



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
AGROECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO RURAL**

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA, FÍSICO-QUÍMICA E
SENSORIAL DO CALDO DE CANA-DE-AÇÚCAR CULTIVADA SOB
MANEJO ORGÂNICO E CONVENCIONAL**

GISELE FRANCO ROCHA

**ARARAS
(2012)**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
AGROECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO RURAL**

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA, FÍSICO-QUÍMICA E
SENSORIAL DO CALDO DE CANA-DE-AÇÚCAR CULTIVADA SOB
MANEJO ORGÂNICO E CONVENCIONAL**

GISELE FRANCO ROCHA

**ORIENTADORA: PROFa. Dra. SANDRA REGINA CECCATO ANTONINI
CO-ORIENTADORA: PROFa. Dra. MARTA REGINA VERRUMA-BERNARDI**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural como requisito parcial à obtenção do título de **MESTRE EM AGROECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO RURAL**

**ARARAS
(2012)**

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

R672aq

Rocha, Gisele Franco.

Avaliação da qualidade microbiológica, físico-química e sensorial do caldo de cana-de-açúcar cultivada sob manejo orgânico e convencional / Gisele Franco Rocha. -- São Carlos : UFSCar, 2012.
43 f.

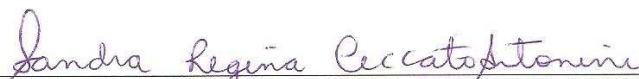
Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2012.

1. Cana-de-açúcar. 2. Garapa. 3. Bactérias. 4. Levedos.
5. Manejo orgânico. I. Título.

CDD: 633.61 (20ª)

MEMBROS DA BANCA EXAMINADORA DA DISSERTAÇÃO DE
MESTRADO DE
GISELE FRANCO ROCHA
APRESENTADA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
AGROECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO RURAL, DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DE SÃO CARLOS, *EM 29 DE JUNHO DE 2012.*

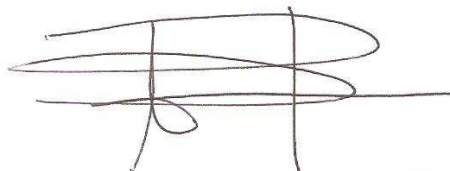
BANCA EXAMINADORA:



PROFA. DRA. SANDRA REGINA CECCATO ANTONINI

ORIENTADORA

PPGADR/UFSCar



PROF. DR. ANDRÉ EDUARDO DE SOUZA BELLUCO

DTAiSER/UFSCar



PROF. DR. ANDRÉ RICARDO ALCARDE

ESALQ/USP

*Ó profundidade das riquezas, e da sabedoria, e do conhecimento de Deus!
Quão inescrutáveis [são] os seus julgamentos e além de pesquisa [são] os
seus caminhos. (Romanos 11:33)*

Dedico,

Aos meus amados pais Milton Franco Rocha e Hilda Maria Bosnardi Rocha e meus avós Antonio Bosnardi e Guilhermina B. Bosnardi, por serem imprescindíveis em minha vida, me apoiando e orientando em qualquer decisão;

Ao meu irmão Johnny Franco Rocha, pela cumplicidade, pela divisão de espaços, pela compreensão em meus momentos de estudo e por tornar minha vida mais satisfatória;

À minha orientadora, Profa. Dra. Sandra Regina Ceccato Antonini, pelo exemplo como pessoa e como profissional, pela imensa paciência, orientação e compreensão durante todo o tempo deste projeto.

HOMENAGEM

A minha orientadora, Profa. Dra. Sandra Regina Ceccato Antonini, por confiar em meu trabalho, conceder esta oportunidade ímpar de ser sua aluna, desfrutar deste exemplo de humanidade, ao carinho demonstrado, compreensão e apoio, sem dúvida esta realização e aprendizado não teriam acontecido sem sua presença e orientação.

AGRADECIMENTOS

Ao Deus Jeová, primeiramente pela concessão da vida, por sempre ouvir-me em minhas orações, me mantendo no caminho certo e seguro, ao qual adoro e agradeço como Maior Criador;

Aos meus amados pais Hilda Maria Bosnardi Rocha e Milton Franco Rocha, por sempre me darem o suporte para meu crescimento físico, mental e espiritual;

Aos meus queridos avôs Antonio e Guilhermina, que sempre incentivaram meus estudos, proporcionaram o ingresso e motivaram a não desistir quando muitas vezes desanimei;

Aos meus amigos que sempre torceram, colaboraram e motivaram: Fllor Santos, Geysel Magri, Josyane Palma, Juliana Rodrigues Karen Barletto, Marcela Gambarotto, Mariana Klein, Michelle Zattoni ;

A meu namorado Maycon Perucci, pelo apoio e compreensão;

Ao programa de pós-graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural da UFSCar e todos seus professores, que me abriram os horizontes da Agroecologia;

A secretária do programa de pós-graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural da UFSCar, Cláudia Emilia Junqueira, pelo exemplo de profissional dedicada, honesta e humana que sempre demonstrou eficiência e atenção;

Às técnicas e técnico do Laboratório de Microbiologia Agrícola e Molecular (LAMAM), Angelo, Lúcia T. Picollo Silva e Afra Vital, pelo apoio, carinho e prestatividade ímpares;

À toda equipe de amigos do LAMAM, que direta ou indiretamente colaboraram para o desenvolvimento deste trabalho: Afra, Ana Paula, Carol Codato, Lucinha, Márcia, Manú, Vanda e Renato, por toda paciência e compreensão;

Aos amigos Fausto Minguetti, Ricardo Coelho e João Paulo Apolari, pela ajuda, colaboração, incentivo durante todo tempo do projeto, especificamente nas coletas realizadas;

Ao Prof. Dr. Caetano Brugnaro, por todo o apoio e ajuda na interpretação e realização das análises estatísticas;

Ao Prof. Dr. Luiz Antonio C Margarido, pelos constantes conselhos para o desenvolvimento do projeto de pesquisa, atenção e profissionalismo;

À Profa. Dra. Maria Teresa Mendes Ribeiro Borges, por permitir a utilização da estrutura do Laboratório de Análise e Simulação Tecnológica (LAST) e toda equipe pela cordialidade, respeito e amizade;

Aos técnicos do LAST, Cidinho, Renato e Silvia, pela colaboração durante a realização do processamento do caldo da cana-de-açúcar e pela colaboração nas análises físico-químicas;

À amiga Zilda (UFSCar) que sempre auxiliou em diversos trabalhos e disponibilizou sempre ajuda no LAST;

À Profa. Dra. Marta Regina Verruma-Bernardi, pela co-orientação e colaboração, sugestões e incentivo;

Aos colegas do curso de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural, pelo companheirismo e colaboração durante o curso;

Ao coordenador do PPGADR, Prof. Dr. Rodolfo Antonio Figueiredo e a todos os professores da Pós- Graduação, pela dedicação e preciosos ensinamentos;

À CAPES pela concessão da Bolsa de Estudos – Demanda Social, colaborando diretamente com o desenvolvimento do projeto.

SUMÁRIO

	Pág.
ÍNDICE DE TABELAS	i
ÍNDICE DE FIGURAS	ii
RESUMO.....	iv
ABSTRACT.....	v
1 INTRODUÇÃO	01
2 REVISÃO DA LITERATURA	04
2.1 Agricultura orgânica.....	04
2.2 A cana-de-açúcar	06
2.3 Caldo de cana-de-açúcar.....	10
3 MATERIAIS E MÉTODOS	15
3.1 Delineamento experimental.....	15
3.2 Extração do caldo.....	17
3.3 Análises do Caldo.....	18
3.3.1 Análises microbiológicas.....	18
3.3.2 Análises físico-químicas.....	18
3.3.3 Análises sensoriais.....	19
3.4 Análise estatística.....	19
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
4.1 Análises microbiológicas.....	20
4.2 Análises físico-químicas.....	24
4.3 Análises sensoriais.....	31
5 CONCLUSÕES	35
6 LITERATURA CITADA.....	36
APÊNDICE.....	43

ÍNDICE DE TABELAS

	Pág
Tabela 1. Descrição dos tratamentos utilizados no experimento.....	16
Tabela 2. Somatória das notas dos caldos de cana-de-açúcar quanto à cor, sabor e preferência nas amostras coletadas em 2010 e 2011.....	33

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág
Figura 1. Fases do desenvolvimento da cana-de-açúcar.....	07
Figura 2. Esquema do delineamento do experimento cana orgânica X cana convencional em área do Centro de Ciências Agrárias – UFSCar – <i>Campus</i> de Araras. A área é circundada por plantações de pinhão manso, sansão e cana.....	17
Figura 3. Fotos das áreas dos experimentos, no Centro de Ciências Agrárias - UFSCar – <i>Campus</i> de Araras.....	17
Figura 4. Análises microbiológicas (coliformes totais, bactérias mesófilas aeróbias, bolores e leveduras) das amostras dos caldos nos diversos tratamentos de manejo de cana-de-açúcar e em dois períodos de coleta (2010 e 2011). Legenda: TA (testemunha absoluta, sem adição de corretivo e composto), SOCO (manejo orgânico com corretivo e composto orgânico), SOCA (manejo orgânico com calcário e composto orgânico), SC (manejo convencional), SCCO (manejo convencional com corretivo orgânico e adubação química) e SCCA (manejo convencional sem calcário e com adubação química). Letras diferentes minúsculas e maiúsculas referem-se à diferença significativa entre os tratamentos e entre os períodos de coleta, respectivamente, ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.....	21
Figura 5. Análises físico-químicas (Brix, Pol e pureza) das amostras dos caldos nos diversos tratamentos de manejo de cana-de-açúcar e em dois períodos de coleta (2010 e 2011). Legenda: TA (testemunha absoluta, sem adição de corretivo e composto), SOCO (manejo orgânico com corretivo e composto orgânico), SOCA (manejo orgânico com calcário e composto orgânico), SC (manejo convencional), SCCO (manejo convencional com corretivo orgânico e adubação química) e SCCA (manejo convencional sem calcário e com adubação química). Letras diferentes minúsculas e maiúsculas referem-se à diferença significativa entre os tratamentos e entre os períodos de coleta, respectivamente, ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.....	25
Figura 6. Análises físico-químicas (açúcar redutor, açúcar redutor total, cinzas, fenólicos e aminoácidos) das amostras dos caldos nos diversos tratamentos de manejo de cana-de-açúcar e em dois períodos de coleta (2010 e 2011). Legenda: TA (testemunha absoluta, sem adição de corretivo e composto), SOCO (manejo orgânico com corretivo e composto orgânico), SOCA (manejo orgânico com calcário e composto orgânico), SC (manejo convencional), SCCO (manejo convencional com corretivo orgânico e adubação química) e SCCA (manejo convencional sem calcário e com adubação química). Letras diferentes minúsculas e maiúsculas referem-se à diferença significativa entre os tratamentos e entre os períodos de coleta, respectivamente, ao nível de 5% de significância pelo teste de	

Tukey..... 26

Figura 7. Análises físico-químicas (fósforo, cálcio, magnésio, potássio, pH e acidez) das amostras dos caldos nos diversos tratamentos de manejo de cana-de-açúcar e em dois períodos de coleta (2010 e 2011). Legenda: **TA** (testemunha absoluta, sem adição de corretivo e composto), **SOCO** (manejo orgânico com corretivo e composto orgânico), **SOCA** (manejo orgânico com calcário e composto orgânico), **SC** (manejo convencional), **SCCO** (manejo convencional com corretivo orgânico e adubação química) e **SCCA** (manejo convencional sem calcário e com adubação química). Letras diferentes minúsculas e maiúsculas referem-se à diferença significativa entre os tratamentos e entre os períodos de coleta, respectivamente, ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey..... 29

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA, FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL DO CALDO DE CANA-DE-AÇÚCAR CULTIVADA SOB MANEJO ORGÂNICO E CONVENCIONAL

Autor: GISELE FRANCO ROCHA

Orientador: Profa. Dra. SANDRA REGINA CECCATO ANTONINI

Co-Orientador: Prof. Dra. MARTA REGINA VERRUMA-BERNARDI

RESUMO

A composição do caldo de cana-de-açúcar depende de vários fatores, desde aqueles relacionados intrinsecamente à matéria-prima ou envolvendo condições climáticas e culturais. O presente trabalho objetivou avaliar a influência dos manejos convencional e orgânico da cana sobre a qualidade microbiológica, físico-química e sensorial do caldo visando a sua utilização como bebida (garapa) em dois períodos de coleta (safra sucessivas). Foram realizadas análises microbiológicas de coliformes totais e *E. coli*, bactérias mesófilas aeróbias, bolores e leveduras e *Salmonella*; físico-químicas como Pol, sólidos solúveis, pureza, pH, acidez, cinzas, açúcares redutores, aminoácidos, fenólicos, fósforo, cálcio, potássio e magnésio; e comparação sensorial entre os caldos utilizando o teste de ordenação (cor e sabor) e preferência. Os resultados das análises microbiológicas, físico-químicas e sensoriais das amostras de caldo não mostraram diferenças marcantes entre os tratamentos quanto ao manejo da cana-de-açúcar, no entanto foram observadas diferenças significativas para alguns parâmetros entre as coletas realizadas em anos sucessivos. O sistema de manejo da cana não teve influência sobre a qualidade do caldo, verificando-se que as diferenças observadas entre coletas foram devidas provavelmente ao fato da primeira coleta (Agosto/2010) constituir a primeira safra após a instalação do experimento (Abril/2009). Na colheita subsequente, observou-se que para alguns parâmetros, como sólidos solúveis, Pol, pureza, açúcar redutor total, fósforo, potássio e magnésio, houve aumento significativo de valores, indicando maior maturidade da cana-de-açúcar, independentemente do manejo da cultura. O caldo de cana orgânico apresentou condições satisfatórias, de igual qualidade quando comparado com o caldo de cana sob manejo convencional, podendo desta forma, ser comercializado como bebida *in natura* e ainda assim ser utilizado como matéria prima para vários produtos orgânicos, constituindo um vantajoso aprimoramento do uso da cana-de-açúcar para os pequenos produtores.

MICROBIOLOGICAL, PHYSICO-CHEMICAL AND SENSORIAL ANALYSIS OF SUGAR CANE JUICE UNDER CONVENTIONAL AND ORGANIC MANAGERMENTS

Author: GISELE FRANCO ROCHA

Adviser: Prof Dr SANDRA REGINA CECCATO ANTONINI

Co-adviser: Prof Dr MARTA REGINA VERRUMA-BERNARDI

ABSTRACT

The composition of the sugar cane juice depends on several factors, since those related inherently to the raw material or involving climate and cultural conditions. This work aimed to evaluate the influence of the conventional and organic managements of the sugar cane over the microbiological, physico-chemical and sensorial quality of the juice aiming its utilization as a beverage along two sampling periods (successive crops). Microbiological analysis of total coliforms and *E. coli*, aerobic mesophilic bacteria, molds and yeasts and *Salmonella*; physico-chemical as Pol, soluble solids, purity, pH, acidity, ash, reducing sugars, aminoacids, phenolic compounds, phosphorus, calcium, potassium and magnesium; and sensorial comparison by ordination (color and flavor) and preference tests of the juice samples were evaluated. The results of microbiological, physico-chemical and sensorial analysis did not show remarkable differences among the treatments regarding the sugar cane management, however, significant differences were observed for some parameters between the samples in successive years. The sugar cane management had no influence over the juice quality, verifying that the differences observed between the samples were probably due to the fact that the first sample (in August 2010) constitutes the first sugar cane harvest after the experiment was established (in April 2009). In the following harvest some parameters, as soluble solids, pol, purity, total reducing sugar, phosphorus, potassium and magnesium, showed significant increase in the values, indicating greater sugar cane maturity, regardless the management. The organic sugar cane juice presented satisfactory conditions, with similar quality comparing to the juice from sugar cane under conventional management. This enables the safe commercialization of this product as a beverage besides its utilization as raw material for several organic products. This is an advantageous alternative for the use of sugar cane for smallholders.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o principal cultivador da cana-de-açúcar, sendo responsável por aproximadamente 25% da safra mundial. Os países da Ásia detêm em torno de 40% da produção, com destaque para Índia, China e Tailândia. Os números do PIB (Produto Interno Bruto) da cadeia da cana evidenciam sua importância na geração da renda à economia brasileira, com destaque para as atividades de processamento e serviços, que inclui transporte, comércio e demais serviços da cadeia. A cadeia da cana-de-açúcar gerou em 2001, R\$ 35,3 bilhões de reais, atingindo R\$ 65,8 bilhões (a preços de 2007) em 2009, com crescimento real de 86,1% nos nove anos avaliados ou 8,1% ao ano, em média (ANUÁRIO BRASILEIRO DA CANA-DE-AÇÚCAR, 2011).

A cultura da cana-de-açúcar deve ser avaliada não somente pela sua indiscutível importância econômica, mas também visando a utilização de novas e adequadas tecnologias no sistema produtivo, compreendendo aspectos técnicos, biológicos e sociais (VASCONCELOS, 1998).

Além da produção de açúcar, álcool combustível, cachaça e servir para alimentação animal (variedades forrageiras), a cana pode ser ainda utilizada para a produção de garapa ou caldo de cana, servido imediatamente após a moagem em moedores elétricos ou manuais, ou ainda como meio de cultura para micro-organismos para elaboração de fermento para produção de cachaça (fermento caipira).

O caldo de cana é caracterizado como um líquido opaco, de coloração que varia de parda ao verde escuro, viscoso. Em termos quantitativos, é basicamente composto de água (80%) e sólidos totais dissolvidos (20%). Entre os sólidos, são encontrados sacarose (17%), glicose (0,4%) e frutose (0,2%); como substâncias nitrogenadas, ceras, gorduras, pectinas, ácidos orgânicos e pigmentos; e não-açúcares inorgânicos, como cinzas. Características como alta atividade de água, pH na faixa de 5,0-5,5, alta concentração de açúcar e conservação a temperatura 25°C-30°C favorecem o desenvolvimento de uma grande e diversificada comunidade microbiana (OLIVEIRA et al., 2007).

O caldo é considerado popularmente um produto altamente nutritivo, de sabor agradável e de baixo custo, comumente comercializado nas ruas por vendedores ambulantes, que possuem moendas para sua extração. A maioria desses vendedores não possui instalações compatíveis, assim como instrução adequada, que permita a obtenção do produto em condições higiênico-sanitárias apropriadas (SOCCOL et al., 1990). Os micro-organismos podem ser originados não só da própria cana como também de focos de contaminação localizados nas moendas e em outros utensílios utilizados na preparação dessa bebida. Nestas situações os principais micro-organismos que podem estar presentes são os do grupo coliformes (RUSCHEL et al., 2001; LOPES et al., 2007). A legislação brasileira (BRASIL, 2001) define os padrões microbiológicos para análises de alimentos, classificando o caldo de cana como um suco *in natura*, mas não estabelece padrões para a contagem de bactérias mesófilas totais, bolores e leveduras. A presença desses micro-organismos em indica que a matéria-prima está excessivamente contaminada, sendo que a limpeza e a desinfecção de superfícies estão inadequadas (FRANCO; LANDGRAF, 2002).

A composição química do caldo de cana é variável em função da variedade, idade e sanidade da cana-de-açúcar, meio ambiente (solo e condições climáticas), manejo, planejamento agrícola (maturação, colheita, manuseio, transporte e armazenamento), pragas e doenças (SOUZA et al., 2005; OLIVEIRA et al., 2006; PRATI & CAMARGO, 2008; MARTINI et al., 2010, 2011). Trabalho pioneiro de Sampaio (1945) mostrou que os fertilizantes

comumente aplicados às culturas canavieiras exercem influência sobre a riqueza e pureza do caldo de cana, estando também na dependência do tipo de solo onde a cultura é plantada.

Nos últimos anos, as pesquisas sobre qualidade da cultura da cana-de-açúcar têm demonstrado a importância dos fatores intrínsecos e extrínsecos e a necessidade de mensurar os indicadores da qualidade do caldo da cana e seu impacto na indústria canavieira. Dentre os fatores intrínsecos, existem aqueles relacionados com a composição da cana (teores de sacarose, açúcares redutores, fibras, compostos fenólicos, amido, cor do caldo, etc.). Os fatores extrínsecos são aqueles relacionados com materiais estranhos ao colmo (terra, pedra, restos de cultura, plantas daninhas ou compostos produzidos por micro-organismos), devido à sua ação sobre os açúcares do colmo (AMORIM, 1996).

Neste contexto, dada a importância econômica dessa cultura e de seus produtos e à escassez de estudos sobre o efeito dos sistemas de cultivo da cana sobre a composição do caldo, este trabalho avaliou a influência dos manejos convencional e orgânico da cana sobre a qualidade microbiológica, físico-química e sensorial do caldo. Desta forma pretende-se contribuir para o segmento de alimentos naturais e/ou orgânicos e especialmente os pequenos produtores, na perspectiva de oferecer um produto saudável, com qualidade higiênico-sanitária.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Agricultura orgânica

A Agricultura Orgânica no Brasil teve seu início na década de 1970, quando se começou a repensar os modelos convencionais agropecuários impostos pela Revolução Verde. Visando regulamentar o mercado brasileiro, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) publicou algumas Instruções Normativas e a Lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003 que foi regulamentada pelo Decreto No. 6.323, de 27 de dezembro de 2007, considerando-se “sistema orgânico de produção agropecuária todo aquele em que se adotam técnicas específicas, mediante a otimização do uso de recursos naturais e socioeconômicos disponíveis e o respeito à integridade cultural das comunidades rurais, tendo por objetivo à sustentabilidade econômica e ecológica, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energia não renovável, empregando sempre que possível métodos culturais biológicos e mecânicos, em contraposição ao uso de materiais sintéticos e a proteção do meio ambiente” (BRASIL, 2003).

Os produtores orgânicos procuram alternativas para promover a máxima reciclagem de energia e nutrientes, como forma de minimizar as perdas desses recursos durante os processos produtivos e obter a sustentabilidade econômica. Em busca da sustentabilidade ecológica, esses produtores utilizam tecnologias que respeitam a natureza, para manter ou pouco alterar as

condições de equilíbrio entre os organismos participantes no processo de produção, bem como do meio ambiente (AQUINO; ASSIS, 2007).

O Brasil cultiva aproximadamente 800.000 hectares com agropecuária orgânica e cerca de 15.000 produtores se dedicam a esta atividade (BRASIL, 2006). Segundo dados do IBD (2006), cerca de 75% da produção nacional de orgânicos são exportados, tendo como maiores compradores a Europa, os Estados Unidos e o Japão.

Levantamento realizado em 2005 mostrou que o Brasil ocupa a segunda colocação, com uma área de 6,5 milhões de hectares com produção orgânica, quando passou a incluir, a exemplo de outras nações, áreas de extrativismo sustentável (TONDO; SILVA; SHIKIDA, 2007). Ainda segundo esses autores, o grande crescimento do cultivo de orgânicos pode ser atribuído aos menores custos de produção, cerca de 15% inferiores aos custos dos produtos convencionais, devido à não-utilização de adubos químicos sintéticos e agrotóxicos. A possibilidade de vender o produto diretamente ao consumidor permite ainda agregar 30% a 50% de valor ao produto.

A soja e cana-de-açúcar lideram a pauta das culturas exploradas, seguidas por hortaliças, milho, feijão, café, plantas medicinais, arroz, mandioca e trigo. A produção animal orgânica é pequena, porém diversificada (TONDO; SILVA; SHIKIDA, 2007).

Com relação à cana-de-açúcar, o modelo de agricultura orgânica pode ser considerado bastante próximo daquele que apresenta as características necessárias para um desenvolvimento sustentável, por promover agroindústria artesanal, com a produção de açúcar mascavo, aguardente, rapadura, melaço, etc (MARGARIDO; BESKOW, 1998). Além disso, esse sistema de cultivo pode se tornar uma estratégia de produção ambientalmente aceitável, podendo, com isso, gerar selos ambientais que poderão diferenciar o açúcar e o álcool produzidos nesses sistemas daqueles produzidos pela maioria dos competidores, facilitando assim contratos de exportação (BARBOSA, 2010).

2.2 A cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar é originária da Nova Guiné e foi levada para o sul da Ásia, sendo posteriormente cultivada pelos Árabes no norte da África e sul da Europa. Os chineses implantaram esta cultura na Java e Filipinas. Na Europa o cultivo da cana não teve sucesso, pois a cana é uma cultura típica de climas tropicais e subtropicais. Daí os portugueses desenvolveram o cultivo da cana na Ilha da Madeira e os espanhóis nas Ilhas Canárias. Contudo, foi na América que a cana encontrou excelentes condições para o seu desenvolvimento. Os portugueses trouxeram a cana para o Brasil no fim do século XVI, onde foi cultivada inicialmente nos estados de Pernambuco e Bahia. Depois de 1615, a cana atingiu o planalto paulista (MOZAMBANI et al., 2006).

A capitania mais importante na época do ciclo da cana era a de Pernambuco, onde foi implantado o primeiro centro açucareiro do Brasil. Em seguida, veio a Capitania da Bahia de Todos os Santos, e com o desmatamento da Mata Atlântica, os canaviais expandiram-se pela costa brasileira. Mas para que a cultura prosperasse, foi necessária a criação de engenhos, as 'fábricas', onde a cana virava açúcar. Essas instalações sustentaram a economia açucareira brasileira até o desenvolvimento de novas técnicas em colônias de países concorrentes. Os engenhos e vilas surgidos com a expansão do cultivo de cana-de-açúcar foram responsáveis pelo desenvolvimento da produção, do comércio e da cultura do Nordeste brasileiro.

Em 1753, Lineu descreveu a cana-de-açúcar e a classificou como *Saccharum officinarum* e *Saccharum spicatum*; é uma planta que se desenvolve em forma de touceira ou moita. A parte aérea é formada por colmos, que é o caule típico das gramíneas; folhas, inflorescência e frutos; e a parte subterrânea por raízes e rizomas (caules subterrâneos e espessados, ricos em reservas, providos de nós e entrenós e de crescimento horizontal). As raízes são fasciculadas ou em cabeleira, sendo que 85% delas encontram-se nos primeiros 50 cm e aproximadamente 60% entre os primeiros 20-30 cm de

profundidade, havendo pequenas variações nessa percentagem dependendo, sobretudo, das variedades (MOZAMBANI et al., 2006).

O ciclo fenológico da cana-de-açúcar varia entre 11 a 22 meses dependendo da época do plantio. Para os canaviais plantados entre setembro e novembro, ou seja, no início da estação chuvosa, a duração do ciclo é em torno de 12 meses. Após o plantio do tolete ocorre a brotação, e a cana tem aproximadamente oito meses de desenvolvimento vegetativo e quatro meses para que ocorra a maturação. Já os canaviais plantados entre janeiro a abril apresentam ciclo variando entre 14 a 21 meses. Neste caso, o desenvolvimento da cana é favorecido nos três meses iniciais, ficando limitado nos meses secos que vai de abril a agosto, e nos próximos sete meses seguintes volta a vegetar amadurecendo nos meses de inverno (SEGATO et al., 2006), Figura 1.

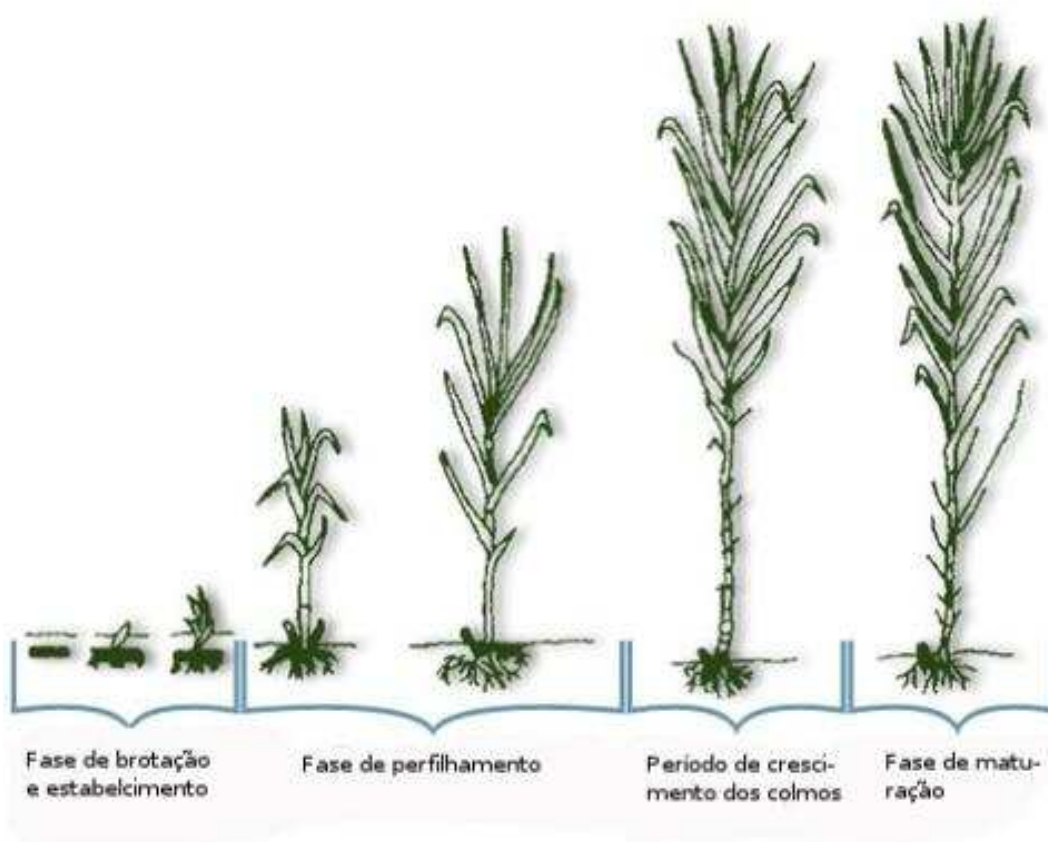


Figura 1. Fases do desenvolvimento da cana-de-açúcar. Fonte: Gascho; Shih (1983).

Após a colheita/corte da cana inicia-se um novo ciclo de aproximadamente 12 meses. Isso se repete por cinco a seis vezes até se dar a reforma do canavial e um novo tolete é plantado. A avaliação econômica de rendimento (produtividade) é que determina a renovação dos canaviais. O preparo do solo ocorre apenas na época do plantio e/ou reforma dos canaviais, geralmente a cada cinco ou seis anos (SEGATO et al., 2006).

Atualmente, o maior produtor mundial da cana-de-açúcar é o Brasil, com área colhida destinada à atividade sucroalcooleira estimada em 8.033,6 mil hectares, distribuídas em todos estados produtores. O estado de São Paulo representa 54,23% (4.357,01 mil hectares), seguido por Minas Gerais com 8,1% (649,94 mil hectares), Paraná com 7,25% (582,32 mil hectares), Goiás com 7,46% (599,31 mil hectares), Alagoas com 5,46% (438,57 mil hectares), Mato Grosso do Sul com 4,93% (396,16 mil hectares) e Pernambuco com 4,32% (346,82 mil hectares) (CONAB, 2011).

Importante salientar que a cana-de-açúcar é uma das gramíneas mais cultivadas nas regiões tropicais e subtropicais devido à grande contribuição sócio-econômica que sua exploração representa, em razão de seu grande teor de sacarose. Além da produção de açúcar, álcool combustível, cachaça e servir para alimentação animal (variedades forrageiras), ela ainda pode ser utilizada para a produção de garapa ou caldo de cana, servido imediatamente após a moagem em moedores elétricos ou manuais, ou como meio de cultura para microorganismos para elaboração de fermento para produção de cachaça (fermento caipira).

Do ponto de vista de suas potencialidades, utilizando tecnologias químicas e biotecnológicas, a cana pode gerar um número significativo de produtos, apenas superado por aqueles que se obtém da petroquímica. A utilização dos produtos e subprodutos da cana permite um desenvolvimento industrial dentro de um ciclo fechado de aproveitamento integral, que abrange até os resíduos, utilizando-se estes de forma tal que não prejudiquem o meio ambiente e ao mesmo tempo tenham utilidade econômica (MANUAL..., 1999).

Os principais sistemas de cultivo utilizados na produção da cana-de-

açúcar são cultivo convencional, cultivo mínimo, plantio direto e mais recentemente cultivo orgânico. No sistema de cultivo convencional, o preparo do solo consiste em sucessivas operações que deixam o solo pronto para receber a cultura da cana-de-açúcar de modo que as operações mais utilizadas são a sistematização, distribuição dos corretivos, aração, gradagem pesada, subsolagem e gradagem niveladora (GONÇALVES, 2002).

A cana-de-açúcar cultivada no sistema orgânico no Brasil ocupa uma área de 23% do espaço ocupado pela agricultura orgânica, área inferior apenas à ocupada por frutas, que é de 26%. Esses dados vêm a corroborar a importância desse sistema de cultivo para a produção de alimentos (AMBIENTE BRASIL, 2006 apud BARBOSA, 2010).

O sistema de cultivo orgânico da cana-de-açúcar em pequena escala envolve a aplicação de técnicas alternativas de cultivo, com adubação orgânica, controle mecânico de plantas infestantes e uso de inseticidas naturais e controle biológico de pragas, sem adição de qualquer defensivo ou adubo químico e com colheitas sem queima (GONÇALVES, 2002).

Barbosa (2010) afirma que na produção orgânica da cana-de-açúcar se utiliza adubos e compostos orgânicos produzidos na própria propriedade, ou obtidos fora da unidade de produção, quando autorizados pelas certificadoras. Os adubos mais utilizados pelos produtores na adubação orgânica de cana-de-açúcar são fosfatos naturais, calcários ou rochas moídas, coberturas mortas, esterco puro, resíduos de frigoríficos, compostagem, torta de filtro, torta de mamona, vinhaça, farinhas de ossos e na época da reforma dos canaviais, é realizada a rotação de culturas e a adubação verde com leguminosas para a fixação do nitrogênio.

As produções agrícolas da cultura da cana-de-açúcar no sistema orgânico, para três variedades estudadas, foram consideradas excelentes, superando inclusive a produção delas em muitos cultivos convencionais com alto uso de adubos e agrotóxicos na região (MARGARIDO et al., 2005).

A substituição da adubação química pela orgânica (esterco de curral ou de galinha) não ocasionou perdas na qualidade da matéria-prima e nos rendimentos de colmos e de açúcar mascavo artesanal, sendo que os meses

de agosto e setembro foram os que proporcionaram matéria-prima de melhor qualidade e maiores rendimentos de colmos (ANJOS et al., 2007).

Sendo assim, a produção de cana-de-açúcar orgânica torna-se uma alternativa viável para a agricultura familiar, quando integrada em sistemas diversificados e sustentáveis. Dessa forma, o agricultor familiar pode tanto aumentar a sua renda com a fabricação artesanal dos subprodutos da cana-de-açúcar, organizado individualmente ou em formas de cooperação (DESER, 2012). Segundo Margarido et al. (2005), o processamento dos derivados da cana-de-açúcar orgânicos, como o açúcar mascavo, rapadura e melado, pode perfeitamente ser desenvolvido pelo pequeno produtor e não requer grandes investimentos e nem grande capacitação. O caldo de cana-de-açúcar orgânica, além de servir como matéria-prima para fabricação desses produtos, pode ainda ser consumido *in natura*, de forma que verificar a influência do cultivo orgânico sobre a composição do caldo pode ajudar na questão da qualidade da bebida, seja nos aspectos higiênico-sanitários quanto sensoriais.

2.3 Caldo de cana-de-açúcar

O caldo de cana ou garapa é uma bebida energética, não alcoólica, que possui sabor agradável, sendo muito popular no Brasil, devido às suas características de refrescância e sabor doce. Tal bebida é consumida freqüentemente por pessoas de todas as idades e classes sociais, especialmente nos períodos mais quentes do ano. O caldo é obtido por moagem da cana-de-açúcar em moendas elétricas ou manuais, coado em peneiras metálicas e servido com gelo, podendo ser consumido puro ou adicionado de suco de frutas ácidas, sendo normalmente comercializado por vendedores ambulantes, denominados garapeiros, em vias públicas, parques, praças e feiras (LUBATTI, 1982; SOCCOL et al., 1990; PRATI et al., 2005). O seu consumo como refresco é um costume antigo, que vem crescendo a cada ano, particularmente nas épocas mais quentes (KITOKO et al., 2004; LOPES et al., 2007).

Esta bebida é caracterizada como um líquido opaco, de coloração que varia de parda ao verde escuro, viscoso, cuja composição química é variável em função da variedade, idade e sanidade da cana-de-açúcar. O líquido preserva todos os nutrientes presentes na cana, entre eles minerais (3% a 5%) como ferro, cálcio, potássio, sódio, fósforo, magnésio, além de vitaminas do complexo B e vitamina C. Os principais componentes são água, cuja composição varia entre 65% e 75%, e sacarose, correspondendo a 70% a 91% do total de sólidos solúveis. A cana-de-açúcar contém ainda glicose (2% a 4%), frutose (2% a 4%), proteínas (0,5% a 0,6%), amido (0,001% a 0,05%), ceras e ácidos graxos (0,05% a 0,015%) e pigmentos (3% a 5%) (IBGE, 1999; FAVA, 2004).

O caldo é um produto comumente comercializado nas ruas por vendedores ambulantes, que possuem moendas para sua extração. A maioria desses vendedores comumente chamados de garapeiros, não possui instalações compatíveis, assim como instrução adequada que permita a obtenção do produto em condições higiênico-sanitárias apropriadas (SOCCOL et al., 1990).

O caldo de cana, por conter nutrientes, alta atividade de água, pH entre 5,0 e 5,5 constitui-se em ótimo substrato para o crescimento de grande e diversificada microbiota (GALLO, 1989; OLIVEIRA et al., 2007).

Na literatura são registrados alguns relatos referentes à toxinfecções alimentares envolvendo o caldo de cana. Em 1981, na Índia, uma epidemia de cólera foi atribuída ao consumo de caldo de cana com gelo contaminado. Em 1991, em Catolé do Rocha-PB, foram descritos 26 casos agudos de doença de Chagas provocados pela ingestão do caldo de cana contaminado por dejetos do barbeiro, os quais continham o *Trypanosoma cruzi* (SHIKANAI-YASUDA et al., 1991). Em 2005, a ingestão do caldo de cana comercializado em Navegantes-SC foi associada novamente ao surto de doença de Chagas, ocasionando cinco óbitos (IANNI; MADY, 2005).

Os micro-organismos podem ser originados não só da própria cana como também de focos de contaminação localizados nas moendas e em outros utensílios utilizados na preparação dessa bebida. Os manipuladores de

alimentos assumem também importante papel ao atuarem como fonte de disseminação de micro-organismos patogênicos representando um grupo de relevância epidemiológica na transmissão de enteropatógenos (SOCCOL et al., 1990).

Como mencionado, esta bebida é naturalmente um meio favorável para o crescimento de micro-organismos. Os mais importantes em associação com o caldo de cana são essencialmente aqueles oriundos do solo e dos vegetais, dentre os quais se destacam os fungos filamentosos, e leveduras e as bactérias lácticas e esporuladas (SILVA, 1988; GALLO, 1989; OLIVEIRA et al., 2007). A composição do caldo é variável em função da variedade, idade e sanidade da cana, solo, condições climáticas e planejamento agrícola, conservando todos os nutrientes existentes na cana-de-açúcar que lhe deu origem (DELGADO et al., 1977 apud OLIVEIRA et al., 2007; MARTINI et al., 2010, 2011). Mas a maior contaminação na bebida parece originar-se dos processos envolvidos em sua produção, através de equipamentos como moendas, recipientes para coletas, jarras, além de condições errôneas de manipulação, de armazenamento, do ambiente e de pessoal (KITOKO et al., 2004; LOPES et al., 2007). Nestas situações os principais micro-organismos que podem estar presentes são os do grupo coliformes (RUSCHEL et al., 2001; LOPES et al., 2007).

A identificação de todos os micro-organismos patogênicos presentes em alimentos é cara e consome muito tempo. Por isso, utilizam-se determinados micro-organismos ou grupos de micro-organismos como indicadores das condições higiênico-sanitárias de produtos e processos. Entre esses, destacam-se a quantificação de coliformes totais e fecais, a contagem total de micro-organismos mesófilos aeróbios, a enumeração de estafilococos coagulase positiva e a enumeração de bolores e leveduras (HAJDENWURCEL, 1998).

Considerando a suspeita de ocorrência de surto de doença de Chagas aguda transmitida por alimentos contaminados com *Trypanosoma cruzi* e a importância da adoção de critérios de boas práticas relacionados ao beneficiamento, armazenamento, distribuição de vegetais e ao preparo e

comercialização de água de coco, caldo de cana, polpas e saladas de frutas, suco de frutas e hortaliças, vitaminas ou batidas de frutas e similares, foi instituída a Resolução RDC nº 218, de 29 de julho de 2005 (BRASIL, 2005), que dispõe sobre o regulamento técnico de procedimentos higiênico-sanitários para manipulação de alimentos e bebidas preparados com vegetais.

A legislação brasileira (BRASIL, 2001) define os padrões microbiológicos para análises de alimentos, classificando o caldo de cana como um suco *in natura*, mas não estabelece padrões para a contagem de bactérias mesófilas totais, bolores e leveduras para caldo de cana. No entanto, a presença destas bactérias e de bolores e leveduras têm sido utilizadas como indicador da qualidade higiênica dos alimentos. Segundo Prati (2004), quando a contagem padrão em placas está acima de 6×10^5 UFC/mL, o produto alimentício pode apresentar alterações nas características sensoriais. A presença desses microorganismos em grande número indica que a matéria-prima está excessivamente contaminada, sendo que a limpeza e a desinfecção de superfícies estão inadequadas (FRANCO; LANDGRAF, 2002).

A pesquisa de bolores e leveduras, que era exigida pela Portaria nº 451 de 19 de setembro de 1997 do Ministério da Saúde (BRASIL, 1997) foi revogada pela Resolução RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2001, do Ministério da Saúde (BRASIL, 2001), ainda que estes estejam comumente presentes em amostras de caldo de cana (KITOKO et al., 2004; LOPES et al., 2007). Os bolores e leveduras são contaminantes comuns em sucos de frutas e caldo de cana e representam uma grande preocupação, pois se sabe do poder deteriorante destes micro-organismos e da capacidade de algumas espécies de produzirem micotoxinas.

Segundo Soares (1999) e Prati (2004), a grande carga microbiana presente em caldos de cana pode ser atribuída a uma série de falhas na obtenção do produto como a má manipulação e estocagem, do ponto de vista higiênico, dos colmos; duvidosa potabilidade da água usada na limpeza da cana, dos utensílios e da moenda; acondicionamento do caldo por longos períodos em recipientes de limpeza duvidosa, os quais são, na maioria das vezes, tampados com pedaços do próprio colmo da cana.

Goes et al. (2001) afirmaram que dentre as medidas aplicáveis na prevenção de doenças veiculadas por alimentos, a orientação sobre higiene dos alimentos para manipuladores deve ser destacada, pois a maioria das pessoas que trabalha na manipulação de alimentos possui insuficiente escolaridade. Portanto, a metodologia de programas de treinamento destinados a este público deve considerar limitações dos grupos alvo, a fim de que atinja o objetivo de compreensão e a mudança de atitudes dos indivíduos frente à sua atividade profissional.

Em função disso, fica clara a exigência de um controle maior relativo ao processo produtivo de caldo de cana, evidenciando a necessidade de implantação de normas de procedimento fundamentadas em programas de boas práticas de fabricação, para que estes produtos deixem de representar um risco para a saúde do consumidor.

A qualidade higiênico-sanitária do caldo depende em grande parte das condições e do local em que é produzido, porém trabalhos têm também relatado a influência do manejo da cana sobre a qualidade do caldo. Souza et al. (2005) verificaram que o sistema de manejo da palhada da soqueira da cana sem queima teve reflexos na qualidade do caldo, em termos de aumento de açúcares redutores. Bokhtiar et al. (2001) verificaram que o maior percentual em Brix foi obtido no caldo extraído de cana adubada com fontes inorgânicas quando comparado com fertilizantes orgânicos. Sarwar et al. (2010) constataram uma melhor qualidade do caldo (em termos de sacarose, cinzas e açúcares redutores) quando fertilizantes orgânicos foram utilizados. No entanto, não se tem conhecimento de trabalho relacionando o sistema de manejo da cana com a qualidade microbiológica e sensorial do caldo.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Delineamento experimental

O experimento foi conduzido em uma área do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de São Carlos, *Campus* de Araras, Estado de São Paulo. Foi implantado em abril/2009 em uma área total de 3200 m², solo predominante na área é classificado como Latossolo Vermelho-escuro (EMBRAPA-CNPS, 2006), utilizando delineamento de blocos ao acaso, com seis tratamentos e quatro repetições, totalizando 24 parcelas (Tabela 1, Figuras 2 e 3). Cada parcela apresentou 75 m² de área, com 5 linhas, sendo 3 centrais e duas de bordadura, com espaçamento de 1,4 m por 8,0 m de comprimento.

Foi utilizada neste experimento a variedade RB 867515, lançada pela Universidade Federal de Viçosa, tendo surgido do cruzamento da variedade RB 72454 com outra variedade indefinida (UDOP, 2007). É de rápido crescimento com alta produtividade agrícola, com curva de maturação semelhante a da RB72454. Deve ser plantada em solos de média/baixa fertilidade para ser colhida em meados de safra, ou bem no final para explorar o rápido crescimento. É tolerante a seca. De maneira geral, tem se adaptado muito bem aos solos arenosos dos estados de São Paulo e Paraná, onde o florescimento e chochamento ocorrem em menor intensidade, favorecendo sua maturação.

Inicialmente, em toda a área foi realizado o preparo do solo, com duas arações e uma gradagem, seguindo-se a aplicação específica dos produtos conforme o tratamento, e o plantio da variedade de cana RB 867515. Na

testemunha absoluta só foi realizado o preparo do solo, sem aplicação de qualquer produto, enquanto nos tratamentos com calcário ou corretivo, após a aplicação destes (na área total) foi realizada uma grade de nivelamento para incorporação dos produtos. Os adubos químicos e composto orgânico foram incorporados nos sulcos (nas linhas).

Tabela 1. Descrição dos tratamentos utilizados no experimento.

Tratamento	Corretivo Orgânico ¹ (kg.ha ⁻¹)	Composto Orgânico ¹ (kg.ha ⁻¹)	Calcário ² (kg.ha ⁻¹)	Adubos minerais (kg.ha ⁻¹)	Tipo de controle de ervas e capina
TA (testemunha absoluta)	-	-	-	-	-
SOCO (sistema orgânico com corretivo)	1.800	12.500	-	-	Controle por cultivo mecânico e capinas manuais
SOCA (sistema orgânico com calcário)	-	12.500	1.600	-	Idem SOCO
SC (sistema convencional)	-	-	1.600	900 de 04-20-10 e 270 de sulfato amônia	3 L.ha ⁻¹ de SENCOR®
SCCO (sistema convencional com corretivo)	1.800	-	-	Idem SC	Idem SC
SCCA (sistema convencional sem calcário)	-	-	-	Idem SC	Idem SC

¹ Marca Visafertil® ² PRNT 90,5%

		Pinhão manso						
s a n s ã o		SC	SOCA	SOCO	SCCO	SCCA	TA	
		SOCO	TA	SCCO	SOCA	SC	SCCA	c a n a
		SCCA	SOCO	SOCA	TA	SCCO	SC	
		SOCO	SCCA	TA	SOCA	SC	SCCO	
		Sansão						

Figura 2. Esquema do delineamento do experimento cana orgânica X cana convencional em área do Centro de Ciências Agrárias – UFSCar – *Campus* de Araras. A área é circundada por plantações de pinhão manso, sansão e cana.



Figura 3. Fotos das áreas dos experimentos, no Centro de Ciências Agrárias – UFSCar – *Campus* de Araras.

3.2 Extração do caldo

As coletas das amostras foram realizadas nos meses de agosto de 2010 e outubro de 2011. Ao final da primeira coleta, toda a cana foi colhida, de forma que na segunda safra foi utilizada cana-soca. Os colmos de cana-de-açúcar coletados separadamente de cada tratamento foram despalhados e limpos, ou seja, lavados com água destilada e detergente neutro para retirada de sujidades. A extração e assepsia do caldo seguiram as recomendações da Resolução RDC nº. 218, de 29 de julho de 2005 (BRASIL, 2005), a qual dispõe

sobre o regulamento técnico de procedimentos higiênico-sanitários para manipulação de alimentos e bebidas preparados com vegetais.

3.3 Análises do Caldo

3.3.1 Análises microbiológicas

Para a análise higiênico-sanitária do caldo de cana, foram realizadas as análises de coliformes totais e *E. coli*, bactérias mesófilas aeróbias, bolores e leveduras e *Salmonella*.

Para a verificação do número de coliformes totais e *E. coli* foi utilizada a placa 3M Petrifilm™, inoculadas com alíquotas de 1 mL das amostras de caldo. Após incubação a 35°C por 24 horas, colônias azuis e vermelhas com bolhas foram consideradas colônias de *E. coli* e coliformes totais, respectivamente (AOAC 991.14 - 3M Microbiology).

O número de bactérias mesófilas aeróbias foi determinado por plaqueamento das amostras em meio PCA (Agar padrão de contagem) pela técnica do *pour-plate*, incubação a 35°C por 2 dias. O meio BDA (Batata-Dextrose-Agar) foi utilizado para determinação do número de bolores e leveduras por *pour-plate*, com incubação a 30°C por 5 dias. Os procedimentos analíticos estão descritos em Silva et al. (1997). Para a determinação de *Salmonella*, foi utilizado o kit 1-2 Test (AOAC 989.13 – BioControl®).

3.3.2 Análises físico-químicas

Nas amostras de caldo foram analisados os seguintes parâmetros: Brix, Pol, cinzas, açúcares redutores, pureza, fósforo (P_2O_5), cálcio, magnésio, potássio, compostos fenólicos, aminoácidos e acidez, executadas nas dependências do Laboratório de Análise e Simulação Tecnológica, CCA – UFSCar – *Campus* de Araras.

Foram utilizados os seguintes procedimentos: sacarose, por polarização (Pol), sendo 200 mL da amostra clarificada com 2 g de subacetato de chumbo seco, com filtração em papel de filtro, realizando-se a leitura em sacarímetro após a solução estar límpida e sem turvação (FERNANDES, 2003); Brix

(sólidos solúveis), por refratometria; cinzas, pela medida de condutividade de uma solução de caldo a 5% (v/v); acidez pelo método da acidez titulável com NaOH 0,1 N até atingir pH 7,0 (LOPES; BORGES, 2004); pureza pelo método de PCTS preconizado (CONSECANA, 2006); pH do caldo medido diretamente em pH metro digital, por potenciometria direta; fósforo (P_2O_5), cálcio, magnésio e potássio, por fotometria de chama (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008); açúcares redutores, pelo método espectrofotométrico de Somogy e Nelson (AMORIM, 1996); fenólicos (expressos em ácido gálico) e aminoácidos por espectrofotometria no espectro visível, descritos respectivamente como métodos 29 e 35, conforme descrito em BSES (1991).

3.3.3 Análises sensoriais

Para a análise sensorial do caldo de cana-de-açúcar, foram servidos a 60 provadores cerca de 20 mL de cada caldo em temperatura ambiente (20° a 25°C), em copos plásticos codificados com números de três dígitos, acompanhados de água mineral. Os provadores realizaram o teste de ordenação de cor (1=mais clara e 6=mais escura), de sabor (1=menos doce e 6=mais doce) e de preferência (1=menos gostou e 6=mais gostou), havendo uma prévia instrução para realização do teste (ABNT, 1994). A ficha utilizada nos testes sensoriais encontra-se no Apêndice.

O presente trabalho foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética da UFSCar sob nº 336/2010.

3.4 Análise estatística

Os resultados das análises microbiológicas e físico-químicas foram submetidos à análise de variância, com blocos casualizados, e teste de Tukey ao nível de significância de 5%, para comparação das médias.

A interpretação dos dados obtidos nos testes de ordenação de cor, doçura e preferência foi realizada de acordo com ABNT (1994), que indica a diferença crítica entre os totais de ordenação ao nível de 5%.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análises microbiológicas

Os resultados das análises microbiológicas do caldo mostraram que não houve diferenças significativas entre os tratamentos quanto ao manejo da cana-de-açúcar para bactérias mesófilas aeróbias e bolores e leveduras. Para coliformes totais, houve diferença entre os tratamentos destacando-se o sistema orgânico com calcário (SOCA) com o maior valor de coliformes totais na coleta realizada em 2010. No ano seguinte de coleta, o caldo proveniente de cana sob outros tratamentos (como orgânico e convencional com corretivo, convencional) também apresentou valores mais elevados de coliformes totais (Figura 4).

O número de coliformes totais não ultrapassou 10^1 UFC/mL, estando, portanto, as amostras de caldo apropriadas para consumo. Em todas as amostras analisadas dos diferentes sistemas de manejo, não foi verificada a presença de *Escherichia coli*. A concentração de 10^2 UFC/mL de coliformes termotolerantes (fecais) é considerada limite segundo a RDC 12/2001 (BRASIL, 2001).

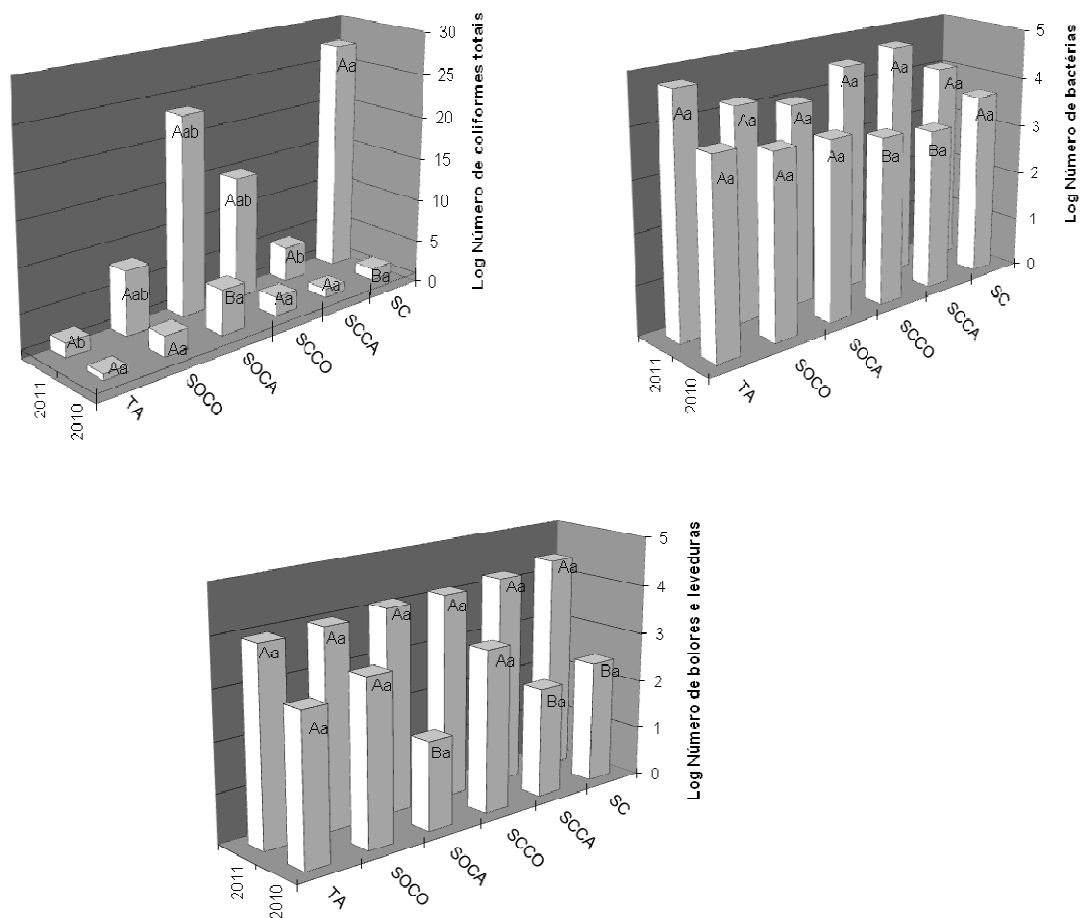


Figura 4. Análises microbiológicas (coliformes totais, bactérias mesófilas aeróbias, bolores e leveduras) das amostras dos caldos nos diversos tratamentos de manejo de cana-de-açúcar e em dois períodos de coleta (2010 e 2011). Legenda: **TA** (testemunha absoluta, sem adição de corretivo e composto), **SOCA** (manejo orgânico com corretivo e composto orgânico), **SOCA** (manejo orgânico com calcário e composto orgânico), **SC** (manejo convencional), **SCCO** (manejo convencional com corretivo orgânico e adubação química) e **SCCA** (manejo convencional sem calcário e com adubação química). Letras diferentes minúsculas e maiúsculas referem-se à diferença significativa entre os tratamentos e entre os períodos de coleta, respectivamente, ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Kitoko et al. (2004) verificaram a presença de coliformes fecais em todas as amostras de caldo analisadas em um estudo realizado no comércio ambulante de Vitória – ES. Soares (1999) verificou em 100% das amostras de caldo de cana coletadas em Belém –PA, contagens de coliformes totais e fecais superiores a $2 \text{ Log NMP.mL}^{-1}$. Lopes et al. (2007) verificaram apenas uma amostra entre trinta analisadas com contagem de coliformes fecais

superior a $2 \text{ Log NMP.mL}^{-1}$ em estudo realizado com amostras de caldo de cana coletadas nas ruas de Curitiba-PR. Ruschel et al. (2001) verificaram contaminação por coliformes fecais acima de $2 \text{ Log NMP.mL}^{-1}$ em apenas 3 amostras de 52 amostras analisadas de sucos *in natura* comercializados nas ruas de Porto Alegre-RS. No Brasil, outros estudos como de Oliveira (2007) e Prado (2010) constataram muitas deficiências quanto a comercialização do caldo de cana, com mínimas condições de estrutura e utensílios, desconhecimento das condições higiênico-sanitárias e falta de capacitação dos ambulantes. Estes fatores oferecem grandes riscos a saúde do consumidor deste produto.

As bactérias do grupo coliforme são consideradas os principais indicadores de contaminação fecal. O grupo coliforme é formado por um número de bactérias que inclui os gêneros *Klebsiella*, *Escherichia*, *Serratia*, *Erwinia* e *Enterobacter*. O uso do indicador bactéria coliforme fecal para indicar contaminação sanitária mostra-se mais significativo que o uso do indicador bactéria coliforme "total", porque as bactérias fecais estão restritas ao trato intestinal de animais de sangue quente. A determinação da concentração dos coliformes assume importância como parâmetro indicador da possibilidade da existência de microorganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, tais como febre tifóide, febre paratífóide, desintéria bacilar e cólera. A espécie *Escherichia coli* é o principal microorganismo gram-negativo anaeróbio facultativo que faz parte da microbiota intestinal normal (TRABULSI et al., 1999) Apesar da denominação, o grupo dos coliformes fecais também inclui bactérias de origem não-exclusivamente fecal e principalmente em países de clima tropical, mesmo que originalmente introduzidas na água por poluição fecal, podem adaptar-se ao meio aquático (LOPEZ-TORREZ et al., 1987).

Não foi detectada a presença de *Salmonella* spp. no caldo de cana de todas as amostras analisadas em ambos os períodos de coleta, e estão de acordo com a maioria dos resultados encontrados na literatura brasileira (KITOKO et al., 2004) (OLIVEIRA et al., 2007) (LOPES et al., 2007).

A *Salmonella spp.* é uma bactéria entérica responsável por graves intoxicações alimentares, sendo um dos principais agentes envolvidos em surtos registrados em vários países. A sua presença em alimentos é um relevante problema de saúde pública que não deve ser tolerado, porque os sinais e sintomas podem ser mal diagnosticados, sobrecarregando ainda mais todo o sistema de saúde (TESSARI et al., 2003).

A legislação vigente no Brasil não estabelece padrões microbiológicos para bactérias mesófilas e bolores e leveduras no caldo. Prati e Camargo (2008) avaliaram que devido à ausência de especificações microbiológicas para bactérias e fungos, é possível considerar que se a contagem padrão encontrar-se abaixo de 10^6 UFC/mL, o produto não está deteriorado, sem alteração de suas características sensoriais. Os resultados aqui obtidos não superaram 5 Log.UFC/mL tanto para bactérias quanto para bolores e leveduras (Figura 4).

A pesquisa de bolores e leveduras, que era exigida pela Portaria nº 451 de 19 de setembro de 1997 do Ministério da Saúde foi revogada pela Resolução RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2001, do Ministério da Saúde (BRASIL, 2001), ainda que estes estejam comumente presentes em amostras de caldo de cana (KITOKO et al., 2004; LOPES et al., 2007). Os bolores e leveduras são contaminantes comuns em sucos de frutas e caldo de cana e representam uma grande preocupação, já que estes micro-organismos podem produzir enzimas que degradam os carboidratos, causando alterações desagradáveis no sabor e no aroma (LIMA, 1999). Contagens acima de 10^3 UFC/mL, em geral, já causam alterações sensoriais perceptíveis (JAY, 1992). Desta forma, a análise sensorial do caldo poderia detectar esta alteração de sabor e aroma devido à presença excessiva de bolores e leveduras.

Não se conhece trabalho anterior relacionando o sistema de manejo da cana com a qualidade microbiológica (higiênico-sanitária) do caldo. Na literatura são encontrados diversos trabalhos verificando as condições higiênico-sanitárias de amostras de caldo comercializadas, sendo a maioria considerada inadequada para o consumo (SOCCOL et al., 1990; KITOKO et al., 2004; LOPES et al., 2007; PRATI; CAMARGO, 2008; GANDRA, 2009). No

entanto, as causas prováveis de contaminação nestas situações ocorrem, principalmente, durante os processos de extração do caldo, em equipamentos como moendas, recipientes para coletas, jarras; além de condições errôneas de manipulação, de armazenamento, do ambiente e de pessoal (KITOKO et al., 2004; LOPES et al., 2007). Neste trabalho foram seguidas as recomendações para extração e assepsia do caldo, demonstrando que seguido um padrão higiênico-sanitário adequado, a procedência da cana quanto ao tipo de manejo não deve influenciar a qualidade microbiológica do caldo.

4.2 Análises físico-químicas

Não foram verificadas diferenças significativas entre os tratamentos para as análises de açúcar redutor, açúcar redutor total, Brix, Pol e pureza do caldo (Figuras 5 e 6), mas observou-se diferença significativa entre as épocas de colheita (de 2010 para 2011), ocorrendo no geral uma diminuição dos valores de açúcar redutor (com exceção do tratamento orgânico com corretivo); aumento nos teores de açúcar redutor total (com exceção dos tratamentos orgânico e convencional com corretivo e convencional sem calcário), Brix (com exceção dos tratamentos orgânico com corretivo e convencional sem calcário), Pol e pureza (com exceção do tratamento orgânico com corretivo). A cana imatura possui mais açúcares redutores e compostos precursores de cor, os quais interferem negativamente na Pol, ocasionando uma coloração elevada do caldo. A pureza é o indicador mais importante do estágio de maturação da cana-de-açúcar, indicando a percentagem de sacarose (Pol) contida nos sólidos solúveis (Brix). Quanto mais madura a cana, maior será a pureza, pois terá maior acúmulo de sacarose. Com a deterioração e envelhecimento da cana, a pureza tende a diminuir ocasionando um aumento na cor do açúcar (RIPOLI; RIPOLI, 2004). A cana em safras sucessivas necessita de manejos e adubação para a manutenção dos níveis de nutrientes como potássio, fósforo, cálcio. Esses devem ser mantidos a fim de se obter um caldo com nível de pureza desejável para que deste obtenha-se produtos com qualidade (VASCONCELOS, 1998)

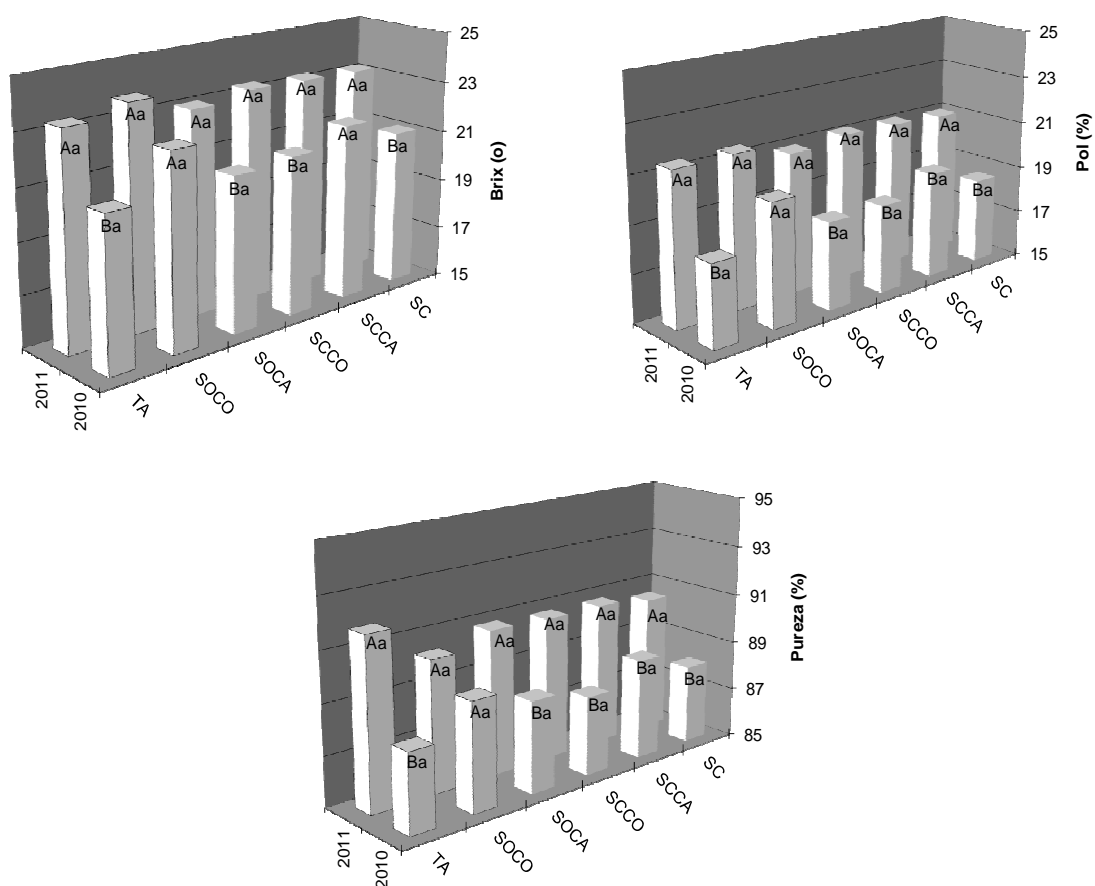


Figura 5. Análises físico-químicas (Brix, Pol e pureza) das amostras dos caldos nos diversos tratamentos de manejo de cana-de-açúcar e em dois períodos de coleta (2010 e 2011). Legenda: **TA** (testemunha absoluta, sem adição de corretivo e composto), **SOCO** (manejo orgânico com corretivo e composto orgânico), **SOCA** (manejo orgânico com calcário e composto orgânico), **SC** (manejo convencional), **SCCO** (manejo convencional com corretivo orgânico e adubação química) e **SCCA** (manejo convencional sem calcário e com adubação química). Letras diferentes minúsculas e maiúsculas referem-se à diferença significativa entre os tratamentos e entre os períodos de coleta, respectivamente, ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

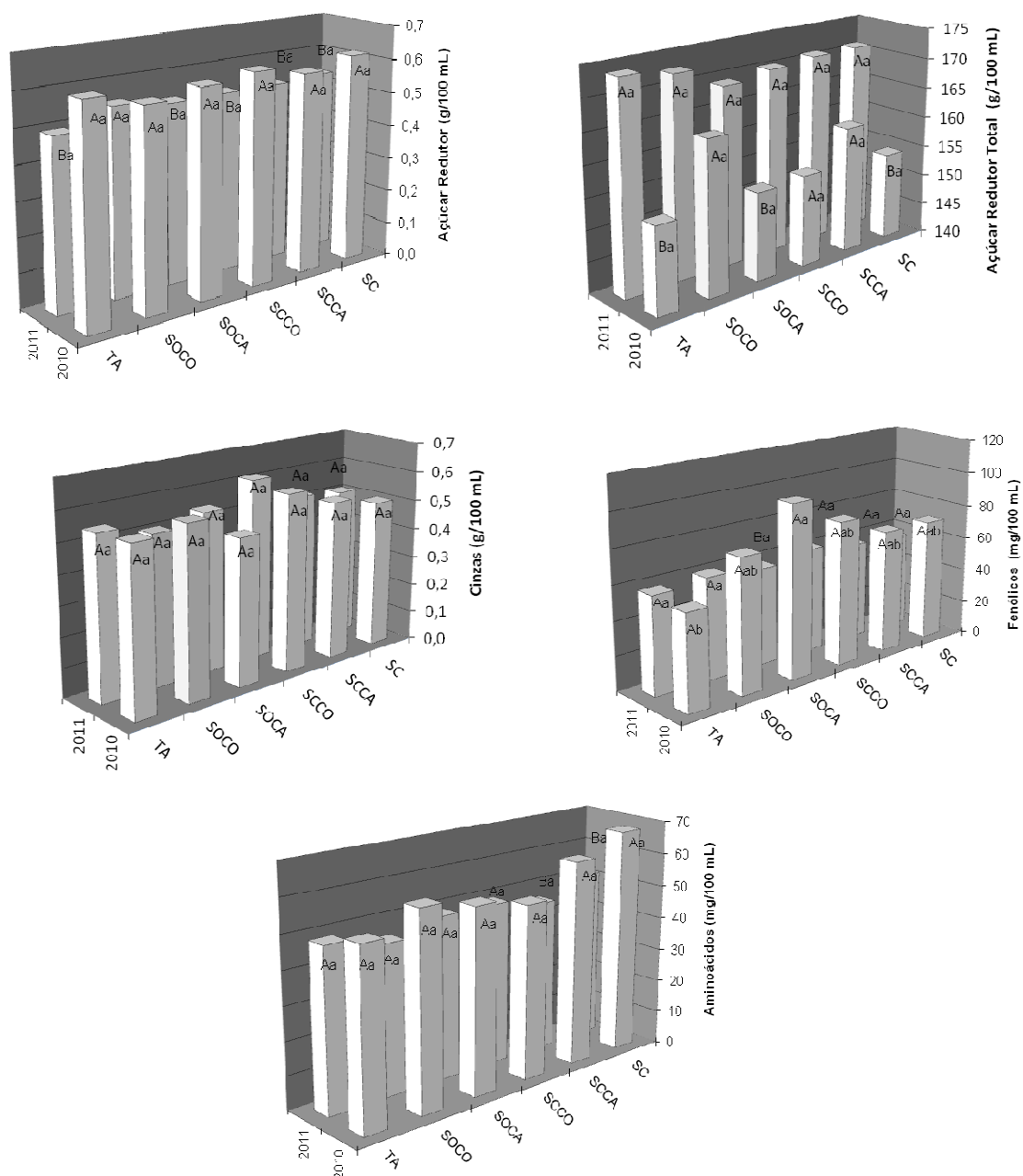


Figura 6. Análises físico-químicas (açúcar redutor, açúcar redutor total, cinzas, fenólicos e aminoácidos) das amostras dos caldos nos diversos tratamentos de manejo de cana-de-açúcar e em dois períodos de coleta (2010 e 2011). Legenda: **TA** (testemunha absoluta, sem adição de corretivo e composto), **SOCO** (manejo orgânico com corretivo e composto orgânico), **SOCA** (manejo orgânico com calcário e composto orgânico), **SC** (manejo convencional), **SCCO** (manejo convencional com corretivo orgânico e adubação química) e **SCCA** (manejo convencional sem calcário e com adubação química). Letras diferentes minúsculas e maiúsculas referem-se à diferença significativa entre os tratamentos e entre os períodos de coleta, respectivamente, ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Santos et al. (2010) verificaram que diversas doses de torta de filtro enriquecidas com fosfato solúvel aplicadas à cana-de-açúcar não apresentaram efeito significativo sobre o Brix, independentemente dos níveis de fosfato associados a estas doses de torta. A utilização de diferentes proporções de fosfato natural reativo e fosfato solúvel em água também não teve efeito no acúmulo de açúcar pela cana, conforme Cantarella et al. (2002). No entanto, outros trabalhos abordando o uso de adubos orgânicos combinados ou não com adubação mineral mostraram aumentos significativos no teor de açúcar da cana (VIJAV; VERMA, 2001). O manejo da palhada da cana colhida sem queima associado a variedades mais adaptadas influenciaram a produção de colmos e a qualidade do caldo (SOUZA et al., 2005). No presente trabalho, não houve uma influência marcante do tipo de manejo sobre as características tecnológicas (Brix, Pol, pureza e açúcares redutores) da cana.

Não houve diferença significativa entre os tratamentos quanto ao manejo da cana ou entre os períodos de coleta sobre o teor de cinzas (Figura 6). As cinzas são importantes durante o processo de clarificação do caldo, mais especificamente durante a sulfitação. Quanto menor o teor de cinzas de um caldo de cana, melhor e mais rápida será a clarificação (DELGADO, 1975). Os valores aqui encontrados para cinzas são próximos àqueles verificados por Prati e Camargo (2008), sendo normalmente baixos (faixa de 0,2-0,7%) devido ao fato da cana ser uma gramínea que absorve pouca substância mineral do solo. Um elevado teor de cinzas no caldo provoca efeitos negativos na fabricação do açúcar, pois sua ação melassigênica dificulta a cristalização pela formação de falsos núcleos, reduzindo o rendimento industrial do açúcar. Por outro lado, a maior presença de cinzas favorece a fabricação do álcool, porque essas agem como fornecedoras de nutrientes para as leveduras, aumentando a velocidade e a eficiência do desdobramento dos açúcares em álcool (KORNDÖRFER, 1994).

Quanto ao teor de fenólicos, somente o caldo extraído de cana sob manejo orgânico com calcário é que apresentou diminuição significativa destes compostos de uma coleta para outra. Quanto aos tratamentos, na coleta de

2010, somente o teor de fenólicos do caldo de cana da testemunha absoluta foi significativamente inferior ao obtido no caldo do tratamento orgânico com calcário (Figura 6). Os fenólicos constituem um dos compostos responsáveis pela cor do caldo de cana, ao lado de flavonóides, pigmentos e aqueles compostos que reagem com os açúcares redutores (CLARKE; LEGENDRE, 1999). Trabalho de Santos (2010) confirmou os fenólicos, aminoácidos e flavonoides como precursores de cor no caldo de cana, sendo responsáveis por 2/3 da cor do caldo de cana, podendo haver oxidação com os polissacarídeos, conferindo cor indesejável a vários produtos finais como os açúcares.

Da mesma forma, não houve diferença significativa quanto ao teor de aminoácidos do caldo entre os tratamentos nas duas coletas. Porém, nos tratamentos convencionais com e sem calcário, o teor de aminoácidos foi significativamente maior na coleta de 2010 (Figura 6). De acordo com Payne (1989), os aminoácidos reagem com os açúcares redutores, e da decomposição dos açúcares redutores resulta maior cor ao caldo de cana.

O teor de fósforo do caldo teve um aumento significativo entre as coletas de 2010 e 2011 para todos os tratamentos, porém não houve diferença entre os tratamentos (Figura 7). Os valores encontrados neste trabalho (no máximo 0,04% ou 400 mg/L) são superiores àqueles verificados por Nogueira et al. (2007) e Prati e Camargo (2008). O significativo aumento no teor de fósforo no caldo entre as coletas pode ser devido à aplicação e incorporação dos adubos, seja no manejo orgânico ou convencional, no segundo ano de coleta.

Para obter-se uma boa clarificação do caldo no processo de produção do açúcar, faz-se necessário que os teores de fósforo permaneçam entre 12,0 e 26,0 mg.100 mL⁻¹. Amorim (1996) recomendou que os teores de fósforo no mosto devem variar entre 11,5 e 230 mg.100 mL⁻¹, para que a fermentação alcoólica transcorra dentro da normalidade.

Quanto ao cálcio, houve diferença entre os tratamentos na coleta de 2010 e entre as coletas, porém somente nos tratamentos testemunha, orgânico com corretivo, onde se verificou um aumento nos valores de um ano para outro (Figura 7).

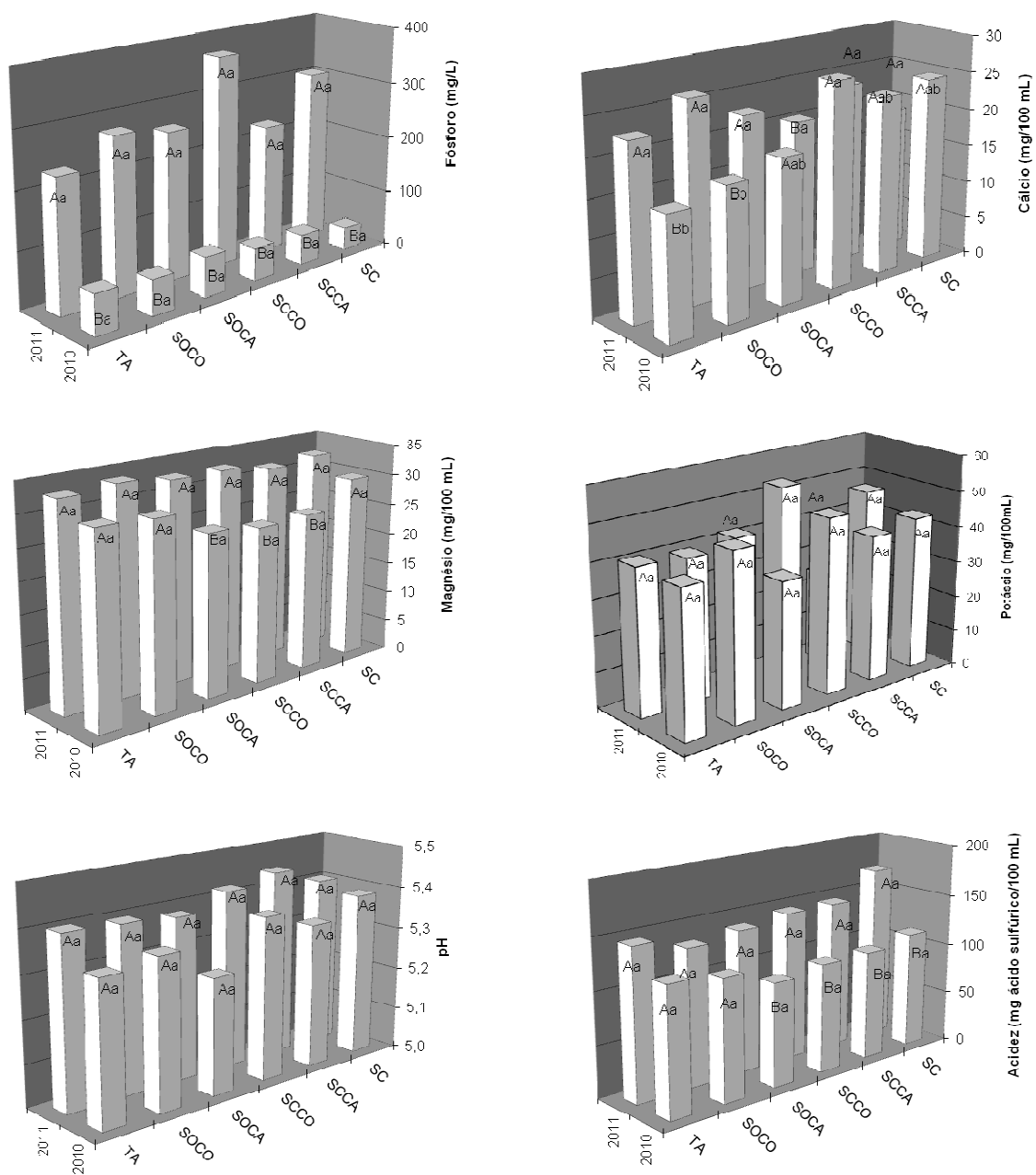


Figura 7. Análises físico-químicas (fósforo, cálcio, magnésio, potássio, pH e acidez) das amostras dos caldos nos diversos tratamentos de manejo de cana-de-açúcar e em dois períodos de coleta (2010 e 2011). Legenda: **TA** (testemunha absoluta, sem adição de corretivo e composto), **SOCO** (manejo orgânico com corretivo e composto orgânico), **SOCA** (manejo orgânico com calcário e composto orgânico), **SC** (manejo convencional), **SCCO** (manejo convencional com corretivo orgânico e adubação química) e **SCCA** (manejo convencional sem calcário e com adubação química). Letras diferentes minúsculas e maiúsculas referem-se à diferença significativa entre os tratamentos e entre os períodos de coleta, respectivamente, ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Os caldos extraídos de cana sob manejos orgânico com calcário, convencional com corretivo e convencional sem calcário apresentaram aumento significativo nos teores de magnésio na coleta de 2010 em relação à de 2011, porém não houve diferença entre os tratamentos (Figura 7). Os valores verificados neste trabalho são semelhantes aos teores encontrados por Prati e Camargo (2008). Segundo Silveira (2002), o comportamento do magnésio é variável nos sistemas de manejo do solo e parece depender também do tipo de solo, sequência de cultura ou clima. Assim as variações ocorridas entre os períodos de coletas podem ser devidas, entre outras razões, aos diferentes estádios da planta ou às diferentes estações do ano.

Trabalho de Nogueira et al. (2007) mostrou que de maneira geral, os teores de fósforo, cálcio e magnésio não foram influenciados pelos diferentes tipos de resíduos testados (lodo de esgoto e vinhaça). Assim, nos caldos das canas que receberam resíduos, os teores foram semelhantes àqueles da fertilização mineral.

Quanto ao teor de potássio não houve diferença significativa entre os tratamentos nas duas coletas, porém observa-se que no tratamento SCCO (convencional com corretivo) obteve-se maior valor na coleta de 2011, corroborando com o aumento no teor de cinzas neste tratamento nesta coleta, embora não estatisticamente significativo a 5% (Figura 6). Conforme estudos, o potássio aplicado com a adubação mineral possui efeito comprovado sobre o teor de cinzas do solo, já que é o elemento que aparece em maior proporção nas cinzas (ORLANDO FILHO et al., 1996; NOGUEIRA et al., 2007).

Existe uma relação positiva do potássio com a formação de sacarose, pois o mesmo é requerido como ativador de muitas enzimas e citado como sendo fundamental nas reações que promovem a elaboração de proteínas. Verificou-se que existe uma influência direta e indireta do potássio no transporte de sacarose em cana-de-açúcar. Indiretamente, a deficiência de potássio pode afetar o movimento de sacarose devido à sua influência no crescimento, fotossíntese ou umidade (FIGUEIREDO, 2006). No trabalho aqui realizado, verificou-se um aumento significativo no parâmetro Pol entre as

coletas, da mesma forma que para o potássio, o que pode corroborar as afirmações acima (Figuras 4 e 6).

Os elementos cálcio, fósforo, magnésio e potássio são componentes importantes presentes no caldo da cana para avaliar e destinar o caldo a um processo produtivo; o cálcio e fósforo, por exemplo, possuem grande importância no processo de fabricação do açúcar por auxiliar nas etapas de decantação e clarificação. O magnésio é um ótimo controlador de acidez, e o potássio tem direta relação na fixação de sacarose.

O pH dos caldos não apresentou diferença significativa entre os tratamentos ou entre as coletas, porém observa-se uma elevação do pH em todos os tratamentos. Porém a acidez foi significativamente maior nos tratamentos orgânico com calcário, convencional, convencional com corretivo e convencional sem calcário em 2010 do que em 2011, não havendo diferença entre os tratamentos (Figura 6).

Da mesma forma que para os resultados obtidos nas análises microbiológicas, verificou-se que o sistema de manejo da cana teve pouca influência sobre a qualidade físico-química do caldo de cana. Foram observadas diferenças significativas entre as coletas realizadas (em anos sucessivos) para alguns parâmetros, devido provavelmente ao fato da primeira coleta (agosto/2010) ser a primeira safra após a instalação do experimento (abril/2009). Após o corte da cana em agosto, houve novamente incorporação dos adubos (químicos ou orgânicos) na cana-soca, a qual foi colhida em outubro/2011, data da segunda coleta. Alguns parâmetros como Brix, Pol, pureza, açúcar redutor total, fósforo e magnésio apresentaram teores mais elevados na segunda coleta.

4.3 Análises sensoriais

Para que ocorra uma avaliação abrangente da qualidade do caldo de cana é importante empregar a análise sensorial, pois a mesma se baseia em técnicas que são fundamentais na percepção psicológica e fisiológica, sendo que o grau de apreciação de um produto alimentício está ligado a um processo subjetivo. O sentido da visão se antecipa na percepção a todas as outras

informações, e possibilita a aquisição de informações sobre aspectos do alimento ou bebida como estado, forma, textura, cor, sabor (DUTCOSKY, 1996).

Os resultados obtidos na análise sensorial estão apresentados na Tabela 2. Verificou-se que para os resultados das amostras coletadas em 2010, para o atributo cor, o caldo de cana obtido dos tratamentos convencional com corretivo (SCCO) e convencional (SC) apresentou menor somatória, isto é coloração mais clara, com diferença significativa para as demais amostras que apresentaram coloração mais escura.

Para o atributo sabor, somente houve diferença significativa entre a amostra de caldo de cana sob manejo convencional sem calcário (SCCA) sendo esta com menor somatória, a menos doce. As amostras de caldo do sistema convencional (SC) e do orgânico com corretivo (SOCO) obtiveram as maiores somatórias, ou seja, os mais doces. A amostra de caldo de cana sob manejo orgânico com corretivo (SOCO) foi a que apresentou maior valor de Pol (20,14) em comparação as demais amostras analisadas, embora não significativa estatisticamente (Figura 5). Para o atributo preferência não ocorreu diferença significativa entre as amostras de caldo.

Quanto às amostras referentes ao período 2011, para o atributo cor, a amostra de caldo do tratamento sob manejo convencional (SC) foi a que apresentou cor mais escura, estatisticamente diferente das demais amostras.

Para o atributo sabor, somente houve diferença significativa entre a amostra de caldo de cana sob manejo convencional sem calcário (SCCA) como a menos doce em relação à amostra do tratamento convencional com corretivo (SCCO) a mais doce.

Quanto a preferência, as amostras dos tratamentos orgânico com calcário, convencional com corretivo e testemunha absoluta (SOCA, SCCO e TA) foram as preferidas.

Tabela 2. Somatória das notas dos caldos de cana-de-açúcar quanto à cor, sabor e preferência nas amostras coletadas em 2010 e 2011.

Tratamentos	2010			2011		
	Cor	Sabor	Preferência	Cor	Sabor	Preferência
TA	270 ^a	186 ^{ab}	210 ^a	156 ^c	200 ^{ab}	244 ^a
SOCO	232 ^a	246 ^a	237 ^a	197 ^{bc}	215 ^{ab}	215 ^{ab}
SOCA	252 ^a	190 ^{ab}	207 ^a	170 ^c	225 ^{ab}	231 ^a
SC	143 ^b	244 ^a	200 ^a	305 ^a	209 ^{ab}	170 ^b
SCCO	128 ^b	223 ^{ab}	200 ^a	234 ^b	246 ^a	232 ^a
SCCA	235 ^a	171 ^b	206 ^a	198 ^{bc}	166 ^b	168 ^b

Valores seguidos de letras diferentes na vertical diferem estatisticamente pelo teste de Friedman. Diferença mínima = 59.

Legenda: **TA** (testemunha absoluta, sem adição de corretivo e composto), **SOCO** (manejo orgânico com corretivo e composto orgânico), **SOCA** (manejo orgânico com calcário e composto orgânico), **SC** (manejo convencional), **SCCO** (manejo convencional com corretivo orgânico e adubação química) e **SCCA** (manejo convencional sem calcário e com adubação química).

Verificou-se que para as amostras obtidas em 2011 houve aumento de Brix, Pol e Pureza, e diminuição de fenólicos e aminoácidos, que de alguma forma afetam os parâmetros de cor e sabor, que interligados afetam a preferência por determinados caldos, destacando-se os caldos com maior sabor e que apresentaram cor mais claras.

Segundo Della-Modesta (1994) o consumidor espera uma determinada cor para cada alimento e/ou bebida e qualquer alteração nesta, pode diminuir sua aceitabilidade. Isto corrobora com os dados obtidos na coleta de 2011, onde os caldos com uma cor mais clara e sabor mais doce foram os caldos preferidos pelos provadores. Na coleta de 2010, estas amostras de caldo não apresentaram a mesma tonalidade de cor e sabor.

Verificou-se que não ocorreu uma influência direta do sistema de manejo sobre a preferência do caldo de cana, visto que entre os preferidos na coleta de 2011 estão três distintos tratamentos (SOCA, SCCO e TA). O que

possivelmente influenciou a preferência foi o maior teor de sacarose advindo da maturidade da cana.

Da mesma forma que para os resultados obtidos nas análises microbiológicas e físico-químicas, verificou-se que o sistema de manejo da cana teve pouca influência sobre a qualidade sensorial do caldo de cana. Estes valores podem ser explicados pela maior maturidade da cana no segundo período de colheita, resultando em um caldo com maiores níveis de nutrientes, como fósforo, magnésio e sacarose, portanto maior pureza. Coelho; Verlengia (1973) constataram que até o quinto mês de idade a absorção de nutrientes do solo (nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, etc.) pela cana-de-açúcar é pequena, aumentando intensamente daí em diante, acumulando-se em 90% do total destes nutrientes após o décimo segundo mês de plantio, onde a qualidade da cana-de-açúcar também é maior devido a tal absorção, que promove o aumento de sacarose contida em seus colmos.

5 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, pode se concluir que:

- O sistema de manejo da cana orgânico e convencional não teve influência sobre a qualidade do caldo de cana. O aumento significativo de valores nos parâmetros físico-químicos entre os períodos de coleta, em safras sucessivas, indicou maior maturidade da cana-de-açúcar, independentemente do manejo da cultura.
- A comparação dos aspectos higiênico-sanitários, físico-químicos e sensoriais dos caldos de cana analisados mostrou que o caldo de cana orgânico apresentou condições satisfatórias, de igual qualidade quando comparado com o caldo de cana sob manejo convencional, podendo desta forma, ser comercializado e ainda assim ser utilizado como matéria-prima para vários produtos orgânicos, constituindo um vantajoso aprimoramento do uso da cana-de-açúcar dentro das pequenas e médias propriedades.

6 LITERATURA CITADA

AMBIENTE BRASIL. **Principais produtos orgânicos produzidos no Brasil**. Disponível em: <<http://www.ambientebrasil.com.br>>. Acesso em: 20/set./ 2006.

AMORIM, H.V. **Manual de métodos analíticos para o controle da produção de álcool e açúcar**. 2. ed. Piracicaba: Esalq – USP, 1996.

ANUÁRIO brasileiro da cana-de-açúcar. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 2011.

ANJOS, I. A. et al. Efeitos da adubação orgânica e da época de colheita na qualidade da matéria-prima e nos rendimentos agrícola e de açúcar mascavo artesanal de duas cultivares de cana-de-açúcar (cana-planta). **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, n.1, p. 59-63, 2007.

AQUINO A.M. de; ASSIS, R.L.de. Agricultura orgânica e áreas urbanas e periurbanas com base na agroecologia. **Ambiente & Sociedade**, v. 10, n. 1, p. 137-150, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS- ABNT. **NBR 13170**: teste de ordenação em análise sensorial. Rio de Janeiro, 1994.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Methods news**. 2005. Disponível em: <http://aoac.org/vmeth/newsmttd.htm>. Acesso em: 26 jan. 2010.

BARBOSA, L.A. **Impactos de sistema de cultivo orgânico e convencional da cana-de-açúcar nos atributos do solo**. 2010. 80f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2010.

BOKHTIAR, S.M.; PAUL, G.C.; RASHID, M.A.; RAHMAN, A.B.M. Effect of pressmud and organic nitrogen on soil fertility and yield of sugarcane grown in high Ganges river flood plain soils of Bangladesh. **Indian Sugar**, v.1, p.235-240, 2001.

BRASIL. Portaria nº 451, de 19 de setembro de 1997. Regulamento técnico. Princípios gerais para o abastecimento de critérios e padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, n. 182, 22 set. 1997. Seção 1, p. 21005-21011.

BRASIL. Resolução-RDC nº 12, de 02 de Janeiro de 2001. Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, n. 7-E, 10 jan. 2001. Seção 1, p. 46-53.

BRASIL. Lei nº 10.831, de 23 dez. 2003. Define o que é e quais são as finalidades dos sistemas orgânicos de produção. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 24 dez. 2003. Seção 1, p. 11399.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Diretrizes de política de agroenergia 2006-2011**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/images/MAPA/>>. Acesso em: 20/set./ 2006.

BRASIL. Resolução RDC n. 218, de 29 de julho de 2005. Dispõe sobre o regulamento técnico de procedimentos higiênico-sanitários para manipulação e alimentos e bebidas preparados com vegetais. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 29 jul. 2005. Disponível em: <<http://e-legis.bvs.br/leisref/public/showAct.php?id=18094&Word>>. Acesso em: 24 fev. 2010.

BSES. Bureau of Sugar Experiment Stations. **The standard laboratory manual for Australian sugar mills**. Brisbane, v. 2, 1991.

CLARKE, M. A.; LEGENDRE, B. R. Qualidade da cana-de-açúcar : impactos no rendimento do açúcar e fatores de qualidade. **STAB: açúcar, álcool e subprodutos**, v.17, n.6, p. 36-40, 1999.

COELHO, F. S.; VERLENGIA, F. **Fertilidade do solo**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1973.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conabweb/>. Acesso em 20 out. 2011.

CONSECANA. Conselho dos produtores de cana-de-açúcar, açúcar e álcool do estado de São Paulo. **Manual de Instruções**. CONSECANA-SP, Piracicaba, 5ª ed. 2006.

DELGADO, A.A. **A clarificação do caldo de cana despalhada manualmente e a fogo, em função do tempo de espera para a industrialização.**

Piracicaba, 1975. 148p. Tese (Livre Docência) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP, 1975.

DELGADO, A.A.; CÉSAR, M.A.A. Elementos de tecnologia e engenharia do açúcar de cana. **Zanini S/A equipamentos pesados**, v.1, 36p. 1977.

DELLA-MODESTA, R.C. **Manual de análise sensorial de alimentos e bebidas.** Rio de Janeiro: EMBRAPA-CTAA, 1994.

DESER. DEPARTAMENTO DE ESTUDOS SOCIO-ECONOMICOS RURAIS. Disponível em: <http://www.deser.org.br/boletim.asp>. Acesso 21 jan.2012.

DUTCOSKY, S.D. **Análise sensorial de alimentos.** Curitiba: Editora Champagnat, 1996.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2ª. Ed. Rio de Janeiro, 2006.

FAVA, A. R. Atletas ingerem garapa para repor energia. **Jornal da Unicamp**, p. 8, 3 a 9 maio 2004.

FERNANDES, A. C. **Cálculos na agroindústria da cana-de-açúcar.** 2. ed. Piracicaba: STAB, 2003.

FIGUEIREDO, P. A. M. Particularidades a respeito do potássio. **STAB: Açúcar, Alcool e Subprodutos**, v. 24, n. 6, p. 25, 2006.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos.** 2. ed. São Paulo: Atheneu, 2002.

GALLO, C. R. **Determinação da microbiota bacteriana de mosto e de dornas de fermentação alcoólica.** 1989. 388 f. Tese (Doutorado em Ciências dos Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1989.

GANDRA, T. K. V. Condições microbiológicas de caldos de cana comercializados em Umuarama (PR). **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v.1, n.2, p.61-69, 2009.

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.

GOES, J. et al. Capacitação dos manipuladores de alimentos e a qualidade da alimentação servida. **Higiene Alimentar**, v. 15, n. 82, p. 20-22, 2001.

GONÇALVES, D.B. **A regulamentação nas queimadas e as mudanças nos canaviais paulistas**. 1.ed. São Carlos- SP: RIMA Editoria, 2002.

HAJDENWURCEL, J. R. **Atlas de microbiologia de alimentos**. São Paulo: Fonte Comunicações e Editora, v. 1. 1998.

IANNI, B. M.; MADY, C. Como era gostoso o meu caldo de cana. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 85, n. 6, p. 379-381, 2005.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4ª ed. 1ª Edição digital. São Paulo, 2008. (item 3 12/IV). Disponível em:
<http://www.ial.sp.gov.br/index.php?option=com_remository&Itemid=0&func=select&orderby=1>fff.>. Acessado em: 20 mar. 2011.

INSTITUTO BIODINÂMICO (IBD). A agricultura orgânica no Brasil. Disponível em:
<http://www.ibd.com.br/artigos/agricultura_organica_brasil.html>. Acesso em: 23/ago./2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Estudo nacional da despesa familiar**: tabela de composição de alimentos. 5. ed. Rio de Janeiro: Varela, 1999.

JAY, J. M. **Microbiologia moderna de los alimentos**. Zaragoza : Acribia, 1992.

KITOKO, P. M.; OLIVEIRA, A. C.; SILVA, M. L. Avaliação microbiológica do caldo de cana comercializado em Vitória, Espírito Santo, Brasil. **Higiene Alimentar**, v. 18, n. 119, p. 73-76, 2004.

KORNDÖRFER, G.H. Importância da adubação na qualidade da cana-de-açúcar. In: SÁ, M.E.; BUZETTI, S. (Ed). **Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas**. São Paulo, Ícone, 1994.

LIMA, U. A. **Aguardente**: fabricação em pequenas destilarias. Piracicaba: Fealq, 1999.

LOPES C.H.; BORGES M.T.M.R. **Proposta de normas e especificações para açúcar mascavo, rapadura e melado de cana**. São Carlos: UFSCar, 2004.

LOPES, G.; CRESTO, R.; CARRARO, C. N. M. Análise microbiológica de caldos de cana comercializados nas ruas de Curitiba, PR. **Higiene Alimentar**, v. 20, n. 147, p. 40-44, 2007.

LOPEZ-TORREZ, A.J., HAZEN, T.C., TORANZOS, G.A. Distribution *in situ*, survival and activity of *Klebsiella pneumoniae* and *Escherichia coli* in a tropical rainforest watershed. **Current Microbiology**, v.15, p.213-218, 1987.

LUBATTI, M. R. S. **Vendedor ambulante, profissão folclórica**: pesquisa nas ruas, parques e jardins de São Paulo. Escola de Folclore: Secretaria de Estado da Cultura, 1982.

MANUAL dos derivados da cana-de-açúcar: diversificação, matérias-primas, derivados do bagaço, derivados do melaço, outros derivados, resíduos, energia. Brasília: ABIPTI, 1999.

MAPA. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Disponível em: < <http://www.agricultura.gov.br/legislacao/consultas-publicas>>. Acesso 20 de janeiro de 2012.

MARGARIDO, L. A. C.; BESKOW, P. R. Agricultura ecológica para o desenvolvimento sustentável. **Informações Econômicas**, Instituto de Economia Agrícola, Secretaria de Agricultura e Abastecimento, São Paulo, SP, v.28, n.2, fev.1998.

MARGARIDO, L.A.C.; RUAS, D. G.G.; LAVORENTI, N. A.; MATSUOKA, S.; BESKOW, P R.; STOLF, R. Produção orgânica da cana-de-açúcar, açúcar mascavo, melaço e rapadura: uma experiência. **Extensão Rural e Desenvolvimento Sustentável**. Porto Alegre, v.1 n.4, p. 39 -43, 2005.

MARTINI, C.; MARGARIDO, A. C.; CECCATO-ANTONINI, S. R. Microbiological and physico-chemical evaluations of juice extracted from different parts of sugar cane stalks from three varieties cultivated under organic management. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, p. 808-813, 2010.

MARTINI, C.; VERRUMA-BERNARDI, M. R.; BORGES, M. T. M. R. ; MARGARIDO, L. A. C. ; CECCATO-ANTONINI, S. R. Yeast composition of sugar cane juice in relation to plant varieties and seasonality. **Bioscience Journal**, v. 27, p. 710-717, 2011.

NOGUEIRA, A. M. P., FILHO VENTURINI, W. G. Clarificação de caldo de cana por micro e ultrafiltração: comprovação de viabilidade técnica em experimentos preliminares. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 10, n.1, p. 57-62. 2007.

OLIVEIRA, A. C. G. et al. Efeitos do processamento térmico e da radiação gama na conservação de caldo de cana puro e adicionado de suco de frutas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 4, p. 863-873, out./dez. 2007.

ORLANDO FILHO, J.; RODELLA, A. Doses e fracionamentos de nitrogênio e potássio em cana-planta em solo arenoso sob primeiro cultivo. **STAB - Açúcar, Alcool e Subprodutos**, v.15, n.1, p.34-35, 1996.

PRATI, P. **Desenvolvimento de processo de estabilização de caldo de cana adicionado de sucos de frutas ácidas**. 2004. 296 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

PRATI, P.; CAMARGO, G. A. Características do caldo-de-cana e sua influência na estabilidade da bebida. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 2, p. 37-44, 2008.

PRATI, P.; MORETTI, R. H.; CARDELLO, H. M. A. B. Elaboração de bebida composta por mistura de garapa parcialmente clarificada-estabilizada e sucos de frutas ácidas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n.1, p.147-152, 2005.

RIPOLI, T. C. C.; RIPOLI, M. L. C. **Biomassa de cana-de-açúcar: colheita, energia e ambiente**. Piracicaba: Barros & Marques Ed. Eletrônica, 2004.

RUSCHEL, C. K. et al. Qualidade microbiológica e físico química de sucos de laranja comercializados nas vias públicas de Porto Alegre/RS. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, n. 1, v. 21, p. 94-97, 2001.

SAMPAIO, S. C. A composição do caldo de cana-de açúcar. **Bragantia**, v.5, p.291-307, 1945.

SANTOS, D.H.; TIRITAN, C.S.; FOLONI, J.S.S.; FABRIS, L.B. Produtividade de cana-de-açúcar sob adubação com torta de filtro enriquecida com fosfato solúvel. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.40, n.4, p.454-461, 2010.

SARWAR, M.A.; IBRAHIM, M.; TAHIR, M.; AHMAD, K.; KHAN, Z.I.; VALEEM, E.E. Appraisal of pressmud and inorganic fertilizers on soil properties, yield and sugarcane fertilizers. **Pakistan Journal of Botany**, v.42, n.2, p.1361-1367, 2010.

SEGATO, S. V.; MATTIUZ, C. F. M.; MOZAMBANI, A. E. Aspectos fenológicos da cana-de-açúcar. In: Segato, S. V.; Pinto, A. S.; Jendiroba, E. Nobrega, J. C. M. (org.) **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. 1 ed.Piracicaba – SP: Livroceres , 2006. p.19-36.

SHIKANAI-YASUDA, M. A. et al. Possible oral transmission of acute Chagas disease in Brazil. **Revista Instituto Medicina Tropical de São Paulo**, v. 33, p. 351-357, 1991.

SILVA, N. **Influência do resfriamento em torre sobre a microbiota do caldo de cana no processo de produção de álcool**. 1988. 118 f. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1988.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. São Paulo: Varela, 1997.

SILVEIRA, L. C. I. da; BARBOSA, M. H. P.; OLIVEIRA, M. W. de. Níveis de variedades de cana-de-açúcar predominantes nas principais regiões produtoras de cachaça de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, v. 23, n. 217, p. 25-32, 2002.

SOARES, M. S. **Estudo comparativo de métodos de enumeração de coliformes em alimentos**. 1999. 52 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Pará, Belém, 1999.

SOUZA, Z.M. de; PAIXÃO, A.C.S.; PRADO, R.M.; CESARIN, L.G.; SOUZA, S.R. Manejo de palhada de cana colhida sem queima, produtividade do canavial e qualidade do caldo. **Ciência Rural**, v.35, p.1062-1068, 2005.

SOCOL, C. R.; SCHWAB, A.; KATAOKA, C. E. Avaliação microbiológica do caldo de cana (garapa) na cidade de Curitiba. **Boletim CEPPA**, v. 8, n. 2, p. 16-125, jul./dez. 1990.

TRABULSI, R. T. et al. **Microbiologia**. São Paulo: Atheneu, 1999.

TESSARI, E.N.; CARDOSO, A.L.S.P.; CASTRO, A.G.M. Prevalência de *Salmonella enteritidis* em carcaças de frango industrialmente processadas. **Higiene Alimentar**, v.17, n107, p.52-55, 2003.

TONDO, I.S.P; SILVA, J.F.M; SHIKIDA, P.F.A. Análise econômica da produção do açúcar orgânico. **Expectativa**, v. 6, n.6, p. 159-175, 2007.

UDOP. Variedades. Disponível em: <<http://www.udop.com.br/geral.php>>. Acesso em: 20 de mar. 2011.

VASCONCELOS, A. C. M. **Comportamento de clones IAC e variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) nas condições edafoclimáticas da região do Vale do Paranapanema**. 1998. 108 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1998.

VIJAV, K.; VERMA, K. S. Effect of N, P, K, Zn fertilizers and organic manure on plant and ratoon crops of sugarcane and soil fertility under continuous cropping. In: ANNUAL CONVENTION OF THE SUGAR TECHNOLOGY ASSOCIATION OF INDIA, 63., 2001, Jaipur. **Abstracts**... New Delhi: Sugar Technologists Association of India, p. 135, 2001.

APÊNDICE

FICHA UTILIZADA NA ANÁLISE SENSORIAL DO CALDO

Idade: _____ Sexo: _____

Data: / /2010

Você gosta de garapa? () SIM () NÃO

Qual a frequência que você consome:

Você está recebendo 6 amostras de GARAPAS:

1. Por favor, ordene as amostras da esquerda para direita, em primeiro lugar ANOTE a garapa de **cor** MAIS CLARA e por último a de cor MAIS ESCURA.

Claro

Escuro

2. Por favor, ordene as amostras da esquerda para direita, em primeiro lugar a garapa de **sabor** MENOS DOCE e por último A de sabor MAIS DOCE.

Menos doce

Mais doce

3. Por ultimo ordene as amostras da esquerda para direita, em primeiro lugar a garapa que você **MENOS GOSTOU** e por último a que **MAIS GOSTOU**.

Menos gostou

Mais gostou