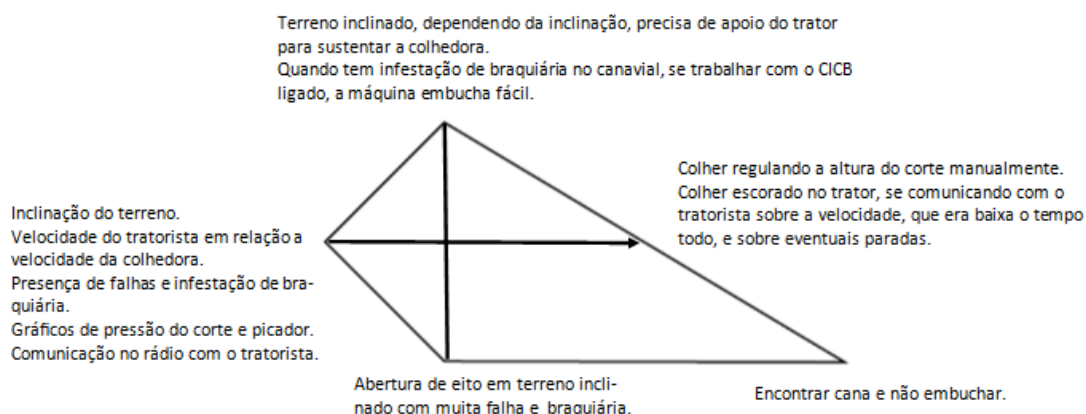
5.2.3.2 Análise da Situação #6

A Figura 5.19 apresenta os signos tetrádicos da Situação #6. Em primeiro lugar, percebe-se que a inclinação do terreno não foi o fator restrição dessa situação, mas sim a intensa presença de braquiária e a falta de cana que inviabilizaram a colheita no terreno citado. Outro ponto percebido foi que a operação de abertura de eito, nesse caso, foi bem diferente dos casos analisados nas situações #1 e #2, a produtividade agrícola da cana aqui era baixa, quase inexistente e o operador podia se guiar pelo “pé” da cana.

Na sequência dada na Figura 5.19 da situação (a) para a (b), fica evidente a dinamicidade do cenário do canavial. Enquanto o operador se ocupava em regular a máquina para um certo tipo de cana no início da operação, o que ele encontrou foi quase uma condição de rua-carreador. Nessa mudança de um aberto O para um O', o operador passou a considerar outras variáveis do contexto. A braquiária se mostrou um elemento perturbador, pois o operador mudou seu objetivo de não só se manter apoiado ao transbordo, como também o de não embuchar a colhedora.

Percebe-se também que na Figura 5.19, o operador e o tratorista buscaram em conjunto soluções para tornar o procedimento de colheita eficaz e eficiente. Enquanto na primeira situação (a) o transbordo inclinou o transbordo na tentativa de alcançar a cana que caía do elevador, em todo o processo de colheita no terreno inclinado existiu uma forte dependência da colhedora suportada pelo transbordo e, para isso, a existência da sincronização de suas ações.





(b) Durante a abertura de eito

Fonte: Elaborada pela autora

5.2.3.3 Outras considerações quando à colheita em terreno inclinado

O operador 9 explicou sua estratégia de operação na situação na qual o transbordo voltava para o terreirão com sua carga cheia e deixava a colhedora, que estava com o elevador amparada em seu transbordo, aguardando transbordo no campo:

Eu peço para ele parar, desligo todo o industrial dela (da colhedora), e eu abaixo esse alvo para 0 (o alvo do corte). Baixando para 0, a máquina vai sentar (no chão) e vai me dar uma folga no elevador (entre o transbordo e o elevador), que é onde eu sei que ela não vai tombar quando eu retiro o elevador (operador 9).

Isto é, quando a colhedora tem que ficar sozinha no campo, o operador procura restabelecer seu equilíbrio, antes do tratorista se deslocar.

Outra situação que exige atenção na declividade é no momento da manobra, como pôde ser observado na situação vivenciada pelo operador 11. Ele operava em um solo um pouco inclinado, não havendo a necessidade de escorar o elevador no transbordo, mas a inclinação era uma perturbação percebida e gerida durante toda a operação. Enquanto manobrava, o operador girava o elevador ao mesmo tempo, transformando-o em um contrapeso para a máquina contra o ângulo do solo.

Por fim, o operador 2 resumiu que uma manobra feita em condições de aclave alto, o apoio do transbordo é basilar: “se o trator não acompanha direito, a gente tomba” (operador 2). O mesmo operador revelou também apreciar a colheita em solos inclinados, “pois dava adrenalina”. Esse julgamento é comum entre os operadores, principalmente os que trabalham no turno C, porque espanta o tédio e, assim, o sono.

5.2.4 Análise do Curso da Ação na colheita em terrenos infestados por braquiária

A infestação no canavial aumenta a complexidade da colheita, uma vez que a colhedora não foi projetada para diferenciar a cana de uma planta estranha a ela. Além disso, perde-se tempo processando um vegetal que somente gera custos e impurezas para a usina.

São analisadas e comparadas aqui as situações dos operadores 9 e 14.

5.2.4.1 Situação #7: operador 9

O operador 9 começou a colher um talhão parcialmente infestado por braquiárias. Sob essas condições, ele desligou o copiador de solo, justificando que o implemento copiaria a raiz do mato, podendo vir a embuchar a colhedora. Controlando a altura do corte manualmente, decidiu deixar tocos altos, “para não levar soqueira de braquiária e a máquina não embuchar”. Depois, quando a infestação começou a diminuir, ele passou a reduzir a altura do toco:

Eu tô regulando a altura, tô regulando, porque, como a braquiária deu uma cessada, essa ‘percas’ que estão ficando já não é mais por conta da braquiária, e sim por conta do meu corte que tá muito alto. Eu subi o corte de propósito, por causa da braquiária, só que agora como não tem muita braquiária eu quero que fique um corte de qualidade, rente ao solo, sem mandar impureza. Então conforme os meus tiros, eu vou avaliando as ruas que eu já colhi para ir definindo e ir otimizando melhor a minha colheita (operador 9).

Com a diminuição, então, do mato, o operador 9 reativou o copiador de solo do corte de base. Passou dois minutos ajustando a altura e a pressão do corte, que oscilava por causa da braquiária que insistia em aparecer.

Além das perdas na soqueira, o tempo de transbordo era alto, 30 minutos, já que a produtividade agrícola de cana-de-açúcar era fraca. Em nenhum momento o operador 9 ficou aguardando transbordo. “É porque meu tempo de carregamento está grande. Se tivesse menor, os trator não daria conta” (operador 9).

5.2.4.2 Situação #8: operador 14

O pior caso visto durante a coleta de dados foi o dia de colheita com o operador 14, onde o cultivo de cana estava completamente tomado por braquiárias, como pode ser visto

na Figura 5.20. Segundo os dados agrícolas, a fazenda era de sétimo corte e tinha uma produtividade de 40 t/ha. Logo, a produtividade agrícola de colmos era extremamente baixa e a frequência de embuchamento era alta. Por isso, um transbordo demorava mais de uma hora para ser preenchido (um operador que estava em outro talhão fez uma carga em 1h20min). A carga era preenchida basicamente por palha e mato. Não parecia ser viável a colheita naquele talhão, segundo o operador: “Acho que a usina não paga as contas dela com isso não” (operador 14).

Figura 5.20 - Canavial tomado pela braquiária



Fonte: Fotografia de autoria própria

Em tom de brincadeira, mas não deixando de ser verdade, os tratoristas demonstravam insatisfação com a demora do transbordo. Um deles brincava no rádio dizendo que o extrator da colhedora estava funcionando muito bem, fazendo gestos dizendo o quanto estava demorando para completar a carga. Outro aconselhou: “liga o botão turbo, mete 10, 11 km/h, daí chega lá e pega aquela tirinha para não ter conversa”. O operador observou “nem a rua dá para ver”, diante da extensão da infestação. Ele disse que sentia vontade de sair desenhando, mas esclareceu que não era possível entrar cortando as ruas até achar uma que valesse à pena.

Aqui não tem cana nenhuma, mas vai dar um bico lá na frente. Para mim não perder a rua... porque depois se eu pular aqui aí vou ter que tirar um bico do outro lado, então para não fazer isso aí, então eu tenho que ir indo. Poderia deixar, igual ele deixou ali (com bico para colhedor depois). Só que conforme a gente não consegue ver a rua devido aos colônios, braquiária, aí eu tenho que ir riscando aqui, para quando chegar lá eu bater certinho para dar sequência no bico que vai dar (operador 14).

Diante de tal cenário, o operador 14 colhia com o despontador desligado, porque se ligado, demoraria mais ainda para preencher o transbordo. Essa lógica foi aplicada também com a rotação do extrator primário, que foi reduzida: “Se não o trator não vai embora daqui hoje” (operador 14).

Era 10h48 e o operador 14 tinha mandado apenas quatro transbordos para o terreirão. “E o último destes quatro estava indo na base da palha” (operador 14). A situação era tão grave que o operador chamou o líder para avaliar as condições do cultivo e verificar se valia à pena colher ali. O PA da frente era de dois caminhões/h, contando com as seis máquinas. Tinha área que estava conseguindo fazer carga com 25 minutos, compensando as colhedoras que estavam na parte ruim. Mesmo assim, o operador 14 não acreditava que saia dois caminhões/h e lamentou, porque o tiro estava grande, mas sem cana: “Se fosse boa a cana, estava bom demais”.

E continuou:

Tem hora que nós como operador não pode fazer nada, mas tem muita coisa para melhorar nessa usina aqui nessa questão de cana. Eles são muito de cobrar operação, pisoteio, tudo, mas pisoteio danifica muito, mas o cuidado da cana, a hora certa de reformar, a retomada... a retomada é muito cedo aqui, tem retomada (depois da chuva) nossa aqui que tá muito molhada... isso acaba com o canavial. Porque leva muita soqueira, compacta muito o solo, compactação é pior do que pisoteio em uma terra seca... você pisa no molhado, numa terra que já é vermelha, um exemplo, que demora a secar, quando ela seca vira concreto. Eu acho que para melhor isso aqui, tinha que começar daí. Tem usina que se precisar ficar 9, 11, 15 dias parada porque tá úmida, não roda. Aqui não. As retomadas é muito muito cedo.

(...)

Aqui você não tem o que fazer. Se vir uma pessoa para condenar você, por exemplo, se vier um facilitador avaliar você aqui é bem diferente, entendeu? ... a gente não pode fazer nada... eu tenho um PA, dois caminhões/h, mas eles querem saber o PA deles, tem que sair dois caminhões, tem que sair dois. Aí o líder começa a apertar nós. O ruim de trabalhar no PA é isso (operador 14).

Embuchou a máquina.

Pesquisadora: Quando embucha, você faz o que? Liga a reversão?

Operador 14: Isso, ela tem reversão desde os divisores de linha, os corte de base, e os rolo alimentador, todos eles dão reversão, picador. Aí daí ela bota para fora, você dá ré. Aí a gente vai sempre com ela erguida um pouco, tenta pegar um pouco, depois volta e pega o resto.

O operador 14 explicou também que, na cana que estava colhendo, 700 rpm de rotação no extrator primário seria muito, se o extrator secundário estivesse funcionando, mas o item estava quebrado. E continuou argumentando que a rotação do extrator dependia da

uniformidade da cana. “Às vezes quando tem falha, aí você tem que diminuir, se ficar forte, você aumenta. Depende da cana, do jeito que ela tá” (operador 14).

Na região que estava mais infestada, o operador regulou uma rotação de 900 rpm no primário. A rotação era alta, explicou, porque ele tinha que aumentar para limpar mais a massa colhida e tentar tirar a cana que tinha do meio da braquiária. “Se não vai só braquiária”. Mas teve uma área, cuja situação era mais crítica. Então reduziu todo o extrator primário e mesmo assim caía nada no transbordo, porque não tinha cana.

Agora que estou numa área que tem menos manifestação (de braquiária) vou colocar em 650 (rpm o extrator primário). Se cair muita palha, aí vou dosando aqui (no monitor). É igual o corte. O corte eu vejo ali (no monitor) quando vou calibrar o copiador, tô colhendo em 21, mas ‘ah, tá ficando alto’, aí vou e abaixo. Na verdade, vou monitorando pela pressão do corte de base, né? Se eu vejo que a pressão tá muito alta, aí eu levanto o corte. Se ela tiver caindo muito... o certo em uma cana boa, de boas condições de colheita, é de 900 a 1000 de pressão de corte de base. E o primário você vai usá entre 850, 900, em uma cana boa, de uns 80, 90 (TCH).

(...)

Ela consome 40 a 60 litros/h de diesel. Aí você fica passeando aqui. Você que mexe com produção já vê que a produção aqui (risos). Mas olhando os números da unidade, você vê que, todo mundo que tá do lado de fora acha que é, você vê que os números é bem elevado, né? Não sabe como! Você olha aquilo lá e isso aqui, aí você fala ‘meu Deus do céu, como que bate a conta?’. Esquisito, né? (operador 14).

O operador estava operando a uma altura de corte de base de 29 (alto) e o copiador não estava ligado, por causa da infestação. Além disso, tinha que lidar com problemas de manutenção na máquina, que aumentava a frequência de embuchamentos.

Se eu coloco uma pressão aqui (no monitor), ela vai chegar ali (no cultivo), essa pressão vai dá a mais porque é uma da braquiária, e (quando) chegar na cana, ela já vai tá infestada (...) e o corte vai ficar alto... resumindo, você não consegue calibrar a máquina numa pressão certa, entendeu?

(...) ó, lá, embuchou, é um trem que tem que ter paciência. Aí tem também as manutenções da máquina, conforme não teve uma parada para dar uma revisada, nos rolos, no tudo, aí tem que contar tudo isso aí, entendeu?! (...) Não é normal ela dar essas embuchadas. Aí eu tenho que ir na vista grossa, no manualzão mesmo.

Os facões ajudam muito na limpeza também, porque eles cortam as palhas. Quando ele tá ruim, ele começa a mandar umas cana inteira, ou começa a rachar a cana, porque

ele corta, mas corta forçado. Aí tem uma perca também, né? É a perca invisível que eles falam. O caldo, que é o famoso o APR (operador 14).

O sensor da plataforma de monitoramento estava descalibrado. Ele estimava que a carga no transbordo estava cheia, antes mesmo do transbordo ter completado 50% de sua lotação: “O (sistema) tá falando que tá 100% (a carga). O (sistema) tá falando que tá 100% tem uns 20 minutos... e olha lá a carga, sem condição” (operador 14). Se não existisse uma comunicação entre o operador e os tratoristas, a plataforma enviaria o sinal para o primeiro tratorista da fila virtual ir até a colhedora, enquanto não era o momento ainda.

O operador controlava a altura do corte manualmente. Quando se deparava com braquiária, levantava o corte. Quando enxergava cana, descia. Em determinado momento, ele estava colhendo com a máquina praticamente toda erguida. Ele inteirou que o limite era 99, e estava operando com 83 de altura.

Em outro momento explicou que às vezes a braquiária enrolava tanto que tinha que parar a máquina para tirar.

Enrola tudinho no corte de base, aí tem vez que tem que descer, se tiver pazinha, porque a gente não pode usar faca, né? O certo seria uma faca de serra, porque daria para serrar. (...) Às vezes tem que chamar (o mecânico), dependendo. Ó, com isso aqui, com uma infestação dessa, já perdi duas defletoras, porque as canelas do corte de base são muito grande, não são as originais da fábrica, aí as canelas é muito (roliça e grande, mostrou através de gestos), tem umas taliscas bem esquisitas mesmo. Aí naquilo enrola um colonião ali fica mais grande, acabando danificando o defletor com o corte de base, que é a chapa guia. Eu já perdi as duas de ontem para hoje. O turno B ou o turno C perdeu desse lado aqui, e ontem já tinha perdido do outro lado também (operador 14).

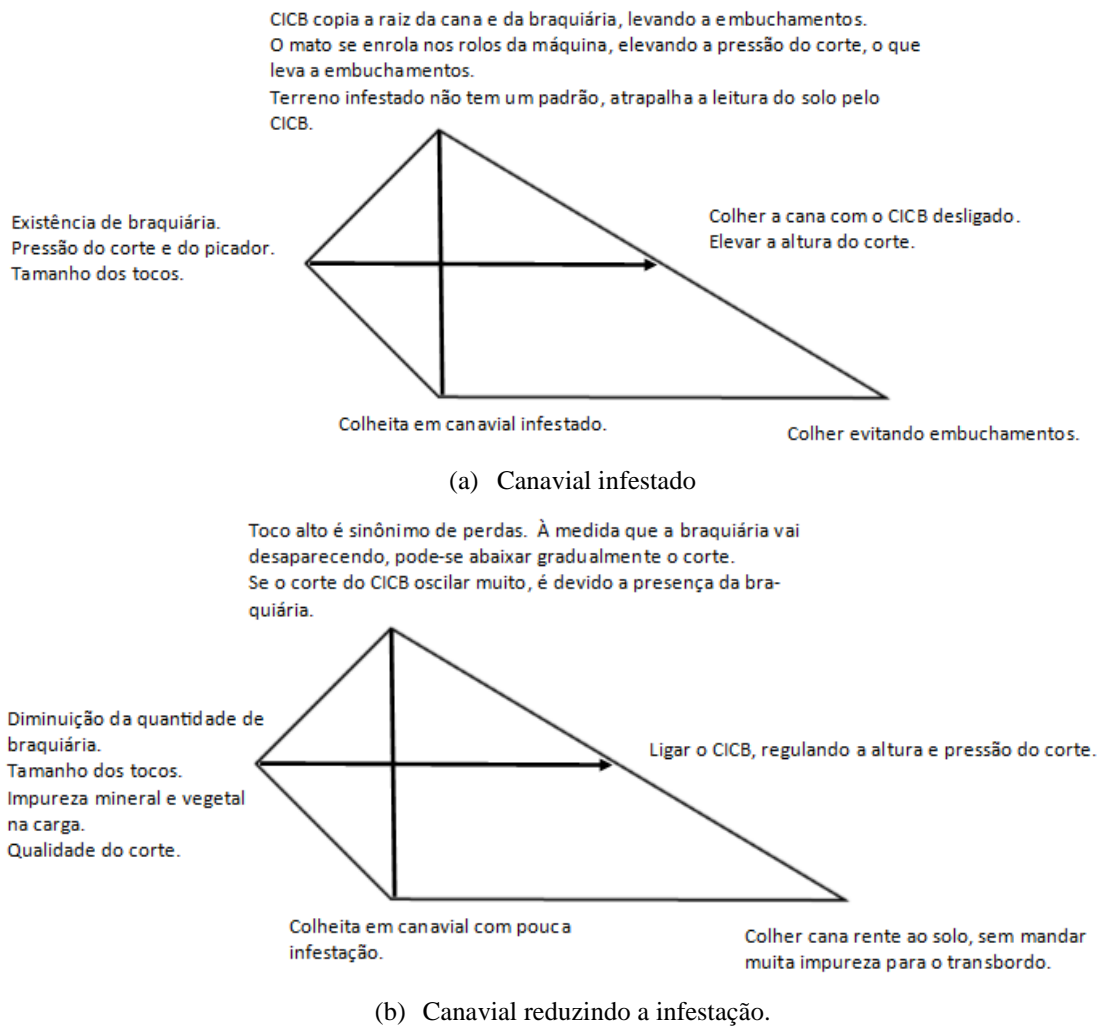
O estado da máquina chamou atenção do operador. Ele presumiu que os rolos levantadores estavam com problemas, porque “tá com uns embuchamentos bobos essa máquina” (operador 14). Quando perguntado como ele sabia que o defeito era nos rolos levantadores, ele respondeu que quando embuchava, a cana parava nos primeiros rolos, daí para trás não tinha mais cana.

Seguiu colhendo o eito, sem perspectivas de melhora, até a máquina parar para fazer uma manutenção de uma OS que já tinha sido aberta anteriormente.

5.2.4.3 Analisando as situações #7 e #8

A Figura 5.21 mostra os signos tetrádicos de dois momentos da atividade do operador 9. Quando o operador percebeu a quantidade de braquiária como uma perturbação em sua operação, ele considerou aumentar o tamanho dos tocos no campo, perdendo em termos de qualidade, porém mantendo a colhedora funcionando sem embuchamentos. Se embuchasse, tempos com reversões seriam demandados. A partir do momento que o operador percebeu que a pressão do corte não estava mais sofrendo com a intervenção da braquiária, começou a considerar outros elementos, pois sua operação passou a ter como objetivo produzir uma carga limpa e sem perdas. Então gradativamente e de maneira simultânea, ele começou a testar diferentes configurações na máquina verificando os resultados dessas mudanças.

Figura 5.21 - Signos tetrádicos da situação #7



Fonte: Elaborada pela autora

O que se percebe aqui é a importância de manter a máquina funcionando com o mínimo de interrupções possíveis e que a automatização dos implementos que copiam o solo é

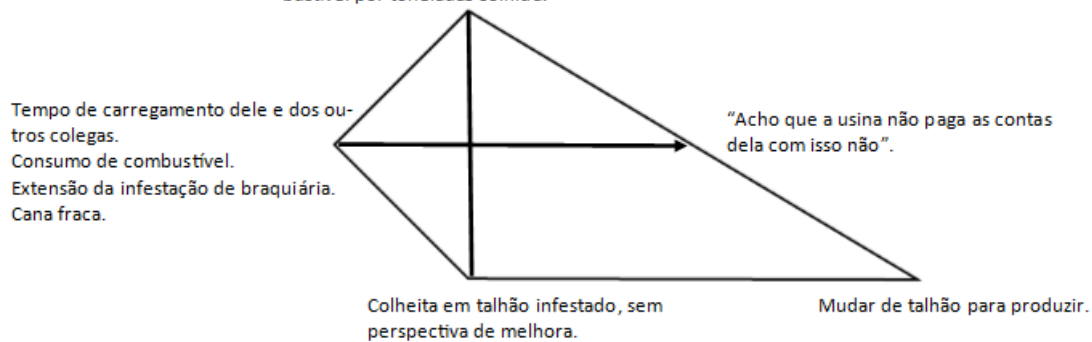
inoperante na presença de plantas diferentes da cana. Ou seja, irregularidades tanto da planta quanto do solo, solicitam o tratamento de regulações mais manuais possíveis da colhedora pelo operador.

Por sua vez, a Figura 5.22 apresenta os signos tetrádicos de alguns trechos do Curso da Ação do operador 14. Esses signos reforçam as conclusões tiradas a respeito das ações do operador 9, além de trazer outras importantes considerações.

Mesmo com o aumento da possibilidade de embuchamentos na máquina devido as braquiárias, o operador conseguia distinguir quando esses embuchamentos eram causados por causa das infestações ou por causa de algum problema na colhedora. Então, se as medidas referentes a velocidade e altura do corte tinham sido tomadas, algo estaria errado com a parte mecânica, cabendo um diagnóstico da possível disfunção. No caso, o conhecimento da operação é fundamental para essa conclusão.

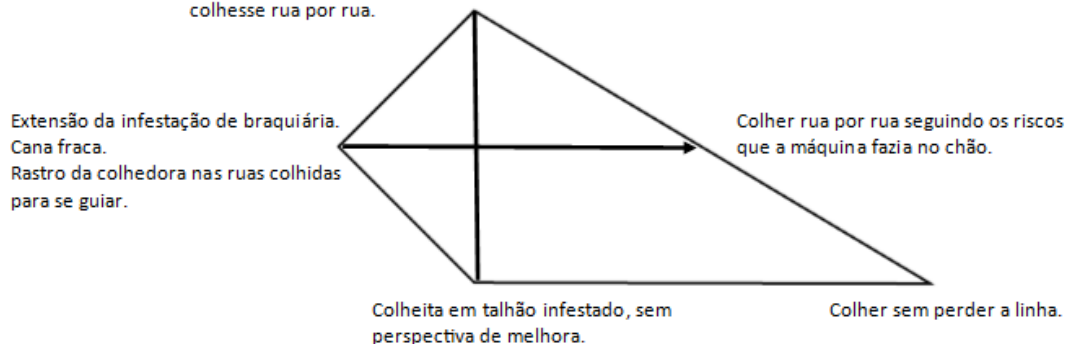
Figura 5.22 - Signos tetrádicos da situação #8

O custo da colheita é dado em relação ao consumo do combustível por toneladas colhida.



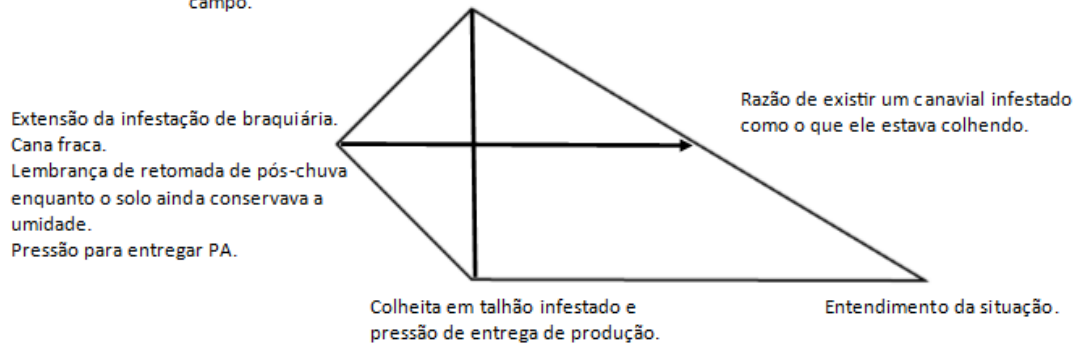
(a) Canavial infestado vale à pena?

O risco de cortar rua crescia com a falta de padronização do crescimento da braquiária nas ruas de cana. Acrescentava a isso, o formato em bico do eito do canavial, que dificultava a distinção do começo e do final das ruas, se não colhesse rua por rua.



(b) Canavial infestado com bico

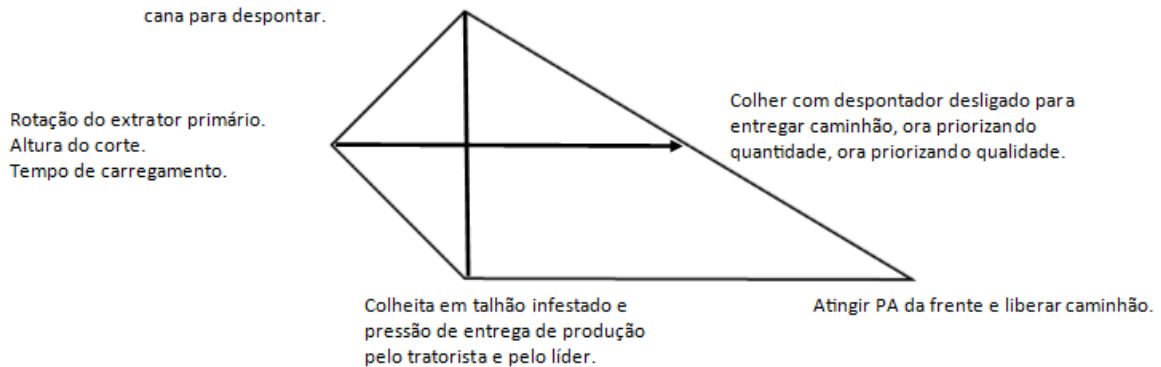
Intervalos de paradas pós-chuva, leva a operação em terreno muito úmido, que compacta o solo, infertilizando o local. Assim, cria-se falhas ou arranca soqueiras, que deixam o solo à mercê de outras plantas.
A imagem que a gestão da usina tem do campo era diferente da realidade do campo.



(c) Raciocínio sobre as causas da infestação

A regulação do extrator primário varia de acordo com a presença de falhas no canalial e de acordo com densidade da cana. Também pode variar de acordo com o objetivo imediato do operador, quer seja aumentar o nível de palha no transbordo, para liberar caminhão logo, quer seja limpar mais a carga.

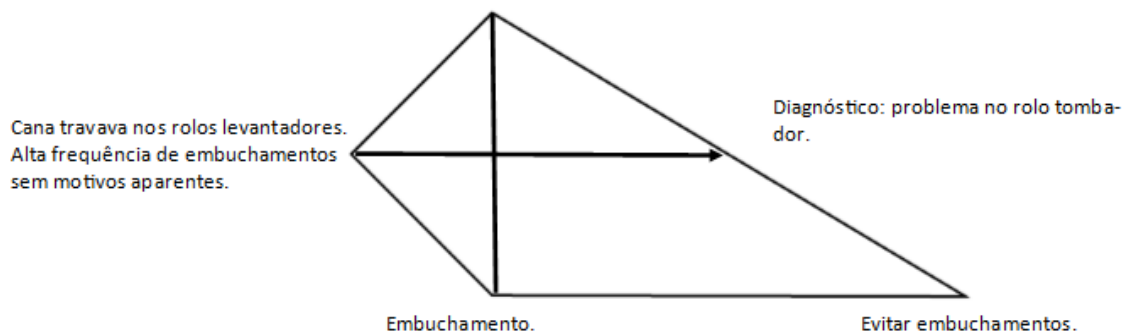
A rotação do extrator primário tem que compensar o defeito do extrator secundário. Ligar despontador nessas condições não valia à pena, porque gastaria combustível sem ter cana para despontar.



(d) Qualidade x quantidade em colheita de canalial infestado por braquiária

Ter percepção da frequência de onde a cana trava na máquina dá dicas se algum componente está com problemas.

Conhecimento da função e como funciona cada componente da máquina.



(e) Diagnóstico de problema na colhedora

Fonte: Elaborada pela autora

O operador 14 criticou a maneira como as metas são criadas e cobradas, visto que as condições para atingi-las são inapropriadas. O sentido de colher aquele eito era nulo para o operador 14, que somente via prejuízo e desgastes sendo produzidos sem conseguir entregar

uma carga satisfatória no tempo adequado. Nem carga, nem tempo eram alcançados de forma desejada. Para ele, aquela situação era somente criadora de cobranças sem justificativas. Cobranças sentidas vindas tanto dos colegas tratoristas, porque esses tinham metas de entrega de carga no caminhão, tanto do líder da frente para alcançar o PA, quanto também a pressão das próprias metas e de seus parceiros de máquina, metas de produção e de consumo de combustível.

O operador 14 entende que no afã de produzir cana para a usina, as retomadas pós-chuva acontecem cedo demais, levando a canaviais pobres de cana, e as manutenções da colhedora são postergadas para não parar as máquinas. Mas as cobranças são mantidas, porque as metas de resultados são engessadas. Isso gerava uma bola de neve, onde o operador da colhedora, o agente imediato da produção da cana, tem que absorver e gerenciar as pressões de todos os outros elementos da cadeia de produção, entregando o que lhe é possível no dado momento.

5.2.4.4 Outras considerações sobre colheita em canaviais infestados por braquiária

Frente ao que o operador 14 expos, quando uma frente opera em condições de extremas infestações e não consegue atingir as metas, o supervisor justifica os números apresentando provas da má situação de colheita para o gerente agrícola, assim como fez o supervisor 1 que levou ao gerente fotos do canavial fundamentando a baixa produção e o nível alto de impurezas (Figura 5.23).

Figura 5.23 - Canavial com infestação de braquiária



Fonte: Fotografia de autoria própria

O líder 1 dessa frente estava planejando experimentar colher com os flutuadores dos divisores de linha desligados, para tentar diminuir o consumo de combustível e limpar mais a carga. Dessa maneira, percebe a validação da prática dos operadores de desligar o CICB com a presença de infestações pela liderança, indo de encontro ao protocolo de funcionamento das colhedoras exigidos pela usina.

O operador 10 relatou que não era regra subir o corte quando tinha mato no canavial. Mesmo na braquiária dava para cortar em uma altura baixa, mas somente se todos os implementos estivessem funcionando perfeitamente: “Se o facão estiver afiado e novo, se os extratores estiverem funcionando direito. Mas se algo estiver errado, pronto! Tem que subir um pouco o corte” (operador 10). Essa manifestação corrobora com o que o operador 14 havia mencionado sobre os efeitos das manutenções atrasadas sobre o desempenho operacional.

Além de considerar o estado da máquina, o operador 10 também considerava a experiência do operador como determinante no sucesso da operação. Continuou observando que se o operador não conhecesse direito o terreno, poderia se enganar com os indicadores em uma área infestada, dado que às vezes a braquiária enrolava nos rolos da máquina, aumentando sua pressão de corte, como já mencionado pelos operadores 9 e 14. Um operador inexperiente acharia que estaria trabalhando com uma pressão alta, mas na verdade não seria. Pelo mesmo motivo das plantas daninhas se rosquearem na colhedora, a velocidade de deslocamento da máquina deveria ser reduzida. “Se pegar uma cana bem fraquinha, eles andam a mais de 6 (km/h). Mas com braquiária, não consegue andar. Depois que enrola aquelas braquiárias nas canelas” (operador 18).

Outra planta que brota nos canaviais é a mamona. O operador 17 encontrou pés de mamona no seu eito. Assim, desligou o despontador, porque essa planta é mais grossa do que a cana, tornando perigoso a danificação das lâminas. Danificando-as, podem desprender-se do despontador e acertar o tratorista. Mais uma vez mostra-se que a mecanização da colhedora não está preparada para as variabilidades do processo de colheita.

5.2.5 Análise do Curso da Ação no processo de embuchamento/desembuchamento

O embuchamento é um problema que acomete as colhedoras de cana, quando o sistema de alimentação e/ou do picador da máquina não dão conta de processar a quantidade de massa colhida. Isso ocorre devido a diversos fatores:

- a) Agronômicos: infestação de braquiária, que pode se enrolar nos pirulitos, e nos implementos de corte; entrelinhas profundas e ruas altas;
- b) Ambientais: colher uma cana deitada e/ou emaranhada:

A cana muito embaraçada embucha muito o disco de corte, porque quando é puxada para dentro da máquina, ela vem de vez, e vem muita cana, aí o disco não dá conta e embucha (operador 16);

E ruas cortadas: quando a colhedora opera em uma rua cortada ou quando corta a rua, acaba colhendo cana de duas linhas, demandando mais força para processá-la. “Tipo, você vai cortando uma rua, aí do lado tem um pedacinho da rua anterior. Aí a máquina cata as duas ruas, aí embucha” (operador 13);

- c) Operacionais: alta velocidade de deslocamento, reduzindo o tempo de processamento da cana; faquinhas cegas do corte de base; redução da rotação do motor inapropriadamente; falta de sincronia nos facões picadores; e, altura baixa do corte.

Os operadores sentem que a máquina está prestes a embuchar, quando a pressão do corte de base sobe de 20 para mais (unidades) no painel ou quando a pressão dos facões picadores sobe abruptamente. O que pode ser feito para evitar o problema é, segundo os operadores 2, 4 e 9, reduzir a pressão de corte e/ou reduzir a velocidade de deslocamento. Mas se essas medidas não funcionarem, principalmente quando se colhe uma cana forte, uma ação eficaz pode ser acelerar a velocidade dos rolos picadores.

A seguir, são exemplificadas algumas situações de embuchamentos, dos operadores 16, 10 e 13.

5.2.5.1 Situação #9: operador 16

A cana estava acamada contra o corte e, em alguns trechos, embaraçada, mas, segundo o operador, não muito forte. Para se guiar na colheita, ora o operador seguia a rua da cana que ainda não tinha sido cortada, ora seguia a rua que já tinha sido cortada e ora usava a posição do transbordo para se basear se estava indo na linha certa, quando a produtividade agrícola da planta aumentava. No último caso, ele olhava para a linha que estava o transbordo, contava duas ruas e prosseguia. Se o elevador estivesse muito em cima do transbordo ou muito afastado, era sinal que ele estava fora da rua.

Sua máquina estava batendo muito, então diagnosticou que era por causa da esteira que estava frouxa. Já tinha avisado ao líder e agora estava esperando o conserto. Explicou que a esteira era como se fosse uma correia de bicicleta, quando afrouxava, ficava pulando o dente da corrente. Além disso, o computador de bordo não estava funcionando, mas argumentou que podia trabalhar pela rotação do motor:

Então se baixa a rotação, é porque tô forçando a máquina. Então é porque talvez o corte tá muito baixo e tá entrando muita terra dentro da máquina. Daí tem que levantar o corte. Antigamente as máquinas não eram tão tecnológicas. Tinha uma régua com

óleo do lado. Quando ela quebrava, os operadores tinham que trabalhar com a rotação do motor. Porque os caras não iam parar a máquina por causa disso (operador 16).

A cana muito embaraçada, assim como estava naquela situação, embucha muito o disco de corte, “porque quando é puxada para dentro da máquina, ela vem de vez, e vem muita cana, aí o disco não dá conta e embucha” (operador 16). Depois de um tempo colhendo, o operador notou mudança no porte da cana: “A cana tá mais em pé agora, então dá para andar mais um pouquinho rápido”. Então elevou a velocidade de 4,5km/h para 5,5 km/h.

Apesar de exigir maior atenção a colheita de cana embaraçada, essa situação ajudava a combater o cansaço: “Agora quando pega as canas em pé, serviço fácil, aí dá sono” (operador 16). Nesse caso, quando o sono vinha, o operador disse que tem que descer da máquina e fazer alguma coisa no equipamento para despertar. Às 4h da manhã era a pior hora. “Sono, todo dia dá. Mas esses sonos passam depois de um cochilo de 10 minutos, enquanto aguarda o trator” (operador 16).

Em determinado momento, o operador ligou a faca lateral.

Operador 16: Ela me ajuda a desembaraçar a cana. A cana tá assim (e entrelaçou os dedos), então se eu não uso a faca, geralmente ela fica enroscada, aí quando ela vem, vem de uma vez só (para dentro da máquina), aí acaba embuchando a máquina, porque não consegue engolir toda aquela cana que estava enroscada. A faca entra bem no meio (do embaraço) da cana, aí vai separando ela. Aí um lado vem para cá e o outro vai para lá.

Pesquisadora: Então só usa quando a cana está assim acamada?

O: Sim, porque dá perca. Dá perca de estilhaço. Aí só usa em caso de necessidade mesmo.

P: E a altura do corte, como você regula?

O: Eu vou mais por essa pressão aqui, ó, um pauzinho para baixo desse 10 é um corte excelente, mas eu tô andando com dois, porque se eu colocar um só ela vai ficar embuchando demais, por isso tô erguendo um pouquinho mais meu corte para me ajudar a não ficar parando a máquina toda hora.

P: Ela tá embuchando justamente porque...

O: Ela embuchou duas vezes por causa que o corte tava baixo né? Aí acaba pegando terra, aí fica muita pressão pro corte de base, aí ele acaba não engolindo a cana. Se você não trabalhar no CICB, você tem que praticamente ficar cuidando toda hora. Vamos dizer assim, cada minuto você tem que tá olhando, porque as vezes a cana um

pouquinho ali para frente ficou mais fraca, aí acaba deixando a cana um pouco para trás, aí você tem que tá abaixando, erguendo, vai assim, cuidando, sempre cuidando”.

P: e o CICB não tá ligado porque não tá funcionando?

O: Não, um lado ele não tá funcionando. Quando eu liguei ela tava funcionando (mas não estava mais). E também ela fica oscilando muito (fez o movimento de ‘para cima para baixo’ com a mão como se fosse uma onda). Quando tá um terreno plano, ela corta bem filé. Mas quando tá um terreno muito assim (ondulado), você pode reparar a máquina, ela fica erguendo e baixando. Aí fica ruim o corte. Aí é melhor você colher no manual (...).

P: E o extrator primário?

O: Tô usando uma pressão 900mil, 960, 970, porque tô andando bem devagar né, aí não tem necessidade de aumentar. Tô botando 4,7. A não ser que esteja ruim meus facões lá no picador, ou a cana teja muito palhuda, aí precisaria. Mas aqui não tô andando devagar por causa que a cana tá muito forte. É porque la tá deitada, aí atrapalha, se não ficaria só embuchando e eu não trabalharia direito, ficaria praticamente parado.

A pesquisadora seguiu perguntando se o despontador estava quebrado. Ele respondeu que não, mas estava desligado porque a cana estava deitada, às vezes ficava em pé, mas somente às vezes. Então ele ligou o despontador e orientou:

Operador 16: Para você usar o despontador, você tem que ir cuidando também, para você não acabar cortando a cana. Tem o palmito, a folha e a cana, para você não cortar errado.

P: Tem que cuidar, do despontador, do solo, da máquina, da esteira...

O: Mas não é tããão difícil. Trabalhar no manual não acho tão complicado. Assim, você trabalhando no CICB fica bem mais fácil, você quase não faz nada. Você só vai pilotar ela mesmo, e cuidar do desponete, porque o desponete não é automático.

O operador 16 continuou argumentando que, se não fosse pela disfunção do volante que regulava a pressão do picador, ele poderia andar mais rápido e seu serviço poderia ser mais fácil:

Essa máquina está sem um volante ali do picador. Ela tem um volante como se fosse a roda de um carro. Esse volante serve para rodar e apoiar o, tem um rolo ali que é dos facões picador, aí conforme a cana é muito forte ele vai embuchando, aí esse volante ajuda a ele dá pressão, ficar mais potente, sabe? A passar a cana e não parar lá. Aí essa máquina aqui tá sem ele. Tá estragado e não arrumaram até agora. Quer dizer, tá só os rolos trabalhando, por isso que ela fica um pouco mais difícil de trabalhar. Tem

gente que com as máquinas anda mais rápido. Eu já não consigo, por causa disso aí. Aí ela embucha mais fácil.

Em um momento, o operador pensou que havia perdido a rua que cortava:

Operador 16: Eu não tava em rua nenhuma, aí eu pensei, caramba, saí da rua, né? Aí eu joguei para a rua de dentro, só que não era, era só uma rua falhada, não tinha cana.

P: porque as vezes tem falha, ne, aí você acha que...

O: você acha que tá saindo fora da rua, mas não é.

A pesquisadora perguntou qual era o tempo de transbordo que ele estava conseguindo fazer sob aquelas condições. O operador respondeu que não mediu com precisão, mas calculava que fosse em torno de 20 minutos por transbordo, tempo ideal para conseguir limpar a cana e atingir o PA de sua frente de três a quatro transbordos por hora.

Quando deu 2h36 da manhã, o supervisor da frente perguntou por rádio se o operador conseguiria liberar o transbordo que estava carregando antes de fechar o horário. Perguntou isso para todos os operadores da frente, com o intuito de acelerar a produção e prever se conseguiria liberar a carga até antes das 3h.



5.2.5.2 Situação #10: Reversão explicado pelo operador 10

Quando não se consegue evitar o embuchamento, o procedimento de reversão é comumente o utilizado. No Quadro 5.2, o operador 10 detalhou essa atividade, ensinando o procedimento à pesquisadora. No momento que se aciona a reversão, todos os implementos do processo de alimentação e processo da máquina são solicitados.

Algumas observações podem ser feitas. Na primeira linha do Quadro 5.2, o operador 10 percebeu que a máquina ia embuchar, por causa do aumento brusco de pressão do corte de base na régua indicada pela seta vermelha. Pela imagem que aparece no monitor, na linha 3, percebe-se que os facões picadores também embucharam (terceira barrinha vermelha do monitor). Nesse sentido, o operador 14 aferiu que “na maioria das vezes embucha no picador” e passou por situação semelhante:

Essa aqui mesmo embuchou o picador. O corte de base cortou, mandou lá para cima, só que mandou muita cana e a pressão do picador é do mesmo tanto da pressão do corte de base, aí ela embucha lá, porque tem muita pressão (operador 14).

Quadro 5.2 - Situação de embuchamento com uma pessoa inexperiente operando (a pesquisadora)

Embuchamento	
1. Operador: "Vai embuchar, vai embuchar... suspende a suspensão... embuchou".	
2. Pesquisadora: "E agora?". O: "Desliga o elevador, ergue a máquina, reduza a rotação e dá uma rézinha.. aí você vai de novo (para frente). Aumenta a rotação".	
3. Segue embuchada. O: "Faça de novo o mesmo processo". Mas daí o operador apertou a reversão do corte de base (a reversão só liga quando diminuiu a rotação).	
4. O: "Tá vendo? Desembuchou".	
5. O: "Aí desativa o reversor, coloca para frente, abaixa os divisores, espera os pirlitos rodarem, aumenta a rotação".	
6. O: "Embuchou de novo". Mesmo processo de novo.	
7. O: "Passa devargazinho... dá uma esperada para ela engolir... você viu? saiu palha lá atrás".	
8. Embuchou de novo. Operador tomou o comando da direção: "O segredo da máquina é você ter calma. Não pode se estressar."	
9. Segue embuchando a máquina, pois não tinha saído toda a cana. Mas depois o operador conseguiu solucionar o problema: "Saiu a palha lá atrás, ela tá desembuchada".	

Fonte: Elaborado pela autora

O operador 10 identificava que a reversão tinha sido completa, quando saia palha pelos extratores.

Ainda no Quadro 5.2, na linha 8, observa-se que o solo estava remexido, fruto de uma alta pressão da máquina. Esse cenário favorecia o arranque de soqueiras.

A cana que o operador 10 colhia era uma cana de primeiro corte, ereta e, nas cabeceiras dos talhões a planta estava tombada a favor. Segundo seu julgamento, a cana estava boa para colher. Porém também averiguou que o canavial já tinha algumas falhas e em alguns pontos a cana estava “bagunçada”.

Quanto à máquina, o copiador do disco do corte de base estava quebrado. O extrator secundário também não estava funcionando, e por isso ele operava mais devagar para não carregar muita palha, mais ou menos a 3 km/h. Além disso, aumentava a rotação do extrator primário, resultando em um gasto maior de combustível.

5.2.5.3 Situação #11: operador 13

O operador 13 estava em condições de terreno semelhantes ao operador 10 e deduziu que “não passaram o quebra-lombo, então estão desniveladas as ruas”. Então o operador subiu o corte para não embuchar com terra, deixando toco para trás.

Além do problema dos sulcos profundos, o operador 13 trabalhava em uma área que apresentava cana acamada contra: “aí você tem que andar bem devagarinho, se não embucha toda hora. Ela embucha, porque tem muita cana e não consegue colher” (operador 13). O operador levantou o corte para não parar, refletindo que não sabia o que fazia: se deixava o corte alto para não embuchar, ou se abaixava para não deixar toco.

Ir muito devagarinho também faz a diferença (...) tem tratorista que não aceita quando você pede para ir a dois (km/h), acha que é pouco demais. Mas é bem melhor você ir a dois do que ficar toda hora desembuchando a máquina, né?

Tem tratorista que entende, ela vê que a ida tá melhor então já aumenta a velocidade sem eu pedir. Mas na vinda ela sabe que tá pior, então ela reduz. Tem tratorista que não entende chama o operador de “faca cega”, porque você vai lento. Por isso que eu digo que todo tratorista deveria andar entro a máquina para entender que o eito, a máquina conta (Operador 13).

O operador 13, colhendo sob essas condições de cana acamada contra, embuchou várias vezes seguidas ao longo de seu Curso da Ação. Demorava em torno de um minuto para desembuchar.

É importante lembrar que a máquina desse operador estava com uma série de problemas. O mais grave era que estava operando sem algumas das faquinhas no disco de base. Desde o início do turno, ele reclamava que as faquinhas estavam ruins e que estavam faltantes.

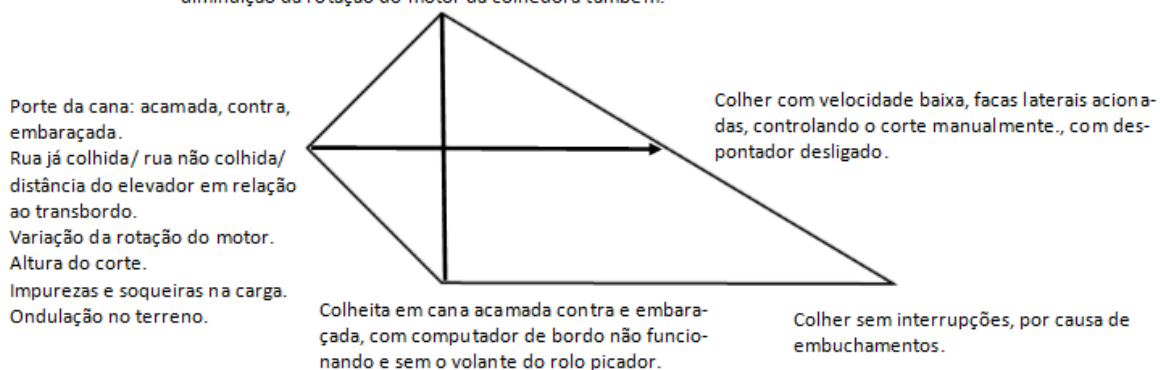
Então, quando notou que o horário estava mais tranquilo na entrega de produção, perguntou no rádio para o terreirista como que estavam as saídas de caminhão, para ver se podia parar e trocar/adicionar as faquinhas. Mesmo assim, operou ainda um tempo sem as faquinhas no lugar, pois naquele momento viu o tratorista chegar e desistiu de fazer as reposições.

5.2.5.4 Análise das Situação #9, #10 e #11 e outras considerações

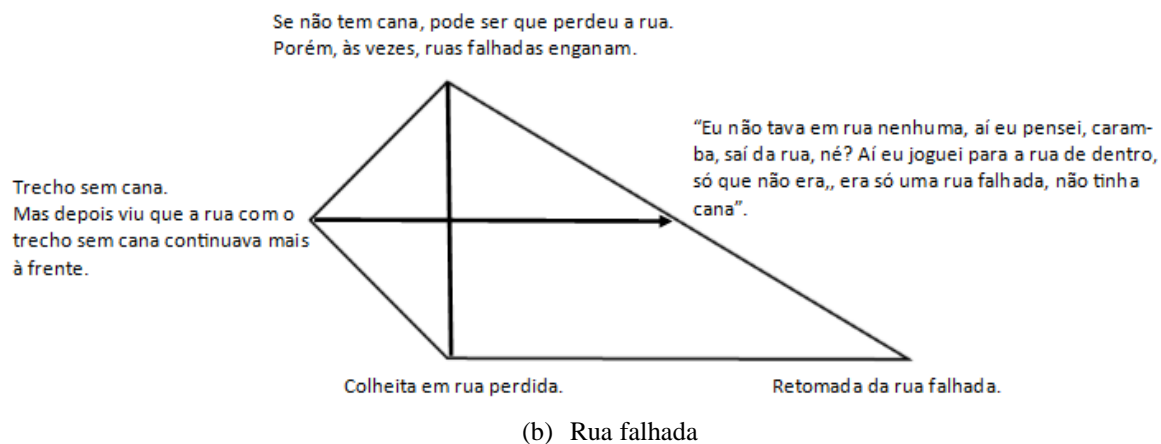
A Figura 5.24 ilustra dois recortes do Curso da Ação do operador 16. O primeiro (a) mostra a situação de colheita predominante vivenciado no turno observado, onde o operador a todo momento considerava variáveis do ambiente que poderiam levar a embuchamentos na máquina. Um fator relevante de ser avaliado aqui é que essa situação aconteceu no turno C, logo, a baixa visibilidade inerente à noite, somada a uma cana acamada, contra e emaranhada complicavam o julgamento preciso do operador sobre o contexto de operação em alguns momentos do seu CA. Então, guiar-se pela posição do tratorista é uma ação estratégica que o operador lança mão algumas vezes para não cortar rua, de modo a driblar a falta de clareza nas referências do canavial.

Figura 5.24 - Signos tetrádicos da situação #9

Quando o terreno é muito ondulado, o CICB não funciona adequadamente.
O despontador não é eficaz colhendo cana acamada, uma vez que não alcança a palha.
A velocidade tem que ser baixa sempre que a máquina tiver alguma disfunção que atrapalhe a limpeza da carga colhida. A deficiência nesse caso foi a falta de pressão dos rolos picadores.
Faquinha laterais são eficientes em cana embaraçada e evitam que a máquina embuche, apesar do aumento de perdas.
Impurezas minerais e soqueiras na carga significam que o corte está baixo. Pode-se notar isso pela diminuição da rotação do motor da colhedora também.



(a) Operação para não embuchar a máquina



Fonte: Elaborada pela autora

Contudo, o signo tetrádico (b) da Figura 5.24 mostra que o operador se perdeu em uma rua, porque confundiu um trecho de falha com uma rua cortada. Talvez o aparecimento de uma falha grande em um canavial que se apresentava forte e acamado, contribuiu com o equívoco do operador.

Apesar dos contratempos, a situação #9 mostrou que mesmo emergido em condições avessas, o operador 16 conseguia fazer um tempo de transbordo considerado bom, em torno de 20 minutos, tendo uma média de 3% de perdas segundo o cálculo do setor da qualidade. Foi uma perda alta, em comparação aos outros operadores observados neste estudo, mas dentro da tolerância da usina. Esse índice só não foi mais alto do que o do operador 13, que teve perda de 3,7%. As perdas foram justificadas, uma vez que o operador estava colhendo cana emaranhada e, e para isso, usou os facões laterais. Além disso, o CICB estava desligado, visto que o terreno era ondulado, o que certamente contribuiu com o aumento da quantidade de perdas referentes a tocos.

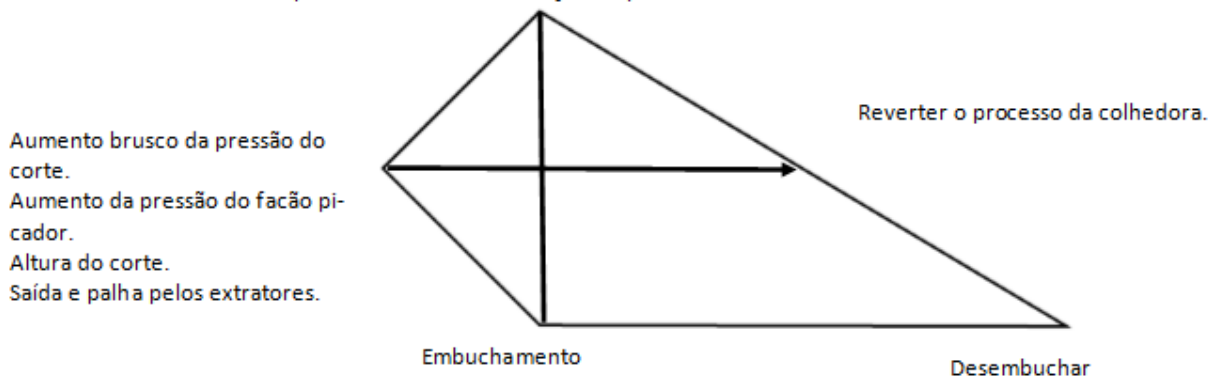
Outra análise que pode ser vista no caso #9, foi a capacidade do operador em trabalhar sem o computador de bordo, bastando prestar atenção aos outros indicadores disponíveis da coluna da colhedora, com destaque para a pressão de corte e para a rotação do motor. Pode-se ponderar que sua experiência em máquinas mais antigas ou o compartilhamento de conhecimento dos colegas que trabalharam nelas, tornou o operador mais competente, ampliando sua margem de manobra operacional.

A situação #10 foi retratada no signo tetrádico da Figura 5.25. O operador 10, na verdade, não estava operando, mas sim ensinando a uma pessoa sem experiência de colheita a como operar. Nutrido pela ansiedade, o inexperiente não conseguia concluir o processo de reversão e a máquina continuava embuchando repetitivas vezes, quer fosse por causa da

velocidade acima da adequada para a cana forte que estava sendo colhida, quer fosse pelas ruas altas, típico de ruas de cana de primeiro corte. A lição principal foi que para se ter controle da situação, primeiro o operador tinha que ter controle de suas emoções, diante de todos os elementos que condicionavam e que fiscalizavam seu trabalho.

Figura 5.25 - Signos tetrádicos da situação #10

Os gráficos de pressão do corte e dos facões picadores sinalizam quando o sistema não dá conta de processar a cana que entra. O processo de reversão está concluído, quando sai palha pelos extratores. Não pode ter estresse e afobação no processo de reversão.

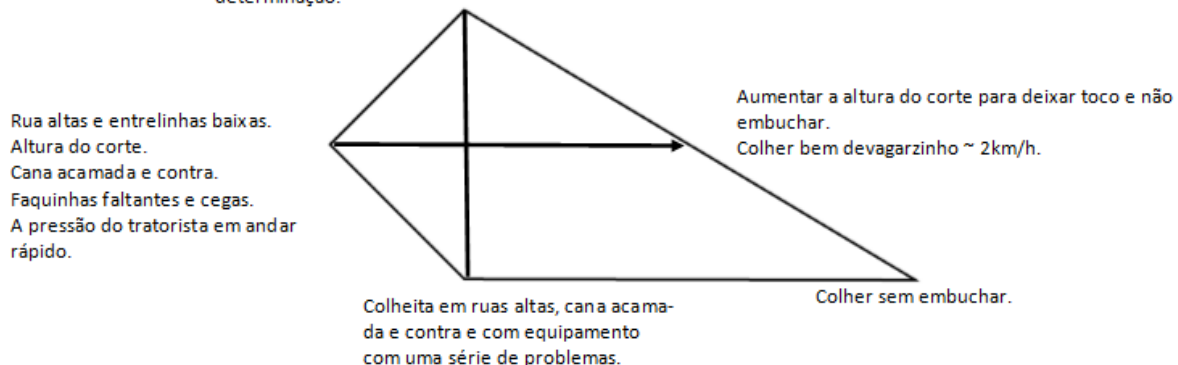


Fonte: Elaborada pela autora

Por fim, a Figura 5.26 exhibe o signo tetrádico relacionado à situação #11. Nessa situação, o operador 13 se atentou aos possíveis julgamentos que seus colegas tratoristas teciam sobre sua atividade. Ele argumentou que era necessário o conhecimento das condicionantes do trabalho dentro da colhedora por parte de seus colegas, para atingir uma sincronização mais voluntária entre o transbordo e a colhedora: é o tal do compreender o trabalho para significá-lo. Dessas condicionantes, destacou as características do eito e o estado operacional da máquina.

Figura 5.26 - Signos tetrádicos da situação #11

A velocidade é uma variável operacional que tem que ser regulada em prol de dar tempo para o processamento da cana pela colhedora. Ela é definida então, pela quantidade de cana que adentra o equipamento. Logo a densidade da cana é fundamental para sua determinação.



Fonte: Elaborada pela autora

Como mencionado pelo próprio operador 13, os problemas de sua máquina interferiam na qualidade e no tempo de seu serviço. Pelos diversos problemas que se encontravam em sua máquina e pela dificuldade de negociação que o operador teve com os demais atores da frente (operadores do caminhão-pipa, transbordo, caminhão de abastecimento, etc), os problemas persistiram e refletiram, por exemplo, no indicador de perdas do operador de 3,7%, como anteriormente já comentado.

Quando comparadas as três situações, percebe-se que as condições dos canaviais eram semelhantes: geralmente estavam colhendo cana acamada, forte e contra, quando não embarçada também. A redução da velocidade de deslocamento, o desligamento do CICB e o aumento da altura do corte foram medidas tomadas pelos três operadores para evitar o embuchamento. Aliás, era preferível perder um pouco de cana do que parar a máquina, utilizando também as faquinhas laterais e deixando tocos no campo.

De maneira geral, outro fator em comum foi referente às condições da colhedora. As colhedoras que mais embucharam ao longo das visitas técnicas tinham todas elas algum tipo de problema operacional que interferia diretamente no desempenho da colheita. A máquina do operador 3 estava com problema nos rolos picadores. As faquinhas também estavam tortas e soltando faíscas. Os operadores 2 e 10 não tinham os copiadores de solo funcionando. Além disso, o operador 10 estava com problema na esteira. O operador 11 reclamava que sua máquina estava perdendo força e a esteira estava seca, fazendo ruídos como se estivesse estralando. O operador 12 abria eito com um dos divisores de linha de sua colhedora oscilando entre operando e não operando. O operador 14 desconfiava que os rolos levantadores estavam com defeito. Por fim, o 16 tinha o computador de bordo com falhas que complicavam a leitura do estado da máquina.

Dessa maneira, entende-se e comprova-se, como o operador 13 definiu, não só o estado da cana é determinante no processo de embuchamento, como também o estado da máquina colhedora.

5.2.6 Análise do Curso da Ação na colheita de canavial de primeiro corte/ forte

Cana de primeiro corte tem uma produtividade agrícola elevada e sulcos profundos. Por um lado, isso é positivo, porque o tempo de transbordo tende a ser de 15 minutos, tempo considerado ideal. As desvantagens são em relação as perdas de toco, a exigência de maior potência da colhedora e a, às vezes, a falta de visibilidade das ruas.

São analisadas aqui as situações vivenciadas pelos operadores 12 e 10.

5.2.6.1 Situação #12: Operador 12 explicando sobre *Field Cruise*

A rotação do extrator primário está condicionada ao TCH da cana. Para promover limpeza da cana com baixo consumo de combustível primeiro regula-se a velocidade de deslocamento da colhedora e, depois, a rotação do extrator. Essa lógica tem sentido, uma vez que quanto maior a rotação do primário, maior é o consumo de combustível, como explicou o operador 12:

Nessa cana que a gente tá (cana forte, 86 t/ha e ereta), eu posso andar a 7/h. Dá para mim andar se eu quiser. Mas eu não gosto de andar, gosto de andar segurando mais a velocidade pra economizar. Aí eu posso trabalhar com o extrator primário mais baixo. (...) Aí já vou ganhar economia em velocidade, porque não vou tá forçando a máquina, e também no primário, porque não vou tá forçando ele para ele limpar mais. Quanto mais você tem que limpar, tem que dá mais pressão no primário para ele limpar mais, se não ele não dá conta. Você pode ver, eu ponho uma pressão lá, 800 de pressão no primário. Se eu andar com a máquina a 8 (km/h), a limpeza dela não vai ficar legal. Se andar com a mesma pressão de 800, mas se eu andar a 4 chega a sair a cana limpinha, limpinha.

Aqui nesse mesmo eito eu tava andando a 4,5, 5 por hora. Aí teve um dia que eles apertou, queria mais entrega, né? Que tava com muita cobrança, eu andei a 6. Só que daí também eu tava vendo, o serviço tava ficando filé. Teve uma hora que o serviço não tava ficando bom, então eu diminui um pouco, para ficar bom o serviço, ficar o corte filézinho. E eu também trabalho naquele sistema *Field Cruise*, mas depende da cana. Tipo assim, aqui eu tava trabalhando com ... quando eu peguei ela tava com 2100, mas ontem tava com 2000 de rotação de trabalho do motor. Esses dias eu trabalhei com ela até 1970, 1980. Porque não adianta você baixar muito, 'ah, vou trabalhar lá em 1900 e alguma coisa' e a pressão de carga tiver subindo muito, você tá pensando que tá economizando, mas não. Você tá forçando mais a máquina e você vai gastar mais combustível. Ela vai morrendo e gastando mais. Então é melhor trabalhar com uma rotaçãozinha talvez maior e sobrando o torque de motor dela para ela não forçar e não dá consumo (operador 12).

Quando perguntado se usava sempre o *Field Cruise*, o operador 12 afirmou que nunca o desligava e que se desligasse, a máquina ia a 2230 rpm no motor, sua velocidade de rotação máxima.

Aí tá esgoelando, tá jogando diesel fora. Porque não tá precisando. Tem muito operador que não põe isso na cabeça. Às vezes tem duas máquinas operando, uma com o *Field Cruise* e o outra sem, ambos com 5 km/h. A que tá com o *Field Cruise* vai tá com 2000 de rotação. O *Field Cruise* ele é assim: ele meio que limita, mas não limita. Se cravou em 2000, ele não vai só andar a 2000. Vai ter hora que vai andar a 2030, 2000 e pouquinho. Se não estiver precisando de força, ela cai para 1900 e alguma coisinha (operador 12).

O operador 12 continuou explicando que havia operadores que não entendiam o funcionamento desse componente, porque ele também era assim. Até que um gerente da empresa anterior onde trabalhava começou a andar na máquina e foi perguntando: “Por que você não trabalha assim? ”. Aí ele começou a reconsiderar a nova forma de colher. Depois ingressou na empresa atual e com os treinamentos foi entendendo mais.

Para você ter ideia eu não conseguia trabalhar com o *Field Cruise*, parecia que a máquina tava frouxona, parecia que perdia força. Baixava a rotação e parece que a máquina ficava (som de máquina lenta). Hoje eu já não guento trabalhar sem ela estar no *Field Cruise*. Se ela tiver desabilitado, se tiver esgoelada no último, eu já sinto, já escuto na hora. É uma barulheira, aí eu já vejo, já olho na rotação, já vejo que tá alta, aí vou lá e já abaixo (operador 12).

O operador relatou como ocorreu o processo de mudança de representação.

Fui trabalhando com 2200, aí já baixou um pouquinho. Foi meu psicológico. Eu trabalhei meu psicológico. Eu baixei para 2150, aí meu psicológico já acostumou, meu cérebro. Aí baixei para 2100, baixei pouca coisa, aí não dá muita diferença. Dá diferença assim, eu trabalhava com 2230, se baixar para 1970, 1980 ou 2000 mesmo, já dá muita diferença. Então eu fui me enganando, enganando meu cérebro. Fui baixando aos poucos, até que eu não consigo trabalhar com ele lá na rotação toda. Só se for preciso, mas é difícil. A cana tem que ser muito forte mesmo para precisar de muita pressão assim. Mas mesmo assim dá para você trabalhar em 2100, 2150.

(...) Mas tem muito trabalhador por aí que trabalha sem *Field Cruise*, com velocidade inadequada. Porque é o seguinte, é difícil um operador é diferente do outro. Um gosta de correr mais, um gosta de trabalhar mais de boa. Tem aqueles que trabalha metendo o pau na máquina, mas que sabe trabalhar e não quebra. Agora tem uns que quer trabalhar bem doido, mas não sabem o que tá fazendo e quebra o maquinário, entendeu? Tem vários tipos de operador (operador 12).

Então, mesmo preferindo trabalhar com o *Field Cruise* ligado, o operador reconheceu que existiam momentos em que o sistema não dava conta, como prova as seguintes

passagens de seu discurso: “... eu também trabalho naquele sistema *Field Cruise*, mas depende da cana” e “a cana tem que ser muito forte mesmo para precisar de muita pressão assim”.

5.2.6.2 Situação #13: Operador 10

A cana que o operador 10 colhia era de primeiro corte, ereta, mas nas cabeceiras estava tombada a favor. Apesar de ser um canavial novo, ele criticou que a plantação não estava tão forte quanto deveria, mas estava “bagunçado” e com falhas. Sua colhedora tinha o copiador de solo dos divisores de linha ligado, mas o copiador do disco de base não estava funcionando.

O operador estava admirado com o tamanho do tiro, disse que havia falado com o prancheiro no dia anterior: “vai chover, faz tempo que não pego talhão grande assim” (operador 10). Sua alegria foi maior que o comum, porque sua colhedora estava manobrando somente de um lado, então se tivesse sido alocado em um talhão de bico, seria o dia todo de sofrimento para ele e para o equipamento, cujo material rodante do único lado que funcionava se desgastaria muito rápido.

O operador esclareceu que já tinha aberto OS para o conserto da esteira do rodante duas vezes, mas fecharam. O extrator secundário também não funcionava. Assim, ele tinha que andar mais devagar para não carregar muita palha, mais ou menos a 3 km/h. “Se tá andando rápido e a cana tá limpa, ok! Não pode ter cana muito limpa, pois ela pode cair do transbordo” (operador 10). Além disso, aumentava a rotação do extrator primário, gastando mais combustível.

Quando não conseguia ver o pé do canavial, o operador explicou que se guiava pela “pontinha da cana”, abaixando o despontador, ou também pela rua da soqueira da cana já colhida. Quanto ao *Field Cruise*, detalhou que só o desligava quando a cana estava muito forte, pois achava que gastava mais combustível. Porém inteirou que a usina mandava nunca desligar.

No meio do turno, sua máquina finalmente parou para manutenção. O operador não fez o apontamento na plataforma de monitoramento e, então, um transbordo foi locado. O tratorista foi até a colhedora desde o terreirão, mas teve que voltar vazio.







Na tela do computador de bordo, aparecia insistidas vezes um aviso com um alarme sonoro. O operador ignorava, apertando “ok” e seguindo com sua operação. Depois explicou que tal aviso se tratava de um “lance do combustível, mas que eles não iam arrumar agora” (operador 10).

A pesquisadora perguntou como ele determinada a altura alvo do corte de base. O operador respondeu:

Quando você pega um tempo de máquina, você sente na hora que ela senta, baixa no chão. Aí você vai caçando a altura. Se não ficar limpo, se a cana não tiver arrancando soqueira... quando tiver limpo demais você desconfia, porque daí o corte tá alto (operador 10).






O Quadro 5.3 mostra o operador 10 ensinando a colher no talhão em que estava.

Quadro 5.3 - Operação no cenário normal




Operação de colheita de cana-de-açúcar	
<p><u>Início da colheita com a máquina já ligada:</u> Liga-se o industrial, destravando a máquina e aumentando a rotação do motor.</p>	
<p>"Pronto. Agora posiciona o elevador no trator e começa a colher (...) Liga a esteira, se não ela embucha".</p>	
<p>"Agora você vai achar a altura lá. Abaixa a suspensão até chegar o '10' na pressão. Vai regulando a pressão conforme a altura.</p>	
<p>"Ai você vai brincando com o despontador, para cortar só a pontinha (da cana)".</p>	
<p><u>Fim da rua:</u> "saindo ali, pode ir mais um pouquinho pra cima. Aí, aperta o verdinho" (no computador de bordo para erguer a máquina). "você (também) pode ir erguendo a suspensão".</p>	
<p>Desliga o industrial. Tira o elevador de cima do trator. Dá ré.</p>	
<p>"Baixa a rotação".</p>	

Fonte: Elaborado pela autora

Continuação Quadro 5.3

<p>Dando ré. O trator entra e faz a manobra em T. Como o mecânico foi ver um defeito, a máquinha foi até o carreador e ficou parada um tempo.</p>	
<p>Retomando a operação: Reduzir toda a rotação. E girar a chave.</p>	
<p><u>Para ligar a colhedora:</u> Girar meia-chave e dar dois toques na buzina (a buzina não funcionou, "deve ser mal contato"). Girar a chave completamente.</p>	
<p>Desabilitar a trava de segurança.</p>	
<p>Colocar na meia rotação. Executar a manobra: Ir para frente com a máquina girando para a esquerda. Depois dar ré girando o volante para direita. Depois entrar com máquina na rua (manobra em tres).</p>	
<p>Ligar os implementos e o industrial.</p>	
<p>Ligar o copiador de solo do divisor de linha.</p>	
<p>Aumentar a rotação no terceiro estágio. Girar o elevador. Abaixar a suspensão até achar a altura alvo.. colocar no "10" na régua da pressão. E ir para frente (colher).</p>	

Continuação Quadro 5.3

Mudar o sentido que está sendo jogada as pontas cortadas pelo despontador.	
"Só vai controlando a altura (do corte)".	
No computador de bordo acionar o copiador de solo dos divisores de linha.	
"Como sei que está indo cana boa?". Ele explicou que vai controlando na altura, na velocidade e pela rotação do primário. "Se a cana tiver limpa, você pode andar".	
Chegando perto do carreador que separava o eito: "Chegando aqui você dá uma diminuidinha (na velocidade). Levanta os divisores. Ergue um pouquinho a suspensão (pelo joystick). E passa no carreador".	
No começo da rua, "você abaixa os divisores de linha, aí acha a altura de novo, já que você não tá no copiador de solo".	Obs: o copiador de solo foi ligado, mas a máquina estava desligando-o sozinho.
"Você pode olhar por aqui também, se achar melhor" Olhar pelo retrovisor a carga. Para a cabeceira não ficar tão danificada: "É bom você fazer bordadura (acero) assim, né?" (Logo quando começa a colher um eito novo).	

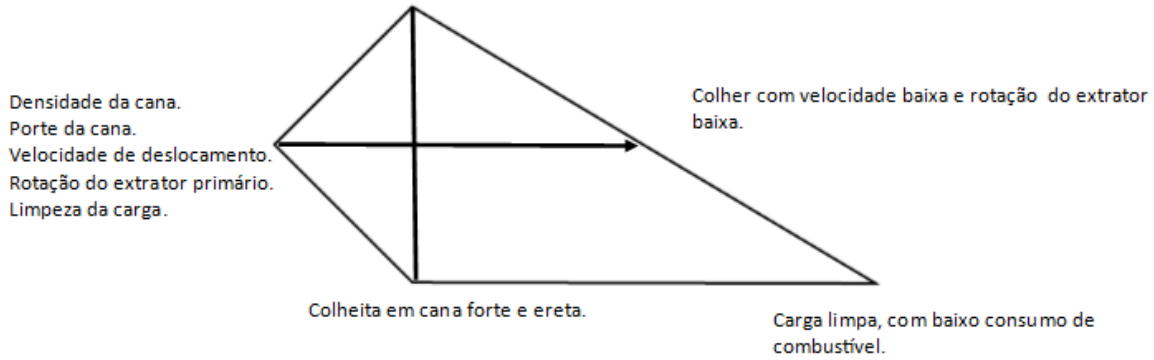
5.2.6.3 Análises das situações #12 e #13

As Figuras 5.27 e 5.28 mostram signos tetrádicos de recortes do CA dos operadores 14 e 10, respectivamente. A primeira comparação que pode ser feita é sobre o uso do *Field Cruise* condicionado à produtividade agrícola da cana. Percebe-se que a cana, mesmo de primeiro corte, pode não ser forte suficiente para justificar o desligamento desse implemento. Mas os operadores estão de acordo que, quando a cana solicita mais força, limitar a potência do motor da máquina acaba resultando em um maior consumo de combustível. O operador 14 chamou atenção ao fato de que o uso do *Field Cruise* é cultural e, por isso, a pessoa deveria treinar seus sentidos de forma a se acostumar com o sistema aos poucos.

Figura 5.27 - Signo tetrádico da situação #12

Para limpar a cana e economizar combustível, o ideal é trabalhar numa velocidade reduzida, porque não força tanto a máquina e a rotação do extrator primário pode ser mais baixa também.

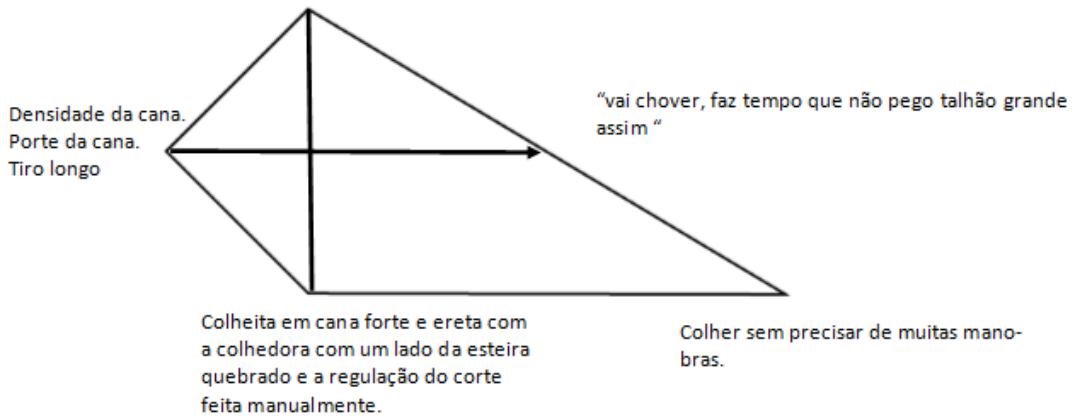
Field Cruise limita a força do motor da colhedora na medida certa. Mas não é eficiente se a cana for muito forte, pois não adianta diminuir a rotação da máquina se o contexto operacional exige uma orça superior. Nesse caso, consome-se mais combustível.



Fonte: Elaborada pela autora

Figura 5.28 - Signos tetrádicos da situação #13

Manobrar todas as vezes no mesmo sentido desgasta rapidamente o material rodante da máquina. Tiro longos significam poucas manobras, consequentemente, pouco desgaste.

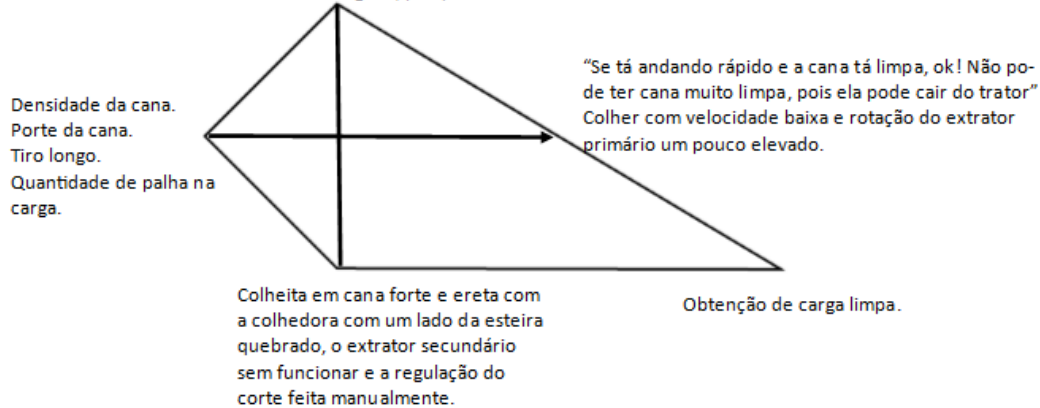


(a)

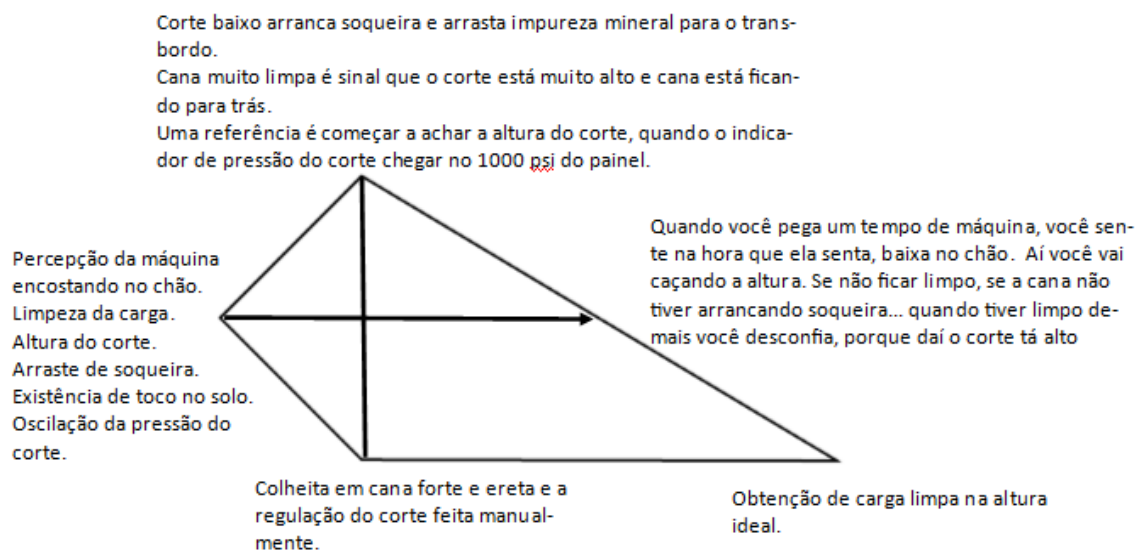
Quando o extrator secundário quebra, o primário deve compensar a limpeza de ambos.

Colher devagar ajuda na limpeza.

Field Cruise deve estar ligado, porque a cana não estava tão forte.



(b)



(c)

Fonte: Elaborada pela autora

Outro conhecimento compartilhado entre ambos operadores é referente a velocidade de colheita e a rotação do extrator primário, um está estritamente relacionado proporcionalmente ao outro. Além disso, qualquer disfunção na máquina que atrapalhe a limpeza da carga se torna mais um fator a ser considerado na desaceleração do deslocamento da colhedora.

Das verbalizações do operador 10 e, depois corroborado pelo operador 17, nota-se que as impurezas minerais arrastadas para o transbordo são problemas correspondentes ao mal ajuste da altura ou da pressão do corte ou dos divisores de linha, ou seja, correspondentes ao subsistema de alimentação da máquina. No entanto, se existir excesso de palha no transbordo, então o problema está na regulação da velocidade de deslocamento, da rotação do extrator ou na sincronização e afiação dos facões picadores, isto é, relacionado ao subsistema de processamento da colhedora.

Por fim, quando o operador 10 esqueceu de fazer o apontamento de manutenção, desencadeou uma chamada de transbordo desnecessária e custosa. A plataforma interpretou que a colhedora estava parada, porque provavelmente estava aguardando transbordo e, por isso, solicitou o deslocamento do primeiro tratorista da fila virtual. Essa ação poderia causar atrasos na frente, se a demanda por transbordos naquele momento estivesse alta.

5.2.6.4 Outras considerações

Não somente os operadores 10 e 14 concordaram sobre o uso do *Field Cruise*, mas também o 3 e o 9. O operador 9 ainda acrescentou que se usasse o sistema em uma cana forte, tinham que reduzir a velocidade para compensar a falta de potência do motor. Outro exemplo foi do operador 17 que colhia uma cana forte, em terreno úmido e sulcos profundos. Todos os implementos estavam ligados, menos o *Fied Cruize*: “Se eu ligar aqui, ela vai perder muita força, vai mandar palha”.

A distribuição de carga é um aspecto determinante na colheita. O operador 10 falou sobre a limpeza e sobre as perdas que podem ser produzidos se a cana for muito limpa. Verifica-se o elevador virando a cabeça para trás ou olhando pelo retrovisor. O operador 6 explicou que dava para “ver certinho” a cana pelo espelho: “Vejo se a cana tá caindo, se tá dentro do transbordo, porque tem vez que você anda mais rápido que o transbordo, daí você tem que parar ela” (operador 6). Ou o contrário, o transbordo anda mais que a colhedora:

Quando é fechamento de carga também, você vem fechando e tem que ir cuidando para ficar certinho. Um lado não pode ficar mais e o outro menos, senão não dá o puxamento no caminhão, aí falta cana (operador 6).

A forma de carregar os transbordos é diferente dependendo da dupla operador-tratorista. O operador 2 preferia preencher o transbordo de frente para trás, como na Figura 5.29. Já o 17 explicou que a opção de preencher dessa forma vinha de um costume histórico: “porque antes (quando o transbordo tinha dois caixotes) era para não forçar o eixo de trás do transbordo. Deste jeito (transbordo com um caixote) não desgasta o pino”. Mas há operadores que preenchem a carga no sentido contrário, a exemplo do facilitador A que, enquanto substituía o operador 2, explicou que era mais fácil começar a distribuir a carga de trás para frente. Já o operador 13 respondeu que começava por onde o tratorista deixava. Independentemente do modo de transbordo, nota-se a existência de um trabalho coletivo entre o operador e o tratorista.

Sobre essa relação de dependência, os operadores acreditam que a qualidade do trabalho dos tratoristas depende de suas experiências e habilidades. “Tem tratorista que fica ligado até no som da esteira, se eu parar ó (aí o operador parou a esteira) ele já olha para mim”, demonstrou o operador 4. Entretanto há “tratorista que dá trabalho” (operador 10), como exemplo numa passagem onde o operador 11 queria ajeitar a distribuição da carga no transbordo e não estava conseguindo, como será visto no próximo tópico. Nesse sentido, os operadores 11

e 16 buzonavam duas vezes para chamar a atenção dos colegas e enviar o sinal por mímica para andar mais rápido ou mais devagar.

Figura 5.29 - Operador 2 distribuindo a cana colhida no transbordo



Fonte: Fotografia de autoria própria

O operador 9 resumiu isso.

O tratorista tem que ter noção se a cana é fraca ou forte, tem que acompanhar a velocidade da colhedora, tem que ter noção de “fechamento de carga”. Quando o tratorista não tem essa noção, então é melhor começar a preencher o transbordo da frente para trás, porque se o trator acelerar muito, o operador da colhedora ainda tem todo o espaço atrás para preencher. Nesse caso, quando você for para frente para completar a carga, ele acelera porque pensa que você está acelerando. Com um tratorista com experiência, bom, isso não acontece (operador 9).

5.2.7 Análise do Curso da Ação na colheita em terreno úmido

A colheita em solo úmido exige do operador criticidade sobre a quantidade de soqueiras arrancadas e sobre o nível de compactação no solo deixada pelo transbordo. Porém, a decisão de parada ou não da operação nessa situação cabe ao líder, podendo aumentar o nível de estresse no trabalho.

São analisadas as situações dos operadores 17, 11 e 8.

5.2.7.1 Situação #14: Operador 17

O solo colhido pelo operador 17 ainda estava úmido depois de uma retomada de chuva e, por isso, o peso do deslocamento dos transbordos estava deixando destacados os lombos das ruas: “Quando está assim, molhado, diz que tá rodando em restrição”, explicou o operador. Rodar em restrição queria dizer que a atenção tinha que ser maior para as questões relativas a pisoteio, limpeza da cana, arranque de soqueira e compactação:

O primário é um dos primeiros que você tem que cuidar. Você aumenta um pouco ele, mas você não pode aumentar demais, se não ele joga (cana) também. Às vezes você tem que ver a qualidade da sua cana. Ó, tá limpando, mas não tá 100%, mas não tem como, porque? Tô rodando a 3, 3.9, 3 por hora, a cana é muito forte. O primário tá quase no último, ergui um pouco o corte, pode ser que vai ficar uns tocos no meu corte. Porque se eu abaixar, vem mais terra, mais dificuldade de limpeza, vai mais impureza.

Rodar em restrição é assim: dá condições de rodar, mas não é o 100%, o ideal. (...) rodar mais devagar, sem correria, não pode apertar, qualidade mais. Tem que prestar bem mais atenção do que já é. Normalmente quando a cana-de-açúcar tá bem seco, dá para ir a 5 por hora de boa (operador 17).

O operador 17 estava preocupado particularmente com a compactação do talhão causada pelos transbordos. Embora a terra não estivesse muito marcada no começo de seu turno, a umidade ficaria mais acentuada na madrugada, ajudando a marcar mais ainda o solo.

Olha lá, tá afundando. Isso não pode. Mas como é retomada, eles têm uma porcentagem. Marcando a palhada isso chama. (...) Tá marcando, aí tudo isso aí tem que avaliar. (...) Normalmente o líder pergunta 'e aí, como tá a palhada, tá marcando?'. Tá marcando! Esse tanto aí ainda tá de boa. Dá para liberar ainda. (...) nós faz o primeiro avaliação, né? E o alvará mesmo é do líder. Ele que sabe se vai continuar rodando, se não vai.

Afundou o sulco, certo? Então a soqueira sobe. Ano que vem é mais provável que arranca mais, dá mais impureza, porque afunda demais, é mais complicado de colher ainda. O terreno é terra vermelha (operador 17).

O operador comentou que no dia anterior a frente estava operando em uma fazenda de terreno arenoso e, mesmo sabendo da previsão de chuva, mudaram para a fazenda atual.

Operador 17: ontem a gente tava num terreno de areia. Mudamos para não sei porque, sabendo que ia chover (...).

Pesquisadora: e tinha cana lá?

O: tinha! E tinha previsão de chuva, né? Normalmente quando tem previsão, por exemplo, choveu, igual tá aqui molhado, normalmente quando chove em um lugar, nós muda para outro. Nós tava aqui esses dias, aqui pertinho, do outro lado ali. Aí choveu, aí nós fomos para lá porque é areia. Areia é mais fácil, seca mais rápido. Aí nós trampau uma semana lá, aí deu uma estiada né, de uns 4 dias. Aí mandou nós voltar para cá de novo, porque essa cana tem que colher ela, porque vai acabar a safra e não pode bisar. Se bisar perde muita coisa, perde a qualidade da cana, do caldo, do açúcar.

Apesar das condições, sulco profundo e solo úmido, e da velocidade de colheita de 3 km/h, o operador estava feliz, porque enchia os transbordos rapidamente: “18 minutos para preencher uma carga tá bom, né? E de cana limpa! Se não tivesse úmido, podia ser menos o tempo: 14, 15 minutos”. Ele aumentou a velocidade para testar: “se tivesse seco a gente podia ir assim”. Olhou para o transbordo e avaliou: “mas tá vendo como já sujou?” (operador 17).

O operador percebeu ao longo da colheita que às vezes o transbordo se aproximava da colhedora, às vezes o transbordo estava longe, e definiu: “É os caras do plantio que erram. Chama paralelismo da rua. Eles erram no espaçamento das ruas” (operador 17). Essa falha acarreta em pisoteio na soqueira, porque exige mais atenção do tratorista. Além disso, aumenta a possibilidade de cortar a rua, como foi observado um trecho do talhão que toda vez o operador passava cortando.

Uma das lâmpadas do elevador estava frouxa. Com o intuito de não parar a máquina para fazer esse reparo, o operador pediu uma ferramenta para o líder, para apertar ele mesmo o objeto enquanto aguardava o transbordo. Quando o transbordo chegou, o operador que tinha esquecido de levar seu café desceu para tomar o café do colega. Quando subiu na colhedora de volta, relatou: “se eu não descesse não saberia por quê tá ficando tanta cana (no campo)” (operador 17). Ele disse que tinha cana plantada nas laterais das ruas, “tigueras”, dificultando o trabalho dos divisores de linha da colhedora.

No meio da noite sempre falhava o fluxo de caminhão nas frentes, porque muitos motoristas tiravam a hora da janta, outros começavam a reduzir a velocidade, por causa da sonolência. Nesse sentido, o operador reconheceu: “Se você (a pesquisadora) não tivesse aí, já estaria com sono. Quando eu tô de carona, eu não consigo dormir. Quando vou para tenda, também não dá. Mas colhendo dá sono” (operador 17).

Ele avaliou que a rua do lado estava ficando toco. Então aumentou um pouco a pressão do corte de base (10000 para 12000 psi) e diminuiu em um ponto a altura, “mas só de aumentar a pressão do corte de base já ajuda”. Então deu ré para conferir se estava deixando toco e viu que estava melhor: “ali foi onde eu avancei naquela hora, então o corte subiu e deixou toco” (operador 17).

Em um trecho que a cana estava contra, a pesquisadora perguntou como ele visualizava a rua. O operador respondeu que se guiava pela rua do lado da cana não colhida, pelo broto, ou também pelo jeito que a máquina puxava o colmo. Essa última estratégia era a forma que ele mais usava nesses casos. E depois se questionou:

Operador 17: Não sei porque tá ficando esses jacaré³¹.

Pesquisadora: Será que é a faquinha?

O: Não, quando peguei (a máquina) tava tudo virada as faquinhas. Tá pegando (uma faquinha na outra), mas tudo boa. Talvez seja a variação do terreno mesmo, que daí o divisor não consegue pegar a cana. Tem sempre uma novidade, não é só para você não que fica vendo, é até para nós! É a cana, um buraco que surge...

No rádio o tratorista perguntou se estava indo bem. O operador, disse que sim, mas era para andar um pouco mais devagar. Mais um pouco para frente a pesquisadora perguntou se ele tinha cortado uma rua:

Pesquisadora: Tá rua cortada aí?

Operador 17: morde ela... (daí ele deu ré e voltou para pegar a rua que ele tava cortando). Eu vinha falando com você, aí joguei para dentro. Peguei um pouco da outra rua.

P: e você sentiu como que tava cortando?

O: Senti por causa da força da máquina, a rotação dela pesou. Fica mais difícil, ela não separa a linha certinha.

O PA era de três caminhões/hora, mas o operador acreditava que naquela cana a frente conseguia liberar mais do que isso. No começo do turno a situação era outra, porque tinha chovido e, assim, a estrada entre a frente e a usina estava molhada e escorregadia, proibindo o tráfego de caminhões. Mas depois da chuva, passaram a patrôla na estrada e o fluxo se restabeleceu.

Por ser próximo do final da safra, a pesquisadora perguntou se as máquinas estavam quebrando muito.

Não, deu uma firmada. Mas mês passado, meu Deus do céu! Nós pegou umas canas forte ali do lado da usina, 4, 5 máquina parada de vez. Só rodou uma! Cana muito forte e as máquinas já tá ficando cansada... aí saiu da cana forte, aí deu uma segurada. Agora ficou bom (operador 17).

Todos os implementos estavam ligados no automático: CICB, os divisores de linha. O operador disse que a única coisa que não estava ligada era o *Field Cruise*: “Desliguei, por causa da limpeza, então precisa de mais potência. (...) Se eu ligar aqui, ela vai perder muita força, vai mandar palha” (operador 17).

³¹ Jacaré é o nome que os operadores davam para as perdas de cana fixa deixadas no campo.

Um rolamento estava chiando fazia um tempo. O operador achava que era o rolamento do divisor de linha esquerdo e explicou que com o tempo era natural dos rolamentos desgastarem. Mas como eram blindados, a manutenção esperava desgastarem até estourar. Desse modo, estourados, parava e trocava por outros:

Se eu chegar ali e falar que tá chiando, vai falar “não, toca até estourar”. Se vai parar mesmo, né? Então bota um novo. Enquanto tá rodando tá de boa. O que não pode é esquentar, pegar fogo, princípio de incêndio. Aí tem que parar. Do jeito que tá aí, roda (operador 17).

Para confirmar se o barulho era mesmo de rolamento, o operador se comunicou no rádio com outro colega de colhedora, porque lembrou que o mecânico estava junto a esse colega fazendo algum reparo:

Operador 17: “ (Apelido), o (nome do mecânico) ainda tá aí? ”

Colega: Positivo, diga lá!

O: Para ele dá uma avaliada numa chiada aqui. Não sei se é rolamento...

C: Faquinha!

O: (...) não e não.

C: Tô louco para tomar uma caixa de cerveja, bora apostar?

Como o facilitador B estava passando próximo à máquina, o operador pediu para ele verificar o problema e opinar sobre o que poderia ser. O facilitador confirmou que era rolamento, mas do lado direito, pois quando rodou o componente na mão, percebeu o “chiado”. Também observou que as faquinhas estavam pegando. Mas o operador disse que como elas estavam molhadas, não corria o risco de pegar fogo.

Operador 17: Faquinha deixa aí, depois eu mexo nela. Faquinha não dá nada. Não tá pegando muito não. Quando tá pegando muito, você sente aqui bater. O chiado eu sabia que não era faquinha, é diferente. A faquinha tá pegando, mas não dá para você escutar ela. Por isso que eu falo, se tivesse pegando eu escutava.

Pesquisadora: Mas ela disse que era do lado direito.

O: é... eu achei que era no esquerdo. Mas quando ela rodou ali, você viu como tá pesado? Normalmente você pega o, você roda facinho”

O operador parou a máquina e deu ré. Explicou o motivo:

O divisor de linha tá com problema. Ele levantou e ficou cana para trás. (...) Ela tá com o sensor de pressão do divisor de linha do lado esquerdo ruim. Aí ele levanta (...) É o sensor de pressão dele. Esse aqui está falhando só. Mas tá funcionando. Mas tá com

problema. E o sensor de ponto da régua também. Pode ver que ela sobe primeiro, para depois colher cana. Você vai ver quando eu começar a colher de novo lá (no começo da linha). Eu aperto aqui, entendeu, chama duplo clique essa função dela, você aperta duas vezes e vai. Ao invés de eu apertar duas vezes e ela colher normal, não, ela sobe primeiro, chega até os 50 de altura, que é até onde o sensor de régua chega nos 50, aí ela volta. O sensor não tá bom não. Mas não vai trocar agora, só na entressafra (operador 17).

Para melhorar a operação e não perder cana, o operador inclinou um pouco mais os divisores de linha:

O ângulo dele lá, baixei. Tava em 40, eu baixei para 30, entendeu? Pra dar uma forçadinha mais na terra, porque o sensor dele tá ruim, aí baixei ele desse lado para dar uma forçada mais, a pressão dele mais. Dá mais pressão na verdade. Porque daí ele copia, mas ele copia mais forçando na terra. Para ver se para. Não é muito bom, porque tá molhado, então vai um pouco de terra. Mas dá duas passagens assim, aí eu vejo (operador 17).

Para mostrar as perdas que estava tendo por causa do divisor, o operador opontou o toco que deixou na linha ao lado: “isso é divisor de linha que não puxou ela. (...) Quando a cana tá mais deitada, aí ele subiu o divisor de linha”.

O divisor de linha da esquerda abaixou só na segunda vez que o operador acionou. “O sistema é elétrico. Tem hora que passa a corrente, tem hora que não tá passando. É um sensor. Tem que trocar” (operador 17). O corte de base estava lento para responder aos ajustes também.

As faquinhas laterais estavam ligadas no trecho do talhão que havia muita cana contra. O operador explicou que sem o corte lateral, os colmos se embarçam e entram de uma vez na máquina, embuchando-a, assim como tinha explicado o operador 16.

No rádio, o tratorista falou com o operador: “Tá descascando a cana. Tá mandando só o caldo”. O operador explicou que o colega estava querendo dizer que ele estava mandando cana muito limpa.

5.2.7.2 Situação #15: Operador 11

O operador 11 operava com o motor de sua colhedora perdendo força. Os mecânicos já haviam realizado alguns procedimentos sem sucesso. Com isso, a colhedora consumia mais de 60 litros/h, que para valer à pena, segundo os cálculos do próprio operador,

teria que liberar quatro cargas/h, “mas como enche nessa velocidade?” (operador 11). O ideal seria um consumo de aproximadamente 43 litros/h, retrucou ele.

A umidade do terreno era considerável, mas por ser arenoso, estava apto a colher: “trabalhando bem o extrator e os facões estando bons, a cana vai bem”, explicou o operador 11. Assim, o extrator primário operava com a rotação bem alta.

O canavial era de primeiro corte, acamado e contra, tinha sulcos profundos em um terreno levemente inclinado. Nessa situação, o operador primeiro testou colher com o CICB ligado, mas a soqueira resultou muito alta. Então achou melhor trabalhar com o implemento desativado. Na primeira manobra, após ter desligado o CICB, verificou a rua cortada ao lado e avaliou: “É, tá melhor o corte mesmo (...) mas trabalhar no manual não é a mesma coisa de trabalhar no CICB. No CICB você vai tranquilo” (operador 11). No manual trabalhava-se com a régua em torno dos 1000 psi. A pesquisadora perguntou como ele via a rua e ele respondeu: “Ah, no olho. Você não vê, mas acostuma. Tá vendo a soqueira ali? Aí você vai com o divisor...” (operador 11).

O terreno tinha ondulações e, por isso, o operador relatou que estava forçando os divisores, regulando seu ângulo em 30, semelhante ao que fez o operador 17. Quando passava por um buraco, reduzia a velocidade para o divisor copiar melhor. Além disso, parte do canavial que colhia estava localizado em um brejo. Para colher num solo tão úmido, o operador explicou que um tratorista ágil facilitaria o trabalho, principalmente nas manobras. Porém, em certo momento, quem o acompanhou foi uma tratorista cuja experiência era de apenas uma semana:

Tá vendo? Essa menina é novata, tão precisando de trator para preencher a carga. Então se ela demorar 2 min nessa manobra, já atrasa. Se fosse os pessoal que trabalha comigo, eles sabe que não precisam sair para o carreador totalmente para manobrar, porque eu já chego no fim e dou ré. Mas ela não sabe, aí vai no carreador, dá ré, entra de novo, e ajeita. Mas tem colhedor que trabalha de outra forma com o tratorista. Para mim ela não precisa parar no carreador. Ela já pode parar aqui atrás, eu dou ré, e daí ela já entra para manobrar.

A ansiedade para desenvolver melhor a manobra era agravada, porque nos últimos horários o terreirista perguntara no rádio sobre o tempo de transbordo para apressar a liberação dos transbordos e, assim, atingir os PA.

O extrator primário oscilava entre 980 e 1100 rpm de acordo com a quantidade de palha suja de terra que era depositada do transbordo.

Em um dado período, o operador decidiu fazer o acero do canavial, porque sentia que o carregador entre os talhões era muito alto e, desse modo, dificultava o corte das cabeceiras, gerando perdas. A máquina não conseguia, nesse caso, abaixar o suficiente no começo da linha para colher toda cana (o operador 10 encontrou também o acero como alternativa em caso semelhante).

Pelo cenário de cana úmida, terreno inclinado e a pressão do motor com defeito, ele disparou: “Se eu andar a 3 km/h, eu não gasto combustível, mas também não colho” (operador 11). Ele quis dizer que não conseguiria carregar o transbordo no tempo que o terreirista estava cobrando, mas que a situação exigia uma velocidade baixa para valer à pena os custos operacionais. Continuou: “Se tivessem as seis colhedoras e os 11 tratores operando, eu poderia andar a 3,5, 4 km/h. Mas daí chove, dá QRM...” (operador 11). Ele colhia a uma velocidade de aproximadamente 6km/h.

Por causa desse conflito, o operador conseguiu negociar com o líder a mudança de talhão. Foi realocado em uma área na qual o tiro estava maior e a cana era menos forte. A máquina, que estava perdendo força, trabalhava melhor então. Tentou ligar novamente o CICB, mas a soqueira insistia em ficar alta. Então voltou para o manual, concluindo que o sensor do CICB podia não estar funcionando direito.

Na distribuição de carga, o operador teve alguns contratempos. Um dos tratoristas que o acompanhava não entendeu que no fechamento de carga, o operador queria reduzir a velocidade para depositar cana no fundo do transbordo, então o transbordo desacelerou junto, atrapalhando o objetivo do operador: “ Ah, (nome), eu paro, você para!” (operador 11). Aconteceu situação semelhante com outra tratorista, nesse caso o operador tentando distribuir melhor a carga no transbordo, buzinou duas vezes para a colega ir mais devagar. Mas no lugar de desacelerar, ela parou. “Cê viu que uns entende e outros não? Tô pedindo para ela manear, e ela parou!” (operador 11).

Como já observado em outras situações, a plataforma de monitoramento se equivocava algumas vezes e estimava a carga como 100% preenchida, enquanto na realidade não estava. O operador discordava do sistema e dizia que cabia mais um pouco: “Poderia ser assim, deu 100 vai embora, mas também isso tem a ver com a distribuição da carga no transbordo” (operador 11).

Algum tempo colhendo no talhão novo percebeu que a máquina estava perdendo força outra vez, porque voltou a deixar perdas no campo. Além disso, ele ainda escutava uns

“estalos” vindo da esteira, mas observou que a frente de trabalho contava com máquinas paradas já, proibindo sua parada para conserto. Então desceu para olhar as condições da esteira, enquanto aguardava transbordo. Depois pediu pelo rádio para os mecânicos afrouxarem um pouco o componente, quando pudessem.

Voltando a colheita, o operador exprimiu: “Tô falando para você. Nós com duas máquinas, cê manda dois caminhão. No outro horário o líder também quer dois. Aí nesse horário só deu um. Aí eu fui fazer aquele acero que fiz...”. Havia quatro colhedoras paradas e o ritmo de operação se pôs em regime severo para as duas que restaram colhendo.

Em certo ponto da colheita, o operador aumentou o extrator primário sem justificativa aparente. Perguntado o motivo, ele respondeu que a intenção era limpar mais a cana e assim liberar o transbordo só no fim da linha, assim como tinha combinado com a tratorista: “Assim cabe mais cana” (operador 11).

Após um tempo, a máquina soou um estralo alto. O operador desejou: “Tomara que eles (o comboio, líder) escutasse de lá, né? Mas não escuta” (operador 11).

A frente de trabalho estava dividida em duas. Então, geralmente, uma parte mandava um caminhão, enquanto a outra mandava dois. No outro horário, invertia.

Operador 11: Seria legal se o (nome do colega) tivesse rodando, porque assim poderíamos mandar quatro caminhões ao todo e daí criaria gordura.

Pesquisadora: Pressão, né.

O: Pressão e cobrança. Muita cobrança. É que nós não escuta. Mas vixi, quando não entrega caminhão... Se eu parar ela aqui, abrir uma OS, os caras vem tudo correndo aqui. Isso que eu fico bravo tem hora. Você fala, eles falou que copiou, mas cê tando rodando... tô desde cedo com a máquina perdendo força”.

A máquina atravessou o carreador e seguiu cortando a cana do outro talhão, ele sentiu: “A cana de lá tá mais pesada”. E era a mesma variedade: “às vez é falta de adubo” (operador 11).

“Vou ter que parar essa máquina, tá começando a dar problema de novo!” (operador 11). Tentou ligar o copiador do corte mais uma vez. Daí ele baixou mais o alvo da altura de base, buzinou duas vezes, e, por mímica, perguntou à tratorista se o corte estava bom. Ela afirmou que sim.

Embuchou depois de quatro minutos.

Minha esteira passou batendo, aí, ó, o sulco já é fundo, agora aqui a gente pega terra. Olha como tá com problema a sensibilidade. Eu ando aqui no 3 (alvo da altura do corte), ó, ela tem que subir até o 8 e para baixar, zerar. Ela tá com 20, vai para 40 e pouco. Tem que calibrar a máquina de novo para melhorar essa sensibilidade (operador 11).

5.2.7.3 Situação #16: Operador 8

A cana estava ereta, não muito forte, “boa para colher, pois não tem muita palha” (operador 8), mas oscilava dependendo do talhão que era colhido.

O caminhão pipa, cumprindo o protocolo diário, verificou que a temperatura do cubo do material rodante estava elevada, solicitando a parada da colhedora para refrigerá-la. Sem embargo, o operador 8 contestou que o cubo sempre apresentava tal temperatura e, por isso, não corria risco de incêndio. Além do mais, se parasse naquele momento “os caras da produção iam cair em cima” (operador 8). Como medida alternativa, o operador pediu para depois o caminhão mecânico trocar o óleo e refrigerar a peça.

Logo quando a pesquisadora entrou na máquina, o equipamento acusou falta de água refrigerante. O operador pegou um galão de água que a tratorista trazia no transbordo, e despejou no radiador, retomando a colheita. Ao longo dessa parada, a plataforma de monitoramento apitava, porque não havia sido apontado o motivo da interrupção da atividade. Então, o sistema como programado perguntava se estavam esperando transbordo e o operador, para acabar com o ruído do alarme, afirmou apertando o botão “sim”.

Começou a garoar por volta das 10h30 da manhã, mas antes da frente parar devido à chuva, a máquina parou, por causa de um furo na mangueira do radiador. O mecânico foi chamado para reparar esse defeito e aproveitar para abastecer o tanque do radiador com mais água. Contudo, a colhedora continuou acusando que algo estava errado e foi perdendo força obrigando o operador a parar, acendendo no painel o comando “STOP”. Na busca de um diagnóstico para a falha, o operador achou que algum fusível havia queimado. Abriu a caixa e verificou cada uma das peças, descartando a hipótese.

Logo pensou que fosse problema causado pela falta de água no tanque do radiador. Raciocinou que por conta da grande quantidade de água que foi abastecida no tanque, teoricamente o fluido ainda estava descendo pelas mangueiras, empurrando o ar que tinha em tese na tubulação. Então tentou pôr mais água para tentar aumentar a pressão da saída do ar. Mas não resolveu. O “STOP” persistia e “dessa forma não dá para colher” (operador 8).

Mais uma vez, o caminhão mecânico foi solicitado e a colhedora foi estacionada no carreador mais próximo. Durante a espera, o operador aproveitou para justificar os tocos deixados nas ruas colhidas por ele, explicando que os maiores foram causados quando a colhedora começou a perder força, logo quando foi disparado o comando “STOP”. Qualquer problema que surgisse na colhedora, disse ele, fazia o equipamento perder força e, assim, prejudicava o corte.

Mostrou também que a variedade da cana daquele talhão era do tipo “cana quebradeira”, fácil de quebrar e, conseqüentemente, fácil de perder pedaço de cana no chão. Uma velocidade inadequada estraçalhava o toco (Figura 5.30), pois não dava tempo dos facões cortarem a cana.

Figura 5.30 - Soqueira estilhaçada



Fonte: Fotografia de autoria própria

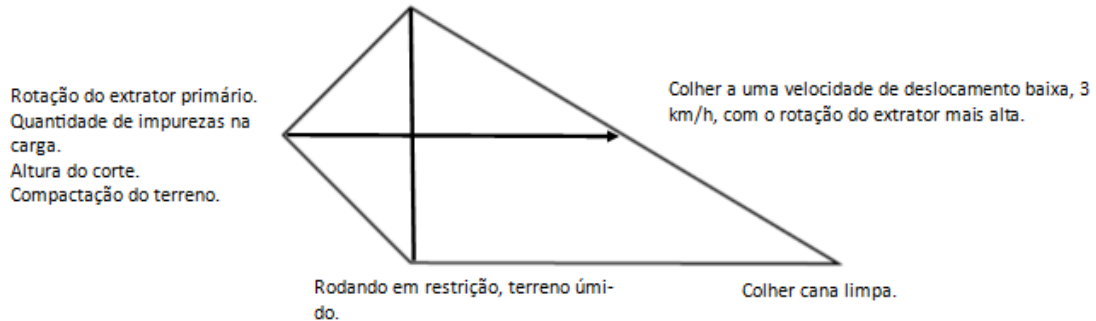
A área colhida era de um fornecedor, então a cobrança em relação ao pisoteio do solo, tamanho de soqueira, etc., era maior: “É por isso que logo quando começou a garoar, o líder mandou parar a frente toda”. Toda a frente parou por causa da umidade e do terreno vermelho. Depois de um tempo, a chuva se intensificou e o líder decidiu mudar a frente para uma fazenda que tivesse um terreno arenoso.

5.2.7.4 Análise das situações #14, #15 e #16

A Figura 5.31 mostra recortes do CA do operador 17 representados por signos tetráticos. Pode-se começar a entender a preocupação do operador quanto a compactação do solo, mais do que o pisoteio dos transbordos, inquietude já anteriormente mostrada pelo operador 14. A retomada da colheita pós-chuva com o solo ainda úmido piorava com o sereno inerente da madrugada e a atenção à marcação do solo era intensificada para não surtir efeitos negativos para a próxima safra.

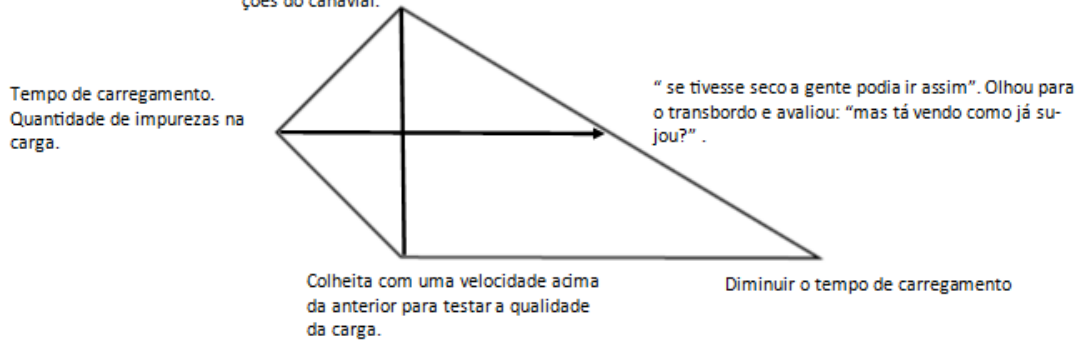
Figura 5.31 - Signos tetrádicos da Situação #14

Rodar em restrição quer dizer priorizar a qualidade da cana. Não pode se apressar, se não a terra é arrastada junto com a cana. Terreno tende a compactar mais com o peso do trator, resultando em falhas no canalial para a safra seguinte.



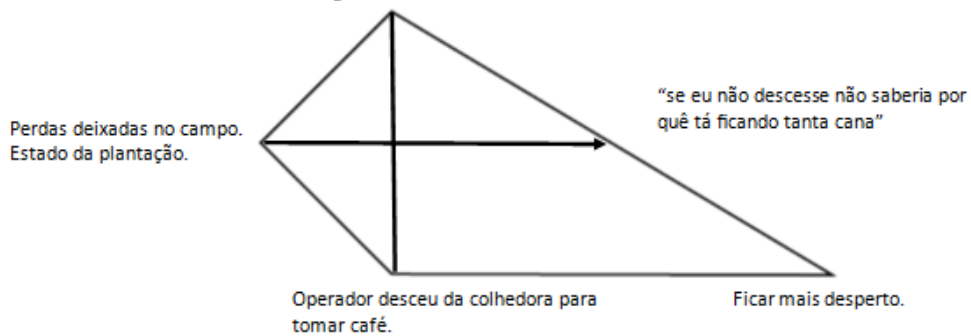
(a)

O operador testa os ajustes das variáveis de colheita no campo para decidir qual o mais adequado para as condições do canalial.

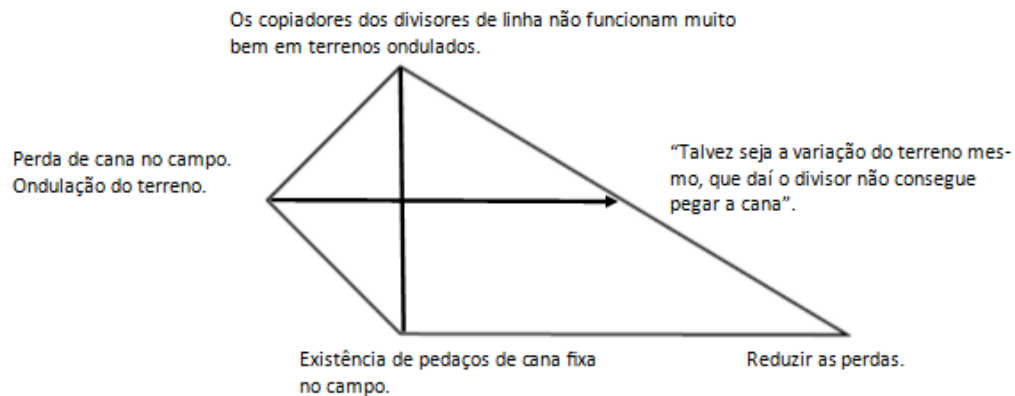


(b)

“Tigueras” nascem fora da rua do plantio, então o divisor de linha não consegue alcança-las para alimentar a máquina. Além disso, o operador sabia que eles tinham voltado àquela fazenda para colher a cana que já estava ficando velha, como ele mesmo disse, para não bisar. Logo, o surgimento de “tigueras” era natural.

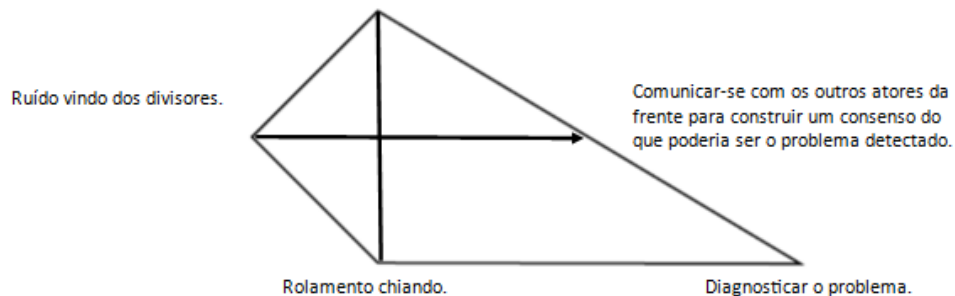


(c)



(d)

Como o ambiente estava úmido, o fato das faquinhas estarem se batendo não era uma perturbação para o operador quanto ao risco de incêndio. Além disso, o ruído das faquinhas estava fraco para manifestar preocupação.



(e)

Fonte: Elaborada pela autora

No signo (b), o operador testa uma velocidade maior de colheita, para verificar se poderia avançar mais rápido na operação, o que não foi possível segundo seu julgamento. Nesse item, pode-se perceber que o fator principal que define o tempo de transbordo é a produtividade agrícola da cana. Mesmo sob restrição, o operador tinha um tempo de 18 minutos, o que não seria possível se a cana estivesse fraca.

Outra observação que pode ser feita quanto a produtividade agrícola, é a demanda da potência que ela exige da colhedora. Então no fim da safra, quando as máquinas estão carentes de manutenção, a colheita em canaviais mais fracos é ideal para não provocar danos e paradas na operação.

O signo (c) esclarece o motivo pelo qual o líder arriscou voltar àquela fazenda de terra argilosa, mesmo com previsão de chuva. Como a cana do talhão estava ficando velha, se deixasse para ser colhida posteriormente, as perdas poderiam ser maiores do que as causadas pela umidade no solo, talvez. Percebe-se que a cana antiga já estava criando plantas-filho. As perdas, além de serem ocasionadas pelas tigueras, segundo o operador, poderiam ser resultados também do terreno ondulado, que o CICB não conseguia processar de forma eficiente.

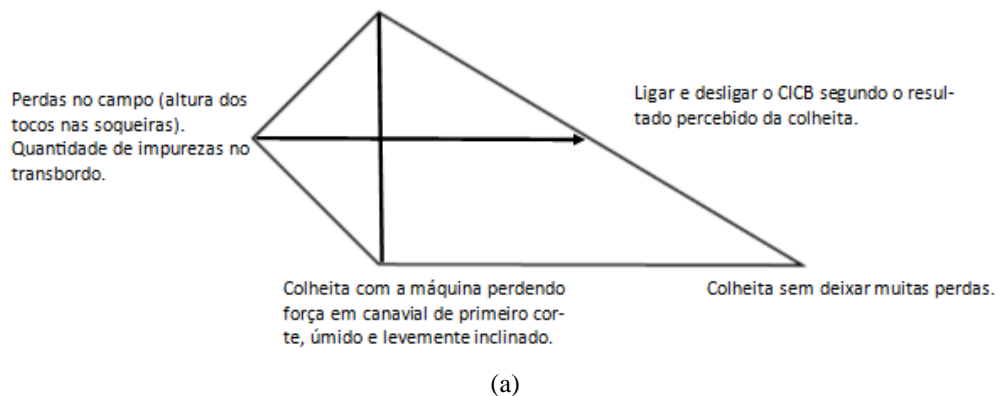
O corte de ruas já foi tratado nesse capítulo, porém o operador 17 trouxe informação nova explicando o que ele sentia ao cortar uma rua. Os divisores de linha não dividiam mais a linha de maneira precisa e sentia a força da máquina diminuir.

Por fim, nota-se que um problema que pode ser percebido como um risco de incêndio em um ambiente seco, como o caso da elevada temperatura em um item da colhedora, não é dado como uma perturbação para um operador trabalhando em terreno úmido.

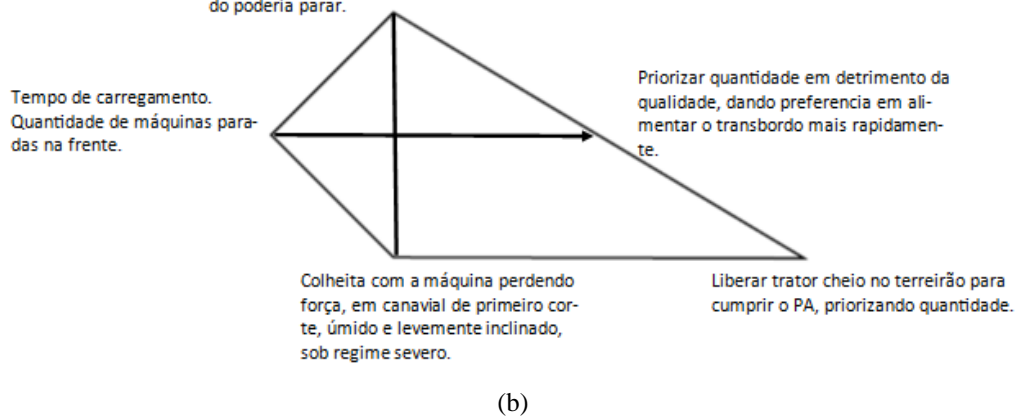
A Figura 5.32 apresenta os signos tetrádicos críticos observados do trabalho do operador 11 (situação #15). O que se nota primeiramente é a dificuldade do operador trabalhar com o CICB em terrenos não uniformes. O mesmo foi visto com o operador 17. À parte dessa dificuldade, o operador 11 percebeu que o sensor do copiador do solo de sua máquina estava com problema, porque quando ele trocou para um solo que teoricamente o CICB funcionaria bem, o implemento funcionou com deficiência.

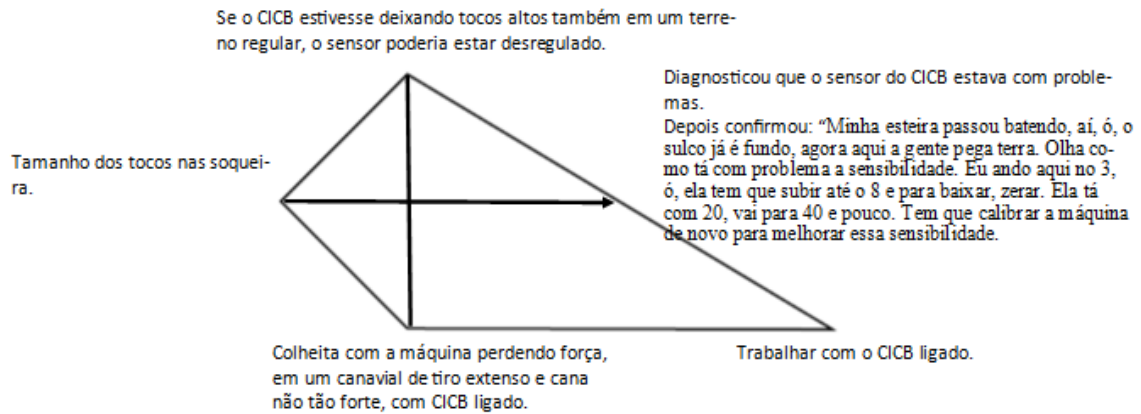
Figura 5.32 - Signos tetrádicos da Situação #15

O CICB não trabalhava bem em terrenos irregulares.

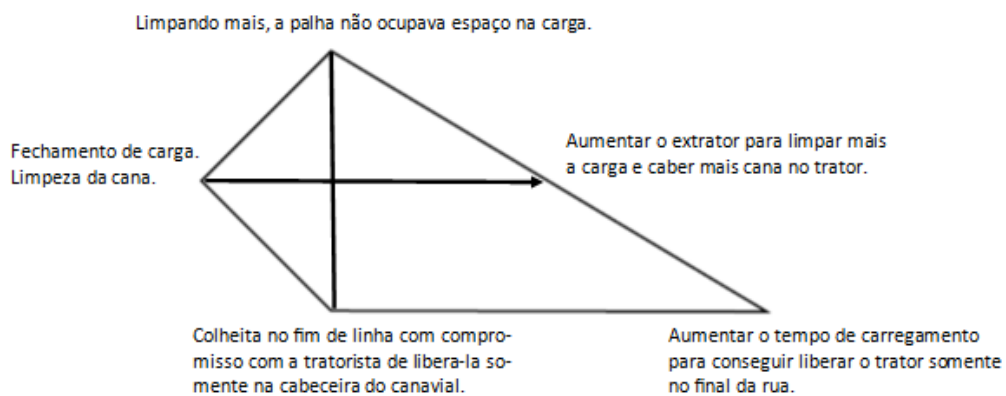


O operador devia estar atento a quantas máquinas estavam inoperantes, para compensar o serviço do outro e saber quando poderia parar.





(c)



(d)

Fonte: Elaborada pela autora

Outra observação a ser feita é sobre a mudança de prioridade do operador, quando o sistema de produção se impunha mais severo. Em momentos em que a liberação de caminhões era crítica, mais valia carregar o caminhão com cana um pouco mais suja e consumindo mais combustível, do que prezar a qualidade do corte e do estado da própria máquina, que nesse caso se encontrava perdendo potência.

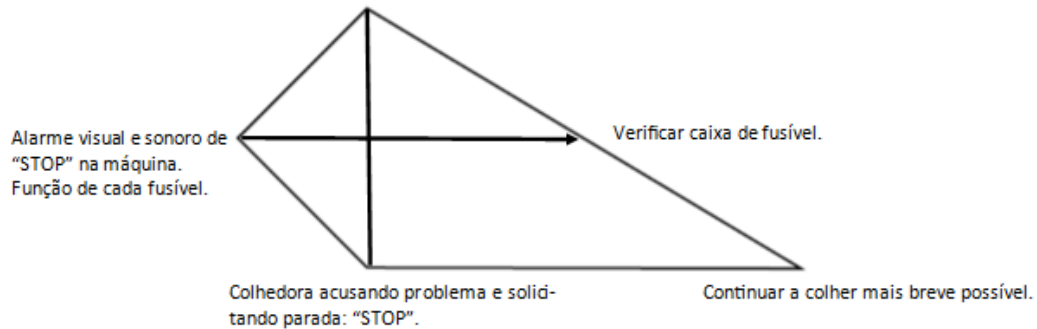
No signo (d) da Figura 5.32 fica evidenciado o compromisso estabelecido entre operador e tratorista. Mas, como foi visto momento de harmonização entre os parceiros, também houve momentos em que o operador se mostrou contrariado com a ação dos colegas novatos, mas também, com tratoristas mais antigos. O descontentamento dessa falta de sincronização foi agravado pela quantidade de máquinas que estavam paradas, então o tempo de transbordo era contabilizado de maneira mais rigorosa.

A Figura 5.33 mostra os signos tetrádicos do CA do operador 8 na construção da identificação do problema que sua máquina acusava ter. O operador tinha um modelo de funcionamento da máquina e sua percepção o ajudou a tirar algumas conclusões parciais do que

poderia estar acontecendo. Desse modo, tentou duas vezes resolver o problema, mas não conseguiu.

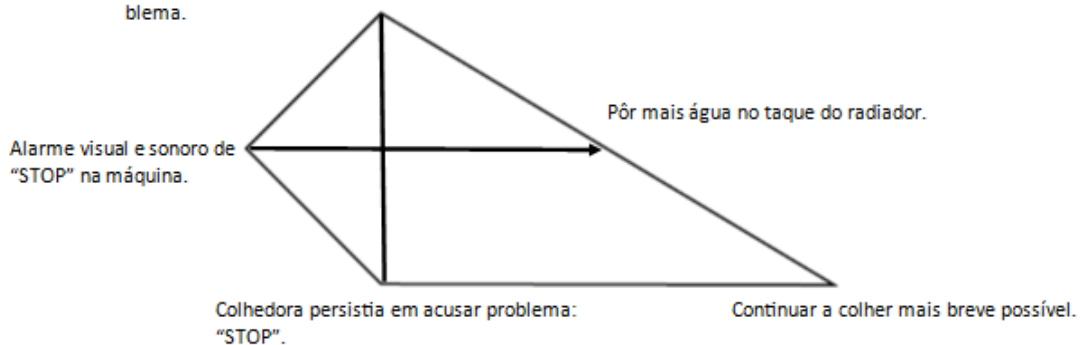
Figura 5.33 - Signos tetrádicos da Situação #16

Como a caixa de fusíveis ficava no banco do carona, provavelmente, depois que o mecânico foi embora e a pesquisadora subiu novamente na máquina, podia ser que, com o movimento no banco, algum fusível tivesse desarmado ou queimado.



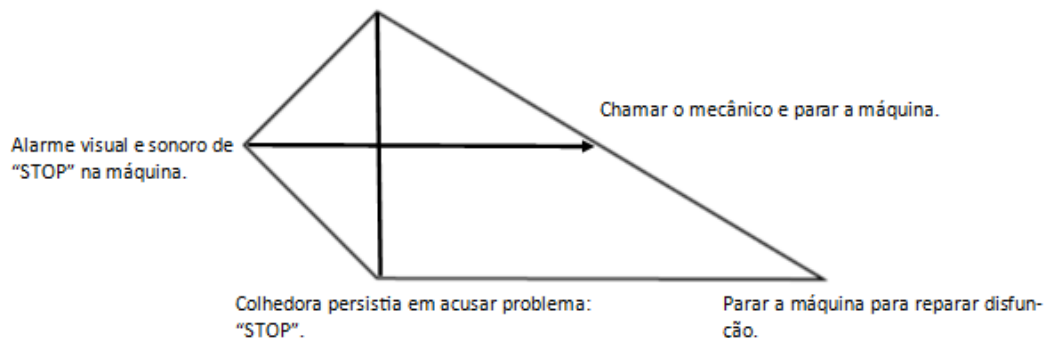
(a)

O mecânico tinha recentemente derramado água no tanque do radiador, então podia ter entrado ar nesse processo. Colocando mais água, poderia ser que a pressão expelisse o ar, e solucionasse o problema.



(b)

Quando os "primeiros socorros" não resolverem o problema, chamar o mecânico.



(c)

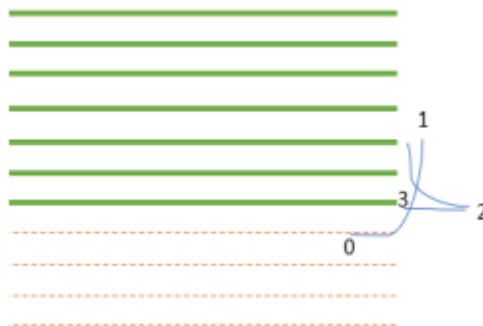
Fonte: Elaborada pela autora

Por fim, assim como o operador 17, o operador 8 não se incomodou com o fato de um componente de sua máquina estar acima da temperatura adequada, ou gerando calor, devido a umidade da situação que inibia o risco de incêndios.

5.2.8 Análise do Curso da Ação na manobra

Sempre que possível, a colhedora deve manobrar por um método que chama “em três pontos” ou, simplesmente “em três”, em razão do aumento da vida útil da esteira do material rodante. O esboço da Figura 5.34 mostra o procedimento dessa operação. No fim da rua (0), a colhedora é direcionada para o lado da cana não cortada ou para o outro lado, dependendo das condições do terreno e/ou presença de obstáculos (1), volta de ré até o ponto (2) e entra na rua a ser colhida (3).

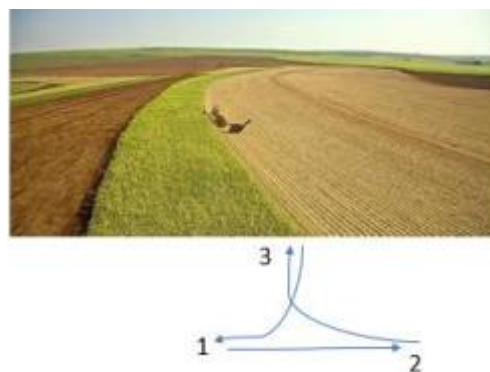
Figura 5.34 - Esquema de manobra em três (turno B)



Fonte: Elaborada pela autora

Já o transbordo deve fazer a manobra “em T”, sempre que possível (Figura 5.35): o tratorista geralmente vira para o lado da cana sem colher, sempre no sentido oposto da colhedora (1) e dá ré no carreador até o ponto (2). Nesse momento, ele espera a colhedora manobrar. Depois pula duas ruas e entra na terceira rua já colhida alinhando-se com a colhedora.

Figura 5.35 - Esquema de manobra em T



Fonte: Elaborada pela autora

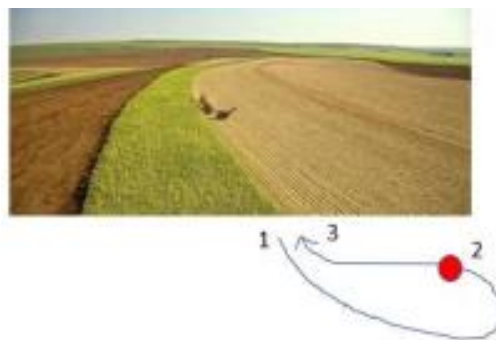
O operador 9 explicou o porquê de se executar a manobra em T:

- Não pisoteia a cabeceira do plantio;
- O tempo de manobra é reduzido;

- c) Enquanto a colhedora manobra, o tratorista pode ver qualquer avaria que pode haver na colhedora, por exemplo: esteira frouxa, mangueira com vazamento hidráulico, rompimento de mangueira hidráulica, problemas mecânicos. O contrário também acontece, o operador da colhedora avalia o transbordo durante a manobra.

Há outro procedimento de manobra para o transbordo, a “manobra em seis” esquematizada pela Figura 5.36. Essa manobra não é permitida, exceto em casos justificados: quando o final da rua da cana tem uma rede de energia próxima ou quando o talhão é desenhado em forma de triângulo (bico) ou diagonal (operador 9). Esse procedimento concede maior visibilidade para o tratorista, por isso é permitido e aconselhável em áreas de riscos de acidentes. Em contrapartida, aumenta o pisoteio das ruas, principalmente nas cabeceiras. Na Figura 5.36, o transbordo sai da rua colhida e executa a manobra até o ponto 2, quando ele para e espera a colhedora manobrar. Depois ele continua e alinha com a colhedora na terceira rua.

Figura 5.36 - Esquema de manobra em “seis”









Fonte: Elaborada pela autora

São analisadas as situações de manobra dos operadores 2 e 12.

5.2.8.1 Situação #17: Manobra em terreno regular feita pelo Operador 2

A manobra realizada pelo operador 2 foi detalhada no Quadro 5.4.

Quadro 5.4 - Detalhamento da manobra do operador 2

Manobra operador 2	
<p>1. Operador colhe até o final da linha</p>	
<p>2. Espera o elevador esvaziar toda cana no transbordo, enquanto sobe os divisores de linha e a suspensão da máquina</p>	
<p>3. Dá ré, enquanto o trator começa a manobrar para o lado das ruas já colhidas. Diminui a rotação do motor e regula o extrato primário</p>	
<p>4. O trator entra no carregador e o operador já avança a área do acero, e começa a fazer a manobra em três pontos</p>	
<p>5. Dirige em direção ao começo da próxima rua, abaixando os divisores e o corte de base. Quando a máquina alcança a primeira cana, o operador liga o industrial</p>	
<p>6. Colhe um pouco, para e espera o trator completar a manobra até se emparelhar de novo com a colhedora</p>	

Fonte: Elaborado pela autora

5.2.8.2 Situação #18: Operador 12

O operador 12 estava colhendo em um talhão que terminava em um bico e, por isso, era permitida a manobra em seis. Ele disse que havia um carreador de dematação pequeno onde colhia (Figura 5.37): “Terminou a rua, a colhedora manobra aí mesmo, nessa área que chama área de dematação, onde as ruas terminam. O transbordo segue em frente e faz a manobra em seis” (operador 12).

Figura 5.37 - Manobra em seis na área de dematação



Fonte: Fotografia de autoria própria

A forma de manusear o volante também contribui para uma boa manobra em três. O operador 12 demonstrou a melhor forma de manuseio na sequência da Figura 5.38, argumentando que se fizesse um movimento muito brusco no volante, forçaria a bomba da direção (“dá para escutar”) e assim gastaria mais combustível.

Figura 5.38 - Manuseamento da direção em uma manobra em três



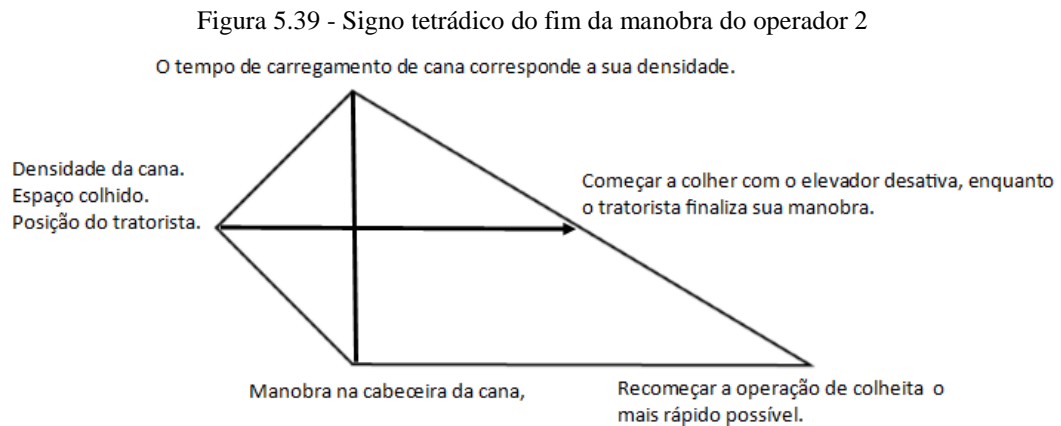
Fonte: Fotografia de autoria própria

O operador seguiu explicando que para economizar nos movimentos de uma manobra e, conseqüentemente, no seu tempo, costuma fazer o acero. Esse processo também ajuda o tratorista em suas manobras:

Às vezes, tipo do lado tem uma matinha (Figura 5.7). Como se daqui para lá fosse uma matinha, cana, carreador e matinha. Aí eu faço a bordadura, o acero, dou umas 3 passadas, para quando eu sair com a máquina, eu já saio no carreador depois, aí já chego e só dou uma alongadinha e entro de novo (...). É até bom porque dá espaço para você trabalhar o elevador, porque se tiver mata do jeito que virar o elevador, vai batendo, quebrando as coisas do elevador lá, batendo nas árvores (operador 12).

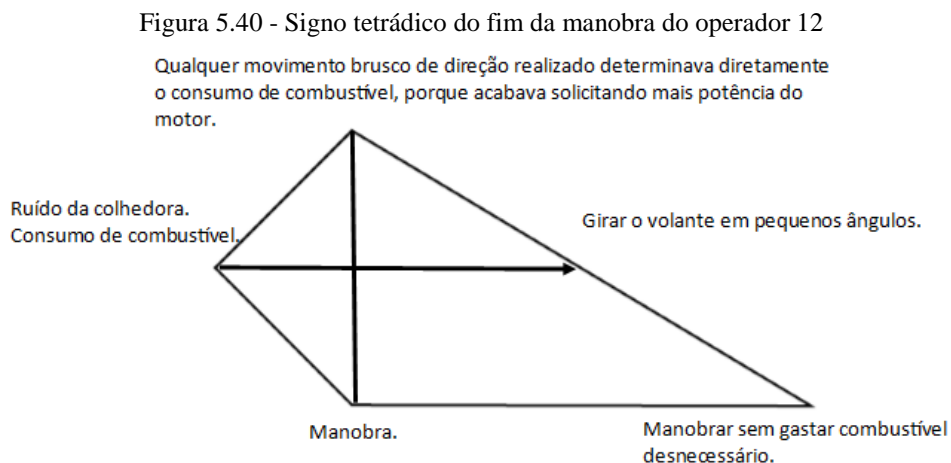
5.2.8.3 Análise das situações #17 e #18

Depois de concluir a manobra da colhedora, observa-se na Figura 5.39 que o operador colhia um pouco ao passo que o tratorista terminava sua manobra, com a esteira do elevador desativada. Quando a cana era fraca, o operador garantiu que “poderia ir longe” colhendo dessa forma. Mas quando era forte, não conseguia andar tanto, porque o bojo enchia com mais rapidez devido ao volume da cana maior.



Fonte: Elaborada pela autora

A Figura 5.40 explicita a preocupação constante do operador em minimizar o consumo do combustível em todas as dimensões de sua operação. A sensibilidade da direção da colhedora é alta, então com pequenos movimentos a manobra é cumprida, sem precisar solicitar muito da máquina.



Fonte: Elaborada pela autora

Já foi anteriormente mencionado, mas vale lembrar que a experiência do tratorista e o sucesso da comunicação entre ele e o operador são fundamentais para uma boa manobra.

5.3 CONCLUSÃO SOBRE O CURSO DA AÇÃO

Alguns signos tetrádicos do Curso da Ação dos operadores observados foram tratados nos tópicos anteriores. O intuito foi tirar conclusões a respeito do que é significativo para os atores e facilitar a compreensão de seus trabalhos. O operador no seu engajamento com a situação antecipa como suas ações aqui e agora afetam no processo mais à frente. Isso quer dizer que o operador não é um agente reativo ao que o canal apresenta, mas ele é também interventor da própria situação. Ele constrói, dentro de um conjunto de situações possíveis condicionadas por uma série de variáveis descritas, o cenário que melhor traz resultados orientados pelo seu julgamento perspectivo.

No processo dinâmico de antecipação das possibilidades futuras e da transformação do aberto, a troca de turnos caracteriza uma ruptura ou uma descontinuidade dessa dinâmica. A cada turno retoma-se a situação num ponto diferente daquele deixado no último turno, ou seja, a cada jornada de trabalho é necessária uma retomada do estado das coisas. Tenta-se atenuar essa descontinuidade na transferência de informações entre os parceiros na troca de turno e na verificação do *checklist* da máquina. Quando não há essa troca de informação, a descontinuidade fica mais nítida, como ocorreu na situação na qual o operador 12 reclamou que tinham modificado o disco do corte de base no turno anterior, porque ele sentia o componente diferente, e a forma como operava antes teve que ser modificada para o corte sair bom. Cenários como esse atrasam a regulação da máquina e, conseqüentemente, a entrega de cana limpa na carga.

Notou-se também que existe uma divisão do trabalho entre os parceiros de colhedora: enquanto um alcança bons resultados em produtividade (turno A), o parceiro do turno B é bom no quesito manutenção da máquina. Quando o folguista substitui um dos parceiros, nota-se uma ruptura desses compromissos. É natural deixar para o turno A a maior produção da colhedora, porque nesse turno não existem as dificuldades de colheita devida à falta de visibilidade e do risco de sono. Além disso, a supervisão dos chefes se faz mais presente.

As observações feitas das situações de estabilidade mostram os conhecimentos mobilizados relacionados às regras de ofício compartilhados entre os operadores. São chamadas essas atividades de invariantes, por serem recorrentes, mesmo que, no trabalho vivo essas práticas não sejam idênticas nem invariáveis. As invariantes acontecem em situações de corte e transbordo comuns e já dominadas por todo o coletivo. Nota-se as seguintes modalidades dessa classe:

- a) ações sobre a colhedora envolvendo *checklist*, limpeza da máquina e troca de faquinhas;
- b) ações de regulação operacional de velocidades: velocidade de deslocamento e rotação do extrator primário;
- c) ações sobre a operação de corte envolvendo permanência na linha de cana, regulação do despontador, da altura e posição do elevador, da altura de corte, da densidade da carga, da pressão do corte de base e dos facões picadores e da potência da máquina;
- d) ações que envolvem ocorrência de embuchamentos;
- e) ações que envolvem manobras;
- f) ações para evitar o sono;
- g) ações para evitar incêndio;
- h) ações que envolvem apontamentos na plataforma de monitoramento.

As ações sobre a colhedora estão relacionadas as paradas obrigatórias e são feitas em todos os turnos ou, pelo menos, diariamente. O *checklist* é cobrado em toda troca de turno, para verificação de possíveis defeitos nas máquinas e, se encontrados, às vezes aberturas de OS para manutenção são realizadas. A abertura de OS depende da gravidade do problema e muitas vezes é substituída pela comunicação por meio do rádio, para não “sujar” os indicadores de desempenho. A limpeza úmida realizada pelo caminhão pipa é necessária para refrigeração do equipamento, enquanto à limpeza à seco, realizada pelo próprio operador, tem a função de tirar as palhas da base do material rodante. Ambas limpezas possuem papel importante na prevenção de incêndio. A troca de faquinhas é operação comum na colheita, visto que sua integridade é facilmente degradada, por causa de pedregulhos encontrados no canavial, além do desgaste natural da lâmina no corte da cana. O corte e a condição das faquinhas são fundamentais para a qualidade do processo, mas achar tempo para troca-las pode ser uma situação complicada.

É verificado que há uma interdependência entre a velocidade de deslocamento das colhedoras e a velocidade de rotação dos extratores primários para atingir a quantidade e densidade de carga desejada. Então, reúne-se no Quadro 5.5 um levantamento das faixas de regulação das rotações dos extratores observadas junto a suas respectivas razões narradas. Somente são reunidas as informações dos operadores que verbalizam a respeito desses dados, por isso alguns não aparecem.

À priori, pode-se perceber que a variação da rotação do extrator primário varia de acordo com o objetivo imediato do sujeito, como visto na situação vivenciada pelo operador 14. O talhão que ele colhia estava infestado por braquiária, então, ao longo do curso de sua ação

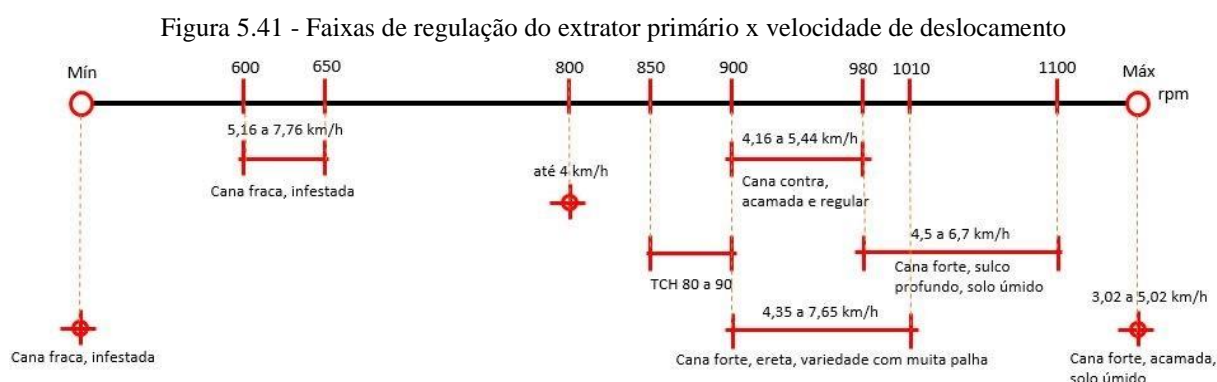
ele variava entre diminuir até o mínimo a rotação, para preencher mais rápido o transbordo, priorizando a quantidade de material na carga, ou aumentar até 900 rpm, priorizando a qualidade.

Quadro 5.5 - Velocidades de rotação dos extratores primários observadas

Operador	Extrator primário	Razão
Operador 5	900 a 1010 rpm	Cana “meio” forte
Operador 11	980 a 1100 rpm	Regulava de acordo com a densidade da carga
Operador 12	800 rpm	Se fosse a 4km/h
Operador 18 (muda)	800 a 1000 rpm	Velocidade de deslocamento até 3 km/h
Operador 14	600 a 650 rpm	“700 com secundário seria muito” Secundário quebrado Regulava de acordo com a densidade da carga Região infestada por braquiária e o operador queria limpar mais para ver se entrava cana no transbordo
	~900	Inversão de objetivo: Por causa da forte infestação, agora o operador queria não limpar para conseguir preencher transbordo
	Mínimo	Cana com TCH de 80, 90
	850 a 900	
Operador 16	900 a 970	Velocidade lenta (4,7 km/h), cana acamada e facões sincronizados e amolados
Operador 17	Máxima	Velocidade entre 3 e 4 km/h, terra molhada, cana forte

Fonte: Elaborado pela própria autora

Do Quadro 5.5, surge a Figura 5.41, onde pode-se verificar que há uma regra compartilhada entre os operadores sobre a regulação do extrator primário em função da velocidade de deslocamento e da produtividade agrícola e condições (variáveis agrônômicas e ambientais) do canavial. Se operam com uma velocidade de até 4 km/h, uma rotação de 800 rpm é suficiente. Para velocidade maiores e cana forte, o extrator varia entre 850 e 1000 rpm. Além disso, se o solo estiver úmido, que eleva a quantidade de terra na carga, aumenta-se a rotação do extrator. Para cana fraca, a rotação pode ser abaixo dos 650 e a velocidade de deslocamento pode ser maior do que a praticada para canas fortes.



Fonte: Elaborada pela autora

As ações sobre a operação de corte envolvem uma série de buscas de informações. Essas buscas em cenários de colheita estáveis são automatizadas e incorporadas pelos operadores experientes para tomadas de decisão que os permitem cortar a cana na altura basal ideal, produzindo uma carga com a densidade desejada. Para isso, as trajetórias das colhedoras devem seguir o desenho das linhas de colheita. Esse processo em cana a favor é fácil e não gera demandas. No entanto, a mesma situação no turno noturno é dificultada pela falta de visibilidade e piora se a cana é densa. A ação de desponte é somente feita quando a cana é ereta e o terreno regular. Caso contrário, os operadores desligam o despontador, pois as perdas não compensam a limpeza. O operador também tem que cuidar da altura e posição do elevador, para distribuir uniformemente a cana no transbordo, e assim otimizar as viagens e o preenchimento dos caminhões. A altura de corte tem que ser a 3 cm do solo, em um terreno seco. Essa altura é aumentada se o solo é úmido, uma vez que a umidade facilita o arranque de soqueira. Com o corte basal mais alto, resulta-se em maiores perdas, mas é melhor do que ceder espaço para braquiária e não nascer cana para próxima safra. A sensibilidade do CICB afeta o corte e é regulada de acordo com o tipo de terreno: quanto mais ondulado, maior a sensibilidade. Porém quando o terreno é muito irregular ou quando há infestações de ervas daninhas, desligar esse implemento é a melhor opção. Durante todo o tempo, o operador presta atenção aos gráficos de

pressão do corte de base e dos facões picadores, de modo a evitar embuchamentos na máquina e regular a velocidade de deslocamento. Todos esses fatores levam a uma densidade de carga, que também é definida pela regulação do extrator primário, a velocidade de deslocamento e a altura basal do corte.

Os embuchamentos são causados por alimentar a colhedora com mais cana do que ela pode processar, ou seja, a velocidade de deslocamento está muito alta, o equipamento está com algum problema ou a potência da máquina não é suficiente para conseguir processar a cana colhida. As ações relacionadas a evitar esse contratempo são desligar o *FieldCruise* em cana muito forte e regular a velocidade de acordo com a taxa de alimentação da máquina ou a taxa de processamento, uma vez que a máquina pode embuchar em qualquer um desses dois subsistemas.

As manobras são vistas como tempo perdido, porém necessárias para operação. Por isso, as ações referentes as manobras dizem respeito a minimizar suas frequências e os tempos de duração. Assim, os operadores colhem de uma vez vários talhões divididos por carregadores, para aumentar o tiro de colheita. A manobra “em três” é o procedimento usado por todos colhedores, porque economiza tempo e combustível. O pisoteio é uma preocupação, porém quando necessário é deixado em segundo plano, pois transbordos e colhedoras fazem as manobras em cima do canavial, quando não há carregador de dematação, para evitar o deslocamento até as cabeceiras.

As ações para evitar o sono no turno C são recorrentes. Nenhum operador mencionou costume do corpo com o horário do trabalho noturno. Em algum momento da jornada, o sono aparece e os operadores realizam atividades que os fazem movimentar ou ficar em alertas para espantar a sonolência. Então aproveitam para limpar o equipamento, conversam no rádio e tomam café. Quando é inevitável o sono, tiram a hora da janta para descansar alguns minutos ou cochilam enquanto a máquina permanece parada. Estratégias para evitar acidentes também são desenvolvidas e compartilhadas, como a de dirigir a colhedora com o braço do lado da cana não colhida. A situação é que o sono sempre vem e vence-lo é uma das tarefas não prescritas, mas imposta pelo horário.

Ações para evitar incêndio são comuns, uma vez que o movimento mecânico das peças da colhedora produz calor, e o calor pode ser agravado com as condições ambientais produzindo faíscas, que em contato com a palha, produz fogo. Logo, um mesmo problema pode parar a máquina ou não, dependendo do diagnóstico das variáveis ambientais que o operador

faz, verificando se é possível ou não a ocorrência de um incêndio. Ou seja, um acontecimento pode ser motivo de parada em um ambiente seco, mas pode passar despercebido em um ambiente úmido. Resumindo, o clima muda a percepção dos operadores.

Por fim, os apontamentos na plataforma de monitoramento são uma das tarefas prescritas dos operadores, porém não é realizado da forma como é determinada em todas as situações. Esses apontamentos são vistos como uma burocracia que atrapalha a operação e como uma perda de autonomia sobre a ferramenta de trabalho. Além disso, é por meio desses apontamentos que os operadores são avaliados.

As invariantes apresentadas revelam a “instância de referencial”, a sequência de regras que realizam os operadores mediante a intermediação entre o aberto e o representâmen, advindo de suas experiências. É possível então entender quais conhecimentos são mobilizados e suas regras de ofício. O *representâmen*, por sua vez, pode ser evidenciado em situações fora do controle, pois ficam mais fáceis de entender os julgamentos perceptivos, os conhecimentos mobilizados e as regras de ofício para a tomada de decisões operatórias. E por ser fora do controle, são aqui chamadas de atividade Variantes. As principais variantes observadas são:

- a) comunicações formais e informais pelo rádio com a equipe da frente;
- b) julgamentos perceptivos quanto às variáveis agronômicas
- c) julgamentos perceptivos quanto às variáveis ambientais e geográficas
- d) julgamentos perceptivos quanto às variáveis operacionais

As ações que envolvem comunicações formais e informais pelo rádio com a equipe da frente fornecem para o operador um retorno dos resultados do trabalho coletivo da frente no qual ele está inserido. Então, por meio do rádio, o operador sabe se as metas horárias estão sendo atingidas, quantas colhedoras estão paradas, as condições dos canaviais dos colegas, a saída de caminhões. É também por rádio que recebe a autorização ou ordens do líder e que solicita transbordos quando o sistema de fila única não responde da forma desejada. Então é por meio das comunicações do rádio que o operador forma a representação global de seu trabalho e, junto à essa visão holística, regula sua operação por meio de modos operatórios. Ou seja, se existem colhedoras não operando, ele adia sua parada; se a meta de caminhões não for atingida até o fim do horário, o operador acelera o transbordo, talvez reduzindo a rotação do extrator primário, para completar o número de caminhões liberados; se um colega estiver colhendo em um eito infestado, ele sabe que sua carga tem que compensar a limpeza da carga

do outro; e assim por diante. Seu trabalho completa o trabalho do outro por meio das mensagens que ele recebe pelo rádio.

O julgamento perceptivo quanto às variáveis agronômicas responde o que o ator considera quando olha/sente/escuta a planta que está colhendo. O desenho das linhas de plantio é considerado para traçar as trajetórias de como será colhido determinado eito, considerando o tempo gasto com manobras e o consumo de combustível. Por isso é comum os operadores “baterem esteira” para o reconhecimento da área a ser processada. Estratégias como manobrar no meio do eito, colher rodando e colher armazenando cana no bojo em bicos são alguns dos meios que os operadores têm para atingir a meta de liberação de caminhões.

Porém, é impossível dizer que somente pelo desenho do plantio eles tomam suas decisões. Variáveis operacionais são principalmente consideradas. Na elaboração da trajetória de colheita, o operador depende do tratorista que o acompanha, pois não são todos que conseguem levar a cabo certas operações. Dessa forma, percebe-se que existe o julgamento das habilidades e competências dos colegas.

As variáveis ambientais são também ponderadas, no caso o porte da cana e a ocorrência de ruas cortadas são aspectos que impedem um operador de colher rodando. Os operadores consideram também a profundidade do sulco do canavial e a umidade do solo, que intervém na decisão da altura do corte, variável de ajuste. A carga verificada no transbordo, determina essa altura: se o operador identificar muita terra e soqueiras, aumenta o corte. O operador prioriza preservar a soqueira no campo, optando por deixar tocos maiores quando necessário, regulando altura e pressão de corte.

Mas há ocasiões que os tocos altos nas soqueiras não são propositais. Então o operador verifica se a profundidade do sulco está adequada, se o solo está seco e se os ajustes de pressão e altura do corte estão bem definidos. Caso tudo estiver de acordo, começa a buscar em outras fontes o que está determinando o corte alto: se é culpa das variáveis operacionais, como as condições das faquinhas e a velocidade de deslocamento; ou se é culpa das variáveis ambientais, como irregularidades do terreno. No fim, se não for nenhuma dessas variáveis, o operador atribui a causa à característica da variedade da cana, “quebradeira”, por exemplo.

Outro aspecto considerado é a produtividade agrícola, que é percebida pela dificuldade sentida no avanço da máquina no processo de colheita. Por meio dos gráficos dados pelo computador de bordo da pressão no disco de base e nos picadores e no julgamento da densidade da carga que está sendo colhida, o operador realiza a regulação, principalmente, do

extrator primário da máquina e da velocidade de deslocamento, como já foi apontada no Quadro 5.5 e na Figura 5.41. Além disso, o *FieldCruise* é desligado em cana muito forte, porque a limitação automática da potência do motor da máquina não dá conta de processar esse tipo de cana.

O julgamento perceptivo quanto às variáveis ambientais e geográficas responde o que o ator considera quando olha/sente/escuta as condições do canavial e outros elementos em seu entorno. A verificação de infestação de braquiária no canavial muda todo o modo operatório de colheita, porque a braquiária não tem um padrão e a máquina não foi projetada para sua colheita. Então, por meio dessa contestação, presume-se que em qualquer situação de irregularidade contínua sem um comportamento conhecido no campo, leva ao operador preferir a operação no modo manual do equipamento. E isso é validado através dos resultados que são encontrados em situações desse tipo, quando os operadores testam em diversos momentos o corte com implementos ligados e desligados para verificar qual resulta melhor. Em todos os casos, a colheita manual é mais positiva em infestações, terrenos irregulares e com declives. Embora a usina determine que os implementos estejam sempre ligados, os líderes, que estão mais próximos dos operadores, autorizam o desligamento dos componentes quando a situação é crítica e já não tem mais recursos para solucionar os resultados negativos. Observa-se, então, que a automatização ainda é limitada para a diversidade dos canaviais ou ainda não é viável a adequação dos canaviais à automatização total da colheita.

Em um canavial infestado, então, o operador colhe manualmente considerando a altura do corte, a pressão do disco de corte e dos facões picadores, antecipando ações para evitar o embuchamento de qualquer um desses dois sistemas. Além dessas três variáveis, o estado da máquina é considerado, mais especificamente, os componentes que participam da limpeza: os facões picadores e o extrator primário. Esses dois componentes participam do julgamento perceptivo para o operador definir a altura do corte e a velocidade de deslocamento.

Em casos extremos de infestações, o operador reveza sua operação priorizando ora a quantidade de material na carga, para diminuir o tempo de transbordo, ora a qualidade, diminuindo impurezas e perdas. Essas decisões são tomadas de acordo com as informações que o operador recebe no rádio quanto aos índices de produção horária da frente, a densidade, número de colhedoras operando e, ainda, de acordo com compromisso estabelecido com o tratorista, pois esse ganha por produção das cargas também.

Colher em terrenos inclinados, apesar de demandar maiores cuidados, não é visto como uma barreira à operação. O que se considera é a posição entre o elevador da colhedora e o transbordo, o que demanda maior atenção na sincronia das velocidades dos dois veículos.

O porte da cana determina como o operador se guia para manter a máquina sobre a linha de corte. Caso a cana seja ereta, a referência pode ser as ruas já colhidas e a ponteira da planta. Caso seja cana acamada à favor, as ruas colhidas são quem guia. Por fim, caso seja cana contra, a posição entre colhedora e transbordo é a referência. A altura do corte do despontador também é avaliado pelo operador por meio da posição do tratorista: se a ponteira estiver caindo perto das rodas do colega, não está jogando cana fora.

O julgamento perceptivo quanto às variáveis operacionais responde o que o ator considera quando olha/sente/escuta o estado da máquina, seu próprio estado, suas competências e as de seus colegas. Como já visto, a densidade da cana colhida percebida pelos operadores é o primeiro indicador que mobiliza seus modos operatórios. Se a densidade não estiver de acordo com o que deseja, o operador busca as causas e tenta saná-las através da regulação de seus modos operatórios. Carga muito limpa significa que perdas estão sendo produzidas, principalmente se o extrator secundário estiver quebrado. Carga com palhas inteiras, é sinal de falta de sincronização dos facões picadores. Carga com muita terra e rizomas, significa corte baixo. Carga com muita palha, rotação do extrator primário baixo. Além disso, quando a cana vai rachada para o transbordo, sabe-se que o problema é na sincronização dos facões.

A rotação do motor da máquina indica se o ajuste dos componentes e a velocidade de colheita estão adequados. Trepidações na máquina são sinônimo de disfunções, que direcionam a preocupação do operador: à integridade do tratorista, quando envolvem lâminas; à integridade da máquina e do plantio, quando envolve a esteira do material rodante; e, à redução de perdas, quando envolve a esteira do elevador.

Os tipos de perdas no campo sinalizam a existência de componentes quebrados ou desregulados na máquina. Se está perdendo cana inteira, o problema é com divisores de linha ou falta de faquinhas no disco de base; cana estilhaçada, a rotação do extrator primário está alta; soqueira estilhaçada, as faquinhas estão cegas; rebolos, extrator primário está com alta rotação ou a esteira do elevador está frouxa. Problemas com sensores do CICB são detectados quando a qualidade do corte varia muito, principalmente percebidas quando as variáveis ambientais são favoráveis ao corte.

A maneira como o tratorista realiza suas manobras afeta a operação da colhedora, então se ele manobra em T ou “em seis” é uma decisão que é acordada juntamente com o parceiro envolvido na operação. Para a tomada dessa decisão, o operador da colhedora considera a presença de curvas no canavial, o tempo de manobra do transbordo, a possibilidade de pisoteio e de compactação no terreno. A compactação é um aspecto que é mais levado à risca, enquanto o pisoteio é deixado de lado em situações que a manobra demora muito a ser feita. Ademais, quando existem obstáculos, como dito anteriormente, a manobra em seis é a mais segura.

Percebe-se também que um tratorista com pouca experiência segue mais os procedimentos prescritos do trabalho. Com o tempo e com o conhecimento do trabalho dos parceiros, o tratorista se molda ao modo de operar dos operadores.

Cenários onde há muita braquiária, sulcos profundos, cana acamada e/ou emaranhada e/ou ruas cortadas, o operador fica atento a possíveis eventos de embuchamento. O embuchamento pode acontecer no subsistema de alimentação ou de processamento da máquina. Então, com a evolução dos gráficos no monitor das pressões da colhedora, ele prevê qual parte da colhedora é mais propícia a embuchar e se antecipa para não deixar acontecer. Caso seja possível um embuchamento no disco de base, diminui a velocidade de deslocamento ou a pressão dos discos de corte. Caso a presença de braquiária ou sulcos profundos causem o embuchamento, aumenta a altura do corte. Caso o embuchamento aconteça no subsistema de processamento, aumenta a velocidade de ação dos facões picadores.

Quando a alternativa é elevar a altura do corte, surge um conflito sobre o que priorizar: corte alto para não embuchar ou corte rente ao solo para não deixar toco. Para solucionar, o operador diminui a velocidade e tenta abaixar o corte até onde consegue. E isso é conseguido somente com o CICB desligado. Mas quando acontece o embuchamento, nota-se um aumento brusco nas pressões dos componentes da máquina e mudança no ruído do motor. A reversão então é feita e verifica-se que está concluída quando sai palha pelos extratores. Se não conseguir evitar a alta frequência de embuchamentos, o operador desconfia que algo está errado no equipamento: faquinhas ou facões cegos ou algum rolamento com defeito.

Na abertura de eito, resta somente ao operador se guiar pelas ponteiras da cana. Essa dificuldade de posicionamento exige que o operador preste atenção na rota que faz o tratorista, principalmente quando esse é novo no serviço. Quando há ruas já colhidas, o operador, quando acompanhado por um tratorista experiente, além de se guiar pelas ruas,

considera a distância entre a colhedora e o transbordo ou entre a rua não colhida e as amassadas. Caso corte alguma rua, o operador sente a máquina pesar, travar para andar e mudança no ruído do motor, fazendo ele voltar a buscar a rua certa. Além disso, o operador traça sua rota de colheita na abertura do eito pensando sempre como sua rota afetará o trabalho do parceiro. Enquanto um operador se preocupava em abrir espaço suficiente para caber o transbordo nas ruas, outro operador se preocupou em não deixar o transbordo andar em uma cana arrepiada.

O que se conclui do caso analisado é que a percepção do operador sobre os elementos pertinentes da situação é orientada e construída socialmente. Não se trata de um operador isolado seguindo procedimentos pré-estabelecidos. Não se trata de responder a estímulos originários da interface. A dinâmica da situação orienta a percepção e o julgamento da pertinência. Só é relevante aquilo que pode ser entendido como uma perturbação.

De maneira geral, é uma tarefa impossível separar totalmente cada um dos signos da tríade aberto-*representamen*-instância de referencial, pois eles são considerados numa dinâmica contínua e conjunta pelo operador na formação de suas unidades de ação. Essa dinâmica pode ser facilmente visualizada na situação vivida pelo operador 13 que verificou que uma mangueira estava vazando (do aberto variável operacional, ele percebeu uma perturbação que era a mangueira vazando). Sabia que aquele vazamento não levaria a um acidente de trabalho (instância de referencial). Intervindo no objeto do futuro almejado, que era forçar o conserto de sua máquina (aberto 2), porque estava causando sofrimento em seu trabalho (julgamento perceptivo), decidiu deixar a mangueira vazar até a máquina parar (unidade de ação). Ou quando o operador 11 aumentou a rotação de seu extrator primário para que coubesse mais cana no transbordo, e assim, liberar o transbordo somente no fim da linha (revelando o processo social de decisão). Ou quando o operador 13 planejou o trajeto de colheita para não deixar o transbordo passar por uma cana contra “arrepiada”. Ou quando o operador 12 explicou o processo de mudança de seu modo operatório passando a trabalhar com o *FieldCruise* ligado.

O operador está a todo instante engajado no contexto, considerando aquilo que lhe é significativo, pois interfere nos seus modos operatórios e nos seus objetivos, e que somente é significativo, porque suas habilidades, experiências e conhecimentos, ou seja, suas competências, o fazem ser perturbações. Os abertos resultantes das ações passadas juntamente com o julgamento perceptivo, transforma a instância de referencial do coletivo dos operadores. Portanto, na prática da ação o signo tetrádico ganha vida, transformando a todo o momento a situação e o próprio ator.

6 O OEE NA COLHEITA MECANIZADA

Retomando a literatura revisada, o OEE é um conjunto de métricas que visa avaliar o potencial produtivo de equipamentos, identificar e controlar as perdas de produção e apontar oportunidades de melhorias para usufruir de todo o potencial produtivo com o menor custo de manutenção possível. Sob essa perspectiva, o ideal é que o equipamento esteja produzindo itens conformes em velocidade de operação nominal ao longo do tempo de produção planejado pela organização. Tal ideal é almejado na colheita mecanizada da cana-de-açúcar como visto nos capítulos anteriores. Portanto, este tópico pretende calcular o OEE das colhedoras visitadas e analisar o que esses valores calculados representam.

Primeiramente, conhecendo as variáveis percebidas e consideradas no trabalho da colheita de cana analisada no capítulo anterior, foi feita uma associação no Quadro 6.1 entre esses elementos e os indicadores OEE. O Indicador de Disponibilidade (ID) está associado às variáveis que levam às máquinas a realizarem (ou evitarem) paradas obrigatórias ou não-obrigatórias, ou seja, paradas aguardando transbordo, caminhão pipa ou caminhão comboio, paradas para manutenções mecânicas, elétricas ou hidráulicas, troca de faquinhas e ajustes nos componentes da colhedora, abastecimento e limpezas da máquina. Essas variáveis dizem respeito à umidade do solo e do ar (condições climáticas e mês da safra), manutenções preventivas e corretivas e experiência do operador. A experiência do operador é o aspecto que adianta manutenções ou as postergam diante do cenário da frente, que traça ações de acordo com o clima e que consegue colher em solos úmidos com qualidade aceitável. Essas variáveis influenciam o ID, uma vez que, se não for pela experiência do operador, se for para trabalhar segundo os procedimentos padrões, as máquinas param e não produzem sob certas circunstâncias.

Além desses tempos de parada, considerou-se também o tempo de refeição, que é entendido como um tempo perdido pela empresa. Ou seja, se na teoria a hora da refeição é considerada um tempo inativo, na prática ela faz parte do tempo ativo de colheita, pois se pararem todos para comer no tempo de “direito”, o CTT não dá conta de entregar cana para usina com o ritmo demandado. Junto a esse fator, o tempo de *check list* é considerado na prática também como um tempo ativo da colhedora, ao contrário da teoria.

A Taxa de Alimentação (TA) remete às variáveis que podem aumentar ou reduzir a capacidade operacional da máquina, isto é, que influenciam a velocidade de deslocamento da colhedora, o tempo de manobras e de autodeslocamentos. Mais uma vez a experiência do operador é fundamental para o desempenho da TA, visto que se não articulam

as condições do canavial com o estado da máquina, a colhedora embucha com frequência, atrapalhando o fluxo do processo de colheita. Além disso, a qualidade pode ser comprometida em prol da consideração unicamente da TA.

Quadro 6.1 - Variáveis no CTT e relações com o OEE

Tipo	Variáveis	ID	TA	IQ
Agronômica	Produtividade Agrícola		X	
Agronômica	Número de cortes		X	X
Agronômica	Variabilidade		X	X
Agronômica	Idade da cana		X	X
Agronômica	Sistematização canavial		X	X
Geográfica	Tipo de solo		X	X
Geográfica	Declividade		X	X
Ambientais	Braquiária		X	X
Ambientais	Horário de colheita		X	X
Ambientais	Porte da cana		X	X
Ambientais	Umidade do solo	X	X	X
Ambientais	Condições climáticas	X		
Ambientais	Rede elétrica/cerca		X	
Operacionais	Mês de safra	X	X	
Operacionais	Manutenção programada e corretiva	X		
Operacionais	Modelo da colhedora		X	
Operacionais	Potência		X	X
Operacionais	Regulação dos componentes:			
Operacionais	- CICB		X	X
Operacionais	- Pressão corte de base		X	X
Operacionais	- Rotação rolos alimentadores	X	X	X
Operacionais	- Ajuste faquinhas corte de base		X	X
Operacionais	- Sincronização facões picadores		X	X
Operacionais	- Inclinação corte de base			X
Operacionais	- Rotação extrator secundário			X
Operacionais	- Altura do despontador			X
Operacionais	- Posição do elevador			X
Operacionais	- Ajuste da chapa defletora			X
Operacionais	- Rotação extrator primário	X		X
Operacionais	Experiência operador	X	X	X
Operacionais	Experiência do tratorista		X	X
Operacionais	Tempo de manobra		X	
Operacionais	Pressão no rolo picador		X	

Fonte: Elaborado pela autora.

Nesse sentido, percebe que, como aferido na literatura, a capacidade nominal da máquina não é uma constante, e sim uma variável que se comporta em função da produtividade agrícola e do estado da máquina colhedora (idade de fabricação do equipamento e defeitos acometidos durante os meses de safra). Assim, quanto mais antiga a máquina, e quanto mais avançada os meses da safra, provavelmente menor a capacidade da colhedora.

Finalmente, o Indicador de Qualidade (IQ) diz respeito às variáveis que podem aumentar ou reduzir as taxas de perdas de cana no campo e a quantidade de impurezas minerais e vegetais despejadas nos transbordos. Mais uma vez a experiência do operador tem papel

capital nesses índices, pois a automatização sozinha não consegue, em muitos casos, acompanhar as variabilidades presentes no canavial. A presença de braquiária, terreno inclinado, sulcos de raízes profundas e a própria variabilidade da variedade da planta são questões que a automatização da máquina não consegue operar com eficiência.

Associado cada indicador com as variáveis em campo, na seção seguinte o OEE das colhedoras observadas é calculado, tendo como base os dados dos relatórios de tempos de operação e de níveis de impurezas e perdas fornecidos pela empresa. No segundo tópico são sumarizadas as estratégias operatórias encontradas no estudo de caso do capítulo 5 que contribuíram para cada indicador, comparando os dados qualitativos observados aos quantitativos calculados.

6.1 CÁLCULO DO OEE

Neste tópico, uma tentativa de calcular os indicadores do OEE foi realizada com base nos relatórios das características dos canaviais colhidos e dos tempos de operações combinado com as informações sobre os operadores e suas experiências obtidas em campo. O relatório dos tempos de paradas foi fornecido pelo setor responsável pelo controle das máquinas agrícolas da usina estudada. Esses dados foram provenientes dos apontamentos realizados na plataforma de monitoramento. Entretanto, durante as visitas técnicas, é visto que os apontamentos na plataforma de monitoramento não são realizados pelos operadores da maneira como a tarefa prescreve, por diversos motivos que variam desde a facilidade de apertar um botão “sim”, para que o sistema pare de apitar com perguntas sobre qual o motivo do operador estar parado, até para não prejudicar o pessoal da manutenção com abertura de OS, que diminuía o desempenho do setor e a contribuição com os bônus no final da safra.

O ID foi calculado a partir das operações produtivas (P) e das auxiliares (A), que somadas constituíram o tempo disponível das colhedoras. As operações consideradas perdidas (Pe) foram utilizadas para calcular o Tempo ativo (P+A+Pe). A TA foi calculada por meio dos tempos das operações produtivas (P), que seria o tempo nominal, dividido pelo tempo disponível (P+A). Por fim, o IQ foi dado pelo complemento das taxas de perdas aferidas experimentalmente pelo setor de qualidade. Dos 17 operadores acompanhados, apenas sete tiveram registrados todos esses relatórios, ou boa parte deles, apresentados na Tabela 6.1. Aqui são abordados os principais pontos sobre as atividades realizadas por esses operadores de acordo com os índices calculados.

A começar pelo operador 1, que foi acompanhado pela pesquisadora entre às 11h30 e 13h30 de seu turno. Durante esse período o operador passou parte do tempo colhendo cana em condições favoráveis ao corte, como as previstas na Tabela 6.1, e, em outra parte do tempo, o operador foi solicitado pelo líder para abrir um eito. O que chama atenção aqui é que no relatório de horas trabalhadas, a máquina do operador 1 registrou operações “indeterminadas” desde às 11h20 até o dia seguinte às 6h. Isso quer dizer que, os indicadores registrados na Tabela 6.1 ignorou parte significativa do trabalho real do operador. Outro dado que chamou atenção foi o tempo total de manobras do operador 1, que totalizou nos registros um pouco menos de 8 minutos, o que não é possível.

Sobre o operador 7, pode-se dizer que ele desconfiava que estava tendo problemas no câmbio da colhedora, porque “minha máquina limpa mais que isso” (operador 7), observou ele. Além disso, a cana que colhia era de uma variedade que produzia muita palha. Essa quantidade de palha talvez fosse a causa da alta taxa de impurezas vegetais dessa máquina comparada às demais. No relatório de horas desse operador outra divergência foi encontrada, em nenhum momento das oito horas de trabalho foi registrada a operação de corte de cana, resultando em um OEE nulo, o que não foi verdade. A pesquisadora deixou a colhedora às 5 horas da manhã e a máquina seguia colhendo.

O operador 8 estava operando em uma fazenda de terceiros, solo argiloso e úmido. Ele explicou que quando se colhia na terra de fornecedor, zelava-se por mais qualidade, em detrimento da velocidade. Por esse motivo, quando começou a garoar em seu turno, o líder da frente logo pediu para pararem as máquinas, o que justifica as poucas horas ativas da máquina. Além disso, a variedade da cana colhida era do tipo “quebradeira”, que podia gerar perdas em forma de “pedaço”. Mesmo assim, o indicador de perdas apontava baixo desperdício de cana no campo.

Esse mesmo operador fez uma série de deslocamentos durante a observação do seu curso de ação, dentro do canavial até o carreador, por motivo de manutenção, até entre o canavial e a tenda, quando o líder decidiu levar toda a frente para outra fazenda em uma área que não estivesse chovendo. Porém foram registrados menos de quatro minutos de autodeslocamento, tempo que não foi igual ao realizado.

Tabela 6.1 - Cálculo do OEE de sete máquinas colhedoras

Op	Exp	T	Carac. Canavial				Tempos operacionais				ID			Impur. (kg/ton)		OEE			
			Terr	Porte	Dens	Corte	Prod (P)	Aux (A)	Perd (Pe)	(P+A)/(P+A+Pe)	P/(P+A)	1-%Perdas	Veg	Min					
1	1 ano trator 6 anos colhedora	A	Plano	45°	75 t/ha	3°	Corte cana 2h25'30"	Auto-desloc 14'50"	Ag Trator 21'27"	Ag Man transb 8'06"	Manut mec 40'56"	Manobras 7'48"	S/ apont 9'06"	71,14%	82,56%	98,15%	70,96	4,38	57,65%
7	1 ano trator 8 anos colhedora	C	Plano	ereta	52 t/ha	5°	0	Auto-desloc 54'55"	Ag Trator 1h29'11"	Ag Man transb 5'47"	S/ apont 1'27"	Manobras 5h10'15"	Troca facas 10'48"	78,51%	0,00%	?	88,05	10,05	0,00%
8	1,5 ano trator 5,5 anos colhedora	A	Plano	45°	58 t/ha	3°	Corte cana 2h10'47"	Auto-desloc 3'43"	Ag Trator 41'27"	Ag Man transb 5'58"	S/ apont 36"	Manobras 19'24"	Op manten 2'04"	55,56%	81,81%	98,74%	?	?	44,88%
12	8 anos auxiliar/trator 5 anos colhedora	A	Declivo suave	ereta	86 t/ha	?	Corte cana 1h57'24"	Auto-desloc 26'56"	Ag Trator 54'01"	Ag Man transb 36'54"	Ab Comb 19'23"	Manobras 40'44"	Manut mec 1h52'11"	43,34%	52,89%	98,66%	80,41	11,1	22,62%
13	1 ano plantadeira 2 anos trator 7 anos colhedora	A	Declivo suave	ereta	86 t/ha	?	Corte cana 1h32'13"	Auto-desloc 1h05'06"	Ag Trator 44'26"	Ag Man transb 8'07"	Ab Comb 8'49"	Manobras 1h22'42"	Limp úmida 13'14"	71,24%	37,16%	96,27%	?	?	25,49%
15	3 anos trator 6 anos colhedora	C	?	?	?	?	Corte cana 4h00'42"	Auto-desloc 33'47"	Ag Trator 4'56"	Ag Man transb 9'15"	Lavando eq 13'22"	Manobras 1h01'43"	Limp seca 8'33"	80,12%	69,68%	98,87%	?	?	55,20%
16	5 anos colhedora	C	?	?	?	?	Corte cana 1h12'35"	Auto-desloc 35'15"	Ag Trator 30'04"	Ag Man transb 4'59"	Ag mecânico 30'11"	Manobras 37'52"	Ag pipa 39'20"	37,76%	48,17%	97,02%	?	?	17,65%

Fonte: Elaborada pela autora

Já o operador 12 colhia uma cana forte e alta. Sua máquina tinha defeitos no CICB, nos divisores de linha (só um lado estava funcionando), nas faquinhas de corte (estavam produzindo faíscas) e nos sensores do extrator primário (danificados). Para piorar, as condições climáticas eram favoráveis para a propagação de um incêndio, pois estava seco, quente e ventando muito. O operador então criou diversas estratégias para não parar a máquina: tentou colher a cana “rodando”, sem fazer manobras; tentou abrir eito por meio do talhão para diminuir a distância das voltas; tentou operar com os implementos de altura da máquina em regulação manual. Apesar das condições contrárias à realização da atividade, o operador conseguiu rodar com a máquina uma parte do tempo, tendo perdas consideravelmente baixas. Mas nota-se que o índice de disponibilidade foi pequeno, uma vez que a máquina foi forçada a parar devido às condições climáticas e às manutenções que não puderam ser mais postergadas.

O operador 13, diferente do que transpareceu os demais, pareceu estar tenso. Essa tensão podia ser justificada por uma união de fatores inusitados em sua atividade: a cana estava acamada e contra ao corte; a máquina estava com problemas no CICB, tinha três faquinhas cegas no corte de base, o extrator secundário e o giro do capuz do extrator primário não estavam funcionando, a plataforma de apontamentos estava apitando constantemente e o ventilador do radiador não estava refrigerando esse componente periodicamente, como deveria; por fim, as condições do canavial não eram as melhores, uma vez que o talhão que cortava tinha muitos bicos, demandando mais manobras e o sulco das raízes estava profundo. Com tantas variáveis para dar conta, ainda o caminhão-pipa e o caminhão de abastecimento pediram para o operador parar para fazer a limpeza úmida e o abastecimento, enquanto que outras máquinas da frente já se encontravam paradas. Sem contar a pressão sofrida causada pelo facilitador que estava acompanhando o tratorista parceiro e a presença da pesquisadora dentro da cabine. Não foi sem motivo, então, que o OEE de sua máquina teve um índice calculado de 25,5%.

O índice atingido pelo operador 13 foi baixo, porém não pior do que o OEE do operador 16, que estava rodando teoricamente com a máquina em melhores condições e sem a pressão de cobranças como a sofrida pelo colega anterior. O que se destaca foram os valores, principalmente, dos tempos de parada para manutenção, aguardando manutenção e aguardando o caminhão-pipa. As perdas desse operador também foram mais altas comparadas aos seus pares, mas justificadas, pois estava colhendo em um canavial cuja cana estava acamada e contra o corte. Para melhorar o desempenho da colheita, o operador utilizou as faquinhas laterais para desembaraçar a cana emaranhada. Como já mencionado, apesar do auxílio, o uso dessa ferramenta trazia aumento de perdas.

O operador 15, por fim, colhia, assim como o operador 16, uma cana acamada e contra, no turno C. Entretanto, parece que seu OEE foi mais alto, principalmente, porque os problemas em sua máquina não eram tão urgentes para parar a máquina na prática: o despontador não estava funcionando, a sincronização do facões picadores não estava adequada e o velocímetro não acusava a velocidade real. Na teoria, tais problemas seriam suficientes para parar a colhedora, por conta das perdas invisíveis geradas no processo de picar a cana com facões sem sincronia. O despontador, mesmo que funcionando, não poderia ser usado, pois não conseguiria cortar as ponteiros da cana acamada.

Diante das observações apresentadas, a primeira conclusão que aparece da análise do Tabela 6.1 é a discrepância entre o trabalho prescrito e o trabalho real. Isso se deve aos dados coletados no contexto: primeiramente, os relatórios de tempos de paradas gerados pela plataforma de monitoramento não são fidedignos com as ações dos operadores, nem levam em consideração as reais variabilidades agrônômicas, geográficas, ambientais e operacionais existentes na hora da colheita.

Os sistemas também falham e informações são perdidas. Além disso, os cálculos de perdas realizados pelos operadores da qualidade são estimativas aleatórias das perdas das máquinas, quando esses são feitos. As perdas do Turno C são realizadas nos turnos diurnos, deixando de ser um processo transparente para os operadores da frente do turno noturno, uma vez que eles não estão presentes na hora das medições.

Existem também ressalvas quanto ao cálculo do indicador da TA, pois a capacidade efetiva da colhedora, como visto na literatura, é função da densidade linear da cana-de-açúcar. Por isso não foi encontrado nos artigos revisados, nem nos cursos da ação observados, referência sobre uma capacidade nominal para que pudesse ser feito o cálculo real da TA. A tentativa de cálculo realizada no Tabela 6.1 é feita no intuito de buscar valores de desempenho entre as colhedoras que podem ser comparáveis. Mas, não são valores que levam em conta todos os fatores que influenciam esse índice.

Como dito, as paradas de refeição somariam aos tempos inativos na teoria. Para isso se confirmar na prática, tempos de refeições seriam garantidas aos operadores. Como isso não é verdade, observa-se então que tais ações são entendidas como tempos perdidos, que prejudicam o tempo ativo, ou seja, a disponibilidade da máquina.

Por fim, assim como o OEE oculta as variabilidades do campo, ele também oculta as estratégias operatórias engendradas por cada um dos operadores. Essas estratégias

algumas vezes são compartilhadas em semelhantes situações típicas e dominadas coletivamente, porém, mesmo nessas situações, outros conjuntos de variabilidades podem se integrar na complexidade da atividade, e outros modos operatórios são solicitados. Esses modos operatórios são então tecidos na emergência das situações, tendo como matéria-prima as competências e experiências dos atores, ou seja, sua instância de referencial, o que ele percebe da situação (*representamen*) e o que ele deseja resultar com aquela ação.

Nesse sentido, pode-se comparar os indicadores do operador 1 com o operador 15. Eles obtiveram quase o mesmo OEE. O que é interessante observar é que o operador 15 colhia uma cana acamada contra, no turno C, com os facões sem sincronia. Começou colhendo um talhão que estava com as ruas cortadas, então se deslocou para outro abrindo eito, mas não conseguiu, se deslocando para o terceiro talhão onde operou o restante da noite, até sua parada por volta das 3h da manhã. Poder-se-ia dizer que a experiência do operador contou nesse caso para conseguir um indicador tão alto quanto o operador 1, que operava no turno A, em condições de melhor visibilidade e em talhões de boa colheitabilidade. Porém, como visto, faltam dados registrados sobre o trabalho do operador 1 para fazer tal comparação. Talvez se esses dados não estivessem perdidos, os índices seriam diferentes entre eles.

6.2 ANÁLISE DO OEE NA COLHEITA MECANIZADA DA CANA-DE-AÇÚCAR

Nessa seção são relatados os fatores operatórios do trabalho real que contribuem para a disponibilidade, a taxa de alimentação e a qualidade da colhedora. Com essa compreensão, compara-os com os índices calculados.

6.2.1 Indicador de disponibilidade (ID)

O ID é a razão entre o tempo disponível e o ativo. Para maximiza-lo, os tempos de paradas da máquina, obrigatórias e não obrigatórias, devem ser os menores possíveis. Mas além da medição do tempo, saber o momento de parar também é importante. Logo, quanto tempo e quando parar são fatores relevantes para o operador, porque modificam a dinâmica de toda a frente de trabalho. A partir disso, os operadores traçam ações para chegar a maximização do tempo disponível da máquina e a minimização do impacto de suas paradas nas metas da frente de colheita.

Sendo assim, o sistema de fila única foi incorporado aos computadores de bordo para diminuir o tempo ocioso da colhedora. Mas como observado, dependendo da oscilação da produtividade agrícola, o sistema pode falhar e, então, o operador se adianta solicitando transbordo pelo rádio para não correr o risco de “ficar aguardando transbordo”. Outro ponto percebido sobre a fila única é que o critério de seleção de alocação do tratorista para a máquina é o primeiro da fila e não suas habilidades e experiências para determinados tipos de operações, que quando ausentes interferem no modo operatório dos operadores de colhedora, podendo afetar, por conseguinte a TA e o IQ. Dessa maneira, essas observações são tratadas à frente.

A preocupação do momento certo de parada é às vezes mais visível do que a preocupação de quanto tempo a máquina fica parada, até porque essa última variável está fora do controle do operador. Nesse sentido, OS são fechadas ou até mesmo não abertas oficialmente para que a máquina não pare enquanto espera a manutenção. Ademais, o operador sempre está atento a quantidade de colhedoras inoperantes e para a possibilidade de cumprimento da meta horária de liberação dos caminhões pela frente, julgando assim se é conveniente ou não sua parada. Então ele negocia pelo rádio com os parceiros, manutenção, caminhão pipa e comboio o momento ideal de parada. Claro que às vezes o consenso não é favorável para o operador, pois podem surgir urgências e choques de demandas entre os atores.

Essa negociação não diz respeito somente ao desgaste da colhedora, mas também ao desgaste do estado emocional do operador. A cobrança sofrida por postergações de manutenção e de ajustes leva o operador a tomar decisões para sua autoconservação. Ocultar um problema identificado, que poderia ser corrigido entre uma operação e outra, é uma estratégia para forçar uma parada obrigatória em curto prazo para sanar as disfunções que geram sofrimento no trabalho.

Mas, na maioria das vezes, enquanto a colhedora está sendo abastecida, aguardando transbordo ou sendo processada pelo caminhão-pipa, o coletivo operacional busca alternativas para solucionar defeitos que surgem. Apesar de muitas vezes não serem apontados na plataforma, esses tempos “ociosos” das máquinas são exaustivamente utilizados para reparar e regular a máquina de forma coletiva. Apontamentos para reparos de afrouxamento de esteiras de elevador ou do material rodante e para reparos da parada de funcionamento do elevador não foram vistos. Ajuste de faquinhas e limpeza à seco foram registradas raramente, de maneira semelhante aos apontamentos para refeição. Isso não quer dizer que essas atividades não foram realizadas, mas sim que o aproveitamento do tempo parado para situações críticas foi amplamente utilizado e levado em conta para várias demandas.

Ora, então a função de operador-mantenedor se estende além das previstas. Se a permissão do conserto do equipamento não lhes é totalmente dada declaradamente pelos chefes, a prática a reivindica. Como visto, os operadores se antecipam, muitas vezes juntos aos colegas, na tentativa da solução do conserto da máquina. Trocar faquinhas é função prevista, porém quando o disco do corte de base ou as faquinhas entortam, o operador encontra alternativas para regular as lâminas de modo que elas não se choquem e sigam cortando a cana. Então posiciona as lâminas adjacentes que estavam colidindo cada uma mais perto do núcleo dos discos, para distancia-las, ou insere uma arruela de forma a deixar uma faquinha mais baixa que a outra. Gera-se mais perdas, porém não deixa a máquina parada.

A alternativa de ajustes das faquinhas contribui para o seguimento do funcionamento da colhedora, mas, mesmo assim, exige uma parada para esse ajuste. Em conformidade com os procedimentos de segurança a colisão desses componentes é motivo de parada obrigatória, por causa do risco de incêndio. No entanto, é visto que os operadores somente entendem como real esse risco quando as condições climáticas chegam próximas dos limites estabelecidos pelo triângulo de emergência. Longe desses limites, os operadores priorizam a produção caso os choques não estiverem travando a colheita e elevadas temperaturas de componentes mecânicos são postas em segundo plano.

Caso contrário, com o clima quente e seco opera-se de modo a não deixar palhas acumuladas na colhedora. Desliga-se o despontador ou o posiciona para a frente da colhedora numa altura baixa para que palhas não sejam lançadas na cabine ou no radiador. Isso depende do porte da cana, uma vez que se a cana for ereta e muito alta, a segunda opção tem que ser descartada por conta das perdas de gemas.

O conhecimento do funcionamento da máquina aumenta o grau de liberdade da operação da colheita. Quando o computador de bordo não funciona e os gráficos de pressão e altura do corte e do processamento da cana, por exemplo, ficam indisponíveis, o operador consegue trabalhar, regulando a máquina de acordo com a rotação do motor. Rotação baixa significa que os componentes estão sendo excessivamente solicitados, direcionando o olhar do operador para a qualidade da carga e assim, julgando a qualidade imediata de seu corte. Esse julgamento é realizado em conjunto com o tratorista. Em situações críticas, o operador tenta operar até esgotar todos os recursos disponíveis dentro de suas competências. Quando um divisor de linha para de funcionar, o operador opera rodando e abrindo eito do talhão, mas não consegue fazê-lo quando ambos estão danificados.

O operador do turno C, além de vivenciar todas as situações descritas anteriormente, tem a particularidade de ter que criar estratégias para lidar com o sono e com a falta de visibilidade. Então as estratégias de manejar com a mão oposta ao tratorista, realizar atividades não corriqueiras, conversar no rádio com os colegas são formas de se manterem atentos à colheita e evitar acidentes. Quando o sono vence, tirar cochilos durante as paradas fora de seu controle é a maneira de diminuir o cansaço. Além disso, quando as metas, que normalmente são mais difíceis de serem atingidas por causa das dificuldades operacionais inerentes da noite, estão longe de serem atendidas, os operadores fecham as OS forçando a máquina a colher, em detrimento dos recursos que restam ou da qualidade da carga produzida.

Diante de tais estratégias operatórias capturadas dos cursos da ação dos operadores em situações reais de colheita, verifica-se que a disponibilidade da colhedora não é binária, ou seja, o equipamento podia estar:

- a) disponível totalmente, com todos seus implementos funcionando;
- b) indisponível, quer dizer, parado;
- c) parcialmente disponível, o que leva a um intervalo amplo de estados de disponibilidades possíveis.

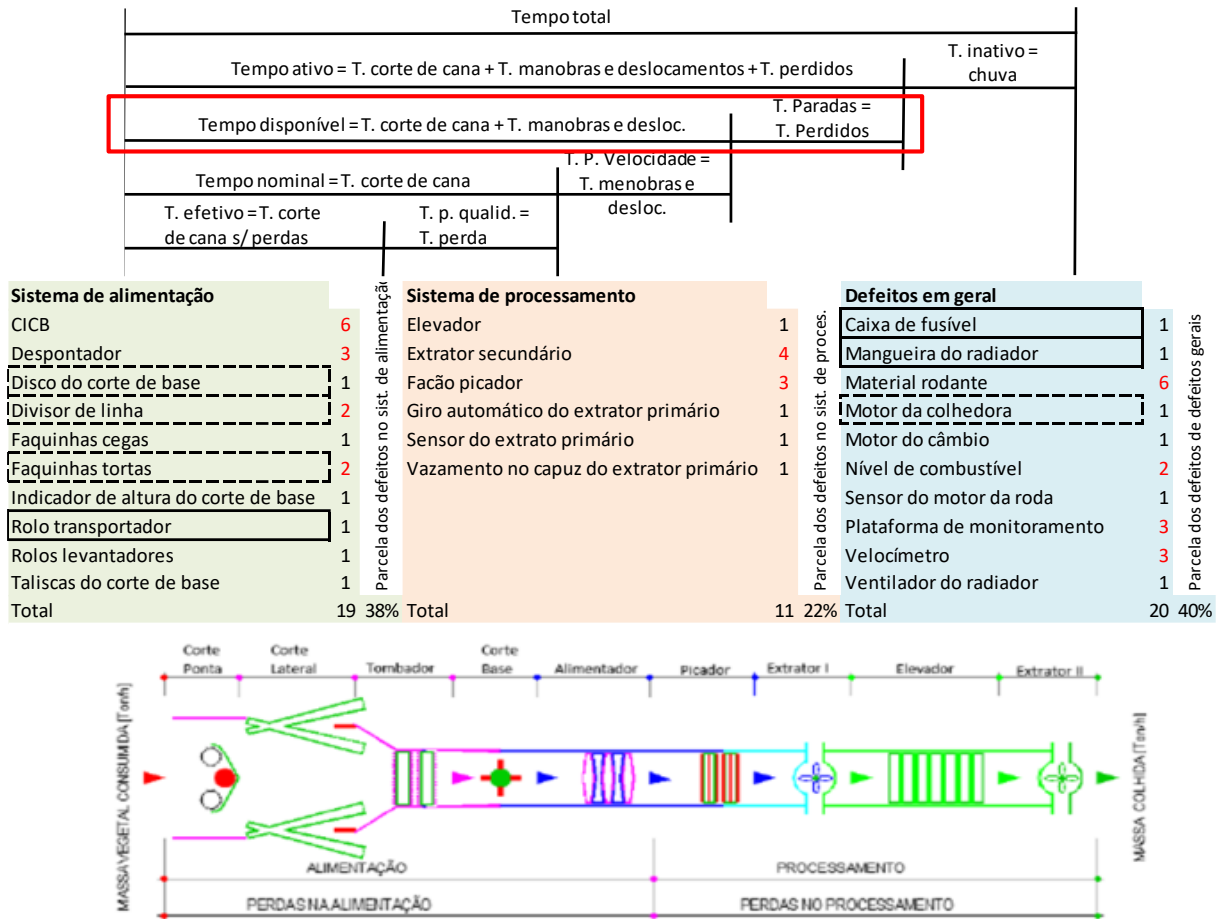
No trabalho real, a primeira situação nunca se concretiza, sendo as duas últimas alternativas as mais prováveis ao longo da colheita. A Figura 6.1 retoma alguns dos esquemas (Figura 2.12, Figura 2.13, Quadro 5.1 e Tabela 5.1) previamente apresentados nos capítulos anteriores, de forma a justificar essa parcialidade da disponibilidade da colhedora. As disfunções observadas durante as visitas são organizadas na Figura 6.1 de acordo com a região do equipamento na qual elas apareceram. Foram encontradas 50 ocorrências, onde 38% aconteceram no subsistema de alimentação, 22% no subsistema de processamento e o restante em componentes da máquina que afetavam seu funcionamento como todo.

As disfunções marcadas com retângulos de linhas contínuas significam problemas que solicitavam paradas imediatas das colhedoras, enquanto os marcados com retângulos de bordas pontilhadas caracterizam problemas que a máquina pode parar ou não, dependendo da gravidade e de qual função envolvia do componente.

Percebe-se que poucos defeitos foram categorizados por alguma dessas duas formas, o que mostra que a maioria deles coexistem com a operação, pelo menos por um período significativo. Todas as situações visitadas tinham em seu aberto falhas incorporadas. Então, pode-se dizer que a disponibilidade dessas máquinas quando em operação, não era uma

disponibilidade total. Era uma disponibilidade parcial. À vista disso, conclui-se que o ID calculado através dos tempos de operação computados nas plataformas de monitoramento não mensura a real condição de disponibilidade da colhedora.

Figura 6.1 - ID da colhedora



Fonte: Adaptado de Baseado em Becker, Borst e Van Der Veen (2015) e Menegon, Torres e Silva (2017)

Como dito antes nesse tópico, essa disponibilidade parcial, acaba interferindo tanto na TA e no IQ da máquina, uma vez que funções que contribuem diretamente com o processamento da cana não estão funcionando integralmente.

Outra discussão que pode ser feita acerca do ID é sobre sua composição na prática da colheita descrita. Paradas obrigatórias definidas na teoria, que determinariam a eficiência máxima do sistema, não são tão claras na prática. Recuperando o Quadro 2.2, as paradas obrigatórias listadas são referentes ao abastecimento de combustível e lubrificação, a limpeza seca e úmida, a troca de faquinhas e de facões (na verdade, a ações para sincronizar os facões picadores) e a manutenções preventivas obrigatórias. Na prática, o que acontece é diferente:

- a) o abastecimento de combustível é obrigatório no campo, porém a pressão sofrida pelo operador ao parar a máquina enquanto outras já estão paradas na frente é pertinente, vide operador 13;
- b) as limpezas úmidas e secas são feitas, a primeira pelo caminhão pipa e a segunda pelo próprio operador. A negociação da parada com o caminhão pipa é flexível, diferente do comboio de abastecimento, logo os operadores conseguem postergar ou adiantar tal operação. A limpeza a seco é feita obrigatoriamente também, mas em segundo plano, enquanto a colhedora já estiver parada por outro motivo compulsório;
- c) a troca de faquinhas é indispensável para a qualidade do corte, porém ela é postergada quando o regime de trabalho se torna severo. Geralmente essa troca de faquinhas é feita entre uma espera e outra de transbordo, assim como a limpeza a seco;
- d) a sincronização dos facões, também crucial para evitar perdas e auxiliar na limpeza da carga colhida, é procrastinada de acordo com a concorrência do caminhão mecânico;
- e) por fim, resta saber quais são as manutenções preventivas.

Em virtude de se conseguir um ID alto para a máquina e manter a produção ininterrupta da colheita surge tal desalinhamento entre a teoria e a prática, entre ações que deveriam ser tomadas e planejadas ou, pelo menos, consideradas, para um funcionamento pleno da colhedora, em detrimento da capacidade operacional e da qualidade. Desse modo, a cada “parada obrigatória”, o regime de trabalho se configura em um regime severo.

6.2.2 Taxa de alimentação (TA)

A taxa de alimentação da colhedora é a quantidade de cana colhida por unidade de tempo. Essa capacidade então depende da densidade linear do canavial e da velocidade de colheita. A densidade linear é dada pelo conjunto das variáveis agrônômicas já discutidas no capítulo anterior, enquanto a velocidade é regulada ao longo do Curso da Ação pelo operador.

Sobre a segunda variável, sua regulação depende das condições que o operador considera e percebe do canavial e da própria máquina. Dessa maneira, a condição da máquina é item importante e está ligada ao histórico de manutenção feito nela. Manutenções são associadas aos tempos de paradas, que por sua vez, definem o ID. Se o ID é um dos condicionantes do TA, por sua vez o TA é um dos condicionantes do IQ. A qualidade da carga colhida e a quantidade de arranque de soqueira e de perdas no campo são resultantes, também, da velocidade de deslocamento da colhedora. É impossível desassociar essas duas últimas

variáveis: velocidade de deslocamento e qualidade da cana colhida. Por isso, muitas vezes as estratégias operatórias engendradas pelos operadores na contribuição da TA estão fortemente associadas a contribuir também com o IQ.

Desse modo, a capacidade efetiva da colhedora está associada não somente a quantidade de cana colhida, mas a qualidade dessa cana. Quanto maior a possibilidade de gerar perdas, lançar impurezas na carga do transbordo ou arrancar soqueira, menor é a velocidade praticada. Ou seja, em terrenos inclinados, solos argilosos úmidos ou canaviais infestados de braquiária, o operador reduz a velocidade de deslocamento. A velocidade também é reduzida nos casos de cana muito forte, para evitar embuchamentos.

Outro fator que afeta a TA é a potência do motor. Alguns operadores sabem que não adianta operar com a rotação do motor baixa, pensando que economizará combustível, enquanto na verdade o que acontece será o contrário. Por isso, em canaviais cuja produtividade agrícola é alta, os operadores desligam o *FieldCruise*, aumentando a rotação do motor e, dessa maneira, podem trabalhar a uma velocidade maior do que com o implemento ligado. E é aqui onde entra o nível de experiência dos operadores, pois alguns desligam o *FieldCruise* em qualquer cana considerada forte, enquanto outros desligam somente quando a cana era de primeiro corte, emaranhada e/ou bisada, quando não conseguem entregar cana limpa o suficiente para cumprir com as metas.

A força do motor quando limitada por algum problema interno da máquina, solicita do operador outra saída para colher. A redução da velocidade é uma solução, mas quando demora-se para preencher um transbordo e, assim, atrasa a taxa de produção da frente, o operador solicita ao líder para ser alocado em um talhão com cana fraca. Dessa maneira, consegue desenvolver melhor as funções da máquina e solucionar um conflito que emerge dessa situação: insuficiência de potência no motor leva a um aumento do consumo do combustível, como no caso a máquina do operador 10 que consumia 60 L/h, enquanto o ideal era 43 L/h. Para valer à pena a colheita nessas condições, o operador tem que liberar, pelo menos, quatro cargas/h. Porém, numa cana forte, operar em uma velocidade para atingir tal taxa de transbordo é impossível, porque sem força a colhedora embucha e trava a operação. Então ir para um talhão de cana fraca é uma alternativa de diminuir o custo da operação.

A estratégia para evitar embuchamentos é desligar os implementos automatizados da colhedora e tornar a operação mais “manual” possível, principalmente em situações de infestações e ondulações no solo, que são fatores típicos de amplo grau de

variabilidade e que o operador sabe que os implementos automatizados não dão conta de processar. Foi explicado que uma máquina sem defeitos consegue processar essas variabilidades, porém um cenário de máquina sem defeito não é real.

Além da velocidade de deslocamento, outra questão operacional ligada a TA é o tempo despendido com manobras, espera de manobras dos transbordos e autodeslocamentos. Autodeslocamentos são realizados para reconhecimento da área a ser colhida, especialmente em situações de abertura de eito e de colheita noturna. Logo, a percepção do operador define o tempo que o operador precisa para o reconhecimento das ruas a serem processadas e sua instância de referencial determina o tempo de elaboração de uma estratégia de colheita. Além do reconhecimento do canavial, o operador considera na sua estratégia as competências do tratorista alocado pelo sistema de fila única. Essas competências, ou a falta delas, é uma restrição para a ação do operador.

Para diminuir o tempo de manobra é comum o operador iniciar o corte da cana, depositando em seu bojo a massa colhida, enquanto o tratorista emparelha-se com a colhedora.

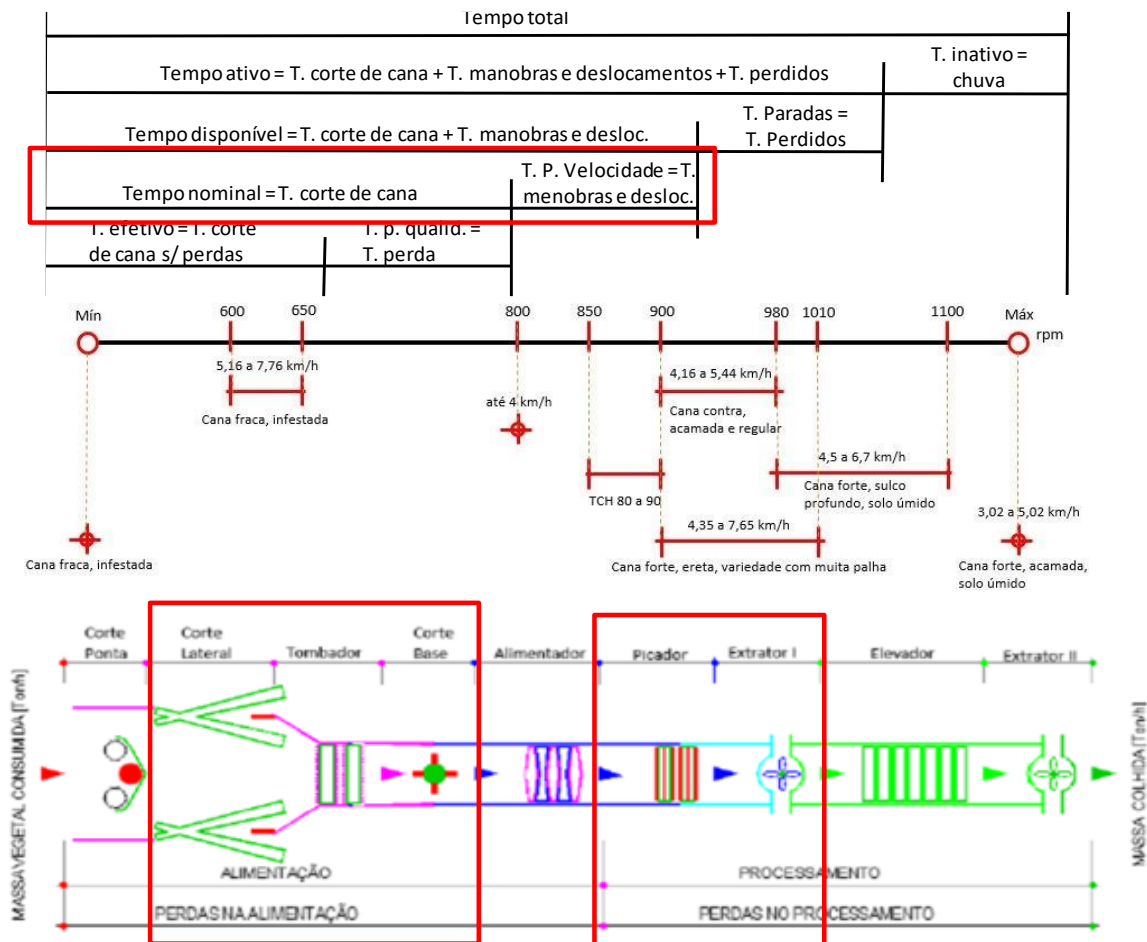
No turno C, os operadores deixam manobras que exigem maiores cuidados para os parceiros dos outros turnos, uma vez que fazê-las demanda maior tempo. Além da preocupação do tempo de manobra, o operador também se preocupa com a forma de manuseio do volante no intuito de economizar combustível e em equilibrar a quantidade de manobras entre os dois lados do material rodante, de forma a desgasta-los por igual.

Colheitas realizadas em talhões em forma de bico, dependendo do operador, pode ser realizada “rodando”, ou seja, eliminando as manobras. Às vezes os operadores abrem eito na tentativa de balancear tiros curtos e tiros grandes, e assim, não deixar para o fim somente tiros pequenos que demandam mais tempos de manobras. Para os operadores que fazem diferente, quando chegam nesses tiros curtos, a opção é colher a cana armazenando-a no bojo e dando ré para deposita-la no transbordo.

Uma vez entendida como a regulação da velocidade ocorre, a Figura 6.2 retoma figuras já apresentadas nos capítulos anteriores (Figura 2.12, Figura 5.41 e Figura 2.13). A TA, no contexto do OEE, é a razão entre o tempo nominal e o tempo disponível. O tempo nominal desconsidera do disponível as perdas de velocidade. Como visto, a velocidade sempre está relacionada com as condições da cana e do terreno, e com a rotação do extrator primário. Essencialmente, a regulação entre velocidade de deslocamento e rotação do extrator primário se dá para ajustar a capacidade operacional do subsistema de alimentação à capacidade do

subsistema de processamento da colhedora, sobretudo dos facões picadores, de forma que ambos sistemas operem como uma linha de produção sem gargalos operacionais internos.

Figura 6.2 - Taxa de Alimentação da colhedora



Fonte: Adaptado de Baseado em Becker, Borst e Van Der Veen (2015) e Menegon, Torres e Silva (2017)

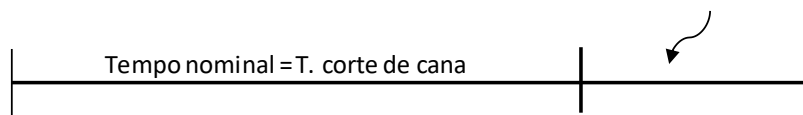
Os tempos perdidos de velocidade por motivo de manobra, auto-deslocamento e aguardando transbordo manobrar tem frequência determinada, sobretudo, pelo desenho do canavial, e tem tempo determinado em função das condições da cabeceira da cana e das competências dos operadores e tratoristas. Esses tempos são fáceis de aferir, desconsiderado as falhas nos apontamentos e perdas de informações. Por outro lado, incluso no tempo da operação produtiva “corte de cana” deve haver uma perda de velocidade, chamada de “ Δ tempo perdido de velocidade” na Figura 6.3, difícil de ser dimensionada. Esse Δ tempo é desconhecido visto que a capacidade nominal é variável e não pode ser aferida precisamente, como é mostrado na imagem central da Figura 6.2. Ou seja, não há como rigorosamente julgar se o operador está colhendo na melhor velocidade que ele poderia colher.

Desse modo, por desconhecimento da capacidade nominal em diferentes contextos da colheita mecanizada da cana e pela complexidade de suas variáveis, não se

conhece também integralmente quais são as perdas de velocidade. Isto é, a TA calculada somente mostra de forma parcial o impacto das perdas de velocidade na eficiência do sistema colhedor.

Figura 6.3 - Detalhe da taxa de alimentação

$$T. P. \text{ Velocidade} = T. \text{ menobras e desloc.} + \Delta t. \text{ perdido de vel.}$$



Fonte: Elaborada pela autora

6.2.3 Indicador de qualidade (IQ)

O IQ é o indicador que engloba o nível de impurezas na carga e as perdas de cana deixadas no campo. Como mencionado anteriormente, a qualidade está ligada principalmente a velocidade de deslocamento e a rotação do extrator primário da colhedora. Essas são variáveis de ajustes para dar conta de entregar cana limpa, evitando danificar o canavial para a safra seguinte.

A cana de primeiro corte, como já relatado, tinha sulcos profundos. Então o operador, além de inclinar a caixa que sustenta os discos das faquinhas, utiliza uma pressão maior no corte, entre 1000 e 1100 psi, e uma altura de corte menor do que a normalmente usada. Além disso, os rolos tombadores são posicionados mais à frente da colhedora, de modo a empurrar a cana forte antecipadamente, melhorando a visão do operador desde a cabine e contribuindo para maior eficiência dos divisores de linha.

Em cana acamada, os despontadores são desligados e a velocidade de deslocamento é reduzida, porque solicita-se mais da máquina para a limpeza da cana. Mas quando a cana é ereta, o despontador é ligado e regula-se a altura do desponte verificando onde a ponteira cai: se próximo das rodas do transbordo, a altura está adequada.

De maneira geral, se na carga tiver muita terra, o operador aumenta a suspensão da máquina; se estiver ficando tocos na soqueira, abaixa-se a suspensão; se estiver indo muita palha, diminui-se a velocidade de deslocamento e, quando necessário, aumenta-se a rotação do extrator primário. Porém, quando o regime de operação é severo, por conta da demanda da usina, da frente ou dos colegas, a qualidade não é prioridade. Então, a rotação do extrator primário é reduzida e o despontador é desligado, de forma a liberar transbordos carregados rapidamente. O objetivo da atividade alterna com os compromissos estabelecidos socialmente.

O extrator secundário faz o papel complementar da limpeza. Quando quebra, o operador prever uma maior dificuldade da máquina em limpar a cana, então aumenta um pouco o extrator primário. Mas esse aumento é condicionado à produtividade agrícola da cana, uma vez que a cana fraca é muito susceptível a gerar perdas no primário em forma de rebolos ou estilhaços. Então, mais uma vez, a velocidade nesse caso é forçada a ser reduzida, para a máquina conseguir maior tempo para limpar a cana. Outra situação que dificulta a limpeza é quando os facões picadores não estão sincronizados, demandando maior rotação dos extratores. Mais uma vez a lógica se repete dependendo da produtividade agrícola da cana.

O operador também prevê aumento da dificuldade de limpeza, quando o CICB fica desregulado ou com defeito. Qualquer disfunção que ocorre, o operador desliga o CICB para tomar controle da altura do corte manualmente. Quando o problema é na pressão dos divisores de linha, o operador inclina esses componentes de modo a realizar maior pressão na terra. A mesma lógica é utilizada para levantar a cana que fora amassada pelo transbordo na abertura de eito. Quanto maior a variabilidade do perfil do terreno e do canavial, menor é a eficácia do sistema automatizado, e maior a probabilidade do operador desligar esses implementos e controlar as variáveis de altura manualmente.

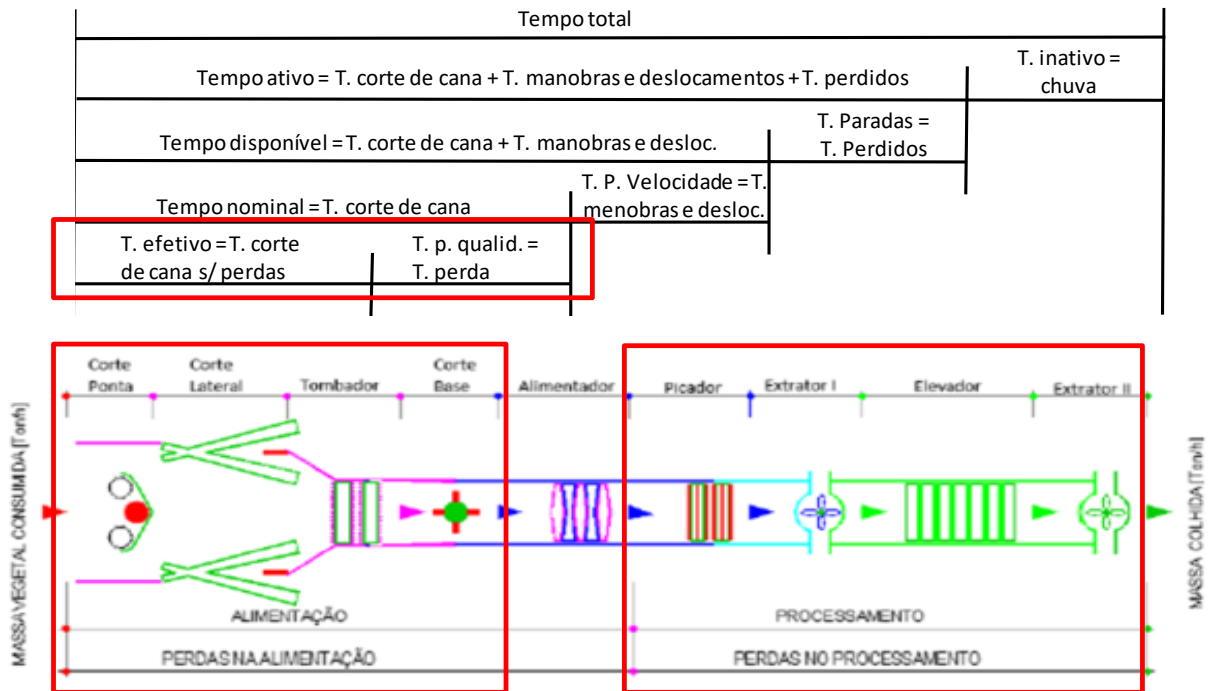
Posto os aspectos operatórios influentes no IQ da colhedora, percebe-se que praticamente todos os processos que ocorrem ao longo da colhedora, tanto no subsistema de alimentação, quanto no subsistema de processamento são responsáveis pelo desempenho do índice, como destacado na Figura 6.4. Na alimentação interagem com a qualidade a:

- a) Ativação ou não do despontador. Quando ativado, a altura do desponte;
- b) Ativação ou não das facas laterais;
- c) Posição do rolo tombador;
- d) Inclinação dos discos de corte de base, condição das lâminas das faquinhas, altura do corte (CICB ou manual);
- e) Regulação dos divisores de linha;

E no subsistema de processamento interagem com a qualidade a (o):

- a) Sincronização e pressão dos rolos picadores;
- b) Rotação do extrator primário;
- c) Altura e posição do elevador em relação ao transbordo;
- d) Funcionamento do extrator secundário;
- e) Velocidade de deslocamento.

Figura 6.4 - Taxa de Alimentação da colhedora



Fonte: Adaptado de Baseado em Becker, Borst e Van Der Veen (2015) e Menegon, Torres e Silva (2017)

Isto é, todo o conjunto determina o quanto de impurezas adentra o transbordo e, especialmente, o quando de cana é deixada no canavial.

Quando volta-se para o cálculo do IQ é visto que somente as perdas são consideradas. Isso porque impurezas e perdas são medidas com referências diferentes de cálculos pela empresa: a perda por meio da produtividade agrícola e as impurezas pela massa da carga transportada. Logo, com os dados disponíveis, não é possível incorporar ambos fatores no mesmo índice.

Além disso, esse indicador representa somente a curto prazo a qualidade de colheita. Por exemplo, os operadores 8 e 12 obtiveram IQ semelhantes. Mas, suponha-se que o operador 8 tenha deixado mais perdas de toco, enquanto o operador 12 tenha arrancado mais soqueiras. A curto prazo, ambos teriam o mesmo IQ, porém a longo prazo, o operador 12 prejudicaria mais a qualidade do canavial do que o 8. Essa particularidade, o IQ não reflete.

6.3 CONCLUSÃO DO CAPÍTULO

Foi calculado o OEE das colhedoras com os valores obtidos dos relatórios disponibilizados pela empresa. Porém esse cálculo mostra de maneira limitada a disponibilidade, a taxa de produção e a qualidade da colhedora.

A disponibilidade da máquina sempre é parcial e as paradas obrigatórias, na teoria, nunca são consideradas como obrigatórias na prática. Nesse sentido, negociações entre os atores são realizadas de modo a parar a colhedora no momento mais adequado, preferencialmente quando não existirem outras máquinas da frente já paradas. Além disso, o único tempo inativo considerado é o de chuva, que foge do controle organizacional. Mesmo sendo inativo, a retomada da operação é dada o mais breve possível, às vezes até com o solo ainda úmido. Então o tempo inativo logo se transforma em ativo, mesmo em considerações consideradas inativamente operatórias.

Ainda sobre tempos inativos, já foi mencionado que o tempo para refeições é considerado ativo. Ora, o ser humano tem outras necessidades fisiológicas básicas, ademais da alimentação, e nenhuma delas é considerada, nem mesmo no catálogo de opções dos apontamentos da plataforma de monitoramento.

Outras considerações são realizadas na priorização dos índices do OEE pelos operadores. Há momentos que para não parar, ou seja, não prejudicar o ID, o operador prefere trabalhar com a máquina com defeitos, aumentando muitas vezes as impurezas e perdas. Desse modo, mais vale mandar cana suja ou perder cana do que não mandar. Ou a organização confia na eficiência de operação dos operadores e em suas competências, que manda rodar mesmo em meio de tantas situações contrárias à colheita, porque sabe que os operadores dão conta de entregar cana de qualidade no transbordo, como visto nos indicadores calculados do IQ.

A velocidade de deslocamento das colhedoras está intimamente ligada à qualidade da cana colhida. A TA de cana colhida no transbordo está ligada ao TCH da cana, pois mesmo com o operador colhendo devagar, mas em um canavial com TCH alto, o transbordo é preenchido rapidamente. Por outro lado, se a cana não tiver TCH alto, a carga não consegue ser preenchida rapidamente (~15 minutos) nem operando a uma velocidade alta. Ou seja, a produtividade agrícola da cana manda.

De maneira geral, não existem velocidades determinadas para uma série de eventos que ocorrem ao longo da colheita. A dinamicidade é grande, a mudança das variáveis também. Nesse sentido, a velocidade somente pode ser estabelecida na experimentação do Curso da Ação e, por isso, a TA somente tem sentido se levar em consideração esse pressuposto.

Por fim, o IQ calcula somente parte dos impactos das perdas de conformidade da operação a curto prazo, uma vez que somente considera as frações de cana deixadas no

campo. As impurezas depositadas nos transbordos, além das toleradas, são ignoradas e o efeito do arranque das soqueiras na produtividade agrícola da safra seguinte também.

Portanto, o resultado do cálculo do OEE não representa, nem avalia o desempenho real de disponibilidade, velocidade e qualidade da colheita mecanizada.

7 CONCLUSÃO

Uma vez apresentados o objetivo de pesquisa, a revisão bibliográfica dos temas envolvidos, o método de coleta e a análise dos resultados encontrados em situação real de trabalho da colheita mecanizada da cana-de-açúcar, este capítulo visa sintetizar todos esses últimos na busca das respostas para as perguntas que guiaram este estudo:

- a) Quais aspectos a mecanização da colheita de cana-de-açúcar e a medição de seu desempenho impõe e, ao mesmo tempo, oculta do trabalho real do operador de colhedora?
- b) Quais aspectos o cálculo dos índices de desempenho de disponibilidade, de velocidade e de qualidade da colhedora avalia?

E assim, **avaliar como as variáveis tecnocêntricas e quantitativas empregadas no cálculo da eficiência global da colhedora de cana-de-açúcar são influenciadas pela ação do operador, sob a perspectiva da ergonomia da atividade**

Menegon, Torres e Silva (2017) representaram a colhedora como um processo semelhante às linhas de produção industriais (Figura 2.13), onde uma massa é consumida por um subsistema de alimentação e processada, quer dizer, picada e limpa em um subsistema de processamento, entregando uma massa colhida diferente da que entrou. Em virtude de tal comparação, faz sentido, à princípio, calcular o OEE da colhedora para, a partir dele, tirar conclusões a respeito de suas vulnerabilidades e, também, de seus ganhos potenciais, como prometido por Neely (1998) e Stamatis (2010). Além disso, é pertinente frisar que tais subsistemas têm diversas restrições, como qualquer sistema de produção, que podem ser internos ou externos ao seu conjunto operacional e flutuante.

Os gargalos internos ocorrem de descompassos entre a capacidade de alimentação *versus* a capacidade de processamento da cana, que podem ser causados por falhas de desgastes e do próprio ciclo de vida de cada componente do equipamento, em concordância com a frequência da manutenção que lhe foi dada. Também pode ser restrição interna a regulação desses componentes, que podem facilitar o fluxo do processamento da cana, como pode travar. Essa regulação é feita por um único operador, como se a colhedora fosse uma célula produtiva que trabalha em paralelo com outras células, caracterizando assim uma rede produtiva e explicitando a descontinuidade (HUBAULT, 2004) da produção.

As restrições externas podem acontecer em vários pontos circunscritos do processo do CTT, como apontaram Meurer e Lobo (2015), Zuquete *et al.* (2015) e Freitas *et al.* (2019). Uma em especial pode ocorrer na entrada da matéria-prima na máquina colhedora. Uma

linha de produção, geralmente, é alimentada por outras empresas ou por outro setor fornecedor, que, a princípio, foi contratado sob regência de um documento no qual define compromissos quantitativos e qualitativos de abastecimento dos produtos. Caso um fornecedor falte com algum desses compromissos, falhas são susceptíveis de aparecer em alguma estação de trabalho e propagadas para as demais estações consecutivas. Na colhedora, a matéria-prima é a cana e sua quantidade e qualidade está condicionada, especialmente, pelas variáveis agrônômicas, sobretudo, pela produtividade agrícola de seus colmos. Entretanto, o que determina se uma cana vai ser fraca ou forte é o efeito combinado de outras variáveis agrônômicas, tais como a idade e variedade da planta e a sistematização do canavial (SILVA; SILVA, 2012). Logo, nesse caso, falhas na liberação transbordos podem ser causadas por variações na vazão e na qualidade de cana que adentra no sistema.

A idade da cana é um fator temporal inerente ao ser vivo, porém é a organização que planeja quando cortar determinado talhão. Portanto, a idade de corte pode ser vista como uma variável que está dentro do planejamento de produção de colheita feito pela gerência, e priorizada sempre que possível. Porém o acontecimento de eventos não programados, como fortes e longas precipitações ou geadas (variáveis ambientais), por exemplo, pode atrasar ou adiantar tal programação, e a cana pode ser cortada em uma época que não seja a ideal, a exemplo da geada de 2017 na região de Dourados que antecipou o final da safra daquele ano.

As variedades plantadas podem ser escolhidas dentro de um rol de possibilidades disponíveis desenvolvidas pelos centros de pesquisa com as mais variadas características e adaptabilidades (SILVA; SILVA, 2012; MARIN, 2018; LANDELL, 2019). Porém, sabe-se que as ciências biológicas não são como as ciências naturais, então os atributos podem variar entre planta de uma mesma variedade por uma cadeia de fatores, inclusive, ambientais.

A sistematização do canavial é uma variável que é operacionalizada nas etapas anteriores ao CTT, durante a preparação do solo e do plantio mecanizado ou semi-mecanizado da lavoura, levando a diferentes perfis de talhões (FREITAS *et al.*, 2019). Inclusive, o nível de mecanização do plantio, que cresceu em conjunto com o da colheita (LANDELL, 2019), é um fator que pode mudar significativamente o desenho e a produtividade agrícola dos cultivos.

Dessa maneira, a produtividade agrícola, que restringe o ritmo de produção da colheita, é resultado de um amplo conjunto de ações parcialmente controláveis. Considerando somente os fatores que determinam a produtividade agrícola da planta, já é verificada a dimensão das variabilidades embutida nesse processo e o porquê da demora para ser projetada uma colhedora de cana-de-açúcar viável, como explicou Kerr e Blyth (1993 apud Narimoto,

2015). No entanto, vale ressaltar que o maquinário tem substituído, de forma irreversível, o corte manual, mas não substitui o trabalho do homem que o comanda.

Assim, verifica-se que o pressuposto mencionado no capítulo introdutório é verdadeiro, dado que as variabilidades geográficas, agronômicas e, aqui é acrescentado, ambientais e operacionais dos cultivos da cana não permitem o completo equacionamento dos parâmetros operatórios projetados na mecanização da colheita. Resta então saber como medir o desempenho do trabalho nesse processo ainda tão distante da padronização.

Nesse sentido, foram revisados e agrupados no capítulo 2 diversos estudos (NEVES, 2003; CARVALHO, 2009; SCHIMIDT, 2011; BANCHI *et al.*, 2012a, 2012b; ROSA, 2013; CARRARA NETO, 2016; BELARDO, 2010, 2016) segundo seus interesses de investigação sobre ID, IV ou TA, e IQ. Esses estudos mostram a preocupação das usinas em compreender quais variáveis interferem no desempenho operacional de suas colhedoras e o interesse em fazer com que esse desempenho seja superado, analisando cenários que alcancem números satisfatórios para o investimento empregado.

O ID numa linha de produção é dado em função das paradas obrigatórias e não obrigatórias, que evoluem segundo uma frequência estatística a ser conhecida (TMEF e TMF) (MENEGON; TORRES; SILVA, 2017). Aqui mais uma particularidade é encontrada, quando é comparado o conceito da classificação das paradas. As paradas no campo, quaisquer que sejam, apesar de haver certas obrigatoriedades, são tratadas como não obrigatórias na maioria das situações. Por exemplo, o abastecimento, ação trivial e basilar para o deslocamento da máquina, deve ser feito preferencialmente em certo cenário condicional, quando outro equipamento não estiver parado, caso contrário há cobranças e pressões por parte da chefia.

No tocante da TA, a capacidade nominal de uma linha de produção é fixa e projetada, enquanto na colhedora é flutuante em função da produtividade agrícola da cana. O que chama atenção nesse ponto é a oposição entre os métodos de pesquisa utilizados nos estudos de Carvalho (2009), Schimidt (2011), Rosa (2013) e Belardo (2010, 2016) sobre esse indicador quando confrontados com os conhecimentos coletivamente compartilhados e bem determinados dos operadores sobre a velocidade de operação. Empiricamente, é sabido pelos operadores que essa variável é definida pelas circunstâncias, e não o contrário. A omissão de tal informação talvez seja feita para dar lugar aos resultados experimentais e suas concepções parciais.

Por fim, o IQ em uma linha de produção pode ser aferido na totalidade dos produtos ou de forma estatística, onde uma amostragem de produtos de cada lote é analisada. Na colhedora de cana é feita por uma amostragem também a quantidade de perdas de matérias-

primas deixadas no campo, porém, enquanto que na linha produtiva o lote é feito sob condições que pouco variam, um mesmo operador pode cortar talhões adjacentes totalmente diferentes e ser avaliados por uma amostragem que não condiz com a diversidade do que foi realmente enfrentado.

Considerando os pontos aqui abordados, o próximo tópico sumariza os resultados que respondem cada uma das três questões de pesquisa introdutórias desta tese, confrontando paralelamente com a bibliografia revisada nos capítulos 2 e 3. Após isso, a seção seguinte traz à luz as conclusões sobre o problema de pesquisa. Por fim, o último item é dedicado às limitações deste trabalho e às sugestões de futuras investigações acerca do tema estudado.

7.1 CONCLUSÃO ACERCA DAS PERGUNTAS DE PESQUISA

Nessa seção os resultados analisados nos capítulos 5 e 6 são sintetizados de modo a responder cada uma das duas questões de pesquisa e confrontados com a revisão estabelecida nos capítulos 2 e 3.

7.1.1 A lógica do curso-da-ação dos operadores de colhedora: estratégias operatórias

Na introdução desta tese, foi elaborada a hipótese que o operador analisa as condições do campo, as condições da colhedora e a demanda por material a ser moído pela usina. Da articulação desses três aspectos, ele desenvolve suas estratégias operatórias de colheita. Desse modo, o operador gerencia três fatores: o tempo de máquina parada, a quantidade de material colhido e a composição dessa massa. Ao longo deste estudo, esse pressuposto se revelou como verdadeiro, mas resumido diante de todas as variáveis que o operador tem que equacionar para cumprir sua tarefa. Além do tempo, do estado percebido do campo e da colhedora e da demanda, o operador age de acordo com o seu julgamento perceptivo de toda a frente de colheita, como defendido por Theureau (1992, 2004). Saber qual o estado dos equipamentos de seus colegas, quanto tempo e quanto eles estão parados e as condições dos talhões que estão colhendo são informações estruturantes da sua tomada de decisão. Além disso, o operador também gerencia as perdas deixadas no campo, regulando seus modos operatórios para atingir índices satisfatórios de limpeza, perda, produção e manutenção. Essa prática está de acordo com uma característica intrínseca do trabalho, que é o de cooperação, sobre a qual Guérin *et al.* (2005) e Maggi (2006) enfatizaram que as diversas pessoas envolvidas

na ação obtêm informação do desenrolar da ação das outras, de forma a regular seus modos operatórios.

Os dados colhidos a partir do gerente agrícola das fazendas apresentados no Quadro 4.2 são dados que partem de uma estimativa média das características das áreas onde as frentes colhiam. A média pode esconder as situações extremas, a amplitude e a frequência das variações que porventura possam existir. Os canaviais, como visto no capítulo 5, contam com talhões muito diversificados entre si, alguns com variedades de cana diferentes, outros com bastante falhas e braquiárias, alguns com muita umidade, ou inclinados, ou com tiros curtos, ou portes diferentes. Enfim, estimar a meta de produção de acordo com as médias é uma cobrança às vezes injustas em diversas situações. Por esse motivo, os operadores se alertavam quando ao trabalho do outro, porque essa informação afetava sua própria atividade, fazendo parte do aberto constituinte de sua ação, de acordo com a compensação de certos índices produtivos.

Essa contradição é manifestada pelo discurso do operador 4: ... “Esse povo que trabalha lá (na gerência), passa na beira do campo e estima a produção. Aí quando nós vamos colher, não tem isso nunca que eles planejaram e daí fica numa cobrança retada” (operador 4).

Do Quadro 4.2, pode-se dizer que:

- a) a situação do operador 1 na Fazenda A condizia com a descrita em grande parte do tempo: a cana era forte, às vezes ereta, às vezes um pouco inclinada, e plantada sobre um terreno plano sem redes de energia cruzando a área;
- b) As características da Fazenda B onde operava o operador 2 não revela as dificuldades de se cortar uma cana de primeiro corte, nem o calor que fazia no dia ensolarado. Também não mostra o tamanho do tiro, que era curto, demandando muitas manobras. Vários trechos tinham cana tombada a favor também;
- c) Na Fazenda C, o operador 3 colhia uma cana fraca, o que diverge dos dados do Quadro 4.2. A cana estava ereta, mas em diversos pontos estava enrolada;
- d) No local da Fazenda D onde o operador 4 estava colhendo era uma área de dematação e por isso ele e o tratorista tiveram dificuldade de ver o fim das ruas. O terreno também estava úmido, o que solicitava atenção nas manobras para não derrapar. Além disso, havia uma rede elétrica por perto, indicado nos dados do quadro pela colheitabilidade “média”;
- e) Na área da Fazenda E que colhia o operador 5, o terreno também estava úmido e a cana estava caída a favor, assim como diz o registro do quadro. Por outro lado, o operador achou a cana “meio” forte, como se fosse de terceiro corte, divergindo dos dados;

- f) Os operadores 6 e 7 cortaram áreas diferentes da Fazenda F. O operador 6 ponderou que a cana fosse de terceiro corte, porque a produtividade agrícola estava um pouco forte. O mesmo opinou o operador 7, que elogiou o eito que colhia, mas acrescentou que era de uma variedade que tinha muita palha. Nos dados da gerência, a cana estava no quinto corte, sendo, portanto, uma cana teoricamente fraca. Porém não levou em conta a cerca que havia no limite da propriedade, que exigia atenção na manobra;
- g) Na Fazenda G, o operador 8 colhia uma parte úmida, com cana ereta, “boa” para colher. Quanto a produtividade agrícola, não estava muito forte, mas oscilava entre os talhões. O único pormenor era o perfil da variedade, uma cana “quebradeira”;
- h) Na área colhida pelo operador 9 na Fazenda H, a cana estava ereta, mas em determinado espaço estava infestada por braquiária. Além disso, um lado do talhão tinha uma cerca;
- i) O operador 10 colhia em uma parte da Fazenda I, onde a cana de primeiro corte, às vezes deitada a favor, sobretudo nas cabeceiras, e às vezes se encontrava ereta. Para o operador a cana estava forte e boa, como indicado nos dados. E melhor, estava plantada em tiros longos. No entanto, o operado 11 também colheu na mesma fazenda, mas o talão que começou a cortar estava deitado e contra o corte, diferente do aferido. Em certa região havia um brejo, que demandava atenção nas manobras por parte do operador e do tratorista. Para dificultar mais um pouco, o terreno era ondulado. Depois de um tempo, por causa de problemas com a mecânica da colhedora, o líder o transferiu para outro lado, na mesma fazenda, cujos tiros eram compridos, como o do operador 10, e o terreno mais plano, como descrito pela gerência;
- j) O operador 12 colheu na Fazenda J, o vento estava muito forte, o que impedia o uso do despontador. A cana era densa, alta e ereta e suas ruas apontavam em um carreador de dematação. O operador 13 colheu na mesma fazenda e encontrou situação semelhante ao 12, se não fosse pelo porte de cana que estava deitado, variando entre contra e a favor dependendo da direção do corte. O sulco era muito profundo, sugerindo que não haviam passado o quebra-lombo ali. Em alguns trechos a cana se apresentava em pé.

Por meio dessa comparação entre os dados observados empiricamente (por meio da manifestação do que era percebido pelo operador) e os dados previstos pela gerência e desconsiderando as variáveis operacionais é mostrado como a colheitabilidade informada no Quadro 4.2, qualificada apenas pela presença ou não de rede elétrica, é uma informação dada sob uma perspectiva parcial da realidade. Quando são somadas as restrições operacionais vivenciadas por cada situação, entende-se que, mesmo com uma situação favorável do campo,

como visto no item a) sobre o operador 1, outros desafios ocorrem na operação, tornando distante a previsibilidade nesse meio de produção. Nos dados registrados da fazenda onde colhia o operador 1 não aparece, por exemplo, a particularidade de se colher em uma abertura de oito e não é considerado a perda de velocidade por conta da dificuldade que o operador teve em operar com um tratorista novato, alocado indiscriminadamente pelo sistema de fila única.

Outro aspecto que pode ser captado é referente a natureza dinâmica e instável das variáveis agrônomicas das fazendas visitadas. A presença de rede elétrica, cercas, braquiária e dematação, a dimensão dos tiros e a mudança da produtividade agrícola entre um talhão e outro apareceu em todos os casos e são elementos do aberto que o operador leva em consideração no aqui e agora durante a execução de sua ação por meio de sua estratégia operatória. Nessa dinamicidade então, a cognição coletiva tem o importante papel de articulador dos trabalhos e os modos operatórios paralelos de cada ator, com o propósito de cumprir com as metas estabelecidas de entrega de cana-de-açúcar. Somente dessa maneira, através da comunicação entre os operadores, que a mecanização da colheita se torna viável no setor sucroenergético. Para quem se limita aos números, não sabe o que se passa no campo para o logro da atividade, como defende (LEPLAT, 1991; TERSAC; MAGGI, 2004; THEUREAU, 2004; ABRAHÃO *et al.*, 2009). Nesse sentido, o operador contestou: ...”(como) fazem tanto cálculo e no fim sempre estão errados?” (operador 18).

A densidade da carga atualizada de hora em hora pelo líder da frente é um exemplo de como a comunicação via rádio é importante para estabelecer essa cognição coletiva, de acordo com as teorias sobre a linguagem e cognição situada de Wisner (2004), Christo *et al.* (2018) e Maturana (2001). O operador 14, que colhia em um canavial tomado pela braquiária, disse que sua frente estava entregando dois caminhões por hora, e conseguia porque as outras colhedoras estavam colhendo em uma área da fazenda melhor, enquanto ele só alcançava colher braquiária em um tempo de transbordo que ultrapassava uma hora. Já o operador 13 justificou que não poderia mudar de talhão, mesmo nas condições de pressão que passava pelas questões mecânicas do equipamento, porque seu líder estava apurado para liberar caminhão da frente, pois a meta estava difícil de ser atingida.

As metas impostas são distribuídas por todas as frentes, em todos os turnos. Logo, o turno C que lida com o sono e com a falta de visibilidade tem uma desvantagem perante os demais, como já discutido por Barthe *et al.* (2007), Scott e Ladou (1994), Abrahão *et al.* (2009), Régis Filho (2001), Iida (2005), e Burke *et al.* (2012). Por isso, os parceiros de máquina compensam os resultados entre si, atribuindo, geralmente, operações mais complicadas para os

turnos diurnos. Mas os operadores do turno C não são passivos, como já mencionaram Wisner (1995), Theureau, 2004 e Maturana e Varela (1980, 2001) e Maturana (2001) sobre o papel ativo do operador no engendramento de sua atividade, acoplado ao contexto vivido. Quanto as barreiras inerentes do horário de trabalho, eles também elaboram estratégias para manter o estado de alerta, interagindo no rádio com os demais, tomando café e aproveitando paradas para se movimentar, limpando a colhedora.

Como o supervisor 1 assinalou no capítulo 3, é muita meta para ser seguida na colheita: “tem um monte de indicadores, se a gente falar todos, vamos perder a semana falando: impureza mineral, impureza vegetal, taxa de frequência, índice de acidente, horas homem trabalhada...”. Para atingi-las, a atividade se manifesta, enfatiza-se mais uma vez, como articuladora dos compromissos impostos por elas na ação do operador. O operador no curso de sua ação, munido com seus objetivos imediatos, ora balanceia, ora prioriza a (o):

- a) Limpeza da massa colhida x consumo de combustível x perdas de cana no campo x vazão de transbordo;
- b) Estratégia de colheita (linha por linha, “rodando”, “dando ré”) x quantidade de manobras x consumo de combustível x manutenção dos implementos mecânicos x liberação de transbordo.

A política do pagamento por produção de parcela do salário impõe ao operador sempre considerar a liberação de transbordo com um peso a mais, diante os outros fatores. Mais uma vez, a situação do operador 14 mostra bem essa dinâmica, quando o operador varia entre reduzir/aumentar a rotação do extrator primário em prol ora da qualidade, ora da quantidade. Muito operadores reclamaram acerca do salário ser incompatível negativamente em relação as responsabilidades e as cobranças sofridas de todas as direções. Logo, a intensificação de seu trabalho, pela lógica do pagamento por produção, já vista em Alves (2009), é uma forma de ganharem mais e suprir a necessidade por um salário melhor. Vergínio e Almeida (2013) mostraram isso nos seus estudos.

Como o tempo de disponibilidade da máquina é cerca de 60% na unidade estudada, compatível com o obtido por Carrara Neto (2016) e Freitas *et al.* (2019), esse tempo tem que ser bem aproveitado. Logo, para não deixar a máquina parar por questões organizacionais, não era raro os turnos se estenderem até a chegada dos parceiros da jornada seguinte, principalmente quando a frente ficava longe da cidade. Os horários de refeição também eram suprimidos, como já estudado por Vergínio e Almeida (2013), em prol do funcionamento continuado da colhedora e em detrimento da saúde do operador. Era preferível

pisotear do que fazer a manobra onde indicava o procedimento de segurança. Operações eram realizadas em ruas plantadas em declives maiores ao permitido tecnicamente. OS eram realizadas informalmente por rádio, no lugar de serem registradas na plataforma de monitoramento. Manutenções e reparos eram feitos parcialmente.

Nesse sentido, o operador 12 contestou: “vai virando uma bola de neve, faz uma coisinha aqui, aí já libera ela para trabalhar. Aí lá na frente ela quebra pior” (operador 12). A máquina colhedora sem uma manutenção apropriada trabalha com seus implementos aquém de suas potencialidades, colhendo em um estado de “semi-disponibilidade”. Essa semi-disponibilidade nunca foi considerado nos trabalhos revisados (BANCHI *et al.*, 2012a; FREITAS *et al.*, 2019; CARRARA NETO, 2016).

Os implementos que teoricamente prometem da colhedora mais recursos para uma operação mais eficiente pode auxiliar o trabalho (VERGÍNIO; ALMEIDA, 2013), como pode também empatar, como opinava também Scopinho *et al.* (1999) e Rocha (2007). Quaisquer situações que envolvessem flutuações bruscas de variáveis, inviabilizava o uso desses componentes (a ver CICB, *FieldCruise*), por causa de embuchamentos e perdas excessivas. Essa “desobediência” ao uso dos implementos era condenada pelo trabalho prescrito pela usina e não foi encontrada nos trabalhos revisados do capítulo 2.

A velocidade de deslocamento e a rotação do extrator primário, tão experimentados em diversos estudos (CARVALHO, 2009; SCHIMIDT, 2011; ROSA, 2013; BELARDO, 2010, 2016) de forma distinta em relação a abordagem e método desta tese, encontram suas correlações na prática do trabalho. O efeito de suas regulações é experimentado no Curso da Ação nas situações reais que emergem do campo, da máquina e dos objetivos traçados, como visto na Figura 5.41.

Por fim, a introdução da automatização da fila única, através do sistema de monitoramento, como mencionado anteriormente, não faz distinção entre as competências demandadas para cada situação de colheita. Esse sistema parte de um pressuposto que todos os tratoristas têm a mesma carga de habilidade, conhecimento e experiência para exercer quaisquer operações, reduzindo as possibilidades de regulação dos operadores.

7.1.2 Análise do OEE da máquina colhedora

O cálculo dos OEE das máquinas foi possível utilizando os dados registrados nos relatórios disponibilizados pela usina, apresentados na Tabela 6.1. No entanto, como exposto no tópico 6.1, algumas observações sobre esses índices são feitas. A primeira delas é a

dificuldade em reunir todos os dados necessários para se obter o OEE, uma vez que há dias em que as perdas não são aferidas e há outros cujos dados são perdidos pelos sistemas. Dos números armazenados, referentes a menos da metade dos operadores observados, soma-se a questão da falta de confiabilidade, visto que os apontamentos podiam ser mascarados muitas vezes pelos operadores sob certas circunstâncias.

Os tempos dispostos na Figura 2.12 foram aqui tratados da seguinte maneira. Foi considerado tempo inativo somente os intervalos onde as frentes de colheita não operavam devido à chuva/ terreno molhado. Quando não chovia, a organização entendia que a máquina deveria estar trabalhando, definido assim o tempo ativo.

Do tempo ativo foram subtraídos os tempos de paradas, apresentados em detalhe na Tabela 7.1, que tiveram por motivos principais “manutenção mecânica” e “aguardando transbordo”, revezando entre si quem teve maior duração. A limpeza da máquina também correspondeu a uma porcentagem significativa das paradas entre os operadores 8, 13, 15 e 16. Uma duração longa de limpeza podia ser justificada pelas atividades de apoio que eram realizadas concomitantemente. A exemplo, durante a limpeza, o operador podia pedir auxílio para ao caminhão-pipa para encher o tanque do radiador (operador 8), ou o pipeiro aferia as temperaturas das partes críticas do equipamento (operador 15), ou até mesmo o caminhão de combustível aproveitava para abastecer a máquina (operador 13). Em outros momentos, todas essas operações eram feitas enquanto a colhedora esperava transbordo. Enfim, saber exatamente o que se encaixa dentro dos apontamentos de parada é uma tarefa impossível, porque elas se sobrepõem na maioria das vezes. De todas as formas, aguardando transbordo e parada para manutenção mecânica coincidem com as principais causas de tempo de parada nos estudos de Banchi *et al.* 2012a, Carrara Neto (2016) e Freitas *et al.* (2019).

Essa sobreposição de atividades otimizando os tempos de paradas são feitas com o propósito de aumentar o ID. Além dessas medidas, paradas previstas para esfriar componentes contra incêndio somente são realizadas quando o ambiente está com taxas próximas do limite de emergência e abrevia-se os tempos de manutenção da máquina, liberando a colhedora para operar em um estado de semi-disponibilidade. Sem a manutenção preventiva e corretivas realizadas de forma integral, a vida útil dos componentes da máquina decai, deixando as máquinas “cansadas” no avançar da safra, acumulando manutenção e reduzindo ainda mais a disponibilidade real de todos os equipamentos da colhedora.

As paradas obrigatórias e as não-obrigatórias são articuladas pelos operadores junto a equipe de apoio da frente, de modo a parar somente quando for conveniente e por um

período que não cruza com a parada de outras colhedoras, quando possível. Paradas obrigatórias para abastecimento e aferição de temperatura são realizadas diariamente, porém paradas obrigatórias para reparos da máquina acontecem de forma arbitrária como visto na Figura 6.1.

Tabela 7.1 - Detalhe dos tempos de parada

Operador	Motivo de parada	Duração	Total	%
1	Ag Trator	00:21:27		30,01%
	Manut mec	00:40:56		57,26%
	S/ apont	00:09:06	01:11:29	12,73%
7	Ag Trator	01:29:16		87,93%
	S/ apont	00:01:27		1,43%
	Troca facas	00:10:48	01:41:31	10,64%
8	Ag Trator	00:41:27		32,41%
	S/ apont	00:00:36		0,47%
	Op manten	00:02:04		1,62%
	Ab Comb	00:08:11		6,40%
	Manut mec	00:52:22		40,95%
	Limp úmida	00:06:14		4,87%
	Limp seca	00:16:59	02:07:53	13,28%
12	Ag Trator	00:54:01		18,61%
	Ab Comb	00:19:23		6,68%
	Manut mec	01:52:19		38,70%
	Limp úmida	00:07:28		2,57%
	Limp seca	00:09:53		3,41%
	Ag mecânico	00:00:16		0,09%
	Manut elet	00:45:59		15,84%
	Troca facas	00:40:54	04:50:13	14,09%
13	Ag Trator	00:44:26		44,37%
	Ab Comb	00:08:49		8,80%
	Limp úmida	00:13:14		13,21%
	Limp seca	00:29:07		29,07%
	Manut elet	00:02:31		2,51%
	S/ apont	00:02:02	01:40:09	2,03%
15	Ag Trator	00:04:56		7,76%
	Lavando eq	00:13:22		21,03%
	Limp seca	00:08:33		13,45%
	Manut mec	00:28:00		44,06%
	S/ apont	00:00:15		0,39%
	Limp úmida	00:08:27	01:03:33	13,30%
16	Ag Trator	00:30:04		12,10%
	Ag mecânico	00:30:11		12,15%
	Ag pipa	00:39:20		15,84%
	Manut mec	02:14:18		54,07%
	S/ apont	00:02:19		0,93%
	Limp úmida	00:12:11	04:08:23	4,91%

Fonte: Elaborada pela autora

Dessa maneira, foi encontrado o ID (Tabela 6.1), que variou entre 37,8% e 80,1%. É interessante notar que esses dois valores extremos foram obtidos na mesma frente de colheita, na mesma fazenda e, o mais interessante, no turno C. Porém, retomados os registros das observações do Curso da Ação, o operador 15, cujo índice foi o maior, passou parte relevante do tempo de operação em auto-deslocamentos, porque teve que mudar duas vezes de

eito. Por ter tiros muito curtos, esse operador também gastou muito tempo executando manobras. Enquanto o operador 16, que obteve o pior ID, colheu em um mesmo oito todo seu turno, porém teve dificuldades devido a cana ser igual à que colhia o colega 15, porém além de ser forte, acamada e contra o corte, o terreno era ondulado e sua máquina tinha a esteira frouxa e computador de bordo quebrado.

Apesar de colher em canaviais semelhantes, o operador 16 conseguia entregar um transbordo a cada 20 minutos, enquanto o operador 15, que teoricamente se saiu melhor, não conseguia, por causa das condições, principalmente, dos dois eitos iniciais. Percebe-se que na prática, a taxa de alimentação do operador 16 é melhor do que a do operador 15, porém, segundo os indicadores da Tabela 6.1, o contrário se mostra verdadeiro, uma vez que o tempo de corte de cana obtido pelo operador 15 foi maior do que o tempo do operador 16, mesmo que tenha cortado parte significativa de cana fraca, com falhas e infestada por braquiária.

Logo, a partir dessa análise, pode-se dizer que os dados utilizados para o cálculo da TA são insuficientes, visto que se sabe o tempo de manobras e autodeslocamentos (mesmo que não seja de fato os reais), mas não são conhecidas as perdas totais de capacidade operacional da colhedora. A Tabela 6.1 tratou o TA desconsiderando do tempo disponível, os tempos dedicados às operações auxiliares referentes as manobras dos veículos e a auto-deslocamentos. Pode-se concluir nesse ponto que o conhecimento sobre a velocidade não faz falta, entretanto mais importante seria a taxa de quantidade de cargas liberadas e sua composição pela colhedora para se obter um TA mais fidedigno com a realidade.

Quanto ao indicador de perdas, os dados utilizados foram os complementos das porcentagens de perdas medidas em campo pelo setor da qualidade. Pela alta variabilidade do estado do talhão e da própria colhedora, pode-se dizer que a amostragem não é condizente com as reais perdas de determinado operador. A identificação e controle das perdas são realizados parcialmente. As perdas invisíveis são sacrificadas, em virtude da condição do equipamento, que podem ser postergadas até um problema mais grave se apresentar. Faquinhas cegas e falta de sincronização dos facões picadores não são motivos de parada, até outra situação mais perturbadora se manifestar e forçar a parada do equipamento. Porém, os operadores percebem que seu desempenho, enquanto qualidade, não está sendo bom.

Nesse ponto, foi percebido que a qualidade da massa colhida está diretamente relacionada às condições da máquina colhedora, de sua velocidade de deslocamento e da rotação do extrator primário, enquanto que a TA está relacionada a produtividade agrícola do

canavial. Por isso, por exemplo, os dados extraídos de Belardo (2016) da Figura 2.21 não convergem.

Em suma, o aumento da produtividade é feito em detrimento do estado da colhedora, na qual a prioridade é liberar transbordo, com pouca, ou quando preciso, muita palha, tendo como objetivo principal manter a colhedora operando. O OEE como calculado nesta tese e como os estudos revisados no capítulo 2 abordam não é suficiente para avaliar o desempenho na colheita mecanizada. Há a limitação dos cálculos por conta dos dados; há uma extrapolação do que seria o tempo ativo; o TCH da cana, informação tão influente nesse índice, não é contemplado; a velocidade da colhedora não é variável escolhida arbitrariamente; e, por fim, esse valor não julga as reais condições da colhedora e as estratégias operatórias que os operadores são obrigados a desenvolver para criar um número satisfatório para as usinas.

7.2 CONCLUSÕES SOBRE O PROBLEMA DE PESQUISA

Uma vez respondidas as questões dos problemas aqui propostos, conclui-se que, por causa da parcialidade da disponibilidade da colhedora, onde os eventuais problemas coexistem ao longo do processo de colheita, e por causa da instabilidade da produção do cultivo da cana, que conta com diversas variabilidades que a automatização não conseguiu ainda dominar, é solicitado do operador o emprego de suas competências para a realização de seu trabalho. E, por isso, quando maior essa competência, maior são as possibilidades de ação (maior é a percepção do elemento aberto, mais preciso é julgamento perceptivo e mais densa é a instância de referencial) para gerar indicadores maiores.

Entretanto, antes de tudo, a semi-disponibilidade encontrada em todas as colhedoras observadas e a ampla variedade dos eventos nos canaviais colhidos têm sua origem em falhas gerenciais da usina. Percebeu-se uma acentuada atenção nos procedimentos que dizem respeito à segurança do operador e dos recursos produtivos, porém, não foi visto o mesmo esforço em um planejamento adequada nas atividades relacionadas à manutenção operacional dos equipamentos de colheita e na manutenção da qualidade dos terrenos plantados. Porém, mesmo não oferecendo condições adequadas, a organização cobra do operador resultados condizentes a produções bem desenvolvidas, e, conseqüentemente, sobra para o operador o encurtamento desse abismo entre as entradas e saídas gerenciais.

Essa falta de eficiência em tal cultivo se vê também nos processos de colheita de mudas e plantio, onde a mecanização substituiu o trabalho humano, no entanto somente em

partes. Desde 2003, a rápida adoção da mecanização nos processos do plantio e da colheita gerou um nível produtivo agrícola inferior ao prometido inicialmente (LANDELL, 2019). Por esse motivo, processos de plantio semi-mecanizados têm sido experimentados, com o propósito de superar algumas limitações da total mecanização resgatando algumas etapas manuais, como o plantio por mudas pré-brotadas (MPB) e por Método Interrotacional Ocorrendo Simultaneamente (MEIOSI). Outras vezes se faz necessário fechar as valas nos locais onde a plantadora não conseguiu fazê-lo, então a frente da “retampa” corrige manualmente essas falhas (GUERINI; HOFF, 2015). A prática da MEIOSI e da retampa são feitas na usina estudada, porque as plantadoras não conseguem ser tão eficientes quanto a operação manual. Tais práticas foram observadas em uma das visitas técnicas.

Esta tese não é contrária à tecnologia alocada no campo, mas tem como intuito também divulgar o trabalho que os operadores têm no uso e regulação dessa tecnologia, mostrando que sua compreensão é necessária para que sejam realizados investimentos mais assertivos na prática do cultivo e da colheita canavieira. Não adianta somente investir, por enquanto, em adição de mais tecnologias embarcadas. O que falta é foco na técnica de plantação e de sistematização do canavial.

Ampliar os sistemas de controle, nesse ponto, não se faz necessário, pois os sistemas existentes não funcionam da melhor forma. Para controlar os operadores nas frentes, é preciso que os próprios operadores se deixem ser controlados. Além disso, foi reclamado no campo da falta de autonomia para solucionar os problemas conflitantes muitas vezes com as cobranças recebidas de produção. Nesse ponto, percebe-se as contradições vivenciadas pelos sistemas de colheita nos moldes abordados na teoria da atividade por Ilienkov (1982). Essas contradições desenvolvem maiores competências, mas também são fontes de sofrimento para o operador: “opero uma máquina de 1 milhão de reais”, disse um operador orgulhoso, enquanto outro diz “todo mundo manda no operador de colhedora, até o auxiliar da tenda manda”.

A tecnologia embarcada nas colhedoras ajuda os operadores, mas não como se esperava. Por exemplo, os copiadores de solo auxiliam na operação, pois subtrai uma variável para ser controlada pelo operador. Os gráficos de pressão do computador de bordo e outros indicadores que mostram a situação da máquina, como a rotação do motor e dos extratores, contribuem também com o trabalho. O sistema de fila única também contribui certamente com a colheita. Porém, cada um desses sistemas automatizados conta com limitações, e falham, principalmente, por causa das condições da sistematização dos canaviais atuais e de suas discontinuidades (HUBALT, 2004). Melhorar a tecnologia já existente, como aumentar as

informações fornecidas na interface da colhedora com o operador, sendo mais assertiva na indicação do local do problema, ou investir em manutenção, poderia ser uma alternativa positiva para o trabalho.

Inserir mais sensores, principalmente sensores que prometem copiar melhor o campo ou controlar mais os operadores, geram mais constrangimentos do que auxílios para ambos, chefes e operadores. Os sensores dão defeitos. Defeitos, por sua vez, demandam manutenções, e manutenções corretivas geram demandas para o setor de manutenção e são negativas para a produção, que somente param quando são forçados realmente a parar.

Outro ponto que poderia ser melhorado é na qualificação do pessoal de manutenção, especialmente para o conserto e ajuste dos sistemas elétricos e dos sistemas das plataformas da máquina. As empresas que prestam o serviço de telemetria fornecem técnicos de manutenção para a usina. Mas depender apenas desses fornecedores acarreta em tempo de espera longos ou operações com máquina com defeito.

A tecnologia da máquina e a embarcada não considerem as condições de cana trabalhadas na região da usina. Notou-se ao longo do estudo dos cursos da ação que todas as máquinas foram modificadas, assim como estudou Narimoto (2015), incluindo peças ou reforços para robustecer a colhedora. Por ironia, a máquina mais moderna da usina quebrou durante a visita, por volta de três horas após o começo do turno. Isso quer dizer, mais uma vez, a sistematização do canavial deveria ser o foco de investimento.

Outra consideração a ser feita é sobre as retomadas de chuva. Para entregar cana e não deixar a usina parada, muitos canaviais são sacrificados, pois o arranque de soqueira se torna inevitável. Além disso, as reformas dos canaviais são postergadas, reduzindo mais a produtividade agrícola e piorando a qualidade da massa colhida.

Diante disso, pode-se dizer que o operador é o criador permanente da própria atividade, que depende daquilo que ele compreende da própria situação (WISNER, 2015). A operacionalização do conhecimento é orientada por ações intencionais, autônomas e adaptativas. Isso é percebido expressivamente quando o operador “batia esteira” para reconhecer o terreno, ou abria o eito de forma a alternar tamanhos de tiros em canaviais em bico. Por isso, mais vale buscar formas de dar autonomia para os operadores para realizarem suas atividades com êxito, do que adicionar na máquina colhedora diversos tipos de sensores que não conseguem retratar nem melhorar o trabalho.

O plantio da cana ainda não é dominado como o plantio de outras culturas, a exemplo da soja. Então o problema da colheita não está na máquina, nem no homem, mas sim, na cana, e quem consegue entender a cana é somente o operador. O operador, nesse caso, se mostra mais eficiente do que a máquina colhedora.

Nesse processo de entendimento de como o operador trabalha, com seu instrumento mediador, a colhedora, sobre seu objeto de trabalho, a cana, e como ele contribui para os indicadores do OEE, foi entendido algumas questões:

- a) a empresa trabalhava com indicadores para mostrar resultados a seus *stakeholders* ou para buscar problemas para serem solucionados, ou, melhorados. Também foi visto que a empresa ou, pelo menos parte dela, tinha consciência do papel estratégico do operador de colhedora na colheita da cana, pois em alguns momentos foi visto que o supervisor 1, por exemplo, rondava as frentes para fiscalizar, mas também para entender porque certos indicadores, por exemplo o de perdas, estavam fora dos limites desejados;
- b) a usina para ser competitiva, tinha que elevar sua produção e diminuir seus custos, visto que a mercadoria que vendia se caracteriza como uma *commodity*. Logo, a economia de escala nesse caso era vital para a empresa;
- c) quem determinava a operação de colheita era o canavial, ou seja, esta tese repassa a culpa dos problemas de produção para as frentes de mudas e plantio, que, por sua vez, tem também suas dificuldades devido outras questões organizacionais. Mas se, por um lado, os problemas da colheita estavam ligados a uma ponta extrema do processo produtivo, o plantio, eles estavam associados também ao outro extremo, a demanda da moenda da usina. E esse outro extremo operava sob uma lógica bem diferente da lógica que comandava o sistema produtivo que o abastecia, o campo. Como visto, o campo estava sujeito a variáveis agronômicas, geográficas, ambientais e operacionais. Já a indústria, estava condicionada às variáveis “somente” operacionais. Essa talvez fosse a maior das contradições que o operador de colhedora, que era o sujeito que começava a cadeia de abastecimento da usina, tinha que gerenciar. E, não somente ele, mas toda a organização do trabalho do CTT. Então a cobrança era passada de cima para baixo, e quem sustentava essa cobrança era o colhedor.

Nesse conflito de lógicas operatórias e de produção em escala, o operador desenvolvia estratégias de maneira a satisfazer os diversos compromissos estabelecidos com a organização do trabalho. A autonomia mencionada a cima, necessária para a operação, refere-

se a autonomia do operador regular sua máquina e tentar dar a ela tempo para sua operação eficiente. É importante que não seja confundida com a introdução de mais tarefas e, assim, com maior intensificação do trabalho.

Melhorando a tecnologia existente, melhorando as condições para as frentes de preparo e plantio para sistematizar canaviais mais padronizados, e ampliando a autonomia do operador e, por seguinte, ampliando a possibilidade de seus modos operatórios, certamente maior seria o ID. Com menos problemas na máquina e canaviais mais sistematizados, melhor seria a capacidade operacional da colhedora, influenciando diretamente na TA e, conseqüentemente, no IQ. Com menos arranques de soqueira, mais canaviais saudáveis para as próximas safras seriam gerados e melhores índices, mais uma vez, alcançados.

7.3 LIMITAÇÕES DA PESQUISA E PESQUISAS FUTURAS

A primeira limitação dessa pesquisa foi a falta de alguns dados quantitativos que foram perdidos pelos sistemas da usina, impedindo de fazer uma avaliação quantitativa dos indicadores de todos os operadores de colhedora observados. Além disso, outros dados, como quantidade de liberação de caminhão por máquina, também não foram possíveis de serem coletados.

Quanto ao método de análise, a autoconfrontação após a redação dessa tese não foi realizada, por causa do limite de tempo. Ademais, para uma autoconfrontação com os participantes seria algo complicado, visto que exigiria tempos de paradas para a reflexão, o que estava fora do acordado para as visitas técnicas.

Por fim, uma limitação inerente do próprio método qualitativo de análise do Curso da Ação vem do viés da interpretação da pesquisadora-observadora. Mesmo provida das respostas, explicações e ponto de vistas dos operadores, é impossível anular seus valores e histórias impregnados nos conhecimentos desenvolvidos. Esse limitante é bem explicado por Maturana (2001) e Lazarte, (1996).

Sugere-se para pesquisas futuras, uma nova forma de calcular o OEE da máquina colhedora de cana-de-açúcar, enfatizando sobretudo o TA. Além disso, pode-se também isolar a variável tempo de experiência dos operadores para entender como essa variável contribui para a eficiência da colhedora.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABERGO. **O que é ergonomia.** 2019. Disponível em: http://www.abergo.org.br/internas.php?pg=o_que_e_ergonomia. Acessado em jan/2019.
- ABRAHÃO, J. I. Reestruturação produtiva e variabilidade do trabalho: uma abordagem da ergonomia. **Psicologia: teoria e pesquisa**, v. 16, n. 1, p. 49-54, 2000.
- ABRAHÃO, J. I.; SILVINO, A. M. D.; SARMET, M. M. Ergonomia, cognição e trabalho informatizado. **Psicologia: teoria e pesquisa**, v. 21, n. 2, p. 163-171, 2005.
- ABRAHÃO, J.; SZNELWAR, L.; SILVINO, A.; SARMET, M.; PINHO, D. **Introdução à ergonomia: da prática à teoria.** São Paulo: Blucher, 2009.
- ALVES, F. J. C. Políticas públicas compensatórias para a mecanização do corte de cana crua – indo direto ao ponto. **RURIS**, v. 3, n. 1, p. 153-178, 2009.
- ALVES, F. Por que morrem os cortadores de cana?. **Saúde e Sociedade**, v. 15, n. 3, p. 90-98, 2006.
- ANTIPOFF, R. B. F.; FRADE, C. C. Competência de trabalhadores da construção civil na resolução de problemas práticos: A relação entre representação e prática na ação eficaz. **Estudos de Psicologia**, v. 21, n. 4, p. 424-434, 2016.
- ANTIPOFF, R. B. F.; LIMA, F. P. A. Didática profissional e teoria do curso da ação: diferentes contribuições para a formação profissional. **Revista Ação Ergonômica**, v. 12, n. 2, 2017.
- BAINBRIDGE, L. Ironies of automation. **IFAC Analysis, Design and Evaluation of Man-Machine Systems**, p. 129-135, 1982. [http://dx.doi.org/10.1016/S1474-6670\(17\)62897-0](http://dx.doi.org/10.1016/S1474-6670(17)62897-0).
- BANCHI, A. D.; LOPES, J. R.; MARTINS, J. M. S.; DIMASE, M. Capacidade operacional de Colhedoras de Cana-de-açúcar: Modelagem matemática em função da produtividade agrícola e da vida da máquina. **Agrimotor**, 2012a.
- BANCHI, A. D.; LOPES, J. R.; MARTINS, J. M. S.; DIMASE, M. Eficiência Global da Operação de Colheita – Cultura da Cana-de-Açúcar. **Agrimotor**, 76 ed, 2012b.
- BARTHE, B.; GADBOIS, C.; PRUNIER-POULMAIRE, S.; QUÉINNEC, Y. Trabalhar em horários atípicos. In: FALZON, P. **Ergonomia**. São Paulo: Edgard Blucher, 2007. p.97-109.
- BECKER, J. M. J.; BORST, J.; VAN DER VEEN, A. Improving the overall equipment effectiveness in high-mix-low-volume manufacturing environments. **CIRP Annals-Manufacturing Technology**, v.64, n.1, p.419-22, 2015.
- BELARDO, G. C. **Avaliação de desempenho efetivo de três colhedoras em cana-de-açúcar (Saccharum spp) sem queima.** Diss. USP – ESALQ - Piracicaba, 2010.
- BELARDO, G. C. **Desempenho de colhedoras de cana multifileiras em diferentes condições de canaviais para três modelos de espaçamento de plantio.** Tese (Doutorado em Agronomia) UNESP – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2016.
- BENEDINI, M.S., BROD, F.P.R.; PERTICARRARI, J.G. **Perdas de cana e impurezas vegetais e minerais na colheita mecanizada.** Boletim, 7. 2013. Disponível em: www.jourlib.org/references/14617633.
- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/ConstituicaoCompilado.htm. Acesso em jan 2020.
- BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Anuário estatístico da agroenergia 2014.** Brasília: MAPA/ACS, 2015. 205p. Disponível em <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/agroenergia/pasta-anuario-estatistico-da-agroenergia/anuario-estatistico-da-agroenergia-2014.pdf>. Acessado em nov.2018.

BURKE, P. R.; RIOS, L. F.; MENDONÇA, E. T.; BITTENCOURT, A. G.; TUFIK, S.; MELLO, M. T.; POYARES, D. Shift work disorders: implications and proposed management. **Sleep Science**, v. 5, n. 3, p. 98-103, 2012.

BURROWS, G.; SHLOMOWITZ, R. The lag in the mechanization of the sugarcane harvest: some comparative perspectives. **Agricultural History**, v. 66, n. 3, p. 61-75, 1992.

CARRARA NETO, H. C. As pequenas coisas que fazem diferença. **Revista Opiniões**, v.13, n.48, 2016.

CARVALHO, L. S. **Desempenho operacional de uma colhedora em cana crua na região de grande Dourados-MS**. Diss (Mestrado em Produção Vegetal) - UFGD, Dourados, 2009.

CASE. **Produtos da série**. 2018. Disponível em: <https://www.caseih.com/latam/pt-br/products/colhedoras-e-colheitadeiras/colhedoras-de-cana#modelos>. Acessado em nov.2018.

CENTRO DE TECNOLOGIA CANAVIEIRA – CTC. Revista Censo CTC – safra 2013/14 – Brasil, 2014. Disponível em: < <http://www.ctcanavieira.com.br/downloads/censo13-14.pdf>>. Acessado em: 07 jun/2016.

CHERUBIN, N. Por que o ATR vem caindo? **RPAnews Cana & Indústria**, ed. 186, 2016.

CHRISTO, C. S.; SOUZA, W. F.; BORGES, M. E. S.; ATHAYDE, M. R. C. A dimensão psicológica da regulação no trabalho: rastreamento teórico-conceitual. **Fractal: Revista de Psicologia**, v. 30, n. 2, p. 94-102, 2018.

COLE, M. Cultural Psychology: A Once and Future Discipline, Cambridge, MA: **Harvard University Press**, 1996.

COLHICANA. **Apresentação**. 2018. Disponível em: http://www.colhicana.com/index_portugues.php. Acessado em nov/2018.

COLLINS, H. M. Experts artificiels. Paris: **Seuil**, 1992.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira**. Primeiro levantamento, Brasília, p. 1-57, v. 4, n.1,2017.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira**. Terceiro levantamento, Brasília, p. 1-58, v. 6, n.3,2019.

DANIELLOU, F. Introdução: Questões epistemológicas acerca da ergonomia. In: DANIELLOU, F. (coord.). **A ergonomia em busca de seus princípios: debates epistemológicos**. São Paulo: Edgard Blücher, 2004.

DANIELLOU, F.; LAVILLE, A.; TEIGER, C. Ficção e realidade do trabalho operário. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, n. 68, v. 17, 1989.

DANIELS, H. Current approaches to sociocultural and activity theory. In: _____ Vygotsky and pedagogy. London and New York: Routledge Falmer, 2001, p. 69-95.

DEWEY, J. **A arte como experiência**. São Paulo: Editora Martins Fontes, 2010.

DUFT, D. Cana de ano, ano e meio ou inverno?. 2014. Disponível em <https://www.inteliagro.com.br/cana-de-ano-ano-e-meio-ou-inverno/>. Acessado em jun/2019.

DUFT, D. O que é cana bisada?. 2016. Disponível em <http://www.inteliagro.com.br/o-que-e-cana-bisada/>. Acessado em jun/2019.

ENGESTRÖM, Y. Activity theory and individual and social transformation. In: ENGESTROM, Y.; MIETTINEN, R.; PUNAMAKI, R.L. (Eds.). **Perspectives on activity theory**. Cambridge: Cambridge University Press, 1999, p. 19-38.

ENGESTROM, Y. **Aprendizagem Expansiva**. 2ª edição. Campinas: Pontes, 2016.

ENGESTRÖM, Y. Aprendizagem expansiva no trabalho: em direção a uma reconceitualização da teoria da atividade. In: SIMONELLI, A.P.; RODRIGUES, D.S. (orgs). **Saúde e trabalho em debate. Velhas questões, Novas perspectivas**. Brasília: Paralelo 15, P. 71-104, 2013.

FAVERGE, J.-M. L'analyse du travail en terme de régulation. In: FAVERGE, J.-M. *et al.* (Org.). **L'ergonomie des processus industriels**. Bruxelles: Université Libre de Bruxelles, 1966. p. 33-60

FERREIRA, A. L. R. O uso de instrumentos de análise ergonômica no processo de trabalho agrícola: o caso da colheita mecanizada da cana-de-açúcar. Diss de mestrado, UFSCAR, São Carlos, 2014.

FERREIRA FILHO, N.; GONTIJO, L. A. Estratégias Cognitivas e a Opacidade entre o Trabalho Prescrito e o Trabalho Real. **Human Factors in Design**, v. 2, n. 4, p. 01-16, 2013.

FERREIRA, L. L. Análise coletiva do trabalho. **Revista brasileira de saúde ocupacional**, v. 21, n. 78, p. 7-19, 1993.

FERREIRA, L. L. O trabalho que analisamos. In: Congresso Brasileiro de Ergonomia, 18., 2016, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: UFMG, 2016.

FIGUEIREDO, I. C.; MACIEL, B. F.; MARQUES, M. O. A qualidade da cana-de-açúcar como matéria-prima para a produção de álcool. **Nucleus**, edição especial. 2008. <http://dx.doi.org/10.3738/nucleus.v5i2.102>.

FILLIPI, G.; THEUREAU, J. Analyzing cooperative work in na urban traffic control room for the design of a coordination support system. **III European conference on computer-supported cooperative work**, p. 171-195 1993.

FLICK, U. **Desenho da pesquisa qualitativa**. Porto Alegre: Bookman, 2009.

FONSECA, E. D. **Níveis de antecipação e o curso da experiência na construção civil: projetando situações de trabalho seguras**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) UFRJ – COPPE, 2012.

FOTOGRAFIAS AÉREAS. Disponível em: <https://www.fotografiasaereas.com.br/imagem-aerea/estrada-e-plantacao-de-cana-de-acucar-em-barra-do-camaragibe-alagoas-1/>. Acessado em jan de 2018.

FRASER, M. T. D.; GONDIM, S. M. G. Da fala do outro ao texto negociado: discussões sobre a entrevista na pesquisa qualitativa. **Paidéia**, v. 14, n. 28, p. 139-152, 2004. <https://doi.org/10.1590/S0103-863X2004000200004>.

FREITAS, L. D; BORGES, T. M. D.; MARTINS, A. S.; PANAINO, R. C.; NEGÃO NETO, J. B; GODINHO FILHO, M. Análise e proposta de redução de lead time no processo de corte, carregamento e transporte de uma usina de cana-de-açúcar no estado de São Paulo: um estudo de caso. **Gestão e Produção**, v. 26, n. 3, 2019.

GASCHO, G. J.; SHIH, S. F. Sugarcane. In: TEARE, I. D.; PEET, M. M. (Ed.). **Crop-water relations**. New York: Wiley-Interscience, 1983. p. 445-479.

GASKELL, G. Entrevistas individuais e de grupos. In: BAUER, M. W.; GASKELL, G. (org.). Pesquisa com texto, imagem e som. Um manual prático. Petrópolis: Vozes, p. 64-89, 2002.

GOLDENBERG, M. **A arte de pesquisar**. 10. ed. Rio de Janeiro: Editora Record, 107 p., 2007.

GUÉRIN, F; LAVILLE, A.; DANIELLOU, F.; DURAFFOURG J.; KERGUELEN, A. **Compreender o trabalho para transformá-lo**: a prática da Ergonomia. 1. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

GUERINI, I. M. F. M; HOFF, S. As relações sociais no cultivo da cana-de-açúcar e os novos métodos introduzidos no trabalho—municípios de Mirandópolis, Lavínia e Valparaíso—SP. **Redes** (St. Cruz Sul, Online), v. 20, n. 3, p. 98-114, 2015. <http://dx.doi.org/10.17058/redes.v20i3.4601>.

GUIMARÃES, O. John Deere lança equipamentos para plantio e colheita de cana. **Revista Cultivar**, 2009. Disponível em: <https://www.grupocultivar.com.br/noticias/john-deere-lanca-equipamentos-para-plantio-e-colheita-de-cana>. Acessado em mai/2019.

HUBAULT, F. Do que a ergonomia pode fazer a análise. In: DANIELLOU, F. **A ergonomia em busca de seus princípios: debates epistemológicos**. São Paulo: Edgard Blücher, 2004. 105-140.

IIDA, I. **Ergonomia: projeto e produção**. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

ILIENKOV, E. V. Lógica dialéctica. Moscow: Progress, 1977. Disponível em: http://resistir.info/livros/ilienkov_la_logica_dialettica.pdf. Acessado em mar/ 2019.

ILIENKOV, E. V. **The dialectics of the abstract and the concrete in Marx's 'Capital'**. Moscow: Progress, 1982. Disponível em: <https://www.marxists.org/archive/ilyenkov/works/abstract/index.htm>. Acessado em mar/ 2019.

JOHN DEERE. Colhedoras de Cana. 2018. Disponível em: <https://www.deere.com.br/pt/colheitadeiras/>. Acessado em nov.2018.

JUSTIÇA DO TRABALHO. **Jornada de trabalho: conheça suas particularidades**, 2020. Disponível em: <http://www.tst.jus.br/jornada-de-trabalho>, acessado em jan, 2020.

KEYSER, V. Work analysis in french language ergonomics: origin and current research trends. **Ergonomics**, v. 34 n.6, p. 653-669, 1991. <http://dx.doi.org/10.1080/00140139108967344>.

KUMAR, U; GALAR, D.; PARIDA, A.; STENSTRÖM, C. Maintenance performance metrics: a state-of-the-art review. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, v. 19, n. 3, p. 233-277, 2013.

KUVA, M. A.; GRAVENA, R.; PITELLI, R. A.; CHISTOFFOLETI, P. J.; ALVES, P. L. C. A. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar: III-capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) e capim-colonião (*Panicum maximum*). **Planta Daninha**, p. 37-44, 2003.

LAHOUAL, D.; FRÉJUS, M. Sustainability at home: an exploratory study on monitoring needs and energy management actions of solar power producers. In: **IFIP Conference on Human-Computer Interaction**. Springer, Berlin, Heidelberg, p. 125-132, 2013.

LANDELL, M. G. A. Tecnologia da cana com novas cultivares e MPB + MEIOSI. [Entrevista concedida a] **Agroanalysis**, outubro de 2019, 2019.

LAZARTE, R. **Max Weber: Ciência e valores**. São Paulo: Cortez Editora, 1996.

LEPLAT, J. Aspectos da complexidade em ergonomia. In: DANIELLOU, F. (coord.). **A ergonomia em busca de seus princípios: debates epistemológicos**. São Paulo: Edgard Blücher, 2004.

LEPLAT, J. Compétence et ergonomie. In: AMALBERTI, R.; MONTOMOLLIN, M.; THEUREAU, J. (Orgs.). **Modèles en analyse du travail**. p. 263-278. Liège: Mardaga, 1991.

LIMA, F. A.; SILVA, C. A. D. A objetivação do saber prático na concepção de sistemas especialistas: das regras formais às situações de ação. In: DUARTE, F. (org.). **Ergonomia e Projeto**. Rio de Janeiro: Lucerna, 2002, p. 84-121.

LIMA, F. Norma e atividade humana: modelos dinâmicos da prescrição e historicidade das situações de trabalho. In: **Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos – DIEESE, Centro de Estudos Sindicais e Economia do Trabalho – CESIT (Org.)**, Trabalho e abordagem pluridisciplinar: estudos Brasil, França e Argentina. São Paulo: DIEESE, p. 51-68, 2005.

MACHADO, F. de B. P. Brasil, a doce terra – História do setor, 2003. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/historia_da_cana_000fbc62u4b02wyiv80efhb2attuk4ec.pdf. Acessado em nov.2018. Acessado em nov.2018.

MAGGI, B. A regulação do processo de trabalho. In: MAGGI, B. Do agir organizacional: um ponto de vista sobre o trabalho, o bem-estar, a aprendizagem. São Paulo: Edgard Blücher, 2006. p. 107-126.

- MANOEL FILHO, F. **Projeto de um controlador Fuzzy-Pi para ajuste automático de velocidade da colhedora de cana-de-açúcar**. Tese. Universidade Estadual de Campinas–UNICAMP. Campinas, 2013.
- MARIN, F. R. **Árvore do conhecimento – cana-de-açúcar**. Brasília: Agência Embrapa de Informação Tecnológica (AGEITEC), 2018. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_42_1110200717570.html. Acessado em nov.2018.
- MARMARAS, N.; PAVARD, B. Problem-driven approach to the design of information technology systems supporting complex cognitive tasks. **Technology & Work**, v. 1, p. 222-236, 1999.
- MARX, K. **O Capital: Crítica da economia política. Livro 1: O processo de produção do capital**. Boitempo Editorial, 2015.
- MATHANKER, S. K.; HANSEN, A. C.; GRIFT, T. E.; TING, K. C. Sensing miscanthus STEM bending force for maximizing throughput rate in a disk mower-conditioner. **Transactions of the ASABE**, v.57, n.1, p.5-12, 2014.
- MATIAS, C. J. A. S. **Construção do conhecimento e a estruturação das decisões do levantador de voleibol no núcleo do sistema ofensivo na ação situada e incorporada**. Tese (Doutorado em Ciências do Esporte) UFMG – Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, 2015.
- MATO GROSSO DO SUL. Lei n. 3.404, de 30 de julho de 2007. **Dispõe sobre a localização de estabelecimentos industriais para a produção de açúcar e álcool carburante, para fins de fruição de incentivos ou benefícios fiscais, e dá outras providências**. Diário Oficial do Estado de Mato Grosso do Sul, 31 ago. 2007a. Disponível em: http://www.spdo.ms.gov.br/diariodoe/Index/Download/DO7020_31_07_2007. Acessado em ago. 2017.
- MATO GROSSO DO SUL. MINISTÉRIO PÚBLICO DO MS. Manual ambiental das promotorias de justiça de Mato Grosso do Sul. 2007b. Disponível em: <www.mpms.mp.br/portal/manual.../MANUAL%20AMBIENTAL%201.0.doc>. Acessado em ago de 2017.
- MATURANA, H. **Cognição, ciência e vida cotidiana**. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2001.
- MATURANA, H. R.; VARELA, F.J. **A árvore do conhecimento**. São Paulo: Palas Athena, 2001.
- MATURANA, H. R.; VARELA, F. **Autopoiesis and cognition**. D. Reidel, Dordrecht, 1980.
- MECMAQ. Mec Colhe. 2018. Disponível em: <https://www.mecmaq.com.br/mec-colhe>. Acessado em nov. 2018.
- MENEGON, N. L.; TORRES, I.; SILVA, J. E. A. R. Implantação de modelo de simulação do modelo e validação da lógica de simulação e das respostas do modelo em função dos indicadores de OEE. São Carlos: SimuCad/UFSCar, 2017, 34 p.
- MEURER, A. P. S.; LOBO, D. da S. Caracterização da logística do sistema agroindustrial (SAG) da cana-de-açúcar no centro-oeste do Brasil. **Revista Economia & Gestão**, v. 15, n. 39, p. 45-65, 2015.
- MINAYO, M.C.S. O desafio do conhecimento: **Pesquisa Qualitativa em Saúde**. 12. ed. São Paulo: Hucitec, 407 p., 2010.
- MONTMOLLIN, M.; PLASTRÉ, P. **Le taylorisme**. Paris: La Découverte, 1984.
- MUCHIRI, P.; PINTELON, L. Performance measurement using overall equipment effectiveness (OEE): literature review and practical application discussion. **International Journal of Production Research**, v. 46, n. 13, p. 3517-3535, 2008.
- MURREL, K. **Ergonomics: man in his working environment**. Londres: Chapman and Hall, 1965.
- NAKAJIMA, S. **Introdução ao tpm: total productive maintenance**. São Paulo: Imc Internacional Sistemas Educativos, 1989.

NARIMOTO, L. R. **A gênese das gêneses instrumentais: o projeto no uso de máquinas colhedoras de cana-de-açúcar no Brasil e na Austrália.** Tese. Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. São Carlos, 2015.

NARIMOTO, L. R.; CAMAROTTO, J. A.; ALVES, F. J. C. A cooperação no corte mecanizado de cana-de-açúcar: um estudo multi-caso. **Revista Ação Ergonômica**, v. 13, n. 1, 2019.

NARIMOTO, L. R.; CAMAROTTO, J. A.; ALVES, F. J. C. The operation of mechanical sugarcane harvesters and the competence of operators: an ergonomic approach. **African Journal of Agricultural Research**, v.10, n.15, p.1832-1839, 2015.

NARIMOTO, L. R. **O trabalho dos operadores de máquinas colhedoras de cana-de-açúcar: uma abordagem ergonômica.** Dissertação. Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. São Carlos, 2012.

NEELY, A. **Measuring business performance.** London: The Economist, 1998.

NEVES, J. L. M. **Avaliação de perdas invisíveis em colhedoras de cana-de-açúcar picada e alternativas para sua redução.** Tese de doutorado - Universidade Estadual de Campinas, 2003.

NORRIS, S.; NORRIS, C. Modelling the sugarcane value chain: a real time decision making tool. **Internacional Sugar Journal**, v.118, n.1412, p.594-599, 2016.

OMBREDANE, A.; FAVERGE, J.-M. **L'analyse du travail.** Paris: PUF, 1955.

PAIRIS, N. School, culture & movement: subjects/actors face the traces of their own activity when creating albums. **HOLOS**, v. 2, p. 301-311, 2015.

PECEGE - Programa de Educação Continuada em Economia e Gestão de Empresas. **Custos de produção de cana-de-açúcar, açúcar e etanol no Brasil: acompanhamento da safra 2011/2012—Centro-Sul.** Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.

RÉGIS FILHO, G. I. Síndrome da Má-adaptação ao trabalho em turnos: uma abordagem ergonômica. **Production**, v. 11, n. 2, p. 69-87, 2001. <https://doi.org/10.1590/S0103-65132001000200005>

RIPOLI, T. C. C.; RIPOLI, M. L. C. Sistema de colheita de colmos. In: RIPOLI, T. C. C.; RIPOLI, M. L. C. **Biomassa de cana-de-açúcar: colheita, energia e ambiente.** Piracicaba: Barros & Marques, 2004

RIPOLI, T. C. C.; VILLANOVA, N. A. A colheita mecanizada da cana-de-açúcar: novos desafios. **STAB. Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v.11, n. 1, p. 28-31, 1992.

ROCHA, F. L. R. **Análise dos fatores de risco do corte manual e mecanizado da cana-de-açúcar no Brasil segundo o referencial da promoção da saúde.** 2007. 183 p. Tese (Doutorado em Enfermagem) - Programa de Interinidades de Doutorado em Enfermagem, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2007

ROCHA, R.; LIMA, F. Human errors in emergency situations: cognitive analysis of the behavior of the pilots in the Air France 447 flight disaster. **Gestão & Produção**, v. 25, n. 3, p. 568-582, 2018.

ROSA, J. H. M. **Avaliação do desempenho efetivo e econômico de uma colhedora de cana-de-açúcar (Saccharum spp) em espaçamento duplo alternado.** 2013. Diss. USP (Mestrado em Engenharia de Sistemas Agrícolas), Piracicaba, 2013.

ROSSETTO, R. **Árvore do conhecimento cana-de-açúcar: carregamento.** Embrapa. Disponível em http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_99_22122006154841.html. Acessado em ago de 2017.

RUTENFRANZ, J.; KNAUTH, P.; FISCHER, F. M. **Trabalho em turnos e noturno.** São Paulo: Hucitec, 1989, 135 p.

SAMPIERI, R.H.; COLLADO, C.F.; LUCIO, M.P.B. **Metodologia de Pesquisa**. 5. ed. Porto Alegre: Penso, 624p., 2013.

SANTIAGO, A. D.; ROSSETTO, R. **Árvore do conhecimento cana-de-açúcar: doença causada por vírus**. Embrapa. Disponível em http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_80_22122006154841.html. Acessado em jun de 2019.

SÃO PAULO (Estado). Lei n. 11.241, de 19 de setembro de 2002. Dispõe sobre a eliminação gradativa da queima da palha da cana-de-açúcar e dá providências correlatas. Diário Oficial do Estado de São Paulo, 20 set. 2002. Disponível em: <http://www.sigam.ambiente.sp.gov.br/Sigam2/Repositorio/24/Documentos/Lei%20Estadual_11241_2002.pdf>. Acessado em jun/2016.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio-Ambiente. Protocolo agroambiental do setor sucroenergético paulista: dados consolidados das safras 2007/08 a 2013/14, 2014. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/etanolverde/files/2015/02/Protocolo-Agroambiental-do-Setor-Sucroenerg%C3%A9tico-Relat%C3%B3rio-consolidado-RV.pdf>>. Acessado em jun/2016.

SCHMIDT, J. C. **Avaliação do desempenho efetivo de colhedora de cana-de-açúcar (saccharum spp)**. 2011. 108 p. Diss. USP (Mestrado em Máquinas agrícolas), Piracicaba, 2011.

SCOPINHO, R. A. *et al.* Novas tecnologias e saúde do trabalhador: a mecanização do corte da cana-de-açúcar. **Saúde Pública**, Rio de Janeiro, n. 15, p. 147-161, jan./mar. 1999.

SCOTT, J. A.; LADOU, J. Health and safety in shift workers. In: ZENZ, C. **Occupational Medecine**, 3º ed. St Louis: Mosby, 1994. p. 960-986.

SEGATO, S.V.; PINTO, A.S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J.C.M. **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba, 2006.

SÈVE, C.; SAURY, J.; THEUREAU, J.; DURAND, M. Activity organization and knowledge construction during competitive interaction in table tennis. **Cognitive Systems Research**, n. 3, p. 501-522, 2002.

SILVA; SILVA (2012). Disponível em: http://estudio01.proj.ufsm.br/cadernos/ifgo/tecnico_acucar_alcool/nocoos_cultura_cana_acucar.pdf. Acessado em nov.2018.

SILVA, T. N. R. **Contradições e descontinuidades nos sistemas de atividade do transporte aéreo brasileiro: restrições às viagens e as estratégias de passageiros com deficiência, idosos e obesos**. Tese. Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. São Carlos, 2016.

SOLINFTEC. Sucroenergético soluções. 2018. Disponível em solinftec.com/sucroenergético/. Acessado em dez/2018.

STAKE, R. E. **Pesquisa qualitativa: estudando como as coisas funcionam**. Porto Alegre: Penso, 2011.

STAMATIS, D. H. **The OEE primer: understanding overall equipment effectiveness, reliability, and maintainability**. CRC Press, 2010.

SUCHMAN, L. **Human-machine reconfigurations**. Nova Iorque: Cambridge University Press, 2007.

TERSAC, G.; MAGGI, B. O trabalho e a abordagem ergonômica. In: DANIELLOU, F. (coord.). **A ergonomia em busca de seus princípios: debates epistemológicos**. São Paulo: Edgard Blücher, 2004.

TESTA, J. V. P. **Desempenho operacional e energético de colhedoras de cana-de-açúcar (Saccarum spp.) para uma e duas linhas da cultura**. 2014.

THEUREAU, J. Analyse du travail. In: MONTMOLLIN, M. (Org.). **Vocabulaire de l' Ergonomie**. Toulouse: Octarès, p. 33-39, 1995.

THEUREAU, J. Arqueología del conocimiento. Antropología cognitiva y antropotecnología. **Laboeal**, v. VIII, n. 2, p. 47-54, 2012.

THEUREAU, J. **Le cours d' action**: analyse semio-logique. Peter Lang, 1992.

THEUREAU, J. L'hypothèse de la cognition (ou action) située et la tradition d'analyse du travail de l'ergonomie de langue française. **Activités**, v. 1, n.2, p. 11-25, 2004. <http://dx.doi.org/10.4000/activites.1219>.

THEUREAU, J. Nuclear reactor control room simulators: human factors research and development. **Cognition, Technology & Work**, v. 2, n. 2, p. 97-105, 2000. <https://doi.org/10.1007/s101110050031>

THEUREAU, J. **O curso da ação: método elementar**. Tradução de Marlene Machado Zica Vianna. Belo Horizonte: Fabrefactum, 2014.

UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR (UNICA). Mapa da Produção. 2018a. Disponível em: <http://www.unica.com.br/mapa-da-producao/>. Acessado em nov.2018.

_____. **Moagem de cana-de-açúcar e produção de açúcar e etanol - safra2015/2016**, 2015. Disponível em: <http://www.unicadata.com.br/historico-de-producao-e-Moagem.php?idMn=32&tipoHistorico=4>>. Acessado em 06 jun. 2016.

_____. Relatório final da safra 2016/2017 – Região Centro-Sul, 2017. Disponível em: <http://www.unicadata.com.br/listagem.php?idMn=95>. Acessado em ago de 2017.

_____. Relatório final da safra 2017/2018 – Região Centro-Sul. 2018b. Disponível em: <http://www.unicadata.com.br/listagem.php?idMn=102>. Acessado em nov.2018.

UNIÃO DOS PRODUTORES DE BIOENERGIA (UDOP). O que é POL e Brix, 2019. Disponível em <https://www.udop.com.br/index.php?item=noticias&cod=26085>. Acessado em jun/2019.

VARELA, F.; THOMPSON, E.; ROSCH, E. **The embodied mind**: cognitive science and human experience. Cambridge: MIT Press, 1991.

VARELA, F. J. **Principles of biological autonomy**. New York: Elsevier, 1980.

VERGÍNIO, C. J.; ALMEIDA, L. M. M. C. Exploração do trabalho na colheita mecanizada da cana-de-açúcar: estudo de caso de uma usina localizada no município de Ouroeste, Estado de São Paulo. **Informações Econômicas, São Paulo**, v. 43, n. 5, 2013.

VOLTARELLI, M. A.; SILVA, R. P.; TAVARES, T. O.; PAIXÃO, C. S. S. **Colheita mecanizada de cana-de-açúcar**. Jaboticabal: UNESP, Dep. de Eng. Rural, 2015. Disponível em <http://www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/engenhariarural/rouversonpereiradasilva/apostila-colheita-mecanizada-de-cana-de-acucar.pdf>. Acessado em abr/2019.

VYGOTSKY, L. S. **Mind in society**: The development of higher psychological processes. Harvard university press, 1980.

WISNER, A. Questões epistemológicas em ergonomia e em análise do trabalho. In: DANIELLOU, F. (coord.). **A ergonomia em busca de seus princípios: debates epistemológicos**. São Paulo: Edgard Blücher, 2004.

WISNER, A. **Réflexions sur l'ergonomie: 1982-1995**. Octares Ed, 1995.

ZAPPELLINI, M. B.; FEUERSCHÜTTE, S. G. O uso da triangulação na pesquisa científica brasileira em administração. **Administração: ensino e pesquisa**, v. 16, n. 2, p. 241-273, 2015.

ZUQUETTE, G.; BOZUTTI, D. F.; COSTA, M. A. B. Análise dos fatores críticos de sucesso na logística de abastecimento em empresas do setor alcooleiro. In: ENEGEP, n. 35, 2015, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: ABEPRO, 2015.

APÊNDICE A

A primeira pesquisa foi realizada na base da *Springer*. Nela foram utilizadas as palavras-chaves “*course of action*” e *ergonomics*. O critério de seleção de artigo era estar inserido na literatura sobre Ergonomia. Os idiomas aceitos foram o português, inglês e espanhol. Foram pré-selecionados somente 21 artigos. Desse total, apenas quatro foram aceitos, pois abordavam sobre a Antropologia Cognitiva, realizava uma análise da atividade e/ou empregava o Curso da Ação como método de pesquisa. Por outro lado, os 17 artigos excluídos, assim foram porque não tinham o Curso da Ação como método, não estavam relacionados à área de ergonomia, não eram acessíveis ou não discutiam temas dentro do Curso da Ação. Essa primeira busca foi realizada no segundo semestre de 2018.

A segunda pesquisa foi feita já no primeiro semestre de 2019 na base de dados do Google Acadêmico. Foram encontrados 67 resultados e os mesmos critérios utilizados na primeira pesquisa foram utilizados nesta. De todos os artigos encontrados, apenas sete foram aceitos.

Todos textos aceitos foram resumidos no Quadro B.1 do Apêndice B, com seus respectivos objetivos, métodos de pesquisa e resultados. A partir desses 11 trabalhos, breves conclusões puderam ser geradas.

APÊNDICE B

Quadro B.1 - Artigos que tem o Curso da Ação ou a ação situada como teorias que fundamentam a pesquisa

Sobre o artigo	Objetivo	Método	Resultado
<p>Título: Erros humanos em situações de urgência: Análise cognitiva do comportamento dos pilotos na catástrofe do voo Air France 447 Autores: ROCHA E LIMA (2018)</p>	<p>Propor uma explicação alternativa ao acidente do avião Air France 447, que não se limita à identificação dos erros cometidos pela tripulação, mas propõe uma explicação dos próprios erros.</p>	<p>Em uma análise cognitiva de acidentes fundamentada no conceito de <u>ação e cognição situadas</u>, o erro não é ponto de chegada do diagnóstico das causas de um acidente, mas seu ponto de partida. Assim, é retomado os resultados oficiais do acidente, no que se refere ao comportamento esperado dos pilotos em relação aos imprevistos surgidos e ao descumprimento das regras de aviação, durante os 4 minutos que antecederam a queda da aeronave no oceano.</p>	<p>Bureau d'Enquêtes et d'Analyses concluiu que os pilotos cometeram uma sucessão de erros graves, por não compreenderem que a aeronave havia perdido a sustentação. Entretanto, o artigo reformulou a questão-problema: por que os pilotos não compreenderam a situação e cometeram os erros primários? Considerando os mesmos dados dos relatórios oficiais sob o olhar da ação situada foi possível esclarecer as falhas das representações cognitivas que os pilotos conseguiram elaborar. Foram as falhas de representação que levaram às decisões e ações equivocadas. O acidente se desdobrou por causa do congelamento dos sensores de velocidade, logo a velocidade nos painéis era falsa. Os pilotos então tentaram uma série de comandos sem sucesso, pois não conseguiam entender o problema, até a queda. O sistema técnico não lhes forneceu informações que os auxiliassem em um diagnóstico e em tomadas de decisões acertivas.</p>
<p>Título: Competência de trabalhadores da construção civil na resolução de problemas práticos: A relação entre representação e prática na ação eficaz. Autores: Antipoff e Frade (2016)</p>	<p>Demonstrar, empiricamente, qual tese sobre a ação eficaz é mais plausível: a teoria cognitivista, a perspectiva da ação situada ou a teoria do curso da ação.</p>	<p>Análise da solução de problemas práticos na atividade de assentamento de peças cerâmicas na construção de uma edificação, sob dois aspectos: o emprego de representações matemáticas escolares no controle da ação e o uso de habilidades incorporadas, desenvolvidas como fator decisivo da eficácia. O método foi o <u>Curso da ação</u>: obsevações e verbalizações para entender o que o trabalhador fez, para que fez e por quê fez.</p>	<p>A eficácia prática do encarregado na resolução do problema dependeu mais das habilidades incorporadas mobilizadas em situação, como as operações realizadas (tira, marcação pelo alinhamento), o momento em que aconteceram, as condições criadas para facilitar a percepção e a ação, o uso do corpo para ver e marcar, que do próprio domínio de um plano formal de medição, marcação e recorte, usando instrumentos escolares como a trena, tipicamente ensinado nos cursos profissionalizantes.</p>
<p>Título: Didática profissional e teoria do curso da ação: diferentes contribuições para a formação profissional Autores: Antipoff e Lima (2016)</p>	<p>Mostrar que os conhecimentos matemáticos são necessários, mas não suficientes para o desenvolvimento de competências práticas no canteiro de obras, comprovando a tese da ação situada sobre a primazia da prática social na ação eficaz.</p>	<p>Aborda a atividade de trabalhadores na distribuição dos andares de uma escada, resolvendo problemas práticos, sob dois aspectos: o emprego de representações matemáticas escolares no controle da ação e o uso de habilidades incorporadas, desenvolvidas como fator decisivo da eficácia. <u>Curso da ação</u>: obsevações e verbalizações para entender o que o trabalhador fez, para que fez e por quê fez.</p>	<p>O acesso a um novo engajamento proporcionado pelo experiente que lhe mostrou como colocar o problema do pé-direito como prioritário em relação à uniformidade no curso da ação possibilitou a criação de uma nova experiência prática, gerando assim uma nova possibilidade no seu campo de possíveis, e com isso, uma nova aprendizagem.</p> <p>Crítica: as contas do pedreiro estavam erradas, invalidando os argumentos dos autores.</p>

Fonte: Elaborado pela autora

Continuação Quadro B.1 - Artigos que tem o Curso da Ação ou a ação situada como teorias que fundamentam a pesquisa

<p>Título: A dimensão psicológica da regulação no trabalho: rastreamento teórico-conceitual.</p> <p>Autores: Christo, Souza, Borges e Athayde (2018)</p>	<p>Colaborar para que, no plano teórico-conceitual, a Psicologia do Trabalho e Organizacional possa melhor compreender os modos de regulação das interações dinâmicas entre os diferentes componentes dos sistemas sociotécnicos e então neles interferir profissionalmente de modo positivo.</p>	<p>Revisão bibliográfica de evolução da ergonomia e das análises de trabalho.</p>	<p>As proposições da Ergologia (na linhagem de Canguilhem e da Ergonomia da Atividade) nos incitam a compreender o trabalho como um lugar de debates de normas, em um mundo repleto de valores e de instauração de novas normas. E, para melhor compreender ↔ transformá-lo, é preciso instaurar uma dinâmica sinérgica que inclui não só os saberes acadêmico-científicos, também os saberes investidos na experiência pelos protagonistas da atividade. É nela que os atores buscam organizar, estruturar, reinterpretar as normas às quais eles são confrontados, tendo em conta a variabilidade da situação concreta.</p>
<p>Título: Níveis de antecipação e o curso da experiência na construção civil: projetando situações de trabalhos seguras.</p> <p>Autores: Fonseca (2012).</p>	<p>Entender a realidade da gestão “viva” de um canteiro de obras, mais especificamente como o engenheiro de obras age frente aos problemas que surgem durante o processo de produção de uma edificação, produzindo ou não condições mais ou menos seguras, tendo em vista restrições diversas para se resolverem problemas no “fogo da ação”.</p>	<p>Inicialmente, de forma mais abrangente, para conhecer a cultura do canteiro de obras, o estudo é etnográfico. Em um segundo momento, as histórias e as narrativas são construídas por meio da análise da atividade do engenheiro de obras. Em um terceiro momento se constrói um conjunto de casos de fenômenos mais circunscritos. E, finalmente, com base em determinados casos, por meio do estudo da forma das ações e da teoria do curso da ação, refina-se a compreensão das ações em situação.</p>	<p>Porpos a melhoria das condições de trabalho no canteiro de obras alcançada por meio da troca de experiências em diferentes fases (projeto, planejamento/programação e execução), integrando produção e segurança no projeto de situações de trabalho seguras.</p> <p>O modelo proposto avançou em duas direções:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. um modelo conceitual para integrar a prevenção desde a fase de projeto até à fase de execução, explicando o que se pode esperar de capacidade de prevenção em cada fase. 2. operacionalização da identificação de riscos e promoção do retorno da experiência do canteiro para alimentar o processo de projeto.
<p>Título: School, culture & movement: subjects/actors face the traces of their own activity when creating albums.</p> <p>Autores: Pairis (2015).</p>	<p>Saber se é possível ajudar na remobilização do trabalho e no sucesso acadêmico dos alunos com necessidades educacionais especiais, usando a criatividade através da ação e do movimento com as artes visuais no contexto de uma mediação artística e cultural.</p>	<p>O referencial teórico-metodológico utilizado para análise de dados foi o <u>curso a ação</u> (Theureau, 2004) baseado na análise da atividade (o que emerge da consciência pré-reflexiva). Foi utilizado técnica de <u>autoconfrontação e registros de vídeos</u>.</p>	<p>Os resultados mostraram que o envolvimento dos alunos na ação criou um ambiente de trabalho favorável e aumentou seu bem-estar não só na escola (unindo a distância entre aprendizados e criatividade), mas também na vida familiar. Os alunos mostraram que precisavam de mais movimento do que ficar em “stand by” na escola.</p>

Continuação Quadro B.1 - Artigos que tem o Curso da Ação ou a ação situada como teorias que fundamentam a pesquisa

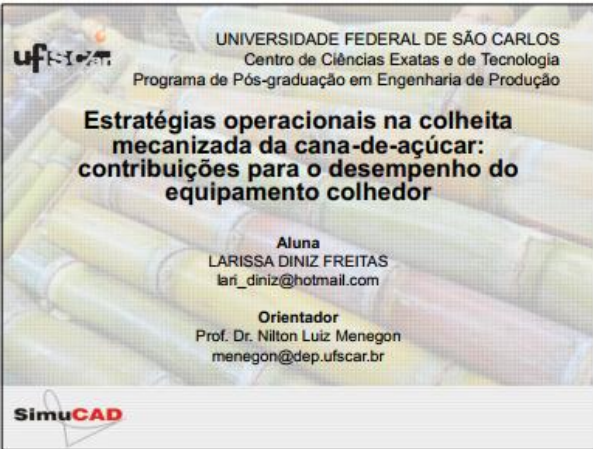
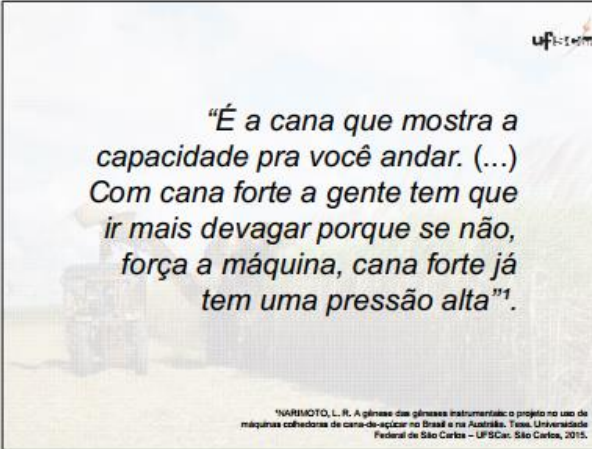
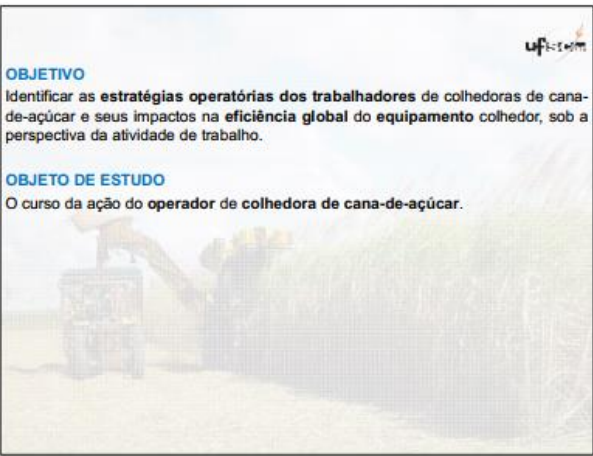
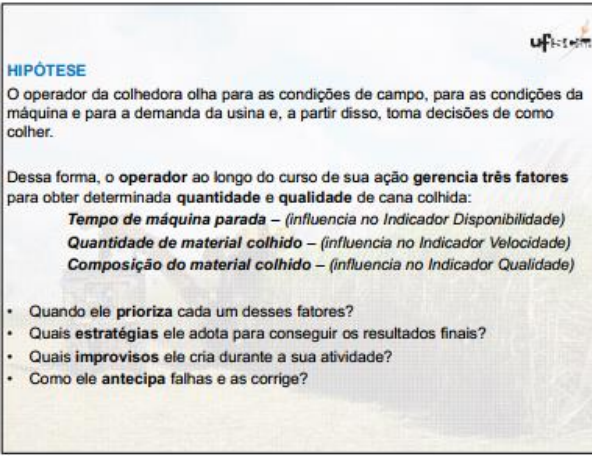
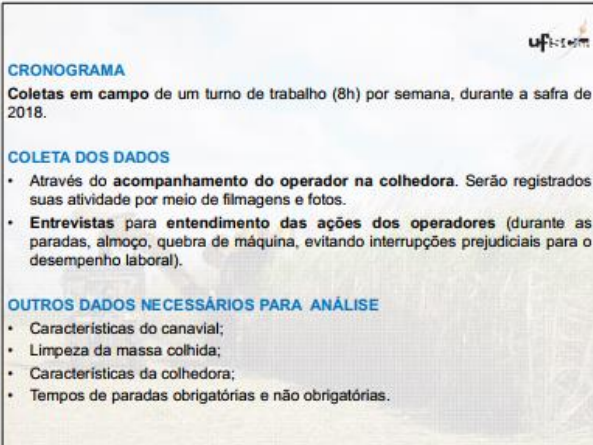
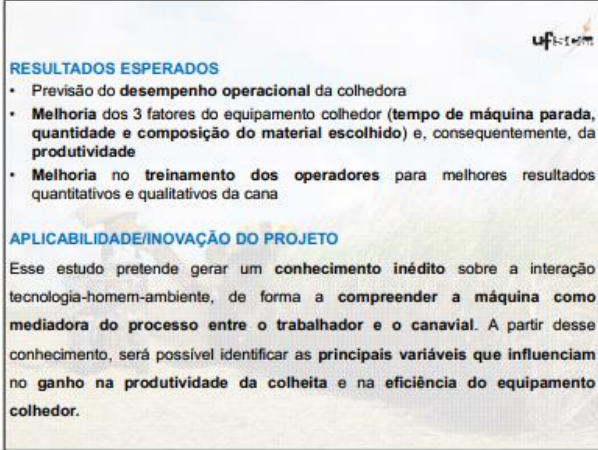
<p>Título: Construção do conhecimento e a estruturação das decisões do levantador de voleibol no núcleo do sistema ofensivo na ação situada e incorporada. Autores: Matias (2015).</p>	<p>Investigar pela perspectiva da ação situada e incorporada o conhecimento do levantador em sua função central no voleibol: organização do sistema ofensivo.</p>	<p>À luz da teoria do <u>Curso da Ação</u>, perante entrevistas de autoconfrontação, os jogadores foram ao mesmo tempo os observadores e os observados da respectiva ação no transcorrer da partida. A autoconfrontação foi empregada em dois confrontos competitivos de cada equipe na fase final da Superliga. Em seguida, houve o encontro entre pesquisador e jogador, onde este verbalizou as decisões relacionadas à distribuição de jogo. Em convergência com a respectiva ação na situação real, o jogador expôs as razões para as próprias decisões em todas as sequências ofensivas. Posteriormente, estabeleceu-se a interação do pesquisador com treinadores. A análise das decisões dos levantadores, envolveu o confronto entre cada ação executada na partida e o significado construído pelo próprio jogador em referência à respectiva ação.</p>	<p>O estudo demonstrou que equipes de sucesso no voleibol brasileiro possuem levantadores com autonomia decisional, que elaboram as decisões com inteligência e criatividade.</p>
<p>Título: Analyzing cooperative work in na urban traffic control room for the design of a coordination support system. Autores: Fillipi e Theureau (1993).</p>	<p>Desenvolver um sistema de apoio à coordenação que deve ser capaz de apoiar simultaneamente o trabalho individual e cooperativo para atender às necessidades de situações de trabalho complexas e propensas a crises.</p>	<p>O curso da ação foi utilizado como método de pesquisa e abordagem teórica. O estudo foi feito em dois estágios: a) Primeiro analisando o curso da ação individualmente e depois os cursos da ação coletivamente; b) Analisando as práticas de trabalho colaborativo como tal, ou seja, como várias práticas individuais que ocorrem simultaneamente, de modo a ver como elas estão ligadas entre si para constituir uma atividade coletiva coordenada. Assume-se a atividade coletiva como um todo por si só, ou seja, que não pode ser considerada como a mera adição das atividades individuais que a compõem. A coleta de dados foi feita por observações contínuas e autoconfrontações de situações críticas.</p>	<p>- A relevância da dimensão do trabalho coletivo e como os cursos da ação estão inter-relacionados num ambiente de trabalho. os autores explicam como a análise do trabalho deve levar em conta o curso de ação dos indivíduos e sua interrelação. - As dimensões sincrônicas e diacrônicas do curso da ação.</p>
<p>Título: Nuclear reactor control room simulators: human factors research and development. Autores: Theureau (2000).</p>	<p>Revisão bibliográfica que mostra as novas teoria e metodologias que estão sendo usadas em simuladores de salas de controle de reatores nucleares.</p>	<p>Revisão bibliográfica, conversa com pesquisadores franceses, visitas em locais de pesquisa sobre o tema foco no Japão, Europa e América do Norte.</p>	<p>Os trabalhos feitos sobre inovação e desenvolvimento de métodos de coleta e análise de dados. Estes trabalhos podem ser caracterizados por: a) uma redução nas ambições da simulação cognitiva (por fracassos nos projetos, muitas limitações), e um retorno aos métodos de rastreamento de processos; b) uma tendência a ir além da psicologia cognitiva tradicional por meio da noção ainda confusa de consciência da situação, derivada da pesquisa de fatores humanos na pilotagem de aeronaves; c) uma tendência a considerar aspectos cognitivos de cooperação dentro da equipe de controle, com informações computadorizadas distribuídas, e desenvolver métodos e teorias correspondentes.</p>

Continuação Quadro B.1 - Artigos que tem o Curso da Ação ou a ação situada como teorias que fundamentam a pesquisa

<p>Título: Problem-driven approach to the design of information technology systems supporting complex cognitive tasks. Autores: Marmaras e Pavard (1999).</p>	<p>Apresentar uma estrutura metodológica que atenda a projeto de sistemas de tecnologia da informação que dão suporte a tarefas cognitivas complexas, abordando as fases de análise de necessidades e requisitos do usuário, especificação funcional e avaliação de protótipos.</p>	<p>Revisão das teorias que evolue a Análise ergonômica do Trabalho. Teria da atividade. Ação situada. Antropologia cognitiva. Etnometodologia.</p>	<p>A metodologia proposta é diferente das convencionais, que seguem uma abordagem orientada pela tecnologia e o paradigma da prótese. Na abordagem proposta por problemas, os problemas e dificuldades reais encontrados pelos solucionadores de problemas humanos estão guiando o projeto do sistema, e não as realizações da tecnologia da informação e os modelos e técnicas teóricos / formais do domínio de aplicação. Além disso, os sistemas projetados adotando a metodologia proposta visam apoiar seus usuários, em vez de fornecer especialistas em máquinas autônomas que oferecem alguma forma de solução de problemas. Outra diferença da metodologia proposta das convencionais é a extensa análise de trabalho realizada nos estágios iniciais do processo de projeto de sistemas.</p>
<p>Título: Sustainability at home: an exploratory study on monitoring needs and energy management actions of solar power producers. Autores: Lahoual e Frejus (2013).</p>	<p>Este estudo exploratório centrou-se nas práticas de consumo de energia dos consumidores-produtores (prosumers) em relação às suas necessidades no monitoramento da produção de energia</p>	<p>Seis produtores de energia fotovoltaica em diferentes fases de apropriação no sistema de gestão de produção foram analisados. A metodologia do Curso de Ação permitiu compreender o significado que cada chefe de família dava à sua própria atividade na gestão da geração de energia.</p>	<p>A análise das atividades de monitoramento da produção e das atividades domésticas em relação à geração e consumo de energia em situações reais revelou as motivações desses produtores e demonstrou que as ações de gerenciamento de energia não dependiam do status de cliente-produtor. As ações de gestão de energia surgiram a partir de construções individuais e coletivas, bem como a apropriação de aparelhos elétricos e ofertas atrativas de preços. Esses resultados sugerem que a questão de oferecer incentivos para o gerenciamento de energia se beneficiaria de uma maior atenção às questões de apropriação, preço e dispositivos técnicos.</p>

APÊNDICE C

Figura C.1 - Apresentação dos slides do projeto de pesquisa de campo na usina estudada

 <p>UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção</p> <p>Estratégias operacionais na colheita mecanizada da cana-de-açúcar: contribuições para o desempenho do equipamento colhedor</p> <p>Aluna LARISSA DINIZ FREITAS larf_diniz@hotmail.com</p> <p>Orientador Prof. Dr. Nilton Luiz Menegon menegon@dep.ufscar.br</p> <p>SimuCAD</p>	 <p><i>“É a cana que mostra a capacidade pra você andar. (...) Com cana forte a gente tem que ir mais devagar porque se não, força a máquina, cana forte já tem uma pressão alta”¹.</i></p> <p><small>¹HARIMOTO, L. R. A gênese das gêmeas instrumentais: o projeto no uso de máquinas colhedoras de cana-de-açúcar no Brasil e na Austrália. Tese, Universidade Federal de São Carlos – UFSCAR, São Carlos, 2015.</small></p>
 <p>OBJETIVO Identificar as estratégias operatórias dos trabalhadores de colhedoras de cana-de-açúcar e seus impactos na eficiência global do equipamento colhedor, sob a perspectiva da atividade de trabalho.</p> <p>OBJETO DE ESTUDO O curso da ação do operador de colhedora de cana-de-açúcar.</p>	 <p>HIPÓTESE O operador da colhedora olha para as condições de campo, para as condições da máquina e para a demanda da usina e, a partir disso, toma decisões de como colher.</p> <p>Dessa forma, o operador ao longo do curso de sua ação gerencia três fatores para obter determinada quantidade e qualidade de cana colhida:</p> <ul style="list-style-type: none"> <i>Tempo de máquina parada – (influencia no Indicador Disponibilidade)</i> <i>Quantidade de material colhido – (influencia no Indicador Velocidade)</i> <i>Composição do material colhido – (influencia no Indicador Qualidade)</i> <ul style="list-style-type: none"> • Quando ele prioriza cada um desses fatores? • Quais estratégias ele adota para conseguir os resultados finais? • Quais improvisos ele cria durante a sua atividade? • Como ele antecipa falhas e as corrige?
 <p>CRONOGRAMA Coletas em campo de um turno de trabalho (8h) por semana, durante a safra de 2018.</p> <p>COLETA DOS DADOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Através do acompanhamento do operador na colhedora. Serão registrados suas atividade por meio de filmagens e fotos. • Entrevistas para entendimento das ações dos operadores (durante as paradas, almoço, quebra de máquina, evitando interrupções prejudiciais para o desempenho laboral). <p>OUTROS DADOS NECESSÁRIOS PARA ANÁLISE</p> <ul style="list-style-type: none"> • Características do canavial; • Limpeza da massa colhida; • Características da colhedora; • Tempos de paradas obrigatórias e não obrigatórias. 	 <p>RESULTADOS ESPERADOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Previsão do desempenho operacional da colhedora • Melhoria dos 3 fatores do equipamento colhedor (tempo de máquina parada, quantidade e composição do material escolhido) e, conseqüentemente, da produtividade • Melhoria no treinamento dos operadores para melhores resultados quantitativos e qualitativos da cana <p>APLICABILIDADE/INOVAÇÃO DO PROJETO Esse estudo pretende gerar um conhecimento inédito sobre a interação tecnologia-homem-ambiente, de forma a compreender a máquina como mediadora do processo entre o trabalhador e o canavial. A partir desse conhecimento, será possível identificar as principais variáveis que influenciam no ganho na produtividade da colheita e na eficiência do equipamento colhedor.</p>

Fonte: Elaborado pela autora