

Universidade Federal de São Carlos
Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação

**Processo de Planejamento da Reengenharia de Software Guiado por
Avaliação de Usabilidade**

Sérgio Luisir Díscola Junior

São Carlos

Maior/2004

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

D611pp

Díscola Junior, Sérgio Luisir.

Processo de planejamento da reengenharia de software guiado por avaliação de usabilidade / Sérgio Luisir Díscola Junior. -- São Carlos : UFSCar, 2005.

229 p.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2004.

1. Engenharia de software. 2. Usabilidade. 3. Reengenharia (Administração) 4. Software - desenvolvimento. I. Título.

CDD: 005.1 (20^a)

Universidade Federal de São Carlos
Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação

*“Processo de Planejamento da Reengenharia de Software Guiado
por Avaliação de Usabilidade”*

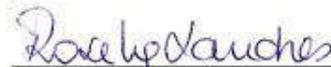
SÉRGIO LUISIR DÍSCOLA JÚNIOR

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação.

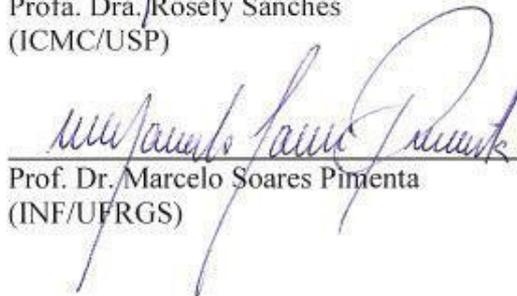
Membros da Banca:



Profa. Dra. Júnia Coutinho Anacleto Silva
(Orientadora - DC/UFSCar)



Profa. Dra. Rosely Sanches
(ICMC/USP)



Prof. Dr. Marcelo Soares Pimenta
(INF/UFRGS)

São Carlos
Maio/2004

À Marcela, amor
da minha vida.

Aos meus pais,
pelo exemplo de amor,
trabalho e dedicação.

Agradecimentos

A Deus, aquele que esteve sempre ao meu lado.

À minha orientadora Júnia, não só pela valiosa orientação, mas também pela amizade e compreensão.

À Marcela, pela amizade, carinho, dedicação e, sobretudo, amor.

A Sérgio, Marizilda, Amanda, Carla, Eduardo e Madu, pela paciência, compreensão e carinho.

A Pedro, Isabel, Sale, Renata, Jorge, Nestor e Élide, pela infinita bondade de vocês.

Aos amigos do PPG-CC, especialmente ao Grupo de Interação Humano-Computador da UFSCar, pelo convívio alegre, pelos momentos de descontração e pela troca de conhecimento.

À CAPES pelo apoio financeiro.

E a todos que, de alguma forma, contribuíram para essa minha vitória.

Muito Obrigado!

Resumo

O produto chamado software é passível de modificação desde a sua concepção até a sua implantação e manutenção. Vários são os motivos para a mudança: requisitos não atendidos, requisitos mal interpretados, defeitos de funcionamento pós-entrega, dificuldades na utilização do mesmo, entre outros. Dentre eles, um forte motivo é a insatisfação dos usuários na utilização, aprendizagem e memorização do software, o que é comprovado através de um aumento na criação de laboratórios de avaliação de usabilidade por grandes empresas como Nokia, Oracle e Microsoft. Estas empresas detectaram na usabilidade um gargalo para o aumento nas vendas de seus produtos. Uma modificação no software pode ser realizada através de manutenção, de re-desenvolvimento desde a sua especificação ou através da reengenharia de software. A última consiste na revitalização dos documentos de desenvolvimento do software, da modificação desses documentos e da implementação do novo software de maneira a atender os requisitos dos usuários. Para tanto, o seu sucesso depende de um planejamento programado. Os processos de planejamento de reengenharia de software tradicionais (Sneed, 1995; Ransom et al, 1998; Tilley, 1995) não contemplam procedimentos que permitam uma avaliação e proponham uma melhoria na usabilidade do software. Dessa forma, o objetivo dessa pesquisa é elaborar um processo de planejamento de reengenharia de software guiado pela avaliação de usabilidade (PPR-U) de modo a verificar se a reengenharia é a melhor maneira de se modificar o software em questão e, caso afirmativo, prover diretrizes que considerem a facilidade de uso, de memorização e de aprendizagem - a usabilidade do software - uma questão central na causa da modificação do software. Esse planejamento deve ser capaz de gerar uma análise da usabilidade do software existente e possibilitar uma reengenharia que considere os aspectos da interação humano-computador para que o software gerado após a reengenharia planejada pelo PPR-U seja agradável e fácil de aprender e usar.

Abstract

Software can be modified since its creation, deployment and maintenance. Many are the reasons for that: missing requirements, misunderstood requirements, bugs, among others. But, there is one strong reason that should be studied: the missing of usability. Many companies, like Nokia and Oracle detected usability as the major reason for the software modification. Software modification can be done using many techniques: substitution, maintenance or reengineering. The last consists the revitalization of the software project, its modification and implementation. For that, a criterious planning should be done so as this research goal is to establish a Reengineering Planning Process Guided by Usability Evaluation. This planning should be able to evaluate the usability of the software and turn reengineering guided by this evaluation so as the produced software turns easy to use, learn and make the user satisfied.

Sumário

Capítulo 1 - Introdução	1
1.1 Considerações iniciais	1
1.2 Definições	2
1.3 Motivações e Objetivos	3
1.4 Organização do trabalho	3
Capítulo 2 - Processo de planejamento de reengenharia de software segundo Harry Sneed	4
2.1 Considerações iniciais	4
2.2 Descrição do processo	4
2.2.1 Fase-1: Justificativa do Projeto de reengenharia	5
2.2.2 Fase-2: Análise de Portfolio	6
2.2.3 Fase-3: Estimativa de custo da reengenharia	6
2.2.4 Fase-4: Análise do custo x benefício	6
2.2.5 Fase-5: Contratação	7
2.3 Comparação do processo de planejamento de Sneed com outras Propostas	7
2.3.1 Planejamento da reengenharia segundo Ransom, Sommerville e Warren	7
2.3.2 Planejamento da reengenharia segundo Tilley	8
2.3.3 Análise dos processos de planejamento de reengenharia face à questão da Interação Humano-Computador	9
2.3.4 Comparação entre as propostas de processos de planejamento	10
2.4 Análise Crítica do processo	10
2.5 Considerações Finais	12
Capítulo 3 - Métodos e Modelos de avaliação de usabilidade para Apoio ao processo de planejamento	13
3.1 Considerações iniciais	13
3.2 Avaliação Heurística	14
3.2.1 Descrição do método	14
3.2.2 Potencialidades	14
3.2.3 Limitações	15
3.2.4 Análise crítica do método no contexto do planejamento de reengenharia	15
3.3 Percurso Cognitivo	17
3.3.1 Descrição do método	17
3.3.2 Potencialidades	18
3.3.3 Limitações	18
3.3.4 Análise crítica do método no contexto do planejamento de reengenharia	19
3.4 Teste de usabilidade	21
3.4.1 Descrição do método	21
3.4.2 Potencialidades	22
3.4.3 Limitações	22
3.4.4 Análise crítica do método no contexto do planejamento de reengenharia	22
3.5 Modelo GOMS	24
3.5.1 Descrição do modelo	24
3.5.2 Potencialidades	24
3.5.3 Limitações	25
3.5.4 Análise crítica do modelo no contexto do planejamento de reengenharia	26
3.6 Considerações finais	27
Capítulo 4 - Processo de planejamento de reengenharia de software Guiado por avaliação de usabilidade - PPR-U	28
4.1 Considerações Iniciais	28

4.2	Descrição do processo de planejamento de reengenharia de software Guiado por avaliação de usabilidade	29
4.2.1	Fase-1: Justificativa da reengenharia.....	31
4.2.2	Fase-2: Análise de Portfolio	41
4.2.3	Fase-3: Estimativa do custo	47
4.2.4	Fase-4: Análise custo-benefício	56
4.2.5	Fase-5: Elaboração do contrato	65
4.3	Apresentação Esquemática do PPR-U.....	67
4.4	Considerações Finais	73
Capítulo 5 -	Estudo de Caso – Locadora de Carros.....	75
5.1	Considerações Iniciais	75
5.2	Descrição do software analisado	76
5.2.1	Cenário da visão da locadora.....	77
5.2.2	Cenário da visão do desenvolvedor	78
5.3	Discussão do Experimento	78
5.3.1	Primeira etapa: planejamento da reengenharia usando PPR-U	79
5.3.2	Segunda etapa: reengenharia do software legado.....	88
5.3.3	Terceira etapa: avaliação de usabilidade após a reengenharia	95
5.4	Resultados obtidos.....	95
5.5	Considerações Finais	96
Capítulo 6 -	Conclusões.....	98
6.1	Considerações Iniciais	98
6.2	Resultados obtidos.....	98
6.2.1	Discussão dos resultados específicos obtidos em cada fase do PPR-U.....	100
6.3	Dificuldades a serem superadas.....	101
6.4	Trabalhos Futuros	101
6.5	Considerações Finais	102
	Referência bibliográfica	104
	APÊNDICE-A: Métricas de usabilidade	106
	APÊNDICE-B: Documentos do PPR-U.....	108
	APÊNDICE-C: Experimento.....	117

Lista de Figuras

Figura 4-1: Estrutura da especificação do PPR-U.....	31
Figura 4-2: Gráfico: Qualidade Técnica x Valor de negócio	44
Figura 4-3: Fases do PPR-U	67
Figura 4-4: Fase-1 – Justificativa da reengenharia.....	68
Figura 4-5: Fase-2 – Análise de Portfolio	69
Figura 4-6: Fase-3 - Estimativa do custo.....	70
Figura 4-7: Fase-4 – Análise do custo-benefício.....	71
Figura 4-8: Fase-4 – Análise do custo-benefício (continuação).....	72
Figura 4-9: Fase-5 – Elaboração do contrato.....	72
Figura 5-1: Primeira tela da tarefa cadastrar aluguel do software legado	89
Figura 5-2: Segunda tela da tarefa cadastrar aluguel do software legado	90
Figura 5-3: Terceira tela da tarefa cadastrar aluguel do software legado.....	90
Figura 5-4: Quarta tela da tarefa cadastrar aluguel do software legado	91
Figura 5-5: Quinta tela da tarefa cadastrar aluguel do software legado	91
Figura 5-6: Primeira tela da tarefa cadastrar aluguel do software obtido pela reengenharia ...	93
Figura 5-7: Segunda tela da tarefa cadastrar aluguel do software obtido pela reengenharia ...	93
Figura 5-8: Terceira tela da tarefa cadastrar aluguel do software obtido pela reengenharia....	94
Figura 5-9: Quarta tela da tarefa cadastrar aluguel do software obtido pela reengenharia	94

Lista de tabelas

Tabela 2-1: Processo de planejamento de reengenharia de Sneed	4
Tabela 3-1: Análise da aplicabilidade da avaliação Heurística com base em suas potencialidades e limitações.	16
Tabela 3-2: Análise da aplicabilidade do Percurso Cognitivo com base em suas potencialidades e limitações.	19
Tabela 3-3: Análise da aplicabilidade do Teste de usabilidade com base em suas potencialidades e limitações.	23
Tabela 3-4: Análise da aplicabilidade do Modelo GOMS com base em suas potencialidades e limitações.	26
Tabela 4-1: Informações obtidas pela avaliação Heurística	36
Tabela 4-2: Valor de negócio das tarefas de um sistema de Locadora de carros	38
Tabela 4-3: Exemplo de tabela CQT x VN	45
Tabela 4-4: Exemplo de tabela CQT x VN ordenada pelo menor valor de CQT.....	46
Tabela 4-5: Exemplo de tabela CQT x VN ordenada pelo maior valor de VN.....	46
Tabela 4-6: Exemplo de preenchimento da Tabela do valor total do peso para cálculo do esforço usando	50
Tabela 4-7: Tabela de cálculo do ponto-função do software (adaptada de Pressman, 2001)...	52
Tabela 4-8: Tabela para cálculo de fator de ajuste da complexidade (adaptado de	53
Tabela 5-1: Usuários e suas necessidades, expectativas e objetivos.	76
Tabela 5-2: Resultados gerais da análise qualitativa do software	79
Tabela 5-3: Resultados obtidos pelo Teste de usabilidade aplicado	81
Tabela 5-4: Esforço para reengenharia	83
Tabela 5-5: Estimativas de tempo de execução antes da reengenharia obtidos pelo Modelo GOMS.....	84
Tabela 5-6: Tempo de execução antes da reengenharia	86
Tabela 5-7: Tempos de execução estimado pelo Modelo GOMS para o software	94
Tabela 5-8: Sumário dos resultados obtidos pela execução do PPR-U	96
Tabela 5-9: Lista de problemas levantados, solucionados e que ainda permanecem no software após a reengenharia (a Tabela completa pode ser visto no APÊNDICE-C)	96

Capítulo 1 - Introdução

1.1 Considerações iniciais

Os softwares implantados em uma organização sofrem a interação de, basicamente, três membros: empresários das organizações, que objetivam um aumento no lucro da organização através do aumento na produtividade dos usuários e da diminuição nos custos operacionais do software existente; desenvolvedores do software, que geralmente desejam um software fácil de manter, do qual possam reutilizar o seu código para outro software sendo projetado; e seus usuários diretos que querem que o software seja: agradável de usar, fácil de aprender, fácil de memorizar, produza poucos erros e aumente a produtividade do usuário na realização de tarefas.

Porém, com o passar do tempo, os softwares vão perdendo a capacidade de atender a essas exigências e começam a ser levantados questionamentos sobre a necessidade de mudança no software implantado. Observa-se que a insatisfação dos usuários e, conseqüentemente, a falha na usabilidade é um forte motivo para a mudança de um software. Essa mudança pode ser realizada através de uma reengenharia de software a qual consiste no “exame e a alteração de um software existente para reconstituí-lo em uma nova forma e implementar essa nova forma” (Chickofsky & Cross, 1990). Em (Chickofsky & Cross, 1990) são definidos os elementos da reengenharia, apresentados a seguir:

- Engenharia Avante (EA): processo que envolve a transformação de uma abstração de alto nível e de projetos lógicos e independentes da codificação em uma implementação física do sistema. Compreende os processos de desenvolvimento da engenharia de software convencional.
- Engenharia Reversa (ER): processo de análise de um sistema legado usado para identificar os componentes do sistema e seus inter-relacionamentos e para criar representações do sistema em uma outra forma ou em um nível mais alto de abstração.
- Redocumentação: É a criação ou revisão de uma representação semanticamente equivalente ao projeto do sistema legado. Ela é a forma mais simples de ER existente, cuja intenção é recuperar a documentação do sistema legado.

- Reestruturação: É a transformação de uma forma de representação, em uma outra forma no mesmo nível de abstração, preservando a funcionalidade e a semântica do sistema legado.

Porém, o sucesso da reengenharia deve-se ao seu correto planejamento que tem os seguintes objetivos:

1. A justificativa da necessidade da mudança do software existente.
2. A viabilidade da reengenharia como forma de evolução do software.
3. As atividades que a reengenharia de software deverá conter.

Como falhas de usabilidade é um grande motivo para a modificação em um software, a avaliação de usabilidade pode ser utilizada no planejamento da reengenharia. Neste trabalho é proposto um processo de planejamento de reengenharia de software Guiado por avaliação de usabilidade que seja capaz de:

1. Analisar se os requisitos funcionais e não funcionais atendem aos usuários.
2. Verificar se a reengenharia de software é a melhor maneira de se realizar a modificação no software.
3. Caso a reengenharia de software seja a melhor maneira, avaliar os requisitos funcionais e não funcionais enfatizando a avaliação de usabilidade para guiar o planejamento da reengenharia.

1.2 Definições

No decorrer deste trabalho alguns termos, cujas definições estão descritas a seguir:

- Processo: fluxo especificado de fases, atividades, passos, documentos usados e gerados com um fim bem definido (Brown, 1997).
- Fase: abstração de mais alto nível de um conjunto de tarefas realizadas em um processo (Sneed, 1995).
- Atividade: unidade de divisão em um nível abstrato para a execução de uma fase (Sneed, 1995).
- Passos: ações que uma pessoa deve realizar para executar uma atividade (Sneed, 1995).
- Método: técnica utilizada para executar uma etapa da metodologia (Brown, 1997).
- Modelo: uma representação de um objeto físico através de uma descrição a qual é utilizada para análise, seja em uma avaliação, seja em uma interpretação de um modelo abstrato (Brown, 1997).

- Interface: descreve o meio pelo qual o usuário interage com o computador ou com o software em questão. É a interface com o usuário (Pressman, 2001).
- Usuário representativo: usuário de um software que apresenta as características de um usuário real do sistema utilizado (Nielsen e Molich, 1990).

1.3 Motivações e Objetivos

Essa pesquisa é motivada pela falta de um processo de planejamento de reengenharia de software que analise a usabilidade do software a ser modificado. Como as questões da usabilidade é um forte fator motivador da mudança de um software, faz-se necessário considerá-la desde o planejamento da reengenharia para que o software resultante tenha uma boa usabilidade.

Dessa maneira, o principal objetivo desta pesquisa é elaborar um processo de planejamento de reengenharia (baseado na proposta de Sneed (Sneed, 1995)) que seja guiado pelos resultados obtidos na avaliação de usabilidade do software. A especificação desse processo contém:

1. Fases, atividade e passos do processo elaborado (alguns passos usam Métodos de avaliação de usabilidade enquanto outros não são suportados por eles).
2. Fluxo de execução do processo.
3. Documentos e artefatos necessários para a execução de cada atividade.
4. Documentos e artefatos (tabelas e gráficos) gerados pela atividade.

1.4 Organização do trabalho

Este trabalho está organizado da seguinte maneira: no capítulo 2, o processo de planejamento de reengenharia segundo Harry Sneed é descrito, comparado e analisado criticamente com o objetivo de fornecer ao leitor o embasamento teórico do planejamento que se deve realizar antes de aplicar a reengenharia em um software. No capítulo 3, os métodos de avaliação de usabilidade e o modelo de engenharia GOMS utilizados no PPR-U são explorados descrevendo-os, bem como analisada sua aplicabilidade no planejamento da reengenharia. No capítulo 4, o processo de planejamento de reengenharia Guiado por avaliação de usabilidade é descrito através da apresentação das suas fases, atividades, passos e documentos gerados e usados durante o PPR-U. No capítulo 5, um estudo de caso e os seus resultados é apresentado e o PPR-U é discutido face ao estudo realizado. Finalmente, no capítulo 6, comentários, conclusões e futuros trabalhos são apresentados.

Capítulo 2 - Processo de planejamento de reengenharia de software segundo Harry Sneed

2.1 Considerações iniciais

O planejamento da reengenharia de software tem por objetivo analisar a qualidade técnica do software, determinar as tarefas necessárias para realizar a reengenharia, estimar o esforço necessário para a execução das tarefas e estimar o custo-benefício da reengenharia. Para tanto, alguns processos têm sido desenvolvidos e empregados.

Este capítulo destina-se a apresentar o processo de planejamento proposto por Sneed e analisar a necessidade da introdução da avaliação de usabilidade no mesmo a fim de melhorar a usabilidade do software resultante da reengenharia. Para tal, neste capítulo, a descrição do processo de planejamento da reengenharia de software segundo Sneed é introduzida na seção 2.2. Na seção 2.3, uma comparação entre o planejamento, apresentado na seção 2.2, e outros dois processos de planejamento é discutida. Na seção 2.4 uma análise crítica do processo de planejamento segundo Sneed e das principais características que um planejamento de reengenharia deve conter é apresentada. Por fim, na seção 2.5, comentários sobre os principais aspectos apresentados nesse capítulo são realizados.

2.2 Descrição do processo

Sneed propõe um processo de planejamento de reengenharia de software constituído por cinco fases (Sneed, 1995) cujas atividades são apresentadas na Tabela 2.1:

Tabela 2-1: processo de planejamento de reengenharia de Sneed

Fases	Atividades
<i>Justificativa da reengenharia</i>	1. Análise da qualidade técnica do software.
	2. Cálculo dos custos de manutenção.
	3. avaliação do valor de negócio.
<i>Análise de Portfolio</i>	1. Cálculo do coeficiente de qualidade técnica.
	2. Montagem do gráfico: qualidade técnica x valor de negócio.
	3. Determinação da prioridade dos módulos para sofrerem reengenharia.
<i>Estimativa do Custo</i>	1. Cálculo do esforço através das métricas do software em pessoas-mês.
	2. Cálculo do custo através do valor de pessoas-mês.
	3. Cálculo dos custos dos testes.
	4. Estimativa do cronograma utilizando variante de Cocomo.
<i>Análise do fator custo - benefício</i>	1. Estimativa do custo x benefício do software atual.
	2. Estimativa do custo x benefício do software com re-desenvolvimento.
	3. Estimativa do custo x benefício do software com reengenharia.
<i>Elaboração de contratos</i>	1. Elaboração do contrato

Na Tabela 2.1 é mostrada uma abstração das atividades de cada fase do processo proposto por Sneed. A seguir cada uma das fases são descritas:

2.2.1 Fase-1: Justificativa do Projeto de reengenharia

Na primeira fase do planejamento da reengenharia, deve-se provar que o custo da manutenção irá reduzir e a qualidade do software resultante melhorará com a reengenharia. Nesse contexto, deve-se:

- a. Avaliar a qualidade do sistema legado;
- b. Calcular os custos atuais de manutenção avaliando a manutenibilidade atual e futura;
- c. Avaliar o valor de negócio da aplicação que sofrerá a reengenharia.

A fase de Justificativa da Reengenharia contém 4 atividades para analisar a qualidade:

1. Implantação de um programa de medição: essa atividade é realizada para avaliar a manutenibilidade do software legado através de uma base de dados históricos e fornecer uma escala que indica a melhoria da qualidade e a diminuição do esforço na manutenção do mesmo. Para tanto, encontra-se na literatura ferramentas de estimativas da manutenção do software suportadas pelas atividades de mineração de dados históricos referentes à esse processo como encontrado em (Shirabad et al, 2003) e (Sayyad, J.; Lethbridge, C.).
2. Análise da qualidade do software: pode ser realizada automaticamente, através de um software que compara as informações quantitativas com os parâmetros estabelecidos com base nas exigências estabelecidas pelos usuários, ou baseando-se em padrões utilizados pela empresa na qual o software está implantado, ou ainda por padrões comerciais.
3. Análise dos custos de manutenção: a decisão de se implantar a reengenharia em um software não pode se basear apenas na análise da qualidade do software existente. Portanto, é necessário fazer uma análise dos custos de manutenção, comparando o processo de manutenção do software atual com os benefícios que um novo software resultante da reengenharia poderá produzir (Niessink & Vliet, 1998).
4. avaliação do valor de negócio da tarefa do software que sofrerá a reengenharia: as três primeiras atividades geram indicadores de custo. Nessa atividade, o valor de negócio das tarefas do software legado é avaliado, sendo obtido através da análise do valor dos objetivos do negócio de cada tarefa do sistema avaliado. Por exemplo, uma tarefa de gerenciamento de estoque pode ter um determinado valor nos seguintes objetivos de negócio: valor de mercado, contribuição para o lucro da empresa, relevância das

informações armazenadas. Com base no valor de negócio da tarefa, ela pode ser uma candidata à reengenharia ou não.

2.2.2 Fase-2: Análise de Portfolio

Na segunda fase do processo de planejamento, as tarefas que são mais propensas a sofrer reengenharia são priorizadas através de uma análise de valor de negócios e da qualidade técnica de cada tarefa. Através das informações obtidas na fase anterior, um gráfico de *portfolio* é gerado, com dados relativos ao valor de negócio e da qualidade técnica estabelecida através de características requeridas pelos usuários ou por padrões pré-estabelecidos, representando quais tarefas são mais prioritárias e quais são menos prioritárias para se aplicar à reengenharia.

2.2.3 Fase-3: Estimativa de custo da reengenharia

A fase de estimativa de custo produz os custos do projeto de reengenharia do software legado. A estimativa é feita, segundo a proposta de Sneed, através das seguintes métricas do software legado: linhas de código, número de casos de testes, número de bases de dados e arquivos existentes, número de janelas da interface, número de relatórios da aplicação, produtividade das pessoas durante o trabalho com o software, entre outras informações. Com a posse de todas essas informações, é possível formular um cronograma para o projeto de reengenharia e estimar os custos da reengenharia.

2.2.4 Fase-4: Análise do custo x benefício

A quarta fase consiste na análise do custo x benefício, onde são comparados os custos da reengenharia obtidos na fase anterior com os benefícios que essa remodelagem do software produzirá. Para tal, os benefícios com a aplicação da reengenharia e sem a aplicação da mesma devem ser estimados. Caso os benefícios obtidos com a aplicação da reengenharia superem aqueles obtidos pelo software existente sem nenhuma modificação, a reengenharia é viável. Assim sendo, os ganhos da organização com a utilização do software são estimados. Esse valor é subtraído dos custos calculados na fase anterior gerando, dessa forma, os benefícios do software. Os benefícios para o software legado e para o projeto de reengenharia são obtidos, podendo assim realizar a comparação e verificar a viabilidade ou não da reengenharia.

2.2.5 Fase-5: Contratação

Destina-se a elaborar um contrato que pode se basear no prazo de entrega e no material necessário para a reengenharia, ou pelo resultado esperado da reengenharia do legado.

Além do processo de planejamento de reengenharia de software definido por Sneed, outros dois processos são bastante interessantes a fim de se analisar a necessidade da consideração dos aspectos do software relacionados à interação do usuário com o software sobre a reengenharia de software, sendo discutidos a seguir.

2.3 Comparação do processo de planejamento de Sneed com outras Propostas

Com o objetivo de analisar o processo de planejamento de reengenharia proposto por Sneed face à outras propostas, o planejamento proposto por Ransom, Sommerville e Warren, e a proposta de Tilley são apresentados a seguir.

2.3.1 Planejamento da reengenharia segundo Ransom, Sommerville e Warren

Esse método de avaliação de sistema legado foi elaborado a partir do projeto Esprit – RENAISSANCE da Universidade de Lancaster e tinha o objetivo de desenvolver um processo de reengenharia com foco em aplicações comerciais (Ransom et al, 1998).

O método de avaliação de softwares legados em questão foi projetado para ser iterativo e oferecer estimativas confiáveis de custo e riscos de possível projeto de reengenharia.

Nesse processo algumas questões sobre a avaliação do legado devem ser respondidas: (a) o sistema é crítico para a organização e quais são os seus objetivos? (b) em quais requisitos o software deve evoluir? (c) qual é a vida útil do legado e qual como está o seu estado técnico? (d) a organização na qual o software opera é susceptível à mudança? (e) a organização responsável pela mudança detém recursos suficientes para aplicá-las?

A fim de responder essas questões, Ransom et al (1998) propõem um processo de avaliação do legado composto por cinco etapas:

1. Instanciação: adapta o método de avaliação do software legado às necessidades da organização e do projeto, através da definição de métodos de avaliação. A instanciação também envolve a determinação das atividades necessárias para avaliar o software legado.
2. Avaliação do valor de negócio: nessa etapa é analisada a importância do sistema para a organização, a fim de identificar quais aplicações têm prioridade no processo de evolução

do software implantado. Uma vez realizada a avaliação do valor de negócio da aplicação, deve-se executar a avaliação do ambiente externo.

3. Avaliação do ambiente externo: nessa etapa deve-se avaliar o hardware, o software e a infra-estrutura da organização, para analisar questões de manutenção como custo, esforço e duração, e também analisar o processo de manutenção existente na organização.
4. Avaliação da aplicação: Nessa etapa, a aplicação é avaliada segundo sua complexidade, dados com que trabalha, documentação existente, dependências externas, manutenibilidade, tamanho e casos de testes aplicados. Essa avaliação é feita em dois níveis: o nível de sistema é uma análise mais geral da qualidade do sistema como um todo, e o nível de componentes, onde os subsistemas que formam a aplicação são avaliados.
5. Interpretação dos resultados: os resultados obtidos das avaliações efetuadas nas etapas anteriores são utilizados para determinar a qualidade técnica do sistema, bem como o seu valor de negócio para a organização. A comparação desses dois elementos fornece bases para se decidir qual o tipo de processo de evolução de sistemas que será empregado na situação em que o sistema legado se encontra.

Segundo (Ransom et al, 1998), o processo determina meios para analisar qual é o melhor modo de modificação que pode ser empregado e demonstra que as propriedades técnicas, organizacionais e de negócios são importantes para a determinação do método de evolução que deve ser aplicado: reengenharia, manutenção ou substituição do sistema existente.

2.3.2 Planejamento da reengenharia segundo Tilley

A fim de implementar um planejamento da reengenharia de software, Tilley (1995) também mostra um conjunto de questões a serem respondidas, dentre elas: (a) quais são os motivos para modificar o software utilizando reengenharia? (b) quais são os fatores críticos de sucesso para o projeto de reengenharia? (c) quais objetivos a atualização do sistema deve atender? (d) como os resultados do projeto de reengenharia serão medidos durante a execução da mesma?

Para tanto, o planejamento da reengenharia deve descrever as atividades que esse processo contém e os recursos que necessitam. As informações usadas na definição das atividades são: a utilidade do sistema, as mudanças funcionais requeridas, quais funções podem ser removidas, quais tarefas sofrerão modificações e quais critérios arquiteturais de hardware e software serão utilizados para avaliar o sistema. Uma vez realizada a descrição dessas informações a fim de definir as características das atividades, o plano deve descrever quais métodos, ferramentas, metodologias e tecnologias serão empregadas na reengenharia do

sistema. Nessa etapa, devem ser definidas informações sobre o modelo de processo empregado, a decomposição das tarefas realizadas na reengenharia, as ferramentas de software e as tecnologias utilizadas. Ao final dessas definições, é elaborado um cronograma e são determinados os locais e as datas de aplicação da reengenharia no sistema em questão. Dessa maneira, o custo do projeto de reengenharia é estimado através da utilização de métricas definidas. Essas métricas podem ser: o número de linhas de código (LOC) do sistema legado, a linguagem de programação que o software foi escrito, o tamanho dos documentos do software e a documentação disponível. Por fim, deve-se fazer um levantamento dos riscos concernentes à aplicação da reengenharia como processo de evolução do software.

Dessa forma, é possível realizar o planejamento da reengenharia identificando sua viabilidade através da análise dos riscos e dos benefícios da aplicação desse processo de evolução de software. Uma vez comprovada a viabilidade da reengenharia como método de evolução de software, os métodos de reengenharia devem ser empregados para implantá-la.

2.3.3 Análise dos processos de planejamento de reengenharia face à questão da Interação Humano-Computador

A respeito do processo de planejamento segundo Sneed, observou-se a lacuna de se avaliar questões de usabilidade nos seguintes pontos:

- A primeira etapa (Justificativa do projeto de reengenharia) desse processo menciona a necessidade de comparar o software legado com padrões industriais ou através das exigências dos usuários, porém não explicita a forma de se realizar o levantamento dos parâmetros exigidos pelos usuários. Uma avaliação de usabilidade poderia ser utilizada para auxiliar tal levantamento e quantificar as exigências dos usuários.
- A estimativa do custo-benefício da reengenharia poderia ser realizada com a comparação de modelos existentes de modelagem de tarefas, como o modelo GOMS do software legado, com o software modificado pela reengenharia.
- Um dos itens de qualidade não explorado em profundidade pelo processo de Sneed é a usabilidade.

O processo de planejamento segundo Ransom, Sommerville e Warren apresenta a necessidade da aplicação de métodos de avaliação de usabilidade nas seguintes questões:

- Os objetivos da organização e os requisitos do sistema legado que devem ser melhorados podem ser obtidos através da avaliação de usabilidade do legado.

- Os especialistas podem analisar os aspectos de usabilidade presentes no software e estabelecer prioridades sobre a necessidade de mudança para cada tarefa do sistema.
- Na fase de avaliação da aplicação pode-se avaliar a usabilidade, pois a satisfação do usuário é importante para a determinação da necessidade de mudança do legado.

Por fim, o processo de planejamento segundo Tilley necessita da aplicação de métodos de avaliação de usabilidade nas seguintes questões:

- Estudo dos motivos para a reengenharia, no caso a precária usabilidade.
- Determinação dos objetivos da modificação do software e os resultados da reengenharia através da avaliação de usabilidade antes de escolher a reengenharia como forma de modificação do software.
- Determinação das mudanças funcionais necessárias através da avaliação de usabilidade.

2.3.4 Comparação entre as propostas de processos de planejamento

Observa-se que o processo de planejamento proposto por Sneed é o mais detalhado uma vez que descreve as suas cinco fases de maneira prática e detalhada, embora alguns pontos deveriam ser mais bem explorados. O processo proposto por Ransom baseia-se no de Sneed e também é detalhado, porém não tanto quanto o de Sneed. Já a proposta de Tilley apresenta-se como uma visão geral e abstrata de o que um planejamento de reengenharia deveria conter, assim como quais questões deveriam tratar. Portanto, o processo de planejamento de reengenharia Guiado por avaliação de usabilidade baseia-se na proposta de Sneed e insere a avaliação de usabilidade em pontos estratégicos desse processo.

2.4 Análise Crítica do processo

Para um melhor entendimento das características do processo de planejamento de reengenharia proposto por Sneed, são explanados os pontos fortes, as limitações e pontos onde se faz necessário a inserção da avaliação de usabilidade.

Uma limitação constatada nesse processo é que, segundo Sneed, durante o planejamento da reengenharia, não se deve realizar adaptações funcionais ou mudanças no software. O motivo para tal é que, através da manutenção das mesmas funcionalidades, é possível avaliar o software resultante com o mesmo conjunto de casos de testes utilizados no projeto original. Pode-se observar, pelas características desse processo de planejamento, que as informações relativas quanto à satisfação dos usuários na utilização do sistema não são exploradas. Uma

vez que o usuário tem um papel importante na identificação da necessidade de mudança do software existente, faz-se necessário estabelecer métodos que avaliem suas características. Portanto, é possível utilizar os métodos de avaliação de usabilidade apresentados anteriormente. A seguir, algumas análises são apresentadas a respeito das fases do processo de planejamento de reengenharia de Sneed:

Fase-1: Justificativa do Projeto de reengenharia

- Obtenção de medidas de manutenção: a organização que faz a manutenção do software deve ter um programa que quantifique o processo de manutenção do software legado;
- avaliação do valor de negócio: analistas de negócio, que podem não ser especialistas em computação, devem realizar a avaliação do valor de negócio das tarefas do software;

Fase-2: Análise de Portfolio

- Cálculo do coeficiente da qualidade técnica de cada tarefa: os limites inferior e superior das métricas devem ser estimados. Essa tarefa é difícil e depende de um conjunto de fatores como: custo dos limites estimados para o usuário do software, possibilidade técnica do software apresentar tais limites, o que softwares concorrentes estabelecem e qual o benefício nos limites estabelecidos. Portanto, uma série de questionamentos deve ser levada em consideração tornando a definição desses limites uma tarefa difícil.
- Priorização para a reengenharia das tarefas do software: a proposta de Sneed afirma que a priorização da reengenharia das tarefas do software deve ser feita a partir do gráfico de Portfolio e para cada métrica deveria ter um gráfico. Porém, uma dúvida surge a partir do momento que, no caso de considerarmos mais de uma métrica, teremos mais de um gráfico e conseqüentemente teremos que priorizar a reengenharia utilizando mais de um gráfico. A proposta não explicita se é necessário obter um coeficiente de qualidade técnica único para todas as métricas (através de uma média) ou como analisar um conjunto de gráficos. A proposta deixa explícito que é preciso analisar um gráfico de Portfolio, mas não explicita como considerar um conjunto de gráficos.

Fase-3: Estimativa do Custo da reengenharia

- Estimar o custo de cada item listado na atividade anterior: o custo de cada item que deverá sofrer reengenharia deve ser estimado considerando-se uma base de dados histórica da organização que está aplicando a reengenharia. Porém, a organização nem sempre tem uma base de dados históricos, logo, faz-se necessário realizar uma inferência.

Fase-4: Análise do custo-benefício

- Estimativa do valor de negócio, do custo de manutenção e do fator de risco do desenvolvimento: esses valores devem ser estimados com base em dados históricos, porém nem sempre as empresas as possuem, assim, outra possibilidade é estimar essas informações com base na experiência da pessoa que está planejando a reengenharia. Esse fato faz com que a estimativa possa apresentar falhas e, caso presente, é interessante haver um processo de refinamento dessas estimativas.

Fase-5: Contratação

- Elaboração do contrato: o processo de planejamento proposto por Sneed apresenta as informações que devem constar no contrato, porém não mostra um modelo ou *template* que possa ser seguido para elaborar esse contrato. Esse aspecto desse processo deveria ser mais bem explicitado uma vez que uma padronização na elaboração desse contrato poderia trazer uma confiabilidade maior para o resultado do processo.

2.5 Considerações Finais

Diante das características dos processos de planejamento apresentados, conclui-se que o processo de Sneed contém a descrição mais completa. Portanto, esse processo é utilizado como base para a formulação do processo de planejamento de reengenharia Guiado por avaliação de usabilidade. Pôde-se observar ainda, que os processos de planejamento de reengenharia não contemplam formalmente a avaliação de usabilidade verificando assim a necessidade de se introduzir métodos de avaliação de usabilidade no planejamento da reengenharia. Dessa forma, diante dessa necessidade, o próximo capítulo apresenta as potencialidades e limitações de alguns métodos e modelos de avaliação de usabilidade que são interessantes para a utilização no planejamento da reengenharia.

Capítulo 3 - Métodos e Modelos de avaliação de usabilidade para Apoio ao processo de planejamento

3.1 Considerações iniciais

Usabilidade, segundo a norma ISO 9241-1 consiste na "amplitude a qual um produto pode ser utilizado por certos usuários para alcançar certos objetivos com eficácia, eficiência e satisfação em um certo contexto de uso" e consiste em um atributo de qualidade de software para a norma 9216. No contexto do planejamento da reengenharia de software ele é um atributo chave, pois lida com as questões de eficácia, eficiência e satisfação dos usuários na sua interação com o software. Portanto, o conhecimento do estado da usabilidade do software legado, bem como do estado da usabilidade que um software que sofreu reengenharia faz-se necessário para o conhecimento do estado atual e futuro fazendo com que seja possível estimar o custo-benefício da reengenharia através do seu planejamento. Dessa forma, a avaliação de usabilidade é um importante passo para o planejamento da reengenharia de software. Essa avaliação pode requerer a participação dos usuários ou não. Nesse trabalho de pesquisa alguns métodos que não exigem a participação dos usuários foram utilizados e correspondem à Avaliação Heurística e ao Percurso Cognitivo. Já o método Teste de usabilidade, utilizado no PPR-U necessita da participação dos usuários. Outra forma de se avaliar a usabilidade de um software é através da análise das tarefas existentes em um software. O modelo GOMS, utilizado no PPR-U também é descrito nesse capítulo.

Esse capítulo está estruturado da seguinte maneira: nas seções 3.2 e 3.3 são descritos métodos de avaliação de usabilidade que não necessitam da participação de usuários representativos como participantes do teste e são, respectivamente, a avaliação Heurística e o Percurso Cognitivo. Logo após, um método de avaliação de usabilidade que requer a participação de usuários como participantes do teste, o Teste de usabilidade, é apresentado na seção 3.4. Na seção 3.5 são mostrados detalhes do modelo de engenharia GOMS, utilizado para analisar a interação do usuário com o software e estimar tempos de execução de uma dada tarefa que o software avaliado contém. Finalmente, na seção 3.6, são tecidos comentários e conclusões a respeito dos métodos de avaliação de usabilidade e do modelo GOMS apresentados com o intuito de avaliar a aplicabilidade de cada método e modelo no processo de planejamento da reengenharia de software.

3.2 Avaliação Heurística

3.2.1 Descrição do método

A avaliação Heurística é realizada sem a participação dos usuários onde um conjunto de avaliadores, normalmente de três a cinco avaliadores (Nielsen, 1994), avaliam a interface baseando-se em uma lista de dez heurísticas definidas por Nielsen e Molich. Inicialmente, os avaliadores analisam as interfaces individualmente utilizando uma especificação da interface na forma de protótipo executável, versão para avaliação ou painel. Para tanto, os avaliadores analisam a interface baseando-se nas dez heurísticas de Nielsen e registram suas observações. Ao final da avaliação individual, uma lista de problemas é compilada e os avaliadores da interface se reúnem a fim de uniformizarem os problemas encontrados, gerar uma lista única de problemas e atribuir os seus respectivos graus de severidade.

3.2.2 Potencialidades

Esse método de avaliação de usabilidade pode ser aplicado desde as fases iniciais de desenvolvimento de um software até em um software que já tenha sido implantado uma vez que (Baker et al, 2002), para ser aplicado, os avaliadores devem analisar protótipos, cenários ou mesmo aplicações executáveis e já implantadas de um software. Devido a essa capacidade, a avaliação Heurística pode ser utilizada para avaliar a qualidade técnica do software.

Além disso, a avaliação Heurística é um método barato, pois não há a necessidade dos usuários participarem do processo de avaliação, os avaliadores não precisam se deslocar aos locais de trabalho dos usuários para eventuais observações e não é necessária a criação de um laboratório de observação de usuários representativos do software (Baker et al, 2002). Essa característica torna o método interessante para ser utilizado no planejamento da reengenharia uma vez que o ideal em um planejamento é que ele seja o mais econômico, eficiente e eficaz possível.

Outro aspecto positivo a considerar é a facilidade e rapidez na aprendizagem e aplicação desse método. Para o seu entendimento é necessário compreender o significado das heurísticas, bem como, a maneira de confrontar a interface com o conjunto de heurísticas.

A avaliação Heurística ainda apresenta a característica onde, para cada problema de usabilidade encontrado, deve ser atribuído um grau de severidade correspondente. O grau de severidade foi definido por Nielsen (Nielsen, 1994) e é expresso em cinco níveis (ver APÊNDICE - B).

Para o processo de planejamento, a severidade de um problema de usabilidade encontrado pela avaliação de usabilidade pode ser utilizada a fim de se estimar o grau de dificuldade de se consertar um problema de usabilidade com um determinado grau de severidade. Tais elementos são utilizados em fases do planejamento onde seja necessário estimar o esforço necessário para a manutenção em uma determinada que apresente problemas de usabilidade.

A avaliação Heurística deve ser realizada em grupos de três a cinco avaliadores, o que tende a diluir erros de julgamento de problemas de usabilidade e de atribuição de severidade, uma vez que ao final da sessão da avaliação, os avaliadores reúnem-se a fim de discutir os resultados obtidos e chegar a um consenso, resultando em uma avaliação confiável fazendo com que o planejamento da reengenharia também o seja.

3.2.3 Limitações

A Avaliação Heurística não é completa por si só, ou seja, possui um escopo limitado de descoberta de problemas, pois é baseada somente em dez heurísticas. Dessa forma, esse método de inspeção pode omitir problemas de usabilidade que não se enquadram nessa lista de Heurísticas.

Além disso, esse método pode gerar resultados falso-positivos, ou seja, informar que a mesma apresenta um problema de usabilidade, quando, na realidade, ela não apresenta nenhum defeito. Os falso-positivos podem ser encontrados, por exemplo, em interfaces destinadas a um público experiente que não necessita de elementos explicativos para executar uma tarefa, pois o que desejam é velocidade na execução da tarefa (Redish & Bias, 2002).

3.2.4 Análise crítica do método no contexto do planejamento de reengenharia

A avaliação Heurística pode ser utilizada dentro do processo de planejamento de reengenharia nas seguintes atividades: análise do atributo usabilidade de qualidade técnica de software; definição das métricas de usabilidade relevantes para a reengenharia; estimativa do custo da reengenharia da interface do software e, definição das modificações necessárias no software;

Na Tabela-3.1, abaixo, a aplicabilidade da avaliação Heurística é apresentada no planejamento da reengenharia, de acordo com as potencialidades e limitações do método.

Tabela 3-1: Análise da aplicabilidade da avaliação Heurística com base em suas potencialidades e limitações.

Aplicabilidade no planejamento da reengenharia	Potencialidades	Limitações
Análise da qualidade técnica do software.	<ul style="list-style-type: none"> - Rapidez de aplicação. - Facilidade de aprendizagem. - Aplicado com software executável. - Método barato. 	<ul style="list-style-type: none"> - Subjetividade da avaliação (3 a 5 avaliadores tende a diminuir tal subjetividade). - Correto entendimento das heurísticas pode gerar divergências entre os resultados obtidos. - Analisa apenas 10 heurísticas. - Dependente do avaliador.
Definição das métricas de usabilidade relevantes para a reengenharia.	<ul style="list-style-type: none"> - Lista de problemas de usabilidade, com suas respectivas localidades e graus de severidade auxilia na definição das métricas de usabilidade relevantes uma vez que a severidade aponta a gravidade do problema encontrado. - Além disso, a classificação dos problemas através das heurísticas violadas permite inferir qual a natureza do problema e definir qual é a melhor métrica que quantifica a heurística violada. 	<ul style="list-style-type: none"> - Por outro lado, devemos utilizar outros métodos para a definição de métricas uma vez que tanto a severidade e os problemas encontrados contém um certo grau de subjetividade. - Além disso, a consideração de apenas 10 heurísticas, pode gerar resultados onde a interface apresenta outro problema de usabilidade não contemplado pelas dez heurísticas de Nielsen. Então, a consideração de outros métodos de avaliação é aconselhável para diminuir o grau de subjetividade da avaliação.
Estimativa do custo da reengenharia da interface do software.	<ul style="list-style-type: none"> - A severidade dos problemas de usabilidade pode ser utilizada com o objetivo de se estimar qual o esforço necessário para realizar a reengenharia de um software, uma vez que representa a gravidade do problema encontrado. Ou seja, quanto maior a severidade de um determinado problema, quanto maior será a necessidade de esforço para solucionar tal problema. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se por um lado a severidade é um bom “caminho” a seguir em direção da estimativa do esforço de uma reengenharia, a subjetividade que ela apresenta pode representar uma ameaça a confiabilidade desses valores. No entanto, essa ameaça tende a diminuir ao passo que um conjunto de avaliadores discute e concorda com a severidade sugerida para o problema.
Definição das modificações necessárias no software.	<ul style="list-style-type: none"> - A lista de problemas de usabilidade encontrada com as suas respectivas heurísticas violadas, graus de severidade e locais dos problemas representa uma maneira eficaz de se apontar o problema existente e o local onde o problema está ocorrendo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Por outro lado, a avaliação Heurística não determina meios de se solucionar os problemas de usabilidade encontrados a partir das heurísticas violadas, ou seja, esse método apenas aponta problemas, porém não formaliza uma maneira de solucionar tais problemas. Para tanto, quando uma interface for re-projetada, os projetistas devem usar o bom senso, ao invés de conter uma solução formal para os problemas de usabilidade encontrados.

Como mostrado na Tabela-3.1, a atividade de análise da qualidade técnica do software pode ser suportada pela avaliação Heurística, pois ser um método barato, rápido de aplicar e aprender e não requerer a participação dos usuários. Por outro lado, a avaliação Heurística

tem como limitação a sua subjetividade, já que seus resultados dependem da opinião dos avaliadores e a lista de heurísticas pode não prever todos os problemas de usabilidade possíveis.

Além dessa atividade, a avaliação Heurística pode suportar a atividade de Definição das métricas de usabilidade relevantes já que a informação de quais heurísticas os problemas de usabilidade violam permite conhecer qual a melhor métrica que quantifica o problema existente. Por outro lado, devido à subjetividade do método, torna-se necessário utilizar outros métodos de avaliação de usabilidade com o objetivo de definir todas as métricas de usabilidade relevantes para a reengenharia e observadas no teste de usabilidade.

A estimativa do custo da reengenharia da interface do software é uma atividade suportada pela avaliação Heurística através da severidade dos problemas encontrados. Para realizar essa estimativa, foi gerada uma tabela que apresenta a correspondência entre a heurística, a severidade correspondente e o esforço requerido na reengenharia. No entanto, constata-se que o valor obtido é uma estimativa e como tal está susceptível a erros devido à sua natureza e devido à subjetividade inerente à severidade atribuída.

E, por fim, a definição das modificações necessárias no software é outra atividade que a avaliação Heurística pode suportar, apresentando como aspecto positivo, a definição da lista de problemas encontrada, as respectivas heurísticas e severidades. Por outro lado, esse método não estabelece nenhum modo formal que possa solucionar os problemas de usabilidade encontrados.

A avaliação Heurística, mesmo apresentando grandes contribuições, não é capaz de fornecer todas as informações necessárias para o planejamento.

3.3 Percurso Cognitivo

3.3.1 Descrição do método

O método Percurso Cognitivo (*Cognitive Walkthrough*) tem como objetivo avaliar a facilidade de aprendizagem da interface através do conceito de aprendizagem por exploração (Lewis et al. 1990; Polson et al. 1992). Segundo esse conceito, o processo de aprendizagem da interface ocorre através de tentativas e erros até que o usuário consiga realizar a tarefa desejada, portanto, a interface deve facilitar o aprendizado e a memorização da execução das tarefas do usuário (Fisher, 1991). No Percurso Cognitivo, os avaliadores recebem a especificação da interface do software em forma de cenários os quais descrevem cada ação que o usuário deve realizar para executar a tarefa avaliada. Portanto, para cada ação, os

avaliadores devem responder quatro perguntas definidas pelo método com o objetivo de conhecer quais pontos da interação há problemas quanto à aprendizagem (Nielsen, 1994).

3.3.2 Potencialidades

O Percurso Cognitivo pode ser aplicado nas fases iniciais do desenvolvimento do software utilizando-se uma especificação que pode ser na forma de protótipo completo, simulação em papel ou maquete (Wharton et al., 1992). Embora, o Percurso Cognitivo seja, originalmente, elaborado para ser aplicado durante as fases iniciais do projeto, ele pode ser adaptado e aplicado em aplicações executáveis. Com isso, ele pode avaliar a usabilidade das informações obtidas por esse método as quais são úteis para a compreensão do processo de aprendizagem do usuário com o software avaliado, tal aspecto é muito importante para se verificar a necessidade de treinamento do software. A necessidade de uma carga maior ou menor de treinamento pode ser um diferencial entre um software que sofreu reengenharia e um software legado. Portanto, as informações obtidas por esse método são interessantes para que no planejamento da reengenharia seja possível determinar se há a necessidade de modificações no software para que ele torne-se mais fácil de aprender, requeira menor carga de treinamento trazendo, dessa forma, um maior benefício para a organização que está providenciando a reengenharia no software.

O Percurso Cognitivo é um método relativamente barato para softwares que não apresentem muitas ações a serem realizadas para executar uma determinada tarefa, uma vez que não requer a participação dos usuários para a sua aplicação e o material utilizado durante a sessão de avaliação também é bastante barato. Além disso, não requer laboratório de usabilidade especializado ou a locomoção dos avaliadores aos locais de trabalho de usuários representativos. Portanto, devido a essa “independência” de comunicação com os usuários, o método torna-se barato e propício para a utilização em um planejamento de uma reengenharia.

Esse método também é fácil de se aplicar, uma vez que, de posse dos cenários, os avaliadores, precisam “somente passear” pelas ações da tarefa e responder, para cada ação, o conjunto de quatro perguntas que o método propõe. Essa facilidade de aplicação também é um aspecto positivo para a sua utilização durante o planejamento da reengenharia.

3.3.3 Limitações

Se por um lado esse método é relativamente barato para tarefas com poucas ações, ele pode se tornar bastante custoso em termos de tempo de aplicação, uma vez que para cada ação de uma tarefa o avaliador deve responder quatro perguntas. E considerando que as ações de uma

tarefa podem ser divididas em um nível muito baixo de abstração (por exemplo, “mova o ponteiro do mouse até a opção Arquivo”), o avaliador pode cansar-se da análise realizada. Tal constatação pôde ser realizada durante o experimento realizado, uma vez que mesmo com uma tarefa simples, os avaliadores mostraram-se cansados de aplicar o método. Portanto, caso a tarefa avaliada tenha muitas ações, o método mostra-se lento. Além da lentidão, a aprendizagem do software é relativamente difícil uma vez que para entender as quatro questões propostas pelo método, os avaliadores deveriam ter uma base da área de Psicologia e, como muitas vezes não a tem, o processo de aprendizagem pode tornar-se custoso.

3.3.4 Análise crítica do método no contexto do planejamento de reengenharia

O Percurso Cognitivo pode ser utilizado dentro do processo de planejamento de reengenharia nas seguintes atividades:

- Análise da qualidade técnica do software;
- Definição das modificações necessárias no software;

A tabela-3.2, abaixo, apresenta a aplicabilidade da avaliação Heurística o planejamento da reengenharia, de acordo com as potencialidades e limitações do método.

Tabela 3-2: Análise da aplicabilidade do Percurso Cognitivo com base em suas potencialidades e limitações.

Aplicabilidade no planejamento da reengenharia	Potencialidades	Limitações
Análise da qualidade técnica do software.	<ul style="list-style-type: none"> - Adaptando-se, pode ser aplicado com software executável. - Facilidade de aplicação. - Método relativamente barato. 	<ul style="list-style-type: none"> - Subjetividade na definição de algumas perguntas. - Dependendo da granularidade definida para a tarefa, o tempo de aplicação é muito alto. - Avalia somente o atributo “facilidade de aprendizagem” da tarefa.
Definir possíveis modificações no software	<ul style="list-style-type: none"> - Define o problema pontualmente, ou seja, indica exatamente qual é o problema e o seu local. - Define uma série de possíveis soluções dependendo do problema encontrado pelo método. 	<ul style="list-style-type: none"> - Inexperiência da equipe pode prejudicar a definição de possíveis soluções dos problemas. - Subjetividade nas perguntas pode fazer os avaliadores cometerem erros e, então, sugerir modificações erradas.
Definição das métricas de usabilidade relevantes para a reengenharia.	<ul style="list-style-type: none"> - A lista de problemas levantados revela a importância que o atributo “facilidade de aprendizagem” contém no contexto dos outros problemas de usabilidade encontrados. 	<ul style="list-style-type: none"> - Permite a avaliação somente do atributo “facilidade de aprendizagem”

Como mostrado na Tabela-3.2, observa-se que o Percorso Cognitivo pode apoiar a análise da qualidade técnica do software devido à possibilidade de aplicar esse método no software executável, devido à facilidade do processo de sua aplicação e de ser, relativamente, barato. O custo da aplicação desse método depende de como a tarefa está sendo modelada. Caso a tarefa requeira muitas ações, o método leva um tempo muito grande encarecendo o mesmo, caso contrário, o tempo de aplicação do método pode ser reduzido e o seu custo seja relativamente barato uma vez que não necessita da participação dos usuários. Além do fator tempo, outro fator limitante desse método é a subjetividade na definição de algumas perguntas, pois tal fator causa uma dificuldade no aprendizado desse método, e também o fato de esse método avaliar somente o atributo “facilidade de aprendizagem” da tarefa.

Além dessa atividade, o Percorso Cognitivo também suporta a definição de possíveis soluções para os problemas de usabilidade encontrados. Isso porque através do método é possível definir o problema indicando exatamente a descrição do problema e o seu local. O método também provê uma série de possíveis correções para os problemas de usabilidade encontrados. Por outro lado, os resultados dessa atividade podem ser afetados pela inexperiência da equipe de avaliadores, bem como pela subjetividade presente nas perguntas definidas pelo método.

E, por último, mas não menos importante, esse método pode ser utilizado para a escolha das métricas relevantes para a reengenharia, uma vez que o atributo “facilidade de aprendizagem” é altamente analisado por esse método. Embora esse método permita avaliar somente esse atributo de usabilidade e, conseqüentemente, analisar a definição de métricas relacionadas ao mesmo, a facilidade de aprendizagem é um aspecto extremamente relevante para a reengenharia uma vez que trata do custo-benefício que a reengenharia produzirá.

Diante desse quadro de aspectos positivos e negativos do método conclui-se que o Percorso Cognitivo produz informações muito interessantes para a utilização no processo de planejamento da reengenharia, porém contém limitações que podem tornar a utilização desse método facultativa no planejamento da reengenharia. É interessante notar que as principais informações que esse método produz são:

- Informações sobre o processo de aprendizagem do software: influencia na necessidade de treinamento dos usuários e, conseqüentemente, no fator custo-benefício da reengenharia.

- Definição de possíveis soluções para os problemas de usabilidade encontrados: influencia no planejamento de quais modificações deverão ocorrer no software.

O custo de treinamento pode ser um benefício determinante para a realização ou não de uma reengenharia, uma vez que o mesmo pode ser significativamente reduzido após a modificação do software com o objetivo de solucionar os problemas encontrados por esse método, através da reengenharia. Portanto, embora esse método contenha alguns aspectos limitantes, as informações obtidas por esse método são estrategicamente muito relevantes para a reengenharia.

3.4 Teste de usabilidade

3.4.1 Descrição do método

O Teste de usabilidade é um método empírico de avaliação de usabilidade que pode ser realizado em laboratórios especializados ou no próprio local onde o software será utilizado. Nesse método, os avaliadores de usabilidade observam os participantes durante a execução de tarefas pré-determinadas pelos primeiros, onde possíveis parâmetros observados são: tempo de execução das tarefas, número de erros cometidos pelos usuários, porcentagem de usuários que terminaram a tarefa entre outros parâmetros. O Teste de usabilidade tem como principal objetivo, a avaliação quantitativa de métricas de usabilidade (listadas anteriormente), através da atribuição a cada uma dessas métricas de limites máximos, mínimos e almejados e da observação direta do usuário a fim de obter medidas quantificáveis das métricas selecionadas. O Teste de usabilidade contém atividades como: determinação dos objetivos (quais métricas serão observadas), usuários e avaliadores; geração do material a ser utilizado; preocupações éticas; adequação do ambiente onde o teste será realizado; análise dos dados coletados e relato dos resultados obtidos. Uma atividade extremamente importante é o relato dos resultados obtidos pelo do Teste de usabilidade. Para tal, muitos esforços têm sido feitos no sentido de padronizar um relatório do Teste de usabilidade. O CIF (*Common Industry Format*), padronizado pela ANSI (CIF, 2001) é um padrão estabelecido em 2001 para o relato das informações obtidas pelo Teste de usabilidade e consiste em um formato de relatório elaborado por instituições de pesquisa internacionais em conjunto com grandes empresas multinacionais (Boeing, Cisco, entre outras) com o objetivo de padronizar e formalizar os resultados obtidos pelo Teste de usabilidade e, além disso, providenciar um modo no qual os testes realizados possam ser repetidos e os resultados comprovados.

3.4.2 Potencialidades

O Teste de usabilidade é realizado através da observação dos usuários representativos durante a execução da tarefa, o que é uma importante característica, pois a proximidade entre o avaliador e o usuário durante as sessões de teste estabelece um importante canal de comunicação entre essas pessoas a fim de detectar e corrigir problemas de usabilidade existentes em uma interface através da interação entre o usuário e o avaliador. Caso os participantes do teste sejam uma amostra de usuários representativos, logo os resultados obtidos reproduzirão eficazmente a realidade. Portanto, a aplicação do Teste de usabilidade em um processo de planejamento é interessante para observar confiavelmente as métricas de usabilidade escolhidas para a observação do software em questão.

Com o Teste de usabilidade pode-se utilizar diversas técnicas de registro de informações como: gravação em vídeo, áudio e anotações dos observadores. Essa característica faz com que esse método seja rico em informações e ainda, tais informações são bastante próximas da realidade, ou seja, não contém um grau de subjetividade devido à opinião dos avaliadores uma vez que o que é analisado corresponde em exemplos práticos e não simulações ou suposições (como nos casos da avaliação Heurística e Passeio Cognitivo).

Além de medidas qualitativas (como comportamento dos usuários face uma determinada situação, por exemplo), medidas quantitativas confiáveis, como tempo médio de execução de tarefas, número de erros cometidos, entre outras, são obtidas para análise. Essas medidas podem ser utilizadas para estimar a qualidade técnica de um software através do cálculo do coeficiente de qualidade técnica do software dado pela fórmula proposta em (Sneed, 1995).

3.4.3 Limitações

Esse método de avaliação de usabilidade pode ter um custo muito alto uma vez que usuários devem ser alocados em um determinado período de tempo para a aplicação do teste.

Além disso, os testes podem ocorrer em laboratórios especializados ou nos locais que o software será ou está implantado. Esse fato também encarece esse método tornando-o uma opção mais cara do que os métodos que não necessitam da participação dos usuários, como a avaliação Heurística e o Percorso Cognitivo.

3.4.4 Análise crítica do método no contexto do planejamento de reengenharia

O Teste de usabilidade pode ser utilizado dentro do processo de planejamento de reengenharia nas seguintes atividades:

- Análise da qualidade técnica do software;
- Cálculo da qualidade técnica do software;
- Priorização da reengenharia dos módulos do software.

A tabela-3.3, abaixo, apresenta a aplicabilidade do Teste de usabilidade no planejamento da reengenharia, de acordo com as potencialidades e limitações do método.

Tabela 3-3: Análise da aplicabilidade do Teste de usabilidade com base em suas potencialidades e limitações.

Aplicabilidade no planejamento da reengenharia	Potencialidades	Limitações
Análise da qualidade técnica do software.	- Quantificação de métricas de usabilidade relevantes à reengenharia. - Confiabilidade dos valores das métricas quantificadas.	- Custo de aplicação do método.
Cálculo da qualidade técnica do software	- Através das métricas de usabilidade quantificadas é possível determinar limites inferiores e superiores das métricas com o objetivo de calcular o coeficiente da qualidade técnica das métricas de usabilidade do software.	- Custo de aplicação do método.
Priorização da reengenharia dos módulos.	- Através do coeficiente de qualidade técnica obtido através das métricas de usabilidade obtidas pelo Teste de usabilidade é possível priorizar a reengenharia dos módulos do software.	- Custo de aplicação do método.

Com base na tabela 3.3, constata-se que o Teste de usabilidade pode ser aplicado na atividade de análise da qualidade técnica do software, pois esse método produz resultados confiáveis das métricas de usabilidade observados durante o teste. Com essas métricas é possível analisar a qualidade técnica do software comparando os valores encontrados com valores previamente determinados como básicos para comparação.

Além dessa atividade do processo de planejamento da reengenharia, o Teste de usabilidade também suporta a atividade do Cálculo da qualidade técnica do software, também através da quantificação das métricas de usabilidade.

E, por fim, o Teste de usabilidade suporta a atividade de Priorização da reengenharia dos módulos já que esta é feita a partir do coeficiente da qualidade técnica do software produzido.

Nota-se ainda, pela Tabela-3.3 que um fator limitante desse método durante o processo de reengenharia é o seu alto custo de aplicação devido a necessidade da participação dos usuários e também da necessidade de local apropriado para os testes. Porém, os resultados obtidos, a

precisão dos valores das métricas e a possibilidade dos observadores entrarem em contato com os usuários são motivos pelos quais devem ser levados em consideração durante a escolha desse método para fazer parte do processo de planejamento da reengenharia de um software.

3.5 Modelo GOMS

3.5.1 Descrição do modelo

Nesse modelo as tarefas que os usuários podem realizar são chamadas de objetivos. Para o objetivo ser atingido é necessário executar ações, que são os operadores. Uma seqüência pré-definida de operadores forma os métodos, os quais servem para atingir os objetivos. Uma vez que um mesmo objetivo pode ser atingido através da execução de mais de um método, regras de seleção são utilizadas para escolher qual método é o mais apropriado para uma certa situação. O GOMS descreve os objetivos através de seqüências de operadores, numerando cada passo que deve ser executado para atingir o objetivo. Um operador possível é o apertar de um botão do teclado ou do mouse, ou mesmo a movimentação do cursor do mouse até um certo local. Cada operador possui tempos de execução determinados através de estudos realizados por Kieras, a somatória de todos os tempos de execução de todas as ações de um método gera o tempo de execução (Kieras, 1999).

Esse modelo possui quatro versões: KLM (Keystroke-Level Model), CMN - GOMS (Card, Moran e Newell - GOMS), NGOMSL (Natural GOMS Language) e CPM - GOMS (Cognitive Perceptual Model - GOMS ou Critical Path Method - GOMS), onde o mais fácil de se aplicar e aprender é o KLM. Essa versão do modelo GOMS contém seis operadores: K (*Keystroke operator*), M (*Mental operator*), H (*Home hands to keyboard or mouse*), P (*Point with mouse to a target on the display*), D (*Draw line*) e R (*Response*) com os quais podem-se modelar as tarefas a serem avaliadas durante o processo de planejamento de reengenharia.

3.5.2 Potencialidades

Esse modelo é aplicado em softwares cujos objetivos dos usuários são bem definidos (gerar relatórios, efetuar cálculos ou montar planilhas). Caso os objetivos dos usuários para utilizar o software não sejam explícitos como, por exemplo, em uma revista eletrônica na qual o usuário navega pelas informações apenas para relaxamento sem um objetivo definido, o modelo GOMS não é recomendado, pois sua descrição é dirigida ao objetivo do usuário. Além disso, esse modelo é aplicado em usuários experientes que não precisam aprender o software através da técnica da exploração do software como visto no método Percurso Cognitivo.

O KLM apresenta seis operadores para descrever as ações que os usuários podem realizar através da interface. Cada um desses operadores possui estimativas de tempos de execução que podem ser encontrados em (Kieras, 1999). Como observado pelos experimentos realizados, a técnica KLM é simples e fácil de aprender e utilizar não, requerendo muita experiência com as teorias cognitivas. Além disso, não necessita da observação de usuários, reduzindo o custo de aplicação. Ainda de acordo com o observado nos experimentos realizados, o modelo GOMS produz estimativas de tempos de execução próximas do real. Portanto, esse modelo pode ser utilizado no planejamento da reengenharia para estimar um provável benefício que a interface produzirá após a sua reengenharia. Por exemplo, caso seja estimado que uma certa tarefa de um software legado apresente um tempo de execução de 100 segundos, caso após a reengenharia esse tempo cair para 90 segundos teremos um benefício de 10 segundos para cada execução desta tarefa e, conseqüentemente, diminuirá o custo operacional desse software.

Além disso, através desse modelo é possível avaliar a consistência das interfaces de um software, ou seja, através desse modelo pode-se estudar se o conjunto de operadores a serem executados pelos usuários realmente é o menor possível ou se esse conjunto ainda pode ser otimizado e se faz necessário para Planejar a reengenharia da interface do software.

3.5.3 Limitações

Como o modelo GOMS é viável para a modelagem da interação de usuários experientes, não fornece meios para avaliar a interface quando usuários inexperientes necessitam descobrir, através de tentativas, o funcionamento e a utilização de um software (John & Kieras, 1996a). Portanto, nesse caso o método mais indicado para avaliar essa questão de usabilidade é o Percorso Cognitivo como visto a cima. Além disso, o modelo GOMS não fornece meios para se analisar todos os aspectos de usabilidade de uma interface, ou seja, outros softwares fazem-se necessários no planejamento da reengenharia. A aprendizagem do modelo, embora fácil, pode apresentar alguma dificuldade na inserção dos operadores mentais à descrição das tarefas uma vez que a descrição das heurísticas que é utilizada para auxiliar nesse processo de inserção é definida de maneira bastante abstrata requerendo dos usuários um certo conhecimento psicológico. Outro fator limitante do modelo é o grande tempo necessário para se modelar a tarefa desejada uma vez que, para cada tarefa, deve-se modelar as ações mais básicas possíveis como movimentação do mouse ou deslocamento da mão do teclado ao mouse e vice-versa, consumindo, dessa forma, um grande tempo.

3.5.4 Análise crítica do modelo no contexto do planejamento de reengenharia

O modelo GOMS pode ser utilizado dentro do processo de planejamento de reengenharia nas seguintes atividades:

- Análise da qualidade técnica do software;
- Definição das métricas de usabilidade relevantes para a reengenharia;
- Elaboração do gráfico “Qualidade técnica x Valor de negócio”;
- Priorização da reengenharia dos módulos do software;
- Estimativa e análise do custo-benefício da reengenharia.

A tabela-3.4, abaixo, apresenta a aplicabilidade do Modelo GOMS no planejamento da reengenharia, de acordo com as potencialidades e limitações do método.

Tabela 3-4: Análise da aplicabilidade do Modelo GOMS com base em suas potencialidades e limitações.

Aplicabilidade no planejamento da reengenharia	Potencialidades	Limitações
Análise da qualidade técnica do software	<ul style="list-style-type: none"> - Estimativa próxima da real do tempo de execução de uma tarefa por um usuário experiente. - Não necessita da observação de usuários, reduzindo o custo de aplicação. 	-
Definição das métricas de usabilidade relevantes para a reengenharia	<ul style="list-style-type: none"> - Através da estimativa pode-se comparar com valores aceitáveis e decidir se o tempo de execução da tarefa está sendo um fator determinante para o sucesso ou fracasso do software. 	-
Elaboração do gráfico “Qualidade técnica x Valor de negócio”	<ul style="list-style-type: none"> - Como as estimativas são baseadas em um usuário experiente, então elas podem ser tomadas como base para definir os tempos máximos e mínimos para a execução de uma certa tarefa. - No caso do experimento realizado nesse trabalho, as estimativas de tempo do modelo GOMS foram utilizadas como limites inferiores para o cálculo do coeficiente de qualidade técnica dos tempos de aprendizagem e execução das tarefas avaliadas. Já o tempo máximo de aprendizagem foi estimado como o triplo do estimado pelo modelo GOMS. 	<ul style="list-style-type: none"> - O coeficiente da qualidade técnica da métrica de tempo de execução é calculado a partir do valor do tempo de execução de uma tarefa do software legado (obtido através do Teste de usabilidade) e com os tempos máximo e mínimo obtidos com base na estimativa do modelo GOMS. Porém, observou-se durante o experimento realizado que a tendência é os usuários levarem mais tempo para executar suas tarefas do que em uma situação real. Portanto, a estimativa dos tempos máximos e mínimos torna-s difícil de se realizar através apenas do modelo GOMS, no qual considera que a tarefa está sendo realizada em uma situação ideal, natural e livre de erros.
Priorização da	<ul style="list-style-type: none"> - Através dos coeficientes de qualidade técnica calculados 	<ul style="list-style-type: none"> - Devido à dificuldade de se estimar os limites superiores e inferiores, a priorização da

reengenharia dos módulos do software	através dos tempos estimados pelo modelo GOMS, foi possível priorizar a reengenharia dos módulos.	reengenharia pode ser influenciada. Porém, como todas as tarefas serão influenciadas, acredita-se que o resultado final da priorização das tarefas será compensado e não haverá problemas nessa atividade.
Estimativa e análise do custo-benefício da reengenharia	- Através da construção do modelo GOMS do software legado e do software após a reengenharia é possível analisar o benefício obtido pela diminuição do custo operacional da tarefa analisada.	-

Com base na tabela 3.4, constata-se que o Modelo GOMS pode ser aplicado no processo de planejamento de reengenharia contribuindo para a melhoria da reengenharia do software. Para tal, o modelo apóia a Análise da qualidade técnica do software através da produção de uma estimativa de tempo de execução de tarefas por usuários experientes próxima do real de forma a não necessitar dos usuários.

Além disso, pode ser utilizado para definir as métricas de usabilidade relevantes para a reengenharia através das informações sobre o tempo de execução das tarefa analisando métricas de facilidade de uso do software. Outra atividade do planejamento apoiada pelo modelo é a elaboração do gráfico “Qualidade técnica x Valor de negócio através do fornecimento de dados (limites inferior e superior dos tempos de execução de tarefas) que auxiliem no cálculo do coeficiente da qualidade técnica do software que é utilizado na construção desse gráfico.

O modelo GOMS também pode auxiliar na priorização da reengenharia das tarefas avaliadas, e na estimativa e análise do custo-benefício da reengenharia do software, uma vez que é possível comparar o modelo GOMS do software legado e do software após a reengenharia, verificando o benefício obtido através da redução do custo operacional da tarefa modelada.

3.6 Considerações finais

Neste capítulo, alguns métodos e modelos de avaliação de usabilidade foram explanados, mostrando uma breve descrição, suas potencialidades, limitações e aplicabilidade no PPR.

Diante da análise dos métodos e modelos, conclui-se que os métodos e modelos de avaliação de usabilidade apresentados nesse capítulo constituem ferramentas importantes que produzem informações relevantes para o processo de planejamento da reengenharia de software. No próximo capítulo, o processo de planejamento da reengenharia de software Guiado por avaliação de usabilidade é descrito especificando para cada fase do processo, suas atividades, passos, documentos usados e gerados, bem como a aplicação de cada um dos métodos apresentados neste capítulo no PPR-U.

Capítulo 4 - Processo de planejamento de reengenharia de software Guiado por avaliação de usabilidade - PPR-U

4.1 Considerações Iniciais

O planejamento de reengenharia tradicional leva em consideração, apenas as questões de qualidade relacionadas com a funcionalidade do software, como, por exemplo, a reengenharia do código legado, das estruturas de dados, ou da sua interface. Porém, o planejamento da reengenharia baseado em avaliação de usabilidade, além de levar em consideração esses aspectos da qualidade do software, preocupa-se em analisar a usabilidade do software legado de modo que a questão da interação humano-computador seja considerada desde o planejamento da reengenharia. Esse planejamento guiado pela avaliação de usabilidade possibilita obter pela reengenharia um software com maior grau de usabilidade.

A importância da usabilidade na reengenharia pode ser constatada através da sua definição que, de acordo com a norma ISO 9241-11, é a "extensão na qual um produto pode ser utilizado por certos usuários para alcançar certos objetivos com eficácia, eficiência e satisfação em um certo contexto de uso". Essa definição expressa a importância de se considerar a interação do usuário com o computador durante o projeto de um software. Quando essa interação não é considerada, o software produzido pode ter uma aceitabilidade baixa pelos usuários devido à sua dificuldade de utilização e aprendizagem. Com isso os usuários do software solicitam modificações, ou seja, um baixo nível de usabilidade de um software gera um descontentamento nos usuários e motiva sua modificação. Essa modificação pode ser realizada através da sua manutenção corretiva, do Re-desenvolvimento do software, da sua substituição por outro software existente no mercado ou através da reengenharia. A melhor maneira de modificar o software, ou seja, a maneira que apresenta melhor custo-benefício é encontrada durante a fase de planejamento da reengenharia do software que também tem por objetivo estabelecer diretivas para a reengenharia, determinar custos, prazos e prioridades de tarefas do processo de reengenharia.

Neste capítulo são apresentados um processo de planejamento de reengenharia guiado por avaliação de usabilidade e a importância da avaliação da usabilidade durante o planejamento da reengenharia para se obter um software com alto nível de usabilidade e alta aceitação pelos usuários depois de realizada a reengenharia nesse software.

Com o intuito de apresentar o processo de planejamento de reengenharia de software Guiado por avaliação de usabilidade (PPR-U), este capítulo está estruturado da seguinte maneira: na

seção 4.2, todas as fases, atividades, passos e documentos produzidos do PPR-U são descritos. Na seção 4.3, um esquema do PPR-U é mostrado e explanado e, por fim, a seção 4.4 apresenta comentários, conclusões e características do PPR-U.

4.2 Descrição do processo de planejamento de reengenharia de software Guiado por avaliação de usabilidade

O PPR-U é baseado na proposta de Sneed (Sneed, 1995) e define uma estrutura de *Fases*, *Atividades* e *Passos* a fim de especificar completamente todas as ações do planejador durante a aplicação desse processo.

A *Fase* é a divisão mais abstrata das tarefas que o planejador deve realizar e é composta por um conjunto *Atividades* que também é uma divisão abstrata de tarefas, porém com menor nível de abstração. E, por fim, os *Passos* são ações práticas que o planejador deve realizar com o intuito de aplicar o PPR-U. Portanto, cada *Fase* é composta por n *Atividades* que, por sua vez, é composta por m *Passos*. Os *Passos* são as ações mais básicas que os planejadores devem realizar para completar uma *Atividade* e, quando o planejador completar todas as *Atividades* de uma tarefa, uma fase do PPR-U é finalizada.

Na especificação do PPR-U, as *Atividades* são descritas abordando os seguintes itens:

- *Métodos de avaliação utilizados*: esse item apresenta todos os métodos de avaliação de usabilidade que são utilizados na *Atividade* que está sendo descrita;
- *Passos*: esse item descreve todos os passos que devem ser realizados para completar a atividade, inclusive, na ordem correta de execução;
- *Regras para escolha*: esse item descreve as possíveis escolhas que sejam possíveis de se realizar durante a execução da *Atividade* que está sendo descrita;
- *Informações obtidas e análises*: esse item descreve as informações obtidas pela execução da *Atividade* tece uma análise crítica dos resultados e da sua importância para o planejamento da reengenharia;
- *Documentação gerada*: esse item apresenta todos os documentos produzidos pela *Atividade* descrita.

Os *Passos*, por sua vez, são descritos abordando os seguintes itens:

- *Descrição*: esse item relaciona todas as ações práticas que o planejador deve realizar para executar um *passo*;

- *Documentos usados*: esse item apresenta todos os documentos utilizados pelo *passo* que está sendo especificado;
- *Documentos gerados*: esse item apresenta todos os documentos gerados no *passo* que está sendo especificado.

Os modelos dos documentos usados e gerados pelo PPR-U estão disponíveis no APÊNDICE-B desta dissertação e para a facilitação da localização dos documentos foi criado um sistema de índice para facilitar a busca. Um documento é descrito pelas letras *F*, *A*, *P*, *D*, onde *F* representa a *Fase*, *A* representa a *Atividade*, *P* representa o *Passo* e *D* representa o índice do documento dentro de uma mesma *Fase*, *Atividade* e *Passo*. A descrição de um documento apresenta o seguinte formato:

Fx/Ay/Pz/Dw

Onde *x*, *y*, *z* e *w* são números. Por exemplo, caso um documento seja descrito por F1/A1/P2/D1, então ele pertence à *Fase-1*, *Atividade-1*, *Passo-2* e ele será o primeiro documento definido nesse *Passo* dessa *Atividade* dessa *Fase*. Caso esse *Passo* contenha outro documento o próximo documento será descrito por F1/A1/P2/D2, indicando que esse é o segundo documento do passo em questão.

A seguir é apresentada a Figura-4.1 que resume a descrição do PPR-U:

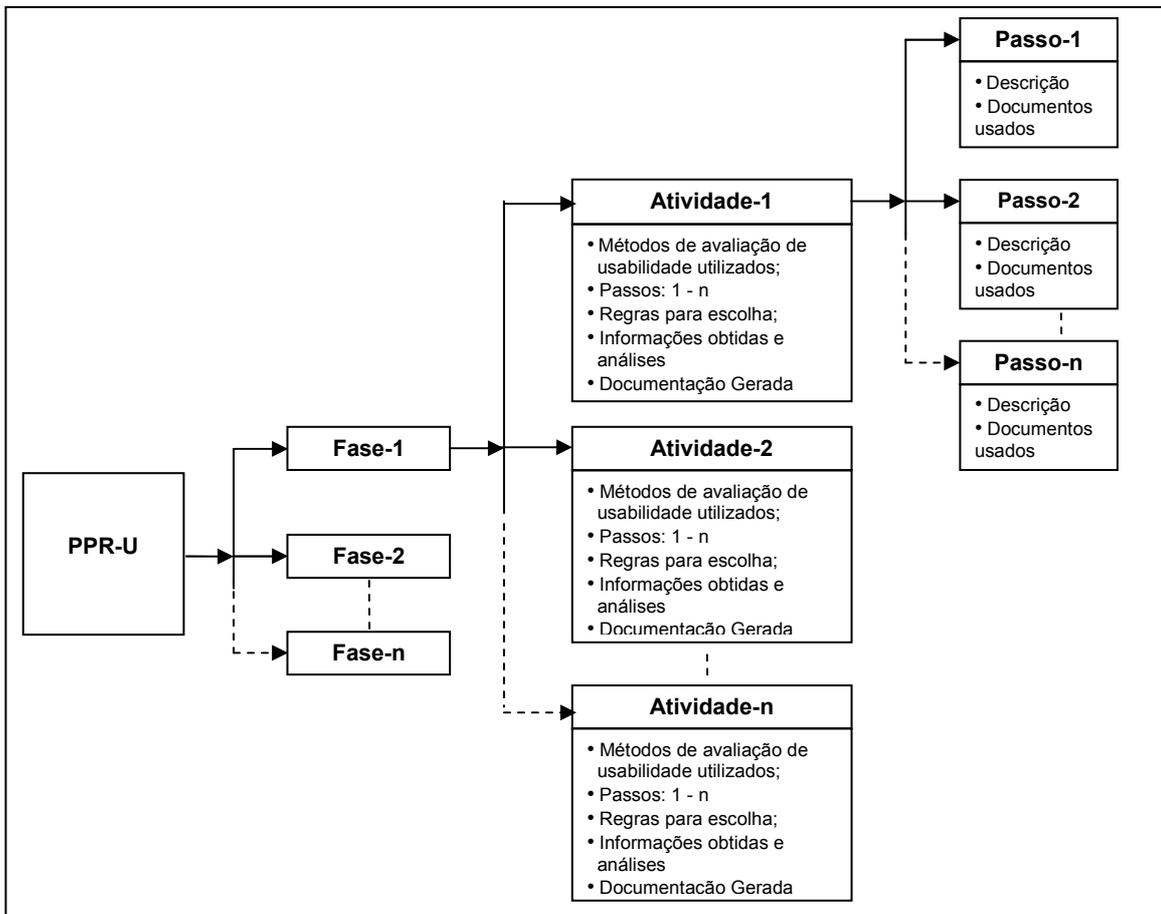


Figura 4-1: Estrutura da especificação do PPR-U.

A Figura-4.1 é uma ilustração da estrutura da especificação do PPR-U. Na prática o PPR-U consiste de: 5 *Fases*, 11 *Atividades* (distribuídas nas *Fases*) e 43 *Passos* (distribuídos nas *Atividades*). A seguir o PPR-U é descrito conforme explicado nesta seção:

4.2.1 Fase-1: Justificativa da reengenharia

Nessa fase justifica-se a reengenharia através da análise da qualidade do software legado, do seu processo de manutenção e do valor de negócio presente no software analisado. Para tanto, as seguintes atividades devem ser realizadas:

4.2.1.1 Atividade-1: Análise da qualidade técnica do software

- *Métodos de avaliação de usabilidade utilizados:* avaliação Heurística, Percurso Cognitivo, Teste de usabilidade e análise do modelo GOMS.
- *Passos:* Na análise da qualidade técnica de um software, as métricas relevantes para justificar a sua mudança são quantificadas. Essas métricas podem ser de natureza funcional ou da sua usabilidade. As métricas de natureza funcional são extraídas do código do software ou

dos seus elementos físicos (através dos arquivos do software utilizados para processamento, acesso à banco de dados, entre outros elementos) utilizando softwares chamados “auditores de código” (Sneed, 1995). Como exemplo de métricas de natureza funcional, tem-se: número de chaves de estruturas de dados ou tabelas, número de relacionamentos entre arquivos ou tabelas, taxa de dependência dos dados, linhas de código, acessos à banco de dados, pontos de função, complexidade ciclomática e de dados, entre outras. Já as métricas de natureza da usabilidade são extraídas a partir da avaliação dos componentes do software responsáveis por tornar o software fácil de usar, fácil de aprender e fácil de memorizar. Exemplos de métricas de usabilidade, bem como uma discussão sobre elas é apresentada no APÊNDICE-A. Para definir e quantificar as métricas de usabilidade os métodos de avaliação de usabilidade são aplicados na seguinte seqüência e maneira:

Passo 1 - Elaboração do modelo GOMS das tarefas do software legado.

- Descrição: Elaborar o modelo GOMS de todas as tarefas candidatas à reengenharia e calcular os seus tempos de execução baseando-se no novo modelo GOMS.
- Documentos usados: Para a elaboração do modelo GOMS é necessário uma especificação da interface relativa à tarefa que se está relacionando. Essa especificação pode ser: cenários da tarefa, cópias das telas das interfaces com a seqüência da interação dos usuários com as mesmas, um protótipo ou o próprio software rodando, enfim, qualquer documento que descreva a interação humano computador relativa à tarefa.
- Documentos gerados: Esse passo produz o Modelo GOMS de cada tarefa avaliada das tarefas analisadas. O documento utilizado para registrar o Modelo GOMS é apresentado no documento “Modelo GOMS da tarefa” (documento F1/A1/P1/D1, do APÊNDICE-B).

Passo 2 - avaliação Heurística do software.

- Descrição: Neste passo a avaliação Heurística deve ser aplicada, descrevendo os problemas encontrados, suas severidades e respectivas localizações na interface.
- Documentos usados: Para a aplicação da avaliação Heurística é necessária uma especificação da interface relativa à tarefa que está sendo analisada. Essa especificação pode ser em forma de: cenários da tarefa, cópias das interfaces com a seqüência da sua interação com os usuários, protótipo ou o próprio software, enfim, qualquer documento que descreva a interação humano computador da tarefa.

- Documentos gerados: Esse passo gera uma lista de problemas de usabilidade encontrados, com sua localidade, severidade e descrição, apresentada pelo documento denominado “Tabela de problemas de usabilidade encontrados pela avaliação Heurística” (documento F1/A1/P2/D1 do APÊNDICE-B).

Passo 3 - Aplicação do "Percurso Cognitivo".

- Descrição: Este método de inspeção de usabilidade deve ser aplicado através do “percurso” realizado pelo avaliador pela tarefa que está sendo analisada. Durante esse percurso, o avaliador deve responder as perguntas definidas no método e detectar o grau de facilidade que o usuário apresenta para aprender utilizar a interface do software. Para tal, a tarefa deve ser descrita através de um cenário que contenha todos os passos necessários para que o usuário execute sua tarefa. O modelo desse cenário é mostrado no documento denominado “Cenário da tarefa analisada” (documento F1/A1/P3/D1, do APÊNDICE-B). Para cada passo, o avaliador deve responder as perguntas definidas pelo método (documento “Tabela de perguntas do Percurso Cognitivo” (F1/A1/P3/D2, do APÊNDICE-B)). Caso alguma delas tenha resposta negativa, a interface apresenta um problema de dificuldade de aprendizagem nesse ponto e esse problema deve ser relatado através do documento “Problemas de usabilidade encontrados pelo Percurso Cognitivo” (documento F1/A1/P3/D3, do APÊNDICE-B).
- Documentos usados: Para aplicar o Percurso Cognitivo é necessário descrever a tarefa analisada através de um cenário, como descrito no documento “Cenário da tarefa analisada” (documento F1/A1/P3/D1, do APÊNDICE-B) e responder as perguntas definidas pelo método apresentadas pelo documento “Tabela de perguntas do Percurso Cognitivo” (documento F1/A1/P3/D2, do APÊNDICE-B).
- Documentos gerados: Durante a análise da tarefa, as respostas das perguntas definidas pelo método devem ser relatadas como no documento “Tabela de perguntas do Percurso Cognitivo” (documento F1/A1/P3/D2, do APÊNDICE-B). Os problemas encontrados devem ser relatados através do documento denominado “Problemas de usabilidade encontrados pelo Percurso Cognitivo” (documento F1/A1/P3/D3, do APÊNDICE-B).

Passo 4 - Análise dos resultados obtidos nos passos um, dois e três dessa atividade.

- Descrição: Esse passo visa analisar os problemas encontrados pela avaliação de usabilidade realizada nos passos 1, 2 e 3 dessa atividade e identificar as métricas de usabilidade relevantes ao estudo do planejamento da reengenharia guiada pela avaliação de usabilidade. Para tal, o planejador deve analisar os resultados obtidos pelos métodos aplicados. Com a construção do modelo GOMS, pode-se analisar a relevância da métrica relacionadas ao tempo de execução da tarefa, ao número de ações necessárias para executar a tarefa e aos pontos da interação onde a interface pode induzir à um erro. Com a avaliação Heurística, pode-se analisar métricas de usabilidade relacionadas à facilidade de uso, à facilidade de memorização, à satisfação subjetiva, entre outras. Finalmente, com o Percurso Cognitivo, é possível analisar as métricas de usabilidade relacionadas com a facilidade de aprendizagem. Tal aspecto é importante para analisar a necessidade de treinamento que o software avaliado requer. Esse passo deve resultar em uma tabela contendo as métricas de usabilidade relevantes para o processo de planejamento de reengenharia.
- Documentos usados: Documentos gerados pelos passos 1, 2 e 3, ou seja, “Modelo GOMS da tarefa” (documento F1/A1/P1/D1), “Tabela de problemas de usabilidade encontrados pela avaliação Heurística” (documento F1/A1/P2/D1), “Tabela de perguntas do Percurso Cognitivo” (documento F1/A1/P3/D2) e “Problemas de usabilidade encontrados pelo Percurso Cognitivo” (documento F1/A1/P3/D3), todos presentes no APÊNDICE-B.
- Documentos gerados: “Lista de métricas e justificativas para as suas escolhas” (documento F1/A1/P4/D1 do APÊNDICE-B).

Passo 5 - Teste de usabilidade reportando os resultados através da norma Common Industry Format (CIF).

- Descrição: O método de avaliação de usabilidade chamado Teste de usabilidade deve ser aplicado. Para tanto, os objetivos do teste devem ser definidos usando como parâmetro as métricas listadas no *Passo 4* dessa *Atividade*. O Teste de usabilidade, te o intuito de quantificar as métricas escolhidas no passo anterior definindo ainda os limites superior e inferior de aceitação do software dependendo da métrica analisada. Portanto, o Teste de usabilidade produz as informações necessárias para quantificar a qualidade técnica do software.

- Documentos usados: Documentos gerados pelos passos 1, 2, 3 e 4, ou seja, “Modelo GOMS da tarefa” (documento F1/A1/P1/D1, do APÊNDICE-B), “Tabela de problemas de usabilidade encontrados pela avaliação Heurística” (documento F1/A1/P2/D1 do APÊNDICE-B), “Tabela de perguntas do Percorso Cognitivo” (F1/A1/P3/D2, do APÊNDICE-B), “Problemas de usabilidade encontrados pelo Percorso Cognitivo” (documento F1/A1/P3/D3, do APÊNDICE-B) e “Lista de métricas e justificativas para as suas escolhas” (documento F1/A1/P3/D4 do APÊNDICE-B).
 - Documentos gerados: Preenchimento do relatório que segue o padrão ANSI NCITS 354-2001 chamado “Common Industry Format for Usability Test Reports – CIF” encontrado no APÊNDICE-C.
- *Regras para escolha entre os métodos de avaliação de usabilidade:* Apesar da importância de se aplicar todos os métodos relatados nos passos descritos a cima para se conseguir um planejamento mais bem elaborado, alguns passos podem ser facultativos, dependendo dos recursos existentes no planejamento da reengenharia, dentre esses, tempo e dinheiro. Esse item tem por objetivo mapear regras de seleção que definem o melhor método que deve ser aplicado em uma dada situação. Vale lembrar que o ideal para uma avaliação de usabilidade completa é aplicar o maior número de métodos possíveis, uma vez que esses métodos, muitas vezes, são complementares, ou seja, o ponto forte de um pode ser o ponto fraco do outro. Portanto, a utilização de todos os métodos fornece uma avaliação de usabilidade mais confiável, e caso se conclua que a facilidade de aprendizagem e a conseqüente questão do treinamento seja um aspecto irrelevante para a necessidade da mudança do software, não utilizar o Percorso Cognitivo.
 - *Importância das Informações obtidas:* cada método de avaliação de usabilidade avalia um ou mais atributos da usabilidade, uns métodos com maior intensidade em certos aspectos, outros com menor intensidade. A tabela abaixo mostra, para cada método de avaliação de usabilidade utilizado no planejamento da reengenharia, os resultados que são obtidos e quais atributos da usabilidade tais métodos analisam.

Tabela 4-1: Informações obtidas pelos Métodos de Avaliação de Usabilidade

Método de avaliação	Resultados obtidos	O que avalia
Avaliação Heurística	<ul style="list-style-type: none"> - Problemas de usabilidade. - Severidade dos problemas. - Justificativa dos problemas encontrados. 	<ul style="list-style-type: none"> - Visibilidade do estado do sistema. - Concordância entre o sistema e o mundo real. - Controle do usuário e liberdade. - Consistência. - Prevenção de erros. - Reconhecimento ao invés de lembrança. - Flexibilidade e eficiência de uso. - Estética e design minimalista. - Auxílio à recuperação de erros. - Ajuda e documentação.
Percurso Cognitivo	<ul style="list-style-type: none"> - Cenários: Visão geral da tarefa analisada, descrição da tarefa, sub-tarefa e ações, respostas do sistema e cópias das telas da interface. - Resposta das quatro perguntas definidas por esse método para cada ação de uma tarefa. - Lista de problemas encontrados com descrição e causa do problema. - Lista de correções. 	<ul style="list-style-type: none"> - Facilidade de aprendizagem. - Facilidade de uso. - Funcionalidade. - Diferença entre a conceituação do projetista e do usuário. - Escolhas pobres de títulos de menu e <i>labels</i> de botões e respostas inadequadas.
Modelo GOMS	<ul style="list-style-type: none"> - Modelo GOMS: objetivos, operadores, métodos e regras de seleção da tarefa analisada. - Estimativa de tempo de execução de uma tarefa. - Estimativa de tempo de aprendizagem. 	<ul style="list-style-type: none"> - Tempo de execução. - Tempo de aprendizagem. - Freqüência de erros cometidos por “esquecimento”. (quanto a interface requerer que o usuário lembre-se de uma informação afetará a freqüência dos erros e os lugares que esses erros ocorrerão).
Teste de usabilidade	<ul style="list-style-type: none"> - Documento de planejamento do teste de usabilidade (lista de objetivos, preparação das ferramentas e do laboratório de teste). - Análise dos resultados do teste de usabilidade com base nos objetivos estabelecidos do teste. - Lista de objetivos e conclusões referentes a cada conclusão. - Fita gravada do teste utilizando, p.e., <i>Thinking Aloud</i>. - Reprodução dos movimentos do usuário realizados durante o teste de usabilidade (ferramenta Spy). - Anotações realizadas pelos observadores. 	<ul style="list-style-type: none"> - O método analisa aspectos de usabilidade estabelecidos durante a fase de preparação do teste. Como, por exemplo, pode-se citar: tempo de execução, taxa de aprendizagem, número de erros cometidos, satisfação de uso, etc.

As informações produzidas por essa Atividade visam determinar objetivos para a reengenharia de software. Esse objetivo é importante, pois direciona a reengenharia com objetivos claros e bem definidos relatando o estado atual do sistema (através inclusive das medidas das métricas de usabilidade) e o que pode ser modificado. Além disso, essa Atividade produz medidas quantificadas das métricas relevantes à reengenharia. Com essa informação, é possível calcular o coeficiente da qualidade técnica do software em com relação à sua usabilidade.

- *Documentação gerada:* Documentos produzidos pela Fase-1 (Documento “Modelo GOMS da tarefa” (documento F1/A1/P1/D1, do APÊNDICE-B); Documento “Tabela de problemas de usabilidade encontrados pela avaliação Heurística” (documento F1/A1/P2/D1 do APÊNDICE-B); Documento “Tabela de perguntas do Percorso Cognitivo” (documento F1/A1/P3/D2, do APÊNDICE-B); Documento “Problemas de usabilidade encontrados pelo Percorso Cognitivo” (documento F1/A1/P3/D3, do APÊNDICE-B); Relatório CIF; documento F1/A1/P3/D4, do APÊNDICE-B).

4.2.1.2 Atividade-2: Estimativa do custo de manutenção

- *Métodos de avaliação de usabilidade utilizados:* Não aplicável.
- *Passos:* Essa atividade destina-se a estimar o custo de manutenção do software legado. Essa informação é obtida através de um programa de mensuração do esforço de manutenção gasto pela organização que a mantém. Essa atividade é composta por um passo, que é explicado a seguir:

Passo 1 – Obtenção do esforço de manutenção.

- Descrição detalhada: O esforço de manutenção é obtido através da base de dados históricos da organização que realizará a manutenção. Sem essa base de dados, essa informação deve ser adquirida através da experiência do planejador.
- Documentos usados: Base de dados históricos da organização ou experiência do planejador.
- Documentos gerados: Esforço de manutenção dado em pessoas-hora, pessoas-dia ou pessoas-mês, dependendo da unidade de tempo que a organização meça esse esforço.
- *Regras para escolha de métodos:* A escolha que deve ser realizada é entre utilizar os dados históricos de esforço de manutenção da organização, estimar esse valor com base na experiência do avaliador ou ainda, comparar o software legado com o software aos a reengenharia. Para tanto, as seguintes questões devem ser analisadas: (a) A organização tem base de dados históricos? (b) Qual é a experiência do planejador? (c) Quais dados o planejador está considerando? (d) Existe software concorrente? (e) Qual a qualidade técnica dele? (f) É vantajoso avaliar outro software para comparar com o software em termos de custo e tempo?
- *Informações obtidas e análises:* Essa atividade destina-se obter o esforço de manutenção necessário para o software analisado. Essa informação é relevante para estimar o custo necessário para se manter o software, bem como para ser utilizado como parâmetro de comparação entre o software legado e o software após a reengenharia.

O esforço de manutenção após a reengenharia do software é obtido através da estimativa desse valor com base na qualidade técnica do software resultante, ou através de uma comparação com a qualidade técnica de outros projetos e o respectivo esforço de manutenção. Ressalta-se que a melhor maneira de se realizar a estimativa do esforço de manutenção é contendo uma base de dados históricos dessa informação, porém nem sempre tais dados estão disponíveis ou sequer existam. Então, a opção de se estimar com base na experiência do planejador ou mesmo através da comparação do software legado com o software após a reengenharia é uma alternativa, porém essa estimativa pode resultar em um desvio grande do valor final. Portanto, esse valor pode ser alterado à medida que o Plano esteja sendo executado.

- *Documentação gerada:* Esforço de manutenção dado em pessoas-hora, pessoas-dia ou pessoas-mês.

4.2.1.3 Atividade-3: avaliação do valor de negócio das tarefas disponíveis no software

- *Métodos de avaliação de usabilidade utilizados:* Neste caso foi utilizada uma ferramenta de análise de usabilidade chamada Common Industry Format for Requirements specification (CIF-R).
- *Passos:* A avaliação do valor de negócio das tarefas do software deve ser realizada por analistas de valor de negócios de modo que, esses valores devem ser registrados em forma de tabela como mostrado na Tabela-4.2.

Tabela 4-2: Valor de negócio das tarefas de um sistema de Locadora de carros (APÊNDICE-C)

Tarefa	Valor de Mercado	Contribuição para o lucro	Importância das informações	Pontuação
Cadastro de clientes	15	15	30	60
Cadastro de carros	15	15	20	50
Cadastro de Aluguel	35	50	35	120
Cadastro de Reserva	35	20	15	70
Total	100	100	100	300

Para quantificar o valor de negócio de cada tarefa, devem-se definir os objetivos do negócio que se deseja analisar. Objetivos do negócio típicos são: valor de mercado, contribuição para o lucro e a importância das informações obtidas pela tarefa, como apresentado na Tabela-4.2. Então, para cada objetivo definido divide-se o valor total 100 entre as tarefas do software cujos valores de negócio estão sendo analisados. Por exemplo, a Tabela-4.3 mostra que, para o objetivo do negócio “Valor de Mercado”, a tarefa “Cadastro de Clientes” possui o valor de negócio 15, a tarefa “Cadastro de carros” possui o valor 15, a tarefa “Cadastro de Aluguel”

possui o valor 35 e a tarefa “Cadastro de Reserva” possui o valor 35. Se somarmos o valor de negócio de todas essas tarefas, o resultado obtido é 100, que corresponde ao valor total do valor de negócio atribuído para o objetivo do negócio “Valor de Mercado”.

A soma dos valores encontrados para todos os objetivos de negócio de uma dada tarefa corresponde ao valor total do valor de negócio da tarefa. Para a tarefa “Cadastro de Clientes”, os valores dos objetivos: Valor de Mercado, Contribuição para o lucro e Importância das informações é, respectivamente 15, 15 e 30, e a soma desses é 60. Portanto, o valor de negócio da tarefa “Cadastro de Cliente” é 60.

Uma vez calculado o valor de negócio de cada tarefa, esses valores podem ser comparados para verificar quais tarefas possuem valores de negócio mais altos ou mais baixos e estimar a importância de cada tarefa para a organização. Esse resultado é utilizado no PPR-U para estabelecer a prioridade de execução da reengenharia de cada tarefa do software legado.

Passo 1 - Definir os objetivos de negócio utilizando o CIF-R.

- Descrição detalhada: O CIF-R é um documento utilizado para definir os requisitos de usabilidade de um software e os relacionar com os objetivos de negócio do software e está sendo utilizado para a definição dos objetivos através da sua seção *Role of Usability requirements in Development* do CIF-R. Nessa seção, deve-se descrever os usuários do software, as suas necessidades, os objetivos que o software deve atender e as expectativas dos usuários. Para se definir os objetivos de negócio de um software é necessário conhecer as características dos usuários e suas necessidades. O que pode ser obtido a partir do CIF-R já que fornece meios para obter e reportar os requisitos dos usuários que estão relacionados com os objetivos dos negócios do software de modo que a partir desses requisitos, os objetivos podem ser descobertos.
- Documentos usados: Especificação do software, das suas tarefas e das características dos usuários.
- Documentos gerados: Esse passo produz uma lista contendo os usuários, suas necessidades, seus objetivos e suas expectativas através do documento “Tabela de Requisitos dos Usuários” (F1/A3/P1/D1 do APÊNDICE-B); lista dos objetivos de negócios selecionados e suas respectivas explicações através do documento “Tabela de Objetivos de Negócio Selecionados” (F1/A3/P1/D2 do APÊNDICE-B).

Passo 2 – Quantificação dos objetivos de negócio das tarefas e do software selecionados no passo anterior.

- Descrição detalhada: Nesse passo, cada tarefa do software terá o seu valor de negócio estimado de acordo com os objetivos definidos no passo anterior. O total de um certo valor de negócio é 100, como definido em (Sneed,1995), portanto esse valor deve ser distribuído entre as tarefas do software de modo que a soma do valor de negócio para um objetivo de negócio seja 100. Como afirmado no item Passos dessa atividade, analistas de software devem realizar a análise e a quantificação do valor de negócio de uma certa tarefa do software. Portanto, os mesmos devem fornecer esses dados para o Planejador da reengenharia. Porém, caso não seja possível contar com a presença dos analistas de negócios, pode-se estimar o valor de negócio considerando o ganho direto ou indireto que o software e, mais especificamente, a tarefa que está gerando. Por exemplo, caso uma determinada tarefa chamada “tarefa-1” gere 80% dos ganhos relativos àquele software e uma tarefa chamada “tarefa-2” gere 20% dos ganhos relativos àquele software, a “tarefa-1” terá valor de negócio (do objetivo “ganhos monetários”) de 80%, enquanto a “tarefa-2” terá o valor de negócio de 20%. Além do fator monetário, o Planejador pode estimar o valor de negócio relacionando a participação indireta da tarefa com o objetivo determinado, como por exemplo, o Planejador pode estimar a relevância estratégica das informações fornecidas por cada tarefa. Portanto, mesmo que o ideal seja que os analistas de negócios forneçam esses dados, os planejadores podem estimar esses valores como descrito a cima. Após definir os valores de negócio para cada tarefa e respectivo objetivo, os valores de negócio de uma tarefa devem ser somados a fim de calcular o valor de negócio total da tarefa. Logo, para cada tarefa deve-se realizar essa soma, gerando uma tabela que informe os valores dos objetivos de negócios definidos no passo anterior, por fim, o valor de negócio total da tarefa, como apresentado no Documento “Tabela de Análise do Valor de Negócio” (F1/A3/P1/D3:, do APÊNDICE-B).
 - Documentos usados: Nesse passo os seguintes documentos são usados: Documento “Tabela de Objetivos de Negócio Selecionados” (F1/A3/P1/D2, do APÊNDICE-B), a fim de obter os objetivos de negócios relevantes para a reengenharia.
 - Documentos gerados: Esse passo gera o seguinte documento: Documento “Tabela de Análise do Valor de Negócio” (F1/A3/P1/D3:, do APÊNDICE-B).
- *Regras para escolha de métodos:* Caso os valores de negócios não sejam obtidos através dos analistas deve-se analisar o ganho direto ou indireto que o software proporciona.

- *Informações obtidas e análises:* As informações obtidas nessa atividade correspondem aos valores de negócio de cada tarefa divididos. Tanto os valores discriminados por objetivo de negócio como também os valores totais de valor de negócio da tarefa. Essas informações são utilizadas no PPR-U, combinadas com o valor do coeficiente da qualidade técnica das tarefas, para priorizar a reengenharia nas tarefas mais críticas.
- *Documentação gerada:* Lista dos usuários, necessidades, objetivos e expectativas através do documento “Tabela de Requisitos dos Usuários” (F1/A3/P1/D1, do APÊNDICE-B); lista dos objetivos de negócios selecionados e suas respectivas explicações através do documento “Tabela de Objetivos de Negócio Selecionados” (F1/A3/P1/D2, do APÊNDICE-B), Documento “Tabela de Análise do Valor de Negócio” (F1/A3/P1/D3, do APÊNDICE-B).

4.2.2 Fase-2: Análise de Portfolio

Esta fase determina a ordem que as tarefas do software legado serão modificadas através da reengenharia, de acordo com os seus respectivos valores de negócios e qualidade técnica. Nessa fase, as seguintes atividades devem ser realizadas:

4.2.2.1 Atividade 1 - Elaboração do gráfico "Qualidade técnica x Valor de negócio"

- *Métodos de avaliação de usabilidade utilizados:* Modelo GOMS e Teste de usabilidade.
- *Passos:* Para elaborar esse gráfico o coeficiente da qualidade técnica e o coeficiente do valor de negócio devem ser calculados. O coeficiente da qualidade técnica é calculado estimando-se o limite inferior e superior de cada métrica, bem como obtendo-se valor da métrica do software legado. Dessa maneira, calcula-se o coeficiente da qualidade técnica do software. O coeficiente do valor de negócio, por sua vez, é calculado através das informações proveniente da *Fase-1* e o gráfico “Qualidade técnica x valor de negócio” é construído.

Passo 1 - Analisar as métricas de usabilidade obtidas na Fase 1 (Justificativa do projeto de reengenharia) e determinar os limites inferior e superior de cada métrica de usabilidade.

- *Descrição:* O limite inferior de uma métrica representa a estimativa do melhor valor possível para a métrica em questão (por exemplo, o tempo de execução de tarefa de 10 segundos). Já o limite superior representa a estimativa do pior caso que uma métrica pode apresentar (por exemplo, o tempo de execução de tarefa de 50 segundos). Para se determinar esses limites de cada métrica dois aspectos devem ser levados em consideração: (1) o custo para o usuário trabalhar nesses limites; (2) a possibilidade técnica do software nesses limites, ou seja, o quanto custa para a organização manter

um software com os limites estabelecidos. Segundo Pressman, Sommerville e Sneed (Pressman, 2001; Sommerville, 1995; Sneed, 1995), um grande desafio para os Engenheiros de software é a determinação dos limites inferior e superior das métricas determinadas para o software. Portanto, falhas nessas estimativas devem ser amenizadas a medida que o projeto de reengenharia inicie e o acompanhamento do processo comece a ser medido através do refinamento desses valores e da aquisição de experiência pelo planejador. Além dos dois questionamentos mostrados anteriormente, uma outra maneira comumente utilizada para determinar os limites inferior e superior é através da comparação do software analisado com softwares concorrentes existentes no mercado os quais possuam funcionalidades semelhantes. O resultado desse passo é a elaboração de uma tabela contendo a tarefa analisada, a métrica de usabilidade e os valores inferior e superior para cada métrica das tarefas analisadas, como apresentada no Documento “Tabela de Limites inferior e superior das métricas das tarefas” (F2/A1/P1/D1, no APÊNDICE-B).

- Documentos usados: Informações sobre o custo de uma tarefa ser executada pelos usuários nos limites inferior ou superior, sobre os limites encontrados em softwares concorrentes ou sobre a experiência do planejador.
- Documentos gerados: Documento “Tabela de Limites inferior e superior das métricas das tarefas” (F2/A1/P1/D1, no APÊNDICE-B).

Passo 2 - Para cada métrica de usabilidade, calcular o coeficiente da qualidade técnica.

- Descrição: O coeficiente da qualidade técnica é um valor entre 0 e 1 que representa o quão próximo o valor da métrica do software está do melhor valor possível estimado para um software desse tipo, ou seja, o quão próximo o valor da métrica do software está em relação ao limite inferior. Esse coeficiente é calculado através da seguinte fórmula:

$$\text{Coef_Qual_Téc} = 1 - \frac{(\text{Valor_software_atual} - \text{Limite_inferior})}{(\text{Limite_superior} - \text{Limite_inferior})}$$

Logo, para cada métrica, deve-se obter o valor atual da métrica do software, os limites inferior e superior (obtidos pelo documento gerado no Teste de usabilidade da Fase-1 no documento CIF e pelo passo anterior no Documento “Tabela de Limites inferior e superior das métricas das tarefas” (F2/A1/P1/D1, do APÊNDICE-B) e calcular o coeficiente da qualidade técnica do software utilizando a fórmula a cima. Dessa maneira, pode-se analisar a qualidade do software em comparação com os limites

definidos no passo anterior. Conseqüentemente, esse passo gera, para cada métrica de cada tarefa do software, o seu respectivo coeficiente da qualidade técnica que será utilizado na priorização da reengenharia das tarefas do software. Esse fator está expresso no Documento “Lista de coeficientes de qualidade técnica do software” (F2/A1/P2/D2, no APÊNDICE-B).

- Documentos usados: Documento “Tabela de Limites inferior e superior das métricas das tarefas” (F2/A1/P1/D1, no APÊNDICE-B).
- Documentos gerados: Documento “Lista de coeficientes de qualidade técnica do software” (F2/A1/P2/D2 , no APÊNDICE-B).

Passo 3 – Para cada valor de negócio calcular todos os coeficientes do valor de negócio.

- Descrição: O coeficiente do valor de negócio é calculado dividindo-se o valor do negócio de cada tarefa obtido na Atividade 3 da Fase 1 (Documento “Tabela de Análise do Valor de Negócio” (F1/A3/P1/D3, do APÊNDICE-B)) pelo valor total do negócio, ou seja, pela soma dos valores de negócio de todas as tarefas. Esse valor deve ser calculado para cada tarefa do software e deve ser relatado no Documento “Coeficientes do valor de negócio” (F2/A1/P3/D1, do APÊNDICE-B).
- Documentos usados: Documento “Tabela de Análise do Valor de Negócio” (F1/A3/P1/D3, do APÊNDICE-B).
- Documentos gerados: Documento “Coeficientes do valor de negócio” (F2/A1/P3/D1, do APÊNDICE-B).

Passo 4 - Para cada métrica de cada tarefa, elaborar o gráfico "Qualidade técnica x Valor de negócio".

- Descrição detalhada: Com os coeficientes de qualidade técnica e do valor de negócios das tarefas calculados, deve-se elaborar o gráfico "Qualidade técnica x Valor de negócio", como representado a seguir pela Figura-4.2:

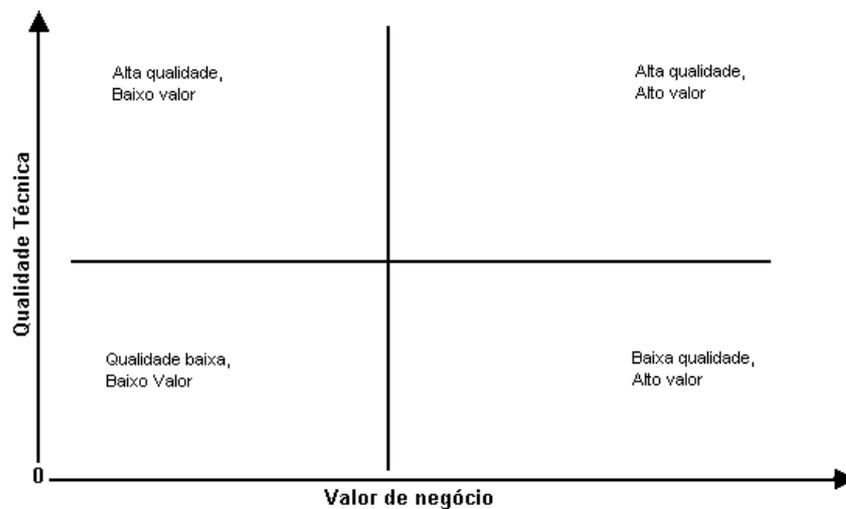


Figura 4-2: Gráfico: Qualidade Técnica x Valor de negócio

As tarefas que se situarem no quadrante inferior esquerdo possuem uma baixa qualidade técnica e um baixo valor de negócio, essas tarefas são candidatas a um Re-desenvolvimento, já as tarefas que se situam no quadrante inferior direito possuem uma baixa qualidade técnica com um alto valor de negócio, portanto apresentam uma alta prioridade para reengenharia. Além dos gráficos de cada métrica, também se deve calcular a média de todos os coeficientes de qualidade técnica obtidos e elaborar o gráfico global utilizando a média dos coeficientes de qualidade técnica e os valores de negócios totais de cada tarefa.

- Documentos usados: Documento “Lista de coeficientes de qualidade técnica do software” (F2/A1/P2/D2, no APÊNDICE-B); Documento “Coeficientes do valor de negócio” (F2/A1/P3/D1, do APÊNDICE-B).
- Documentos gerados: Documento “Gráfico Qualidade Técnica x Valor de Negócio” (F2/A1/P4/D1, do APÊNDICE-B).
- *Regras para escolha de métodos:* Não se aplica.
- *Informações obtidas e análises:* Esse gráfico é utilizado para ordenar as tarefas de uma dada aplicação de acordo com a prioridade ou necessidade de mudança apresentada.
- *Análise das informações:* O gráfico “Qualidade Técnica x Valor de Negócio” é analisado dividindo-o em quatro quadrantes. As aplicações cujos pontos encontram-se no canto superior esquerdo possuem um valor de negócio relativamente baixo e uma qualidade técnica relativamente alta. Portanto, não necessitam de uma reengenharia. Aplicações cujos pontos encontram-se no canto inferior esquerdo possuem um valor de negócio baixo e uma baixa qualidade técnica. Essas aplicações são candidatas para um Re-desenvolvimento ou uma

substituição por um pacote comercial. Já as aplicações, que se encontram no canto superior direito possuem uma qualidade técnica relativamente alta e um valor de negócio relativamente alto, podem sofrer reengenharia, porém com baixa prioridade. Finalmente, as aplicações que se encontram no canto inferior direito possuem um valor de negócio relativamente alto e uma qualidade técnica relativamente baixa. Portanto, essas aplicações possuem alta prioridade para sofrerem reengenharia.

- *Documentação gerada:* Documento “Gráfico Qualidade Técnica x Valor de Negócio” (F2/A1/P4/D1, do APÊNDICE-B).

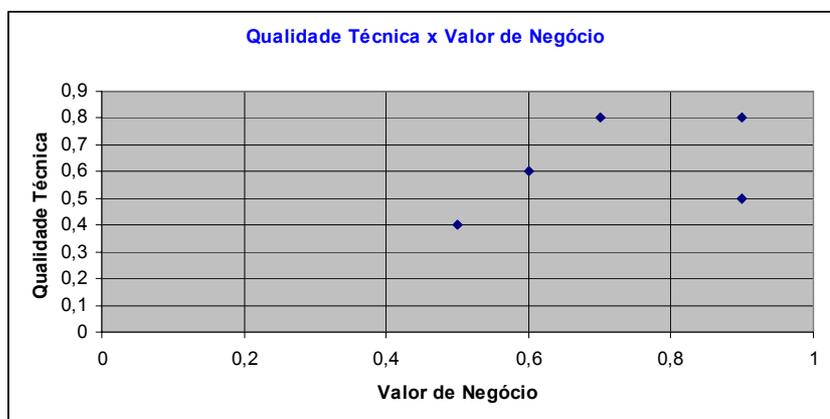
4.2.2.2 Atividade-2: Priorização da reengenharia dos módulos do software legado

- *Métodos de avaliação de usabilidade utilizados:* Teste de usabilidade e análise do modelo GOMS.
- *Passos:* Essa atividade é realizada através da análise das informações contidas nos gráficos de Qualidade Técnica x Valor de negócio. Assim, para as tarefas com qualidade técnica mais baixa e maior valor de negócio, maior a prioridade atribuída. Devem-se classificar as tarefas em uma lista ordenada de tarefas mostrando a prioridade de cada uma sofrer reengenharia. Por exemplo, em um exemplo que haja os seguintes dados:

Tabela 4-3: Exemplo de tabela CQT x VN

Qualidade Técnica	Valor de negócio
0,5	0,9
0,4	0,5
0,8	0,7
0,6	0,6
0,8	0,7

O gráfico resultante da Tabela-4.3 é apresentado a seguir:



Execução do Passo-2:

Tabela 4-4: Exemplo de tabela CQT x VN ordenada pelo menor valor de CQT

Prioridade	Qualidade Técnica	Valor de negócio
1	0,4	0,5
2	0,5	0,9
3	0,6	0,6
4	0,8	0,7
5	0,8	0,9

Execução do Passo-3:

Tabela 4-5: Exemplo de tabela CQT x VN ordenada pelo maior valor de VN

Prioridade	Qualidade Técnica	Valor de negócio
1	0,4	0,5
2	0,5	0,9
3	0,6	0,6
4	0,8	0,9
5	0,8	0,7

Dessa forma, a prioridade de cada tarefa sofrer reengenharia é estabelecida.

Passo 1 - Para cada tarefa, preencher a tabela “Coeficiente da Qualidade Técnica (CQT) x Valor de Negócio (VN) - "CQT x VN)".

- Descrição detalhada: Com os dados obtidos na *Atividade* anterior (coeficiente da qualidade técnica e valor de negócio) deve ser elaborada uma tabela contendo a tarefa do software, a sua qualidade técnica (obtida através da média dos CQT's) e o seu coeficiente de valor de negócio.
- Documentos usados: Documento “Lista de coeficientes de qualidade técnica do software” (documento F2/A1/P2/D2, no APÊNDICE-B); Documento “Coeficientes do valor de negócio” (documento F2/A1/P3/D1, do APÊNDICE-B).
- Documentos gerados: Documento “Tabela geral de Coeficiente de Qualidade Técnica x Coeficiente de Valor de Negócio” (documento F2/A2/P1/D1, no APÊNDICE-B).

Passo 2 - Ordenar a tabela "CQT x VN" pelo menor valor da qualidade técnica do software.

- Descrição: Para priorizar a reengenharia deve-se, inicialmente, ordenar a tabela "CQT x VN" pelo menor valor da qualidade técnica do software, pois dessa forma a tarefa de menor qualidade técnica terá a maior prioridade.
- Documentos usados: Documento “Tabela geral de Coeficiente de Qualidade Técnica x Coeficiente de Valor de Negócio” (documento F2/A2/P1/D1, no APÊNDICE-B)
- Documentos gerados: Documento “Tabela geral de Coeficiente de Qualidade Técnica x Coeficiente de Valor de Negócio” (documento F2/A2/P1/D1, no APÊNDICE-B, ordenada pelo menor valor de CQT).

Passo 3 - Ordenar as linhas da tabela (CQT x VN) que contiverem valores iguais de CQT pelo maior valor de negócio presente na mesma.

- Descrição: Para o término da priorização da reengenharia deve-se - ordenar as linhas da tabela (CQT x VN) que contiverem valores iguais de CQT pelo maior valor de negócio presente na mesma, pois as tarefas com maior valor de negócio devem ser modificadas pela reengenharia com maior prioridade.
 - Documentos usados: Documento “Tabela geral de Coeficiente de Qualidade Técnica x Coeficiente de Valor de Negócio” (documento F2/A2/P1/D1), no APÊNDICE-B, ordenada pelo menor valor de CQT).
 - Documentos gerados: Documento “Tabela geral de Coeficiente de Qualidade Técnica x Coeficiente de Valor de Negócio” (F2/A2/P1/D1, no APÊNDICE-B, ordenada pelo maior VN de cada CQT de mesmo valor).
- *Regras para escolha de métodos:* Não há regras para seleção de métodos.
 - *Informações obtidas e análises:* A informação obtida por essa *Atividade* é uma tabela de tarefas ordenadas pela sua prioridade na reengenharia. Essa priorização tem o objetivo de auxiliar na decisão da ordem que será realizada a reengenharia e se conhecer a necessidade real de cada tarefa sofrer reengenharia.
 - *Documentação gerada:* Documento “Tabela geral de Coeficiente de Qualidade Técnica x Coeficiente de Valor de Negócio” (documento F2/A2/P1/D1, do APÊNDICE-B); Documento “Tabela geral de Coeficiente de Qualidade Técnica x Coeficiente de Valor de Negócio” (documento F2/A2/P1/D1, no APÊNDICE-B, ordenada pelo menor valor de CQT); Documento “Tabela geral de Coeficiente de Qualidade Técnica x Coeficiente de Valor de Negócio” (F2/A2/P1/D1, no APÊNDICE-B, ordenada pelo maior VN de cada CQT de mesmo valor);

4.2.3 Fase-3: Estimativa do custo

Essa fase determina o custo monetário, o esforço necessário e o cronograma da reengenharia.

4.2.3.1 Atividade-1: Estimativa do custo

- *Métodos de avaliação de usabilidade utilizados:* Modelo GOMS e avaliação Heurística.
- *Passos:* Deve-se calcular o esforço para fazer a reengenharia de cada item do software que será modificado. Para tanto, deve-se encontrar a relação "linhas de código do software" pelo esforço (dado em pessoas-mês) realizado na reengenharia de outro software com

características similares ao software que sofrerá reengenharia. Essa relação fornecerá o número de pessoas-mês necessário para a reengenharia.

Outro item importante que entra na contabilidade dos custos de um projeto de reengenharia é o custo referente aos testes realizados nesse projeto. Esse custo é calculado através da multiplicação do número de casos de testes encontrados para a reengenharia do software pelo custo médio de um caso de teste.

A reengenharia dos dados do software também deve ter seus custos contabilizados. Essa reengenharia envolve bases de dados, arquivos e campos de tabelas das bases de dados. Para calcular o custo desse item do software deve-se ponderar o número de estruturas de dados (número de bases de dados, de arquivos e de campos) e dividir esse valor pela produtividade mensal (dado em pessoas-mês) referente á reengenharia dos elementos de dados levantados.

Deve-se medir ainda as interfaces com os usuários através do número de tipos de transações e o número de mapas, janelas e relatórios envolvidos (GOMS). Por fim, deve-se gerar uma tabela de produtividade que converta o número de cada item do software em esforço dado em pessoas-dia.

Com o cálculo dos custos de todos os itens do software em questão, contabiliza-se o custo total da reengenharia somando-se o valor dos custos desses itens.

Através dos valores de esforço encontrados no cálculo do custo do projeto de reengenharia, elabora-se o cronograma do projeto de reengenharia contendo o tempo estimado para realizar a reengenharia dos itens do software analisados anteriormente.

Passo 1 – Listar os itens que deverão sofrer reengenharia e terão que ser contabilizados no custo total da reengenharia (funcionalidades, banco de dados, arquivos, testes para a reengenharia, telas que deverão ser modificadas, entre outros).

- Descrição: Através da avaliação de usabilidade realizada na *Fase-I*, listar todas as tarefas do software que deverão sofrer reengenharia explicitando o que deve ser modificado (interface, banco de dados, correção de problemas, reengenharia de procedimentos).
- Documentos usados: Documentos produzidos pela *Fase-I* (Documento “Modelo GOMS da tarefa” (documento F1/A1/P1/D1, do APÊNDICE-B); Documento “Tabela de problemas de usabilidade encontrados pela avaliação Heurística” (documento F1/A1/P2/D1 do APÊNDICE-B); Documento “Tabela de perguntas do Percorso Cognitivo” (documento F1/A1/P3/D2, do APÊNDICE-B); Documento “Problemas de

usabilidade encontrados pelo Percurso Cognitivo” (documento F1/A1/P3/D3, do APÊNDICE-B); Relatório CIF).

- Documentos gerados: Documento “Lista dos itens que serão modificados pela reengenharia” (documento F3/A1/P1/D1).

Passo 2 - Para cada heurística violada, determinar o esforço relativo de reengenharia dependendo da severidade do problema.

- Descrição: Para o entendimento desse passo é imprescindível definir Esforço Médio de reengenharia, Esforço base e Esforço relativo. Esses termos são definidos a seguir:
 - **Esforço Médio de reengenharia** é a média dos tempos gastos na reengenharia de todos os problemas de usabilidade encontrados na interface do software.
 - **Esforço base** é a porcentagem do Esforço Médio de reengenharia necessária para realizar a reengenharia em uma interface que viole somente a heurística analisada e tenha nível de severidade máximo, ou seja, quatro.
 - **Esforço relativo** é a porcentagem do Esforço Médio de reengenharia necessária para realizar a reengenharia em uma interface que viole somente a heurística analisada. Por exemplo, considerando a heurística: “Controle e liberdade do usuário”, um problema em uma interface que viole essa heurística e tenha severidade 1, irá gastar 8% do esforço médio a fim de se consertar esse problema de usabilidade, considerando um problema que viole essa heurística e tenha severidade 2, irá gastar 16% do esforço médio para se consertar o problema de usabilidade, caso o problema tenha severidade 3, irá gastar 32% do esforço médio e considerando que o problema tenha severidade 4, gastará 40% do esforço médio de manutenção para consertar o problema de usabilidade identificado.

Portanto, para determinar o esforço relativo para solucionar os problemas de usabilidade que violam uma mesma heurística deve-se verificar quais heurísticas e respectivas severidades a interface do software analisado viola através do documento “Tabela de problemas de usabilidade encontrados pela avaliação Heurística” (documento F1/A1/P2/D1, do APÊNDICE-B). Após tal situação, verifica-se na tabela do documento “Tabela de pesos para cálculo de esforço usando avaliação Heurística” (F3/A1/P2/D1, do APÊNDICE-B) o esforço relativo e preenche-se a tabela do documento “Tabela do valor total do peso para cálculo do esforço usando avaliação Heurística” (F3/A1/P2/D2, no APÊNDICE-B). Para preencher essa tabela deve-se agrupar por heurística um conjunto de problemas de usabilidade que a violam, além

disso, deve-se separar, dentro desse grupo, os problemas de usabilidade com as severidades distintas. Por exemplo, caso uma interface contenha cinco problemas de usabilidade que violem a heurística um, sendo que duas delas contenha severidade três, e três delas contenha severidade dois, esses problemas devem ser agrupados em torno da heurística um, porém separados pela severidade. Dessa forma, agrupam-se os problemas de usabilidade pela heurística violada e dentro desse grupo separam-se os problemas que contenham severidade diferentes. Por exemplo:

Tabela 4-6: Exemplo de preenchimento da Tabela do valor total do peso para cálculo do esforço usando Avaliação Heurística.

Heurística violada	Quantidade de problemas	Severidade	Resultados parciais	Resultados totais
H1	2	2		
	3	3		

Pela Tabela 4.6, observa-se que a interface apresenta 2 problemas com severidade 2 infringindo a heurística um e 3 problemas com severidade 3 infringindo a heurística um.

- Documentos usados: Documento “Tabela de problemas de Usabilidade encontrados pela Avaliação Heurística” (documento F1/A1/P2/D1, do APÊNDICE-B); “Tabela de pesos para cálculo de esforço usando Avaliação Heurística” (F3/A1/P2/D1, do APÊNDICE-B).
- Documentos gerados: Documento “Tabela do valor total do peso para cálculo do esforço usando Avaliação Heurística” (F3/A1/P2/D2, no APÊNDICE-B).

Passo 3 - Obter o Esforço Médio de Reengenharia

- Descrição: Esforço Médio de Reengenharia é a média dos tempos gastos na Reengenharia de todos os problemas de Usabilidade encontrados na interface do Software. O esforço médio para a Reengenharia na interface deve ser obtido na organização que realizará a Reengenharia. Ou seja, deve-se obter um valor de esforço, dado em pessoas-mês, pessoas-hora ou pessoas-dia que seja o esforço médio já realizado para manter a interface em questão.
- Documentos usados: Dados históricos do Processo de Reengenharia da organização que realiza mantém o Software analisado.
- Documentos gerados: Esforço Médio de Reengenharia.

Passo 4 - Multiplicar, para cada heurística violada, o esforço relativo pelo número de ocorrência de violações e somar todos os esforços relativos obtidos a partir de todas as heurísticas violadas.

- Descrição: Multiplicar, para cada heurística violada, o esforço relativo pelo número de ocorrências de violações (Esforço relativo total/heurística = Quantidade de problemas x Esforço relativo parcial) e somar todos os esforços relativos totais obtidos a partir de todas as heurísticas violadas. Assim, deve-se preencher o campo Esforço relativo total/heurística com o resultado do cálculo dado para cada heurística violada. Por fim, devem-se somar todos os esforços relativos totais/heurística e preencher o campo Esforço relativo total.
- Documentos usados: Documento “Tabela do valor total do peso para cálculo do esforço usando Avaliação Heurística” (F3/A1/P2/D1, no APÊNDICE-B) preenchido no passo anterior.
- Documentos gerados: Documento “Tabela do valor total do peso para cálculo do esforço usando Avaliação Heurística” (F3/A1/P2/D2, no APÊNDICE-B) completamente preenchido.

Passo 5 – Calcular o esforço total necessário para fazer a Reengenharia da interface.

- Descrição: Calcular o Esforço absoluto de Reengenharia através da seguinte fórmula:

$\text{Esforço absoluto} = \frac{\text{Esforço Base} \times \text{Esforço Médio de Reengenharia}}{100}$

Fórmula – Esforço para Reengenharia de interface

- Documentos usados: Documento “Tabela do valor total do peso para cálculo do esforço usando Avaliação Heurística” (F3/A1/P2/D2, no APÊNDICE-B).
- Documentos gerados: Documento “Esforço absoluto da Reengenharia de cada tarefa do Software” (F3/A1/P5/D1).

Passo 6 - Calcular o esforço necessário para fazer a Reengenharia dos itens relativos à funcionalidade

- Descrição: Para os itens listados no *Passo-1* que não sejam relacionados a problemas de Usabilidade devem ser calculados os correspondentes esforços necessários para realizar a Reengenharia. Os esforços podem ser estimados através do esforço baseado no número de linhas ou no esforço baseado em pontos-função. Segundo os que defendem a utilização do número de linhas de código, elas são facilmente obtidas no Software, muitos modelos de estimativas são baseados em LOC e já existem muitas

estimativas realizadas na prática baseadas no LOC. Por outro lado, os críticos do LOC afirmam que a mesma é dependente da linguagem de programação e que penalizam programas pequenos bem escritos (Pressman, 2001). Pela independência da linguagem de programação (o que vem a ser uma vantagem para a estimativa em Processos que não são especificamente destinados a uma certa linguagem de programação), o esforço é estimado através dos pontos-função. Para isso, deve-se preencher a seguinte tabela, encontrada em (Pressman, 2001):

Tabela 4-7: Tabela de cálculo do ponto-função do Software (adaptada de Pressman, 2001).

Parâmetro	Quantidade	Simples	Médio	Complexo	Resultado
Número de entradas para o usuário.		3	4	6	
Número de saídas para o usuário.		4	5	7	
Número de solicitações para o usuário.		3	4	6	
Número de arquivos.		7	10	15	
Número de interfaces externas		5	7	10	
Total					

A Tabela 4.7 deve ser preenchida com a quantidade de entradas para o usuário, o número de saídas para o usuário, o número de solicitações para o usuário, o número de arquivos e o número de interfaces externas existentes. Logo, para cada parâmetro decide-se se a sua complexidade é simples, média ou complexa. Dependendo da complexidade, a quantidade é multiplicada pelo valor da tabela correspondente à complexidade e o campo Resultado é preenchido. Deve-se fazer essa multiplicação para cada um dos parâmetros e somá-los a fim de estimar o campo Total. Uma vez feito isso, deve-se responder a seguinte tabela:

Tabela 4-8: Tabela para cálculo de fator de ajuste da complexidade (adaptado de Pressman, 2001)

Fator	Valor
<i>Backup</i> e recuperação	
Comunicações de dados	
Processamento distribuído	
Desempenho é crítico	
Ambiente operacional existente	
Entrada de dados on-line	
Transação de entrada sobre múltiplas telas	
Arquivos mestre atualizados <i>on-line</i>	
Complexidade dos valores das informações do domínio	
Complexidade do processamento interno	
Código projetado para reutilização	
Conversão/Instalação no projeto	
Instalações múltiplas	
Aplicação projetada para mudanças	
Fator de ajuste de complexidade	

O campo Valor da Tabela 4.8 deve ser preenchida com valores variando de 0 à 5, onde 0 representa que o Fator não é importante ou aplicável e 5 representa um Fator absolutamente essencial. O Fator de ajuste de complexidade será a soma de todos os valores da coluna Valor da Tabela 4.9. Uma vez calculado o campo Total na Tabela 4.7 e na Tabela 4.8, os valores obtidos devem ser utilizados na seguinte fórmula a fim de se encontrar o ponto-função da tarefa:

$$FP = Total \times [0.65 + 0.01 \times \sum(Fi)]$$

Onde:

- FP: pontos-função
- Total: obtido da Tabela 4.X1
- $\sum Fi$: fator de ajuste de complexidade, obtido da Tabela 4.X2.

Além do ponto-função deve-se estimar, por exemplo, qual é a taxa FP/esforço (normalmente esse valor é obtido pela base de dados históricos da organização) a fim de se calcular o esforço necessário para a Reengenharia dos itens restantes do Software. Como o valor do FP para o item já foi calculado, pode-se dividir o FP pelo

FP/esforço e, dessa forma, estimar o esforço para a Reengenharia dos itens restantes. Ressalta-se novamente que a estimativa da taxa FP/esforço é proveniente da base de dados históricos da organização e caso ela não os tenha, a experiência do planejador pode auxiliar nessa estimativa.

- Documentos usados: Documentos gerados pelo *Passo-1* dessa *Atividade*: Lista dos itens que serão modificados pela Reengenharia; “Tabela de cálculo do ponto-função do Software” (documento F3/A1/P6/D1, do APÊNDICE-B); “Tabela para cálculo do fator de ajuste da complexidade” (documento F3/A1/P6/D1, do APÊNDICE-B).
- Documentos gerados: “Tabela de cálculo do ponto-função do Software preenchida” (documento F3/A1/P6/D1, do APÊNDICE-B); “Tabela para cálculo do fator de ajuste da complexidade preenchida” (documento F3/A1/P6/D1, do APÊNDICE-B); Ponto-função do Software; Esforço para a Reengenharia dos itens não relacionados à interface do Software.

Passo 7 - Calcular o esforço total da Reengenharia

- Descrição detalhada: Para o cálculo do esforço total da Reengenharia devem-se somar os esforços obtidos pelo *Passo-5* e pelo *Passo-6*.
 - Documentos usados: Documento “Tabela do valor total do peso para cálculo do esforço usando Avaliação Heurística” (F1/A2/P1/D2, no APÊNDICE-B); Esforço para a Reengenharia dos itens não relacionados à interface do Software (obtido no *Passo-6*).
 - Documentos gerados: Esforço Total da Reengenharia do Software.
- *Regras para escolha de métodos*: Esta atividade utiliza somente um método de Avaliação de Usabilidade, a Avaliação Heurística, para o cálculo do esforço da Reengenharia da interface. Porém, alternativamente a esse método de estimativa do valor do esforço de manutenção, pode-se estimar o mesmo com base nos dados históricos da organização. Desse último modo, a organização fica encarregada de fornecer ao planejador o esforço absoluto de manutenção. Para a Reengenharia dos demais itens, deve-se escolher entre as métricas relativas ao tamanho do Software (linhas de códigos) e as métricas relativas à funcionalidade do Software (pontos-função). A escolha das alternativas é feita com base nos dados históricos provenientes da organização.
 - *Informações obtidas e análises*: A principal informação obtida pela execução dessa atividade é o esforço da Reengenharia o qual é estimado com o objetivo de se conhecer o tempo gasto em uma dada tarefa de Reengenharia da interface e dos demais itens do Software

(banco de dados, código, entre outros), com isso pode-se conhecer também o custo da manutenção da interface do Software.

- *Documentação gerada:* Esforço Total da Reengenharia do Software.

4.2.3.2 Atividade-2: Elaborar o cronograma da Reengenharia

- *Métodos de Avaliação de Usabilidade utilizados:* Não aplicável.
- *Passos:* Inicialmente deve-se estimar o tempo mínimo da Reengenharia usando uma variante do modelo Cocomo proposto por Sneed. Essa variante considera o fato da Reengenharia utilizar os documentos do Software Legado. No modelo original, o Tempo Mínimo é estimado pela seguinte fórmula:

$$\text{Tempo Mínimo} = 2.5 \times (\text{Esforço})^{0.38}$$

A variante proposta por Sneed contém o expoente com valor 0.19 devido à utilização dos documentos Legados na Reengenharia do Software. Após o cálculo do tempo mínimo para a Reengenharia, deve-se elaborar o seu cronograma utilizando o esforço calculado na *Atividade-1*.

Passo 1 - Estimar o tempo mínimo da Reengenharia usando Cocomo

- Descrição detalhada: utilizar a fórmula adaptada por Sneed (Sneed, 1995) para calcular o Tempo Mínimo para a Reengenharia. Essa fórmula é mostrada abaixo:

$$\text{Tempo Mínimo da Reengenharia} = 2.5 \times (\text{Esforço})^{0.19}$$

- Documentos usados: Esforço Total da Reengenharia do Software obtido pela Atividade-1 dessa Fase.
- Documentos gerados: Tempo Mínimo da Reengenharia.

Passo 2 - Dividir as tarefas entre os desenvolvedores e elaborar o cronograma da Reengenharia

- Descrição detalhada: Para cada item que deve sofrer Reengenharia, definido no Passo-1, estudar a possibilidade de se realizar as atividades de Reengenharia em paralelo e montar um cronograma para tal explicitando a tarefa de Reengenharia com o seu respectivo esforço requerido. Esse passo deve ser feito baseando-se na estimativa do esforço para a Reengenharia de cada item obtido na Atividade-1 dessa Fase.
- Documentos usados: “Lista dos itens que serão modificados pela Reengenharia” (documento F3/A1/P1/D1, do APÊNDICE-B); “Esforço absoluto para Reengenharia da interface” (documento F3/A1/P5/D1, do APÊNDICE-B); “Esforço para Reengenharia dos itens relacionados à funcionalidade” (documento F3/A1/P6/D1, do APÊNDICE-B).

- Documentos gerados: Cronograma da Reengenharia do Software.
- *Regras para escolha de métodos:* Essa Atividade utiliza uma variante do Cocomo como forma de se estimar o Tempo Mínimo da Reengenharia. Essa variante considera um expoente com valor de 0,19 enquanto que o Cocomo original considera um coeficiente de 0,38. Isso porque o original considera um desenvolvimento do Software, portanto levará maior tempo que a Reengenharia de um Software Legado (em tese). Porém, caso a Reengenharia seja muito complexa, de acordo com o Planejador que estiver aplicando o PPR-U, pode-se considerar o expoente do Cocomo original (Sommerville, 1995) para se calcular o Tempo Mínimo para Reengenharia.
- *Informações obtidas e análises:* Essa Atividade gera informações sobre o Tempo Mínimo necessário para a Reengenharia e também produz o cronograma necessário para a Reengenharia baseando-se nas estimativas de esforço realizadas através de uma tabela de pesos obtida pela severidade do problema de Usabilidade encontrado pela Avaliação Heurística. Além dessas estimativas, essa Atividade utiliza os esforços para a Reengenharia da funcionalidade integrando-se, dessa forma, as questões de Usabilidade com as questões de Funcionalidade. Essa Atividade utiliza os esforços encontrados na Atividade-1 dessa Fase. Porém, esses esforços foram encontrados com base em estimativas através da análise da base de dados históricos da organização ou através da experiência do Planejador. Tal aspecto pode causar um erro (devido à estimativa) que pode ser contornado à medida que o Plano da Reengenharia seja executado e acompanhado através do refinamento dos valores estimados.
- *Documentação gerada:* Tempo Mínimo da Reengenharia; Cronograma da Reengenharia do Software.

4.2.4 Fase-4: Análise custo-benefício

Essa Fase destina-se estudar a melhor maneira de se modificar o Software: através da própria manutenção habitual do Software Legado; através do Re-desenvolvimento do Software Legado ou através da Reengenharia do Software.

Para tanto, ela estuda:

1. O fator custo-benefício do Software Legado sem realizar nenhuma modificação;
2. O fator custo-benefício do Software após a sua Reengenharia;
3. O fator custo-benefício do Software após o Re-desenvolvimento do mesmo.

Esses fatores são explicados a seguir:

4.2.4.1 Atividade-1: Cálculo do custo-benefício do Software Legado

- *Métodos de Avaliação de Usabilidade utilizados:* Modelo GOMS, Teste de Usabilidade e Avaliação Heurística.

- *Passos:* Nessa atividade deve-se calcular o custo-benefício do Software Legado. Para tanto, deve-se obter o custo de manutenção, o valor de negócio, o custo operacional, e, finalmente, calcular o custo-benefício do Software Legado.

Passo 1 - Obtenção do custo de manutenção do Software Legado.

- Descrição: O custo de manutenção do Software Legado é obtido através da multiplicação do esforço de manutenção, obtido no documento gerado pelo *Passo-1* da *Atividade-2* da *Fase-1*, pelo valor da hora paga ao mantenedor do Software, que deve ser obtido na organização que se está realizando a Reengenharia.
- Documentos usados: Esforço de manutenção obtido pelo *Passo-1* da *Atividade-2* da *Fase-1*; Valor da hora paga ao mantenedor do Software.
- Documentos gerados: Custo da manutenção do Software Legado.

Passo 2 - Obtenção do valor de negócio do Software Legado.

- Descrição detalhada: Através do “Modelo GOMS” (documento F1/A1/P1/D1, do APÊNDICE-B) é possível estimar a quantidade de vezes que essa tarefa pode ser realizada em um período de tempo. Por exemplo, caso o tempo de execução estimado pelo modelo GOMS seja de 2 minutos, e período considerado seja 60 minutos (1 hora), essa tarefa pode ser realizada 30 vezes seguida em uma hora. Em um caso real deve-se levar em consideração as interrupções e pausas que a pessoa tem durante o período estudado. No exemplo a cima, caso a pessoa seja interrompida a metade do período total, ou seja, durante 30 minutos, restarão outros 30 minutos que a mesma realiza a tarefa. Portanto, na realidade será possível realizar 15 vezes a tarefa do exemplo, pois o tempo de execução estimado pelo modelo GOMS é de 2 minutos. De posse da quantidade de vezes que um usuário executa a tarefa, é possível calcular o valor de negócio dessa tarefa conhecendo-se quanto a organização ganha para cada tarefa realizada. Por exemplo, caso a tarefa seja efetuar compra, a média por compra seja R\$ 5,00 e o usuário executa a tarefa 15 vezes, dessa maneira o valor de negócio da tarefa é R\$ 5,00 vezes 15, o que resulta em uma receita diária de R\$ 75,00. Dessa maneira, comprova-se que a utilização do modelo GOMS na estimativa do valor de negócio, em termos monetários, da tarefa é bastante interessante.
- Documentos usados: “Modelo GOMS” (documentos F1/A1/P1/D1, do APÊNDICE-B); receita obtida pela organização por cada tarefa realizada.

- Documentos gerados: Valor de negócio (em termos monetários) de cada tarefa descrita pelo modelo GOMS.

Passo 3 - Obtenção do custo operacional do Software Legado.

- Descrição detalhada: O custo operacional mensal é fornecido pela organização onde o Software está implantado, levando-se em consideração o salário dos funcionários que operam o Software, a infra-estrutura necessária para a operação do Software enfim, todos os custos que o Software analisado engloba.
- Documentos usados: Dados da organização onde o Software está implantado.
- Documentos gerados: Custo operacional mensal do Software.

Passo 4 - Cálculo do benefício do Software Legado.

- Descrição detalhada: Para o cálculo do benefício do Software Legado (sem sofrer modificação alguma) algumas variáveis devem ser levadas em consideração:
 - **P1:** Valor de negócio do Software Legado (Passo-2);
 - **P2:** Custo de manutenção do Software Legado (Passo-1);
 - **P3:** Custo operacional do Software Legado (Passo-3);
 - **P4:** Tempo de vida esperado do sistema atual (estimado pelo Planejador);
 Através dessas variáveis calcula-se o Benefício Atual do Software (*BAS*) utilizando-se a seguinte fórmula:

$$BAS = [P1 - (P2 + P3)] * P4$$

- Documentos usados: documentos gerados nos passos 1 à 4 dessa Atividade.
- Documentos gerados: Benefício do Software Legado.
- *Regras para escolha de métodos:* Essa atividade não contém nenhuma escolha a ser realizada.
- *Informações obtidas:* Essa atividade produz as seguintes informações: custo de manutenção do Software Legado, Valor de Negócio (monetário) do Software Legado e o Custo operacional do Software Legado. Essas informações são a base para o cálculo do benefício obtido através da manutenção do Software Legado sem modificações.
- *Análise das informações:* O benefício do Software Legado é interessante para a análise da necessidade de qualquer tipo de modificação no Software ou da possibilidade de manutenção do Software Legado.
- *Documentação gerada:* Custo da manutenção do Software Legado; Valor de negócio (em termos monetários) de cada tarefa descrita pelo modelo GOMS; Custo operacional mensal do Software.

4.2.4.2 Atividade-2: Cálculo do custo-benefício do Software produzido pela Reengenharia

- *Métodos de Avaliação de Usabilidade utilizados:* Modelo GOMS, Teste de Usabilidade e Avaliação Heurística.
- *Passos:* Com o intuito de estimar o benefício alcançado pela aplicação da Reengenharia, deve-se construir o novo modelo GOMS de cada tarefa que está sendo analisada após a mesma ter sofrido a Reengenharia. Nessa Atividade, deve-se construir o modelo GOMS através do modelo mental que os usuários formam para resolver o problema que a tarefa se dispõe solucionar. Dessa forma, possivelmente obtém-se um modelo GOMS diferente do modelo GOMS do Software Legado. Através do novo modelo GOMS, estima-se o tempo de execução que o usuário realizará. Conseqüentemente, os tempos de execução presentes no modelo GOMS obtido pela análise da tarefa como ela ocorre na interface atual e no modelo GOMS obtido pelo modelo mental do usuário são comparados e a diferença entre esses corresponde ao benefício que a Reengenharia proporcionará ao Software. Por exemplo, caso o tempo para se executar uma dada tarefa obtido pelo modelo GOMS da tarefa presente na interface do Software Legado seja 1 segundo, e o tempo para se executar uma dada tarefa obtido pela construção do modelo GOMS da tarefa através do modelo mental do usuário seja 0,5 segundos, logo o benefício pode ser estimado por:

$$\text{benefício} = t_{mgi} - t_{mmu} = 1 - 0,5 = 0,5\text{seg}$$
, onde:

- *benefício:* tempo ganho na execução da nova interface;
- *t_{mgi}:* Tempo do Modelo GOMS da interface legada;
- *t_{mmu}:* Tempo do Modelo GOMS obtido pelo Modelo Mental do Usuário.

Cálculo do benefício em termos de tempo de execução

O benefício obtido foi de 0,5 segundos, o que significa que os usuários, ao executar as tarefas utilizando a nova interface baseada no modelo GOMS construído a partir do modelo mental do usuário, estarão ganhando 0,5 segundos em relação à execução da mesma tarefa utilizando a interface do Software Legado. Esse benefício em termos de tempo pode ser convertido em valores monetários conhecendo-se o valor da hora de trabalho do usuário. Essa conversão é realizada multiplicando o benefício obtido através da fórmula anterior utilizando a seguinte:

$$\text{beneficio\$} = \text{beneficio} * (\text{valor_hora}), \text{ onde:}$$

- *beneficio*: benefício obtido através da Fórmula-1;
- *beneficio\$*: valor monetário do benefício obtido através da Fórmula-1;
- *valor_hora*: Valor da hora trabalhada do usuário na unidade do *beneficio*.

Valor monetário do benefício obtido pela Fórmula-1

Para uma melhor compreensão dessa atividade, os seus passos são apresentados a seguir:

Passo 1 - Obtenção do esforço de manutenção após a Reengenharia.

- Descrição: O esforço de manutenção do Software após a Reengenharia pode ser estimado com base no esforço de manutenção do Software Legado. Para isso, deve-se comparar o Software Legado com o esperado após a Reengenharia e determinar o esforço de manutenção em termos proporcionais, por exemplo, deseja-se que após a Reengenharia se tenha a metade do esforço de manutenção. Observa-se que esse passo deve ser realizado através de uma análise dos resultados esperados pela Reengenharia, tentando prever o ambiente de manutenção e a estimativa do novo Software.
- Documentos usados: Custo de manutenção do Software Legado.
- Documentos gerados: Esforço de manutenção após a Reengenharia do Software.

Passo 2 - Obtenção do custo operacional após a Reengenharia.

- Descrição detalhada: O custo operacional mensal é fornecido pela organização onde o Software está implantado, levando-se em consideração o salário dos funcionários que operam o Software, a infra-estrutura necessária para a operação do Software enfim, todos os custos que o Software analisado engloba.
- Documentos usados: Dados da organização onde o Software está implantado.
- Documentos gerados: Custo operacional mensal do Software do Software Legado.

Passo 3 - Obtenção do valor de negócio após a Reengenharia.

- Descrição detalhada: o valor de negócio é obtido da mesma forma que na Atividade anterior, porém a única alteração é a reconstrução do modelo GOMS de forma a reproduzir a descrição das tarefas do novo Software remodeladas pela Reengenharia.
- Documentos usados: Modelo GOMS das tarefas após a Reengenharia; receita obtida pela organização por cada tarefa realizada.
- Documentos gerados: Valor de negócio (em termos monetários) de cada tarefa descrita pelo novo modelo GOMS obtido após a Reengenharia.

Passo 4 - Obtenção do esforço da Reengenharia.

- Descrição detalhada: O Esforço Total da Reengenharia do Software é obtido através das informações obtidas da Atividade-1 da Fase-3.
- Documentos usados: Esforço Total da Reengenharia do Software da Atividade-1 da Fase-3.
- Documentos gerados: Esforço Total da Reengenharia do Software.

Passo 5 - Obtenção do custo da Reengenharia.

- Descrição detalhada: Além do esforço obtido no passo anterior, deve-se obter com a organização que realizará a Reengenharia o custo da Reengenharia/hora considerando-se o recurso humano e estrutural necessário para tanto.
- Documentos usados: Esforço Total da Reengenharia do Software; custo da Reengenharia/hora.
- Documentos gerados: Custo da Reengenharia.

Passo 6 - Obtenção do fator de risco da Reengenharia.

- Descrição detalhada: Nesse passo, deve-se realizar a análise de riscos da Reengenharia do Software e determinar o fator que deve ser multiplicado pelo custo da Reengenharia a fim de embutir no cálculo do custo total da Reengenharia, o fator de risco da mesma. Esse fator deve ser estimado baseando-se em algumas questões: (a) O ambiente de desenvolvimento tem pessoas suficientes para a Reengenharia? (b) Qual é o risco de se perder pessoal durante o projeto? (c) Os equipamentos e Softwares utilizados na Reengenharia atende as necessidades?
- Documentos usados: Dados do ambiente de desenvolvimento da organização que realizará a Reengenharia.
- Documentos gerados: Fator de risco da Reengenharia.

Passo 7 - Cálculo do benefício obtido após a Reengenharia.

- Descrição detalhada: Para o cálculo do benefício da Reengenharia do Software as seguintes variáveis são levadas em consideração:
 - ***P5: Valor de negócio anual estimado do sistema depois da Reengenharia;***
 - ***P6: Custo anual estimado de manutenção do sistema depois da Reengenharia;***
 - ***P7: Custo anual de operação do sistema depois da Reengenharia;***
 - ***P8: Custo estimado do desenvolvimento do sistema;***
 - ***P9: Fator de risco de desenvolvimento;***
 - ***P10: Tempo de desenvolvimento estimado.***

Através dessas variáveis calcula-se o custo do re-desenvolvimento do sistema (BRS) utilizando-se a seguinte fórmula:

$$BRS = [(P5 - (P6 + P7)) * (P4 - P10) - (P8 * P9)] - BAS$$

- Documentos usados: Informações obtidas pelos Passos 1 à 6.
- Documentos gerados: Benefício estimado caso a Reengenharia seja escolhida para a modificação no Software.
- *Regras para escolha de métodos:* Para essa atividade apenas um modelo de engenharia é utilizado para a sua execução, logo não há regras de seleção.
- *Informações obtidas:* A informação obtida por essa Atividade é o benefício estimado caso a Reengenharia seja escolhida para a modificação no Software.
- *Análise das informações:* O benefício do Software novo proveniente da Reengenharia é necessário para a análise da melhor maneira de se realizar a Reengenharia.
- *Documentação gerada:* Benefício estimado caso a Reengenharia seja escolhida para a modificação no Software.

4.2.4.3 Atividade-3: Cálculo do custo-benefício do Software produzido pelo Re-desenvolvimento

- *Métodos de Avaliação de Usabilidade utilizados:* Modelo GOMS, Teste de Usabilidade e Avaliação Heurística.

- *Passos:*

Passo 1 - Obtenção do esforço de manutenção após o Re-desenvolvimento.

- Descrição detalhada: O esforço de manutenção do Software após o Re-desenvolvimento pode ser estimado com base no esforço de manutenção do Software Legado. Para isso, deve-se comparar o Software Legado com o esperado após o Re-desenvolvimento e determinar o esforço de manutenção em termos proporcionais, por exemplo, deseja-se que após o Re-desenvolvimento se tenha a metade do esforço de manutenção. Observa-se que esse passo deve ser realizado através de uma análise dos resultados esperados pelo Re-desenvolvimento, tentando prever o ambiente de manutenção e a estimativa do novo Software.
- Documentos usados: Custo de manutenção do Software após o Re-desenvolvimento.
- Documentos gerados: Esforço de manutenção após o Re-desenvolvimento do Software.

Passo 2 - Obtenção do custo operacional após o Re-desenvolvimento.

- Descrição detalhada: O custo operacional mensal é fornecido pela organização onde o Software está implantado, levando-se em consideração o salário dos funcionários que operam o Software, a infra-estrutura necessária para a operação do Software enfim, todos os custos que o Software analisado engloba.
- Documentos usados: Dados da organização onde o Software está implantado.
- Documentos gerados: Custo operacional mensal do Software do Software Legado.

Passo 3 - Obtenção do valor de negócio após o Re-desenvolvimento.

- Descrição detalhada: o valor de negócio é obtido da mesma forma que na Atividade anterior, porém a única alteração é a reconstrução do modelo GOMS de forma a reproduzir a descrição das tarefas do novo Software remodeladas pelo Re-desenvolvimento.
- Documentos usados: Modelo GOMS das tarefas após o Re-desenvolvimento; receita obtida pela organização por cada tarefa realizada.
- Documentos gerados: Valor de negócio (em termos monetários) de cada tarefa descrita pelo novo modelo GOMS obtido após o Re-desenvolvimento.

Passo 4 - Obtenção do esforço do Re-desenvolvimento.

- Descrição detalhada: O Esforço do desenvolvimento deve ser obtido através dos dados históricos da organização.
- Documentos usados: Dados históricos da organização.
- Documentos gerados: Esforço Total do Re-desenvolvimento do Software.

Passo 5 - Obtenção do custo do Re-desenvolvimento.

- Descrição detalhada: Além do esforço obtido no passo anterior, deve-se obter com a organização que realizará o Re-desenvolvimento o custo do Re-desenvolvimento/hora considerando-se o recurso humano e estrutural necessário para tanto.
- Documentos usados: Esforço Total do Re-desenvolvimento do Software; custo do Re-desenvolvimento/hora.
- Documentos gerados: Custo do Re-desenvolvimento.

Passo 6 - Obtenção do fator de risco do Re-desenvolvimento.

- Descrição detalhada: Nesse passo, deve-se realizar a análise de riscos do Re-desenvolvimento do Software e determinar o fator que deve ser multiplicado pelo custo do Re-desenvolvimento a fim de embutir no cálculo do custo total da Reengenharia, o fator de risco da mesma. Esse fator deve ser estimado baseando-se em algumas questões: (a) O ambiente de desenvolvimento tem pessoas suficientes para o

Re-desenvolvimento? (b) Qual é o risco de se perder pessoal durante o projeto? (c) Os equipamentos e Softwares utilizados no Re-desenvolvimento atende as necessidades?

- Documentos usados: Dados do ambiente de desenvolvimento da organização que realizará o Re-desenvolvimento.
- Documentos gerados: Fator de risco o Re-desenvolvimento.

Passo 7 - Cálculo do benefício obtido após o Re-desenvolvimento.

- Descrição detalhada: Para o cálculo do benefício de um Re-desenvolvimento do sistema as seguintes variáveis são levadas em consideração:
 - ***P5: Valor de negócio anual estimado do sistema depois do re-desenvolvimento;***
 - ***P6: Custo anual estimado de manutenção do sistema depois do re-desenvolvimento;***
 - ***P7: Custo anual de operação do sistema depois do re-desenvolvimento;***
 - ***P8: Custo estimado do desenvolvimento do sistema;***
 - ***P9: Fator de risco de desenvolvimento;***
 - ***P10: Tempo de desenvolvimento estimado.***

Através dessas variáveis calcula-se o custo do re-desenvolvimento do sistema (BRS) utilizando-se a seguinte fórmula:

$$BRS = [(P5 - (P6 + P7)) * (P4 - P10) - (P8 * P9)] - BAS$$

- Documentos usados: Informações obtidas pelos Passos 1 à 6.
- Documentos gerados: Benefício estimado caso o Re-desenvolvimento, seja escolhida para a modificação no Software.
- *Regras para escolha de métodos:* Para essa atividade apenas um modelo de engenharia é utilizado para a sua execução, logo não há regras de seleção.
- *Informações obtidas:* A informação obtida por essa Atividade é o benefício estimado caso o Re-desenvolvimento seja escolhida para a modificação no Software.
- *Análise das informações:* Através do Modelo GOMS é possível construir o modelo das tarefas da interface do Software Legado, bem como o modelo mental que os usuários possuem das tarefas que são disponibilizadas pelo Software em questão. O modelo de tarefas da interface do Software Legado contém informações a respeito da qualidade atual do Software Legado. Informações como o tempo de execução de uma determinada tarefa pode ser utilizado para estimar o custo operacional do Software atual. Essa informação pode ser utilizada no cálculo do custo operacional anual do Software Legado atual. Para isso deve-se: (1) construir o modelo GOMS das tarefas presentes na interface do sistema Legado; (2) para

cada modelo obtido calcular seu tempo de execução com base nos valores do modelo GOMS; (3) para cada tarefa multiplicar o seu tempo de execução pelo número de vezes que um usuário realiza essa tarefa por dia para encontrar quanto tempo o usuário passa realizando essa tarefa por dia. Multiplicar esse valor pelo valor da hora trabalhada do usuário do Software. Assim, é possível obter o valor do custo operacional anual da tarefa através da multiplicação do tempo que o usuário executa a tarefa por dia pelo número de dias que o usuário trabalha por ano, obtendo-se assim, o custo operacional anual de cada tarefa; (4) somar o custo operacional de todas as tarefas envolvidas na interface do Software, obtendo-se o custo operacional anual do sistema atual. Além disso, o modelo mental que os usuários possuem das tarefas disponibilizadas pelo Software analisado gera informações sobre o tempo de execução que levaria para que um usuário executasse a mesma tarefa em uma forma mais natural possível. Esse tempo de execução da tarefa é utilizado para se calcular o custo anual de operação do sistema depois da Reengenharia da mesma forma que o tempo de execução estimado pelo modelo GOMS da interface do sistema Legado é obtido, como mostrado anteriormente. A diferença dos tempos de execução do modelo de tarefas da interface do Software Legado e do modelo mental que os usuários possuem das mesmas tarefas é um dos componentes que gerará o benefício que a interface que sofrerá modificações irá apresentar em sua nova interface. Assim, de posse da diferença entre esses tempos de execução é possível calcular o benefício da melhoria da interface (estimada através da construção do modelo mental do usuário pelo modelo GOMS).

- *Documentação gerada:* Benefício estimado caso a Reengenharia seja escolhida para a modificação no Software.

4.2.5 Fase-5: Elaboração do contrato

Esta fase produz um documento especificando a qualidade técnica esperada do Software obtido na Reengenharia, o cronograma da Reengenharia, o seu custo e o esforço necessário. Nesta fase, a seguinte atividade deve ser realizada:

4.2.5.1 Atividade-1: Elaboração do contrato

- *Métodos de Avaliação de Usabilidade utilizados:* Modelo GOMS, Avaliação Heurística, Percorso Cognitivo e Teste de Usabilidade.
- *Passos:* Essa *atividade* consiste de um único *passo* que é relatar as informações obtidas nas fases anteriores.

Passo 1 – Relatar as informações obtidas nas Fases 1 à 4.

- Descrição detalhada: As seguintes tarefas devem ser realizadas: listagem dos problemas e respectivos locais, sugestão de mudanças, priorização das tarefas de Reengenharia, análise custo-benefício, tarefas da Reengenharia.
- Documentos usados: Documentos gerados nas Fases 1 à 4.
- Documentos gerados: Relatório dos documentos das Fases 1 à 4 explicitando: sugestão de mudanças, priorização das tarefas de Reengenharia, análise custo-benefício, tarefas da Reengenharia.
- *Regras para escolha de métodos:* Não se aplica.
- *Informações obtidas:* Relatório dos documentos das Fases 1 à 4 explicitando: sugestão de mudanças, priorização das tarefas de Reengenharia, análise custo-benefício, tarefas da Reengenharia.
- *Análise das informações:* A elaboração do contrato é importante a fim de relatar a qualidade técnica do Software, sua necessidade de modificação, os custos e a viabilidade técnica de se realizar a Reengenharia para modificar o Software.
- *Documentação gerada:* Relatório final do Processo de Planejamento da Reengenharia Guiado pela Avaliação de Usabilidade.

4.3 Apresentação Esquemática do PPR-U

A seguir uma representação esquemática do PPR-U é mostrada.

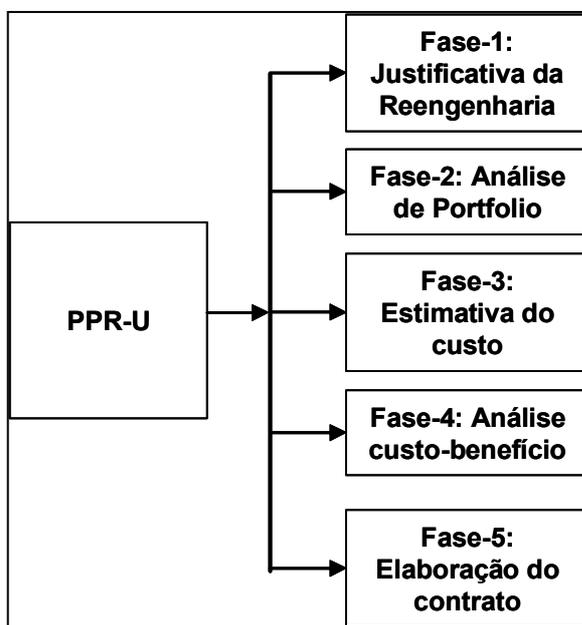


Figura 4-3: Fases do PPR-U

As *Fases* estão representadas separadamente para melhor compreensão. A primeira *fase* é mostrada a seguir:

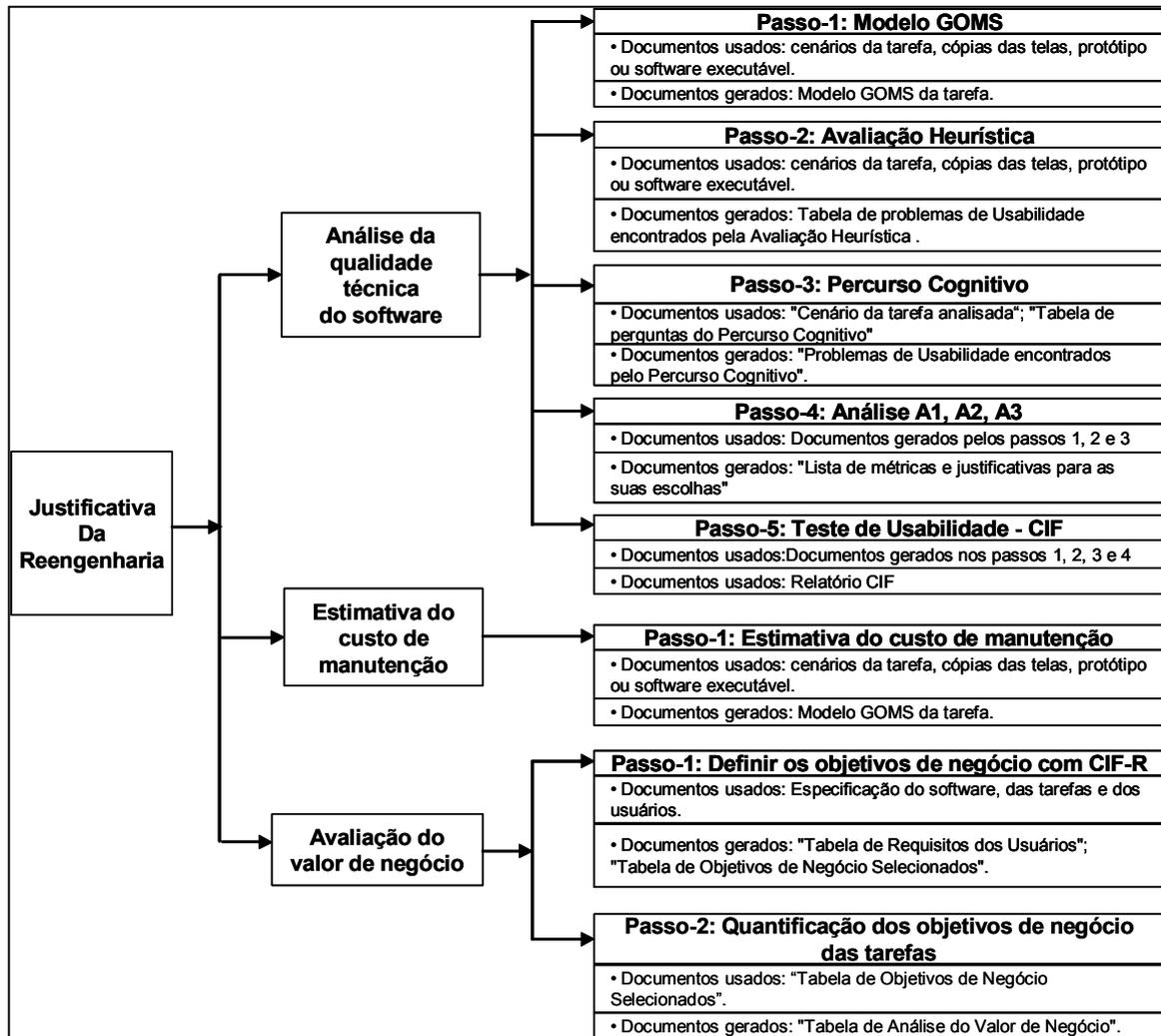


Figura 4-4: Fase-1 – Justificativa da Reengenharia

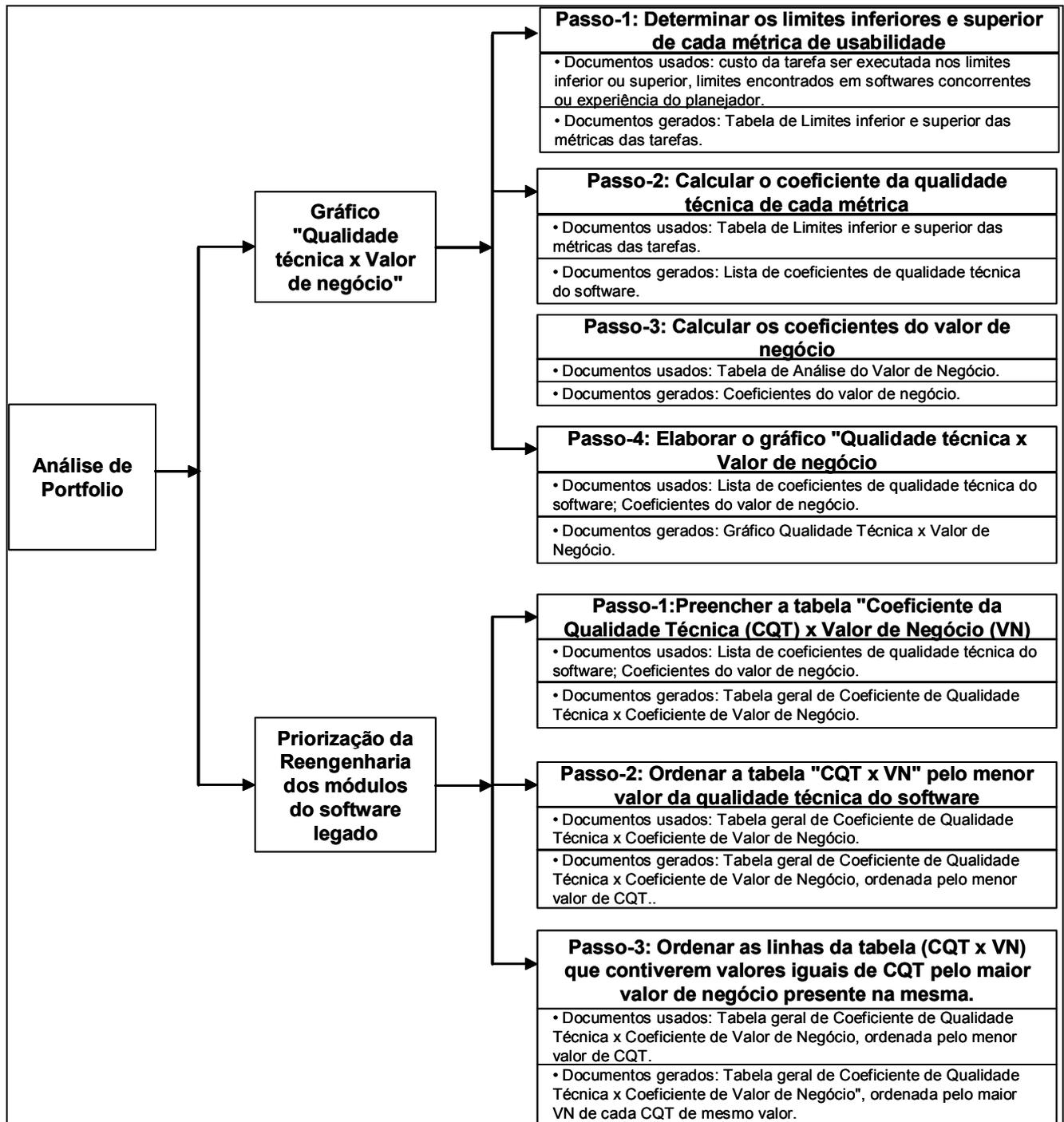


Figura 4-5: Fase-2 – Análise de Portfolio

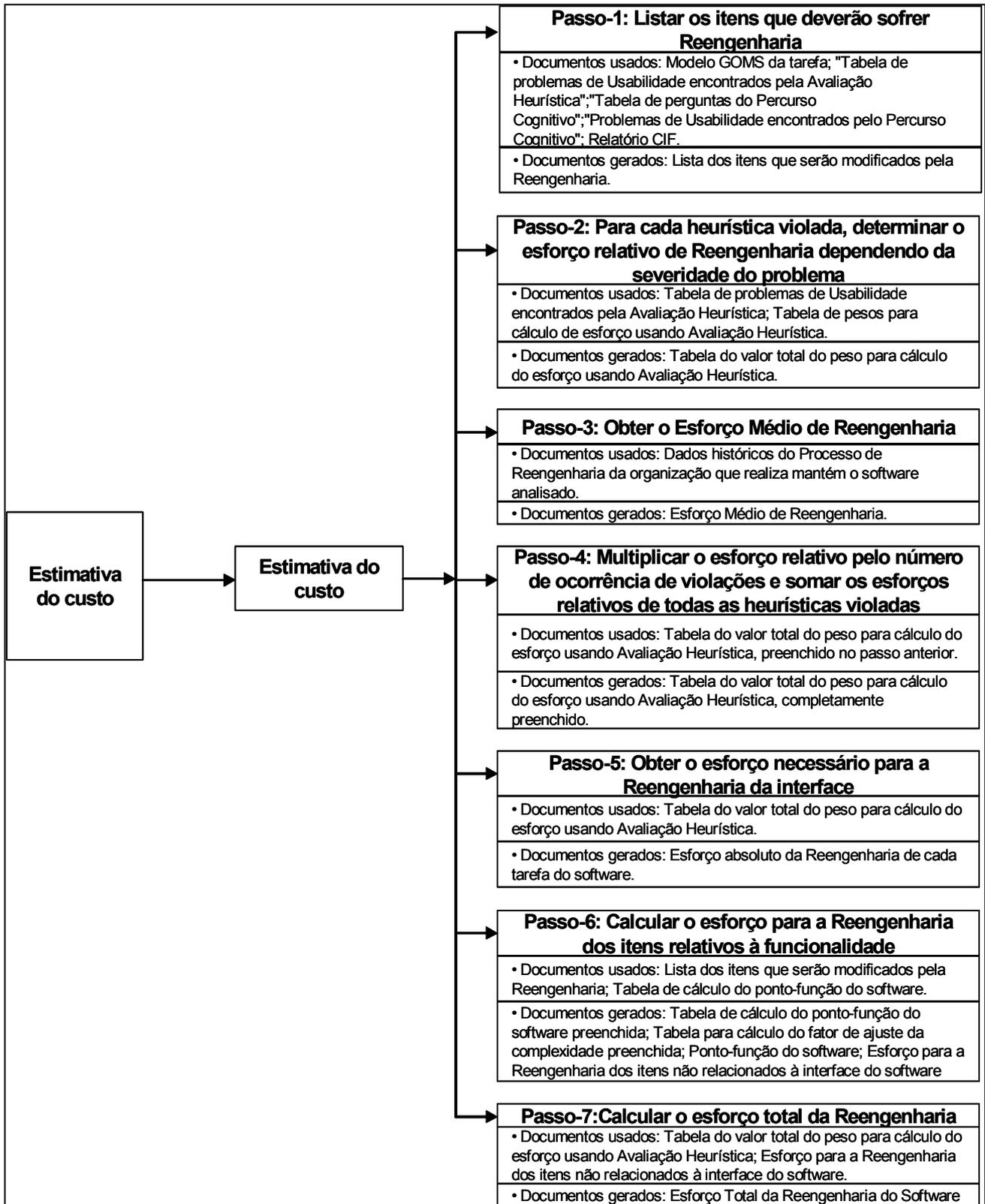


Figura 4-6: Fase-3 - Estimativa do custo

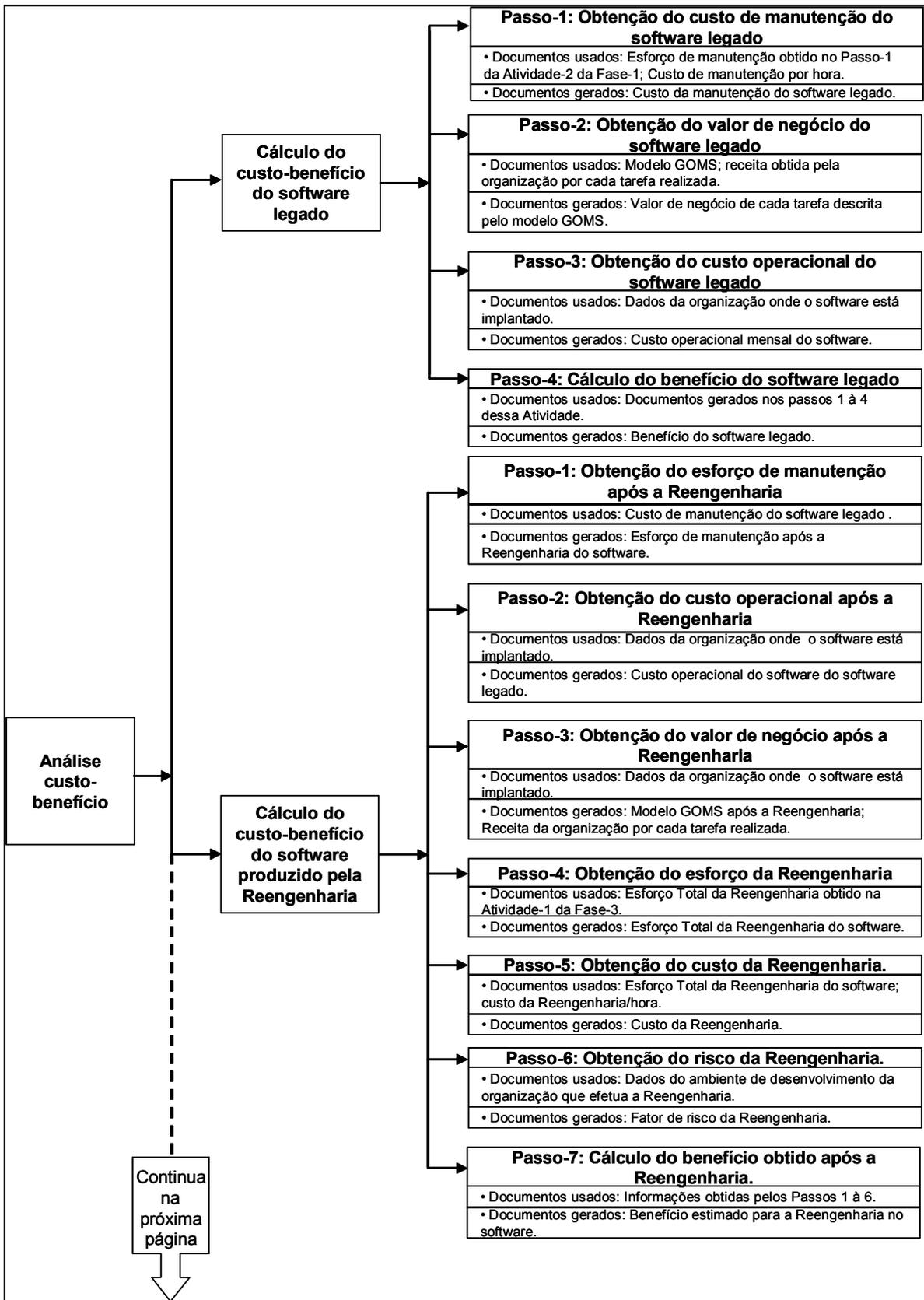


Figura 4-7: Fase-4 – Análise do custo-benefício

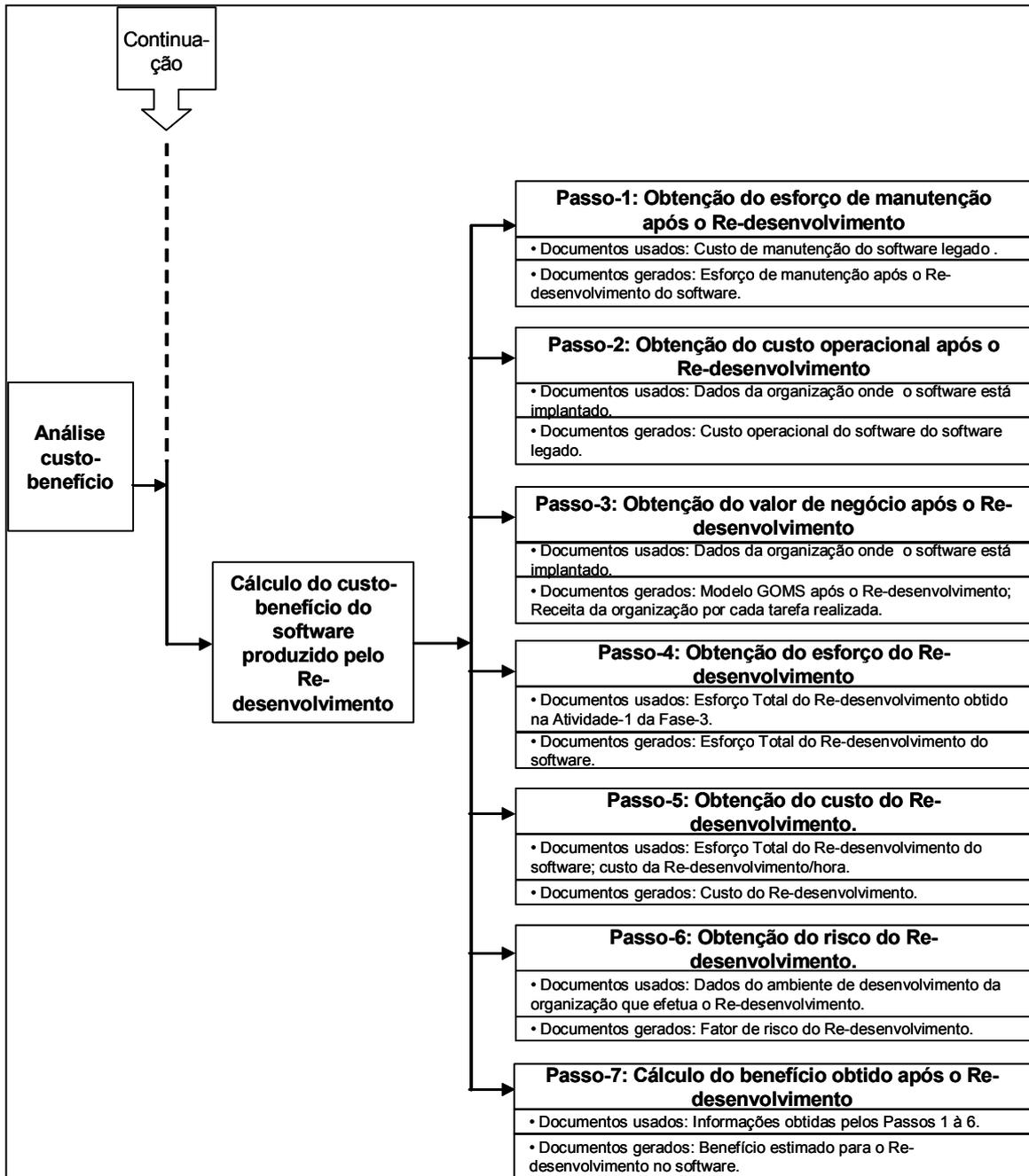


Figura 4-8: Fase-4 – Análise do custo-benefício (continuação)

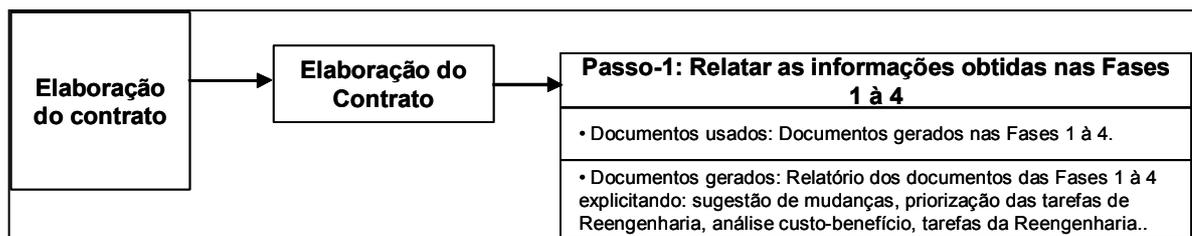


Figura 4-9: Fase-5 – Elaboração do contrato

4.4 Considerações Finais

Esse capítulo explica detalhadamente o Processo de Planejamento de Reengenharia guiado pela Avaliação de Usabilidade. Esse Processo apresenta um fluxo de fases, atividades e passos bem definido com um conjunto de documentos especificados para cada passo desse Processo. Algumas considerações devem ser dadas quanto ao PPR-U:

1. O PPR-U utiliza-se de várias técnicas de estimativas (LOC e pontos-função). Esse fato faz com que seja necessária uma base de dados históricos confiável para a sua realização, o que nem sempre está disponível. Portanto, organizações inexperientes em projetos de Reengenharia devem ter planejadores experientes em seu quadro ou mesmo verificar a possibilidade de adquirir bases de dados históricos de outras organizações a fim de minimizar possíveis erros de Planejamento.
2. O PPR-U utiliza a severidade dos problemas de Usabilidade encontrados pela Avaliação Heurística para fazer uma estimativa do esforço da Reengenharia do Software. Vale ressaltar que essa forma de estimar o esforço está em fase experimental e mais estudos devem ser realizados para validar essa técnica. Porém, baseado nas teorias de estimativas (como o cálculo do ponto-função) que normalmente aplicam tabelas de pesos em um conjunto de entradas (como número de entradas dos usuários, número de saídas para os usuários, etc), uma analogia foi realizada com as informações obtidas pela Avaliação Heurística. Nela, a severidade é definida como a gravidade do problema de Usabilidade encontrado. Portanto, analisou-se que essa complexidade poderia servir para nortear uma tabela de pesos os quais seriam aplicados de acordo com a quantidade de problemas encontrados e dependendo da heurística violada esse peso teria um valor. Logo, conhecendo-se a quantidade de problemas que violaram determinada heurística, sua severidade, o peso que a heurística e a severidade correspondente ao problema encontrado tivesse, o esforço da Reengenharia para a tarefa analisada seria estimado. Portanto, mais estudos são necessários para validar essa proposta, porém a estimativa do esforço pela Avaliação Heurística pode ser o início de uma forma para estimar o esforço sem necessitar de dados históricos da organização.
3. E, por último, observa-se que a partir dos métodos de Avaliação de Usabilidade principalmente o Teste de Usabilidade além de avaliar a Usabilidade do Software também pode trazer informações sobre problemas da sua funcionalidade. Esse fato é

bastante interessante uma vez que é possível, dessa maneira, minimizar o tempo necessário para testes e análise da qualidade técnica do Software.

4. Constatou-se através desta pesquisa que uma nova aplicação do Modelo GOMS é a engenharia reversa de um sistema legado.

No próximo capítulo o experimento realizado é descrito, assim como suas principais constatações, análise crítica do PPR-U face aos resultados obtidos e as principais conclusões obtidas pela realização desse experimento.

Capítulo 5 - Estudo de Caso – Locadora de Carros

5.1 Considerações Iniciais

Esse capítulo apresenta o experimento realizado para verificar a viabilidade do Processo de Planejamento de Reengenharia de Software guiado por Avaliação de Usabilidade.

Para a realização do experimento escolheu-se um Software desenvolvido por alunos de mestrado da Universidade Federal de São Carlos com o intuito de planejar a sua Reengenharia. Porém, para a viabilização do experimento e diante da impossibilidade de se obter dados confidenciais de empresas, criou-se um cenário de testes para simular a situação vivida por uma empresa de locação de veículos. Assim, foi descrito um cenário que abrangeu duas visões:

- Visão da locadora – essa visão destinou-se especificar:
 1. Os custos operacionais do Software, ou seja, quanto a locadora gasta com as despesas de salários e infra-estrutura para operar o Software;
 2. O volume de alugueis realizados. Para isso, estimou-se a quantidade de alugueis efetuados diariamente, a quantidade média de dias de um aluguel e o preço médio dos carros por categoria;
 3. As categorias e os carros existentes e a quantidade média de alugueis por categoria.

- Visão do desenvolvedor do Software:
 1. Esforço de manutenção do Software;
 2. Esforço para Reengenharia do Software;
 3. Custo para manter o Software Legado;
 4. Custo para realizar a Reengenharia do Software;
 5. Custo por desenvolvedor.

Portanto, com o intuito de apresentar o experimento realizado, este capítulo estrutura-se da seguinte maneira: a seção 5.2 descreve o Software analisado (Locadora de Carros). A seguir, na seção 5.3, uma discussão do experimento é feita descrevendo o experimento, mostrando seus objetivos e discutindo o procedimento seguido nas fases definidas pelo PPR-U. Posteriormente, a seção 5.4 apresenta os resultados obtidos e a influência das características

do PPR-U sobre esses resultados de forma a avaliar os resultados obtidos pela aplicação PPR-U. Por fim, a seção 5.5 analisa e comenta os principais aspectos apresentados no capítulo.

5.2 Descrição do Software analisado

O experimento consistiu no Planejamento da Reengenharia do Software de Locadora de Carros e na correção dos problemas encontrados de acordo com o plano obtido.

O Software utilizado no experimento foi desenvolvido por alunos de mestrado da Universidade Federal de São Carlos e consiste em um Software que auxilia na administração de locadoras de veículos disponibilizando funcionalidades como: cadastrar cliente, cadastrar categoria de carros, cadastrar aluguel, registrar devolução de carro, emitir relatórios, entre outras funcionalidades.

O Planejamento realizado abrangeu as seguintes funcionalidades:

1. Cadastrar nova categoria de carros;
2. Cadastrar novos carros;
3. Cadastrar Cliente;
4. Registrar aluguel;
5. Registrar devolução de carro.

Os usuários do Software, bem como suas necessidades, expectativas e objetivos são apresentados na Tabela 5.1.

Tabela 5-1: Usuários e suas necessidades, expectativas e objetivos.

Usuários	Necessidades, objetivos e expectativas.
Funcionários da locadora	- Rapidez, facilidade, versatilidade, recuperação de informações rapidamente.
Administradores da locadora	- Recuperação de informações sobre clientes, carros, aluguel e devolução. - Tomar conhecimento de como o Software está sendo utilizado e sua produtividade. - Tomar conhecimento das informações dos clientes para futuras campanhas de marketing.
Clientes	- Desejam saber quais carros existem disponíveis na locadora e suas características: preço, disponibilidade, ano, quilometragem.
Desenvolvedores	- Desejam facilidade na manutenção e desenvolvimento de novas funcionalidades.

De acordo com a tabela a cima, foram criados cenários de duas visões para a realização do experimento os quais são descritos a seguir: o cenário da visão da locadora e o cenário da visão do desenvolvedor.

5.2.1 Cenário da visão da locadora

O cenário da visão da locadora é definido pelos itens abaixo:

- Jornada de trabalho do funcionário é 160 horas mensais.
- 70% do tempo do funcionário é destinado para realizar aluguel que, em média, consiste nas tarefas de cadastrar novo cliente e registrar aluguel. Considerando a jornada de 160 horas, o funcionário realiza Aluguel 112 horas mensais.
- 20% do tempo do funcionário é destinado para registrar a Devolução de Carro. Considerando a jornada de 160 horas, o funcionário registra Devolução 32 horas mensais.
- 8% do tempo do funcionário é destinado para cadastrar um novo carro. Considerando a jornada de 160 horas, o funcionário cadastra um novo carro 12.8 horas mensais.
- 2% do tempo do funcionário é destinado para cadastrar uma nova categoria de carro. Considerando a jornada de 160 horas, o funcionário cadastra uma nova categoria 3.2 horas mensais.

Portanto, o Número de alugueis (NAlug) possíveis é calculado através do total de horas que o funcionário registra aluguel dividido pelo tempo gasto na execução das tarefas Cadastrar Cliente (já que, como visto, para registrar um aluguel o funcionário geralmente cadastra cliente e registra o aluguel) e Registrar Aluguel. Além disso, deve-se considerar os tempos para atendimento ao cliente, espera por um novo cliente ou outras situações de espera que possam ocorrer. Dessa forma, considera-se o tempo de um aluguel como o triplo do tempo gasto na execução das tarefas Cadastrar Cliente e Registrar Aluguel.

Logo, o número de alugueis realizados mensalmente é:

$$\mathbf{NAlug = ((112 \text{ horas mensais} / (Tcc + Ta)) \times 3600)/3}$$

Onde: NAlug: Número de alugueis;

Tcc: Tempo de execução da tarefa “Cadastrar Cliente”;

Ta: Tempo de execução da tarefa “Registrar Aluguel”.

Outras informações sobre o aluguel também fazem necessárias:

- Média de dias por locação: 4 dias.
- Porcentagem diária de carros alugados por categoria:
 - 70 % de carros populares alugados por dia.

- 25% de carros Sedan alugados por dia.
- 5% de carros importados alugados por dia.
- Preço médio da diária por categoria:
 - Popular: R\$ 50
 - Sedan: R\$ 100
 - Importado: R\$ 150

A renda obtida por categoria considerando os dados citados a cima corresponde a:

- Renda obtida por categoria: Preço Médio da Diária x Quantidade de Carros Alugados x Dias Alugados.
- O custo operacional (CO) mensal do Software Locadora de Carros Ubirajara é R\$ 900,00 considerando as despesas de salário do funcionário e infra-estrutura necessária.

5.2.2 Cenário da visão do desenvolvedor

O cenário da visão do desenvolvedor é definido pelos itens abaixo:

- O esforço de manutenção é obtido através da base de dados históricos da organização que realizará a manutenção. No caso do Software Locadora de Carros Ubirajara, estima-se que sejam necessárias 112 pessoas-hora para realizar as tarefas de manutenção do mesmo. Esse valor de manutenção corresponde à manutenção de dois problemas por funcionalidade.
- Foi constatado que a organização apresenta um Esforço Médio para a Reengenharia de quatro pessoas-hora. Portanto, **Esforço Médio de Reengenharia = 4 pessoas-hora.**
- O esforço médio da organização relativo aos pontos-função é 4 FP / pessoas-hora.
- Custo do desenvolvedor por hora: R\$ 15,00.

5.3 Discussão do Experimento

Diante desses cenários, o experimento foi realizado com o PPR-U aplicado às tarefas: cadastrar categoria de carro, cadastrar carro, cadastrar cliente, alugar carro e devolver carro. Para explicar como o experimento foi desenvolvido, essa seção mostra as principais decisões e ações tomadas durante o Planejamento da Reengenharia detalhando fase a fase a aplicação do PPR-U e mostrando os resultados obtidos em termos quantitativos e qualitativos. O experimento dividiu-se em três etapas: a primeira foi o Planejamento da Reengenharia, a

segunda foi a Reengenharia do Software Legado e a terceira a Avaliação de Usabilidade do Software obtido pela Reengenharia.

5.3.1 Primeira etapa: Planejamento da Reengenharia usando PPR-U

Na primeira etapa o PPR-U foi aplicado utilizando o Software Locadora de Carros e as cinco fases foram realizadas como se segue.

5.3.1.1 Fase-1: Justificativa da Reengenharia

Na Fase-1, as atividades de análise da qualidade técnica do Software, da estimativa do esforço da manutenção e da Avaliação do valor de negócio foram desenvolvidas.

Na primeira atividade, foi realizada uma análise qualitativa da Usabilidade do Software através da aplicação dos modelos e métodos de Avaliação de Usabilidade que não necessitam de usuários para a sua aplicação. Para tanto, inicialmente, o Modelo GOMS foi construído através da análise do Software executável, gerando os tempos de execução de cada tarefa. Posteriormente, a Avaliação Heurística e o Percurso Cognitivo geraram listas de problemas de Usabilidade contendo informações como: heurística violada, localização do problema e severidade do problema (para a lista gerada pela Avaliação Heurística), e os problemas encontrados e as perguntas que foram violadas (para a lista gerada pelo Percurso Cognitivo).

A Tabela abaixo apresenta os resultados quantitativos obtidos por essa atividade:

Tabela 5-2: Resultados gerais da análise qualitativa do Software

Tarefas	Tempo de execução estimado pelo Modelo GOMS (segundos)	Quantidade de problemas detectados pela Avaliação Heurística	Quantidade de problemas detectados pelo Percurso Cognitivo
Cadastrar categoria de carros	Máximo: 31.1 Mínimo: 27.26	10	2
Cadastrar carros	Máximo: 31.84 Mínimo: 28.8	7	2
Cadastrar clientes	Máximo: 105.64 Mínimo: 87.96	6	2
Alugar carro	Máximo: 78.36 Mínimo: 70.76	17	6
Devolver carro	Máximo: 67.96 Mínimo: 60.12	19	5

A Tabela 5.2 mostra que através da Avaliação Heurística foram encontrados mais problemas do que o Percurso Cognitivo, comprovando que o último avalia somente o atributo da

Usabilidade de facilidade de aprendizagem do Software enquanto o primeiro avalia um maior número de atributos de Usabilidade (facilidade de uso, de aprendizagem e de satisfação subjetiva). Porém, como visto no Capítulo-2, o Percurso Cognitivo é um método interessante para determinar se o Software apresenta alta necessidade de treinamento ou não.

Após a realização da Avaliação qualitativa do Software (sem a presença dos usuários), fez-se necessário levantar quais métricas de Usabilidade seriam interessantes para a sua quantificação através do Teste de Usabilidade. Essa tarefa foi realizada através da análise dos resultados obtidos pela avaliação qualitativa do Software vista anteriormente (para informações mais aprofundadas dessa análise, ver APÊNDICE-C). Ressalta-se que até este ponto, não houve a necessidade da utilização de usuários para testar o Software e através dessa análise qualitativa foram definidas as seguintes métricas: Tempo gasto para aprendizagem da tarefa, Tempo gasto para executar a tarefa após a sua aprendizagem, número de erros cometidos, Satisfação do usuário (foi considerado o questionário SUMI – presente no APÊNDICE-C – para estimar esse valor). Uma vez definidas as métricas relevantes para o Processo de Reengenharia, o Teste de Usabilidade foi aplicado. Esse teste teve a participação de cinco usuários e foram utilizadas técnicas de observação como *Think Aloud* (Ivory & Hearst, 2001), registro de áudio através de software de gravação e ferramenta Spy a qual registra todos os movimentos realizados pelos usuários na interação com o Software. O Teste foi planejado utilizando-se as métricas definidas anteriormente e a norma CIF (*Common Industry Format*) foi utilizada para relatar tanto o Planejamento quanto o resultado do teste. Os resultados dos Testes de Usabilidade podem ser encontrados no APÊNDICE-C. Os tempos de execução foram obtidos a partir da observação direta do usuário e a cronometragem da tarefa. Constatou-se que o tempo de execução da tarefa foi, em geral, maior do que o estimado pelo modelo GOMS, porém isso se deveu ao fato de os usuários estar aplicando a técnica *Think Aloud* e, conseqüentemente, muitas vezes os mesmos forneciam sugestões para mudanças, o que causou atrasos nesses tempos de execução. O número de erros cometidos foi obtido a partir da análise da ferramenta SPY. Essa ferramenta registra todos os movimentos realizados pelos usuários durante a execução da tarefa, o que torna possível perceber o momento que o usuário cometeu um erro. A satisfação dos usuários foi obtida a partir do questionário SUMI respondido pelos participantes. Esse questionário possui uma série de questões referentes à satisfação dos usuários, assim, contou-se a quantidade de respostas negativas para as perguntas desse questionário e calculou-se a porcentagem dessas respostas em relação ao total de perguntas (os valores obtidos por essas métricas podem ser verificados

no APÊNDICE-C). Portanto, uma Avaliação completa da Usabilidade do Software foi realizada. Constatou-se que através da aplicação dos métodos de Avaliação de Usabilidade foi possível encontrar problemas de funcionalidade do Software. Por exemplo, no Teste de Usabilidade constatou-se que o banco de dados do Software deveria sofrer Reengenharia uma vez que havia problemas de funcionalidade que poderiam ser solucionados a partir da Reengenharia do banco de dados do software.

Após a realização da análise da qualidade técnica do Software, foi levantado a estimativa do custo da sua manutenção. Isso foi realizado simulando a situação a base de dados históricos da organização utilizando, para tal, o cenário descrito anteriormente. Portanto, foi determinado um esforço de 112 pessoas-hora considerando a manutenção de dois problemas por funcionalidade (como descrito no cenário relativo ao desenvolvedor).

Por último, o valor de negócio das tarefas do Software analisado foi determinado utilizando-se a norma que está sendo desenvolvida CIF-R – *Common Industry Format for Requirements* – (CIF, 2001). Essa norma especifica, na seção *Role of Usability requirements in Development*, as questões utilizadas para definir os requisitos de Usabilidade de um Software e os relacionar com os objetivos de negócio do Software. As questões que devem ser tratadas são: a descrição dos usuários e as suas necessidades, objetivos e expectativas. Dessa forma, através da análise dessas questões, o planejador pode conhecer quais objetivos do negócio são relevantes para as tarefas que estão sendo analisadas durante o Planejamento da Reengenharia. Posteriormente, esses objetivos do negócio foram quantificados e os resultados obtidos para cada uma das métricas analisadas são mostrados na Tabela 5.3 (informações detalhadas podem ser encontradas no APÊNDICE-C):

Tabela 5-3: Resultados obtidos pelo Teste de Usabilidade aplicado

Métrica	Cadastro de categoria	Cadastro de carro	Cadastro de cliente	Aluguel de carro	Devolução de carro
Tempo gasto durante a aprendizagem da tarefa	59.6"	85"	138.4"	205.4"	142.6"
Tempo gasto para executar a tarefa depois de aprender o Software	40.8"	38.8"	171.4"	130.8"	118"
Média do número de erros cometidos durante a aprendizagem da tarefa	0.89	0.6	0.2	1	0.8
Média do número de erros após a aprendizagem da tarefa	0	0.2	0	0	0.4
Porcentagem de usuários que não completaram a tarefa	20%	0%	0%	40%	40%

Assim, as três atividades pertencentes à Fase-1 foram concluídas e a Fase-2 é descrita a seguir:

5.3.1.2 Fase-2: Análise de Portfolio

De posse dos valores obtidos das métricas de Usabilidade pelo Teste de Usabilidade, pela estimativa dos tempos de execução das tarefas através do Modelo GOMS e dos valores de negócio, foi possível elaborar o gráfico “Qualidade Técnica x Valor de Negócio” que tem o intuito de auxiliar no Processo de priorização da Reengenharia das tarefas analisadas.

A primeira etapa a ser realizada é calcular o coeficiente da qualidade técnica do Software. Para tanto, determinaram-se os limites inferior e superior de cada métrica. Para o limite inferior do Tempo de execução da aprendizagem da tarefa foi considerada a estimativa do modelo GOMS, já o limite superior foi considerado três vezes o valor dessa estimativa. Os limites inferiores e superior das métricas restantes foram obtidos pela experiência do planejador dentro do cenário criado para o experimento. Os coeficientes de qualidade técnica do Software de cada métrica foram calculados a partir dos limites inferior, superior e do valor da métrica obtida pelo Teste de Usabilidade.

A segunda etapa foi o cálculo do coeficiente do valor de negócio de cada tarefa que é a porcentagem do valor de negócio obtido na fase anterior pelo total de pontos possíveis. Com essas informações os gráficos “Qualidade Técnica x Valor de Negócio” foram elaborados para cada métrica. Ao final dessa etapa, a média dos coeficientes de qualidade técnica foi calculada e o gráfico geral “Qualidade Técnica x Valor de Negócio” foi obtido. Através desse gráfico é possível visualizar quais tarefas têm maior prioridade para serem modificadas, como já descrito no Capítulo-4. Além do gráfico, é possível priorizar a Reengenharia através das tabelas de coeficiente de qualidade técnica e do valor de negócio como também explicado no Capítulo-4. O resultado dessa atividade apresentou a seguinte ordem de prioridades para Reengenharia das tarefas (todos os gráficos e tabelas geradas podem ser encontrados no APÊNDICE-C):

1. Aluguel de carros;
2. Devolução de carros;
3. Cadastro de clientes;
4. Cadastro de categoria de carros;
5. Cadastro de carros.

Com esse resultado, a Fase-2 foi encerrada e a Fase-3 teve início.

5.3.1.3 Fase-3: Estimativa de custo

A estimativa de custo foi dividida em duas etapas: a estimativa do esforço para Reengenharia das interfaces do Software e a estimativa do esforço para Reengenharia dos itens do Software relativos à sua funcionalidade.

O esforço da Reengenharia das interfaces do Software foi calculado através do método de estimativas de esforço usando Avaliação Heurística descrito no Capítulo-4. Ressalta-se que esse método necessita de validação e que representa uma possível solução para a estimativa do custo da Reengenharia dos problemas de Usabilidade encontrados na interface através da Avaliação Heurística.

O esforço da Reengenharia dos itens do Software relativos à sua funcionalidade foi calculado usando pontos-função. Para tanto, utilizaram-se os dados criados no cenário da visão do desenvolvedor do experimento.

Por fim, o esforço total foi calculado somando-se os valores do custo da Reengenharia de todos os itens do Software e um cronograma foi elaborado.

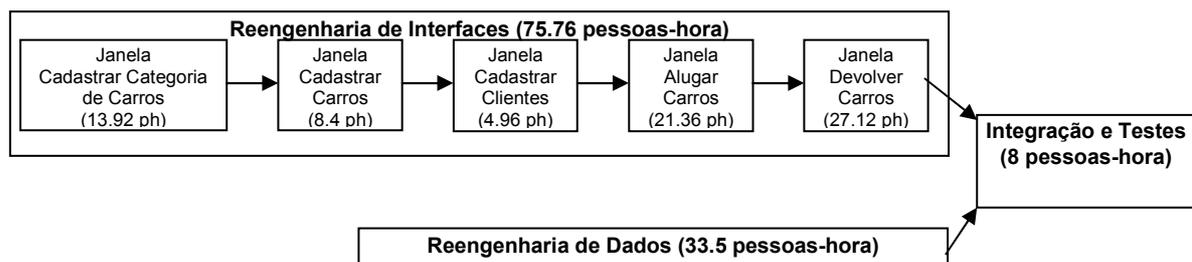
A Tabela 5.4 apresenta os valores encontrados:

Tabela 5-4: Esforço para Reengenharia

Esforço da Reengenharia de interfaces.	75.76 pessoas-hora
Esforço da Reengenharia dos itens da funcionalidade.	41.5 pessoas-hora
Total	117.26

E, através do esforço é calculado o custo da Reengenharia, multiplicando o esforço encontrado pelo valor da hora trabalhada dos desenvolvedores.

Além disso, através dessa atividade também foi desenvolvido um cronograma para a Reengenharia dos itens que devem ser modificados:



Para informações completas sobre os valores obtidos por essa fase, veja o APÊNDICE-C.

5.3.1.4 Fase-4: Análise custo-benefício

Na fase de análise custo-benefício as seguintes atividades foram realizadas:

1. *Estimativa do custo-benefício do Software Legado:* nessa atividade, obteve-se o custo de manutenção do Software Legado através da multiplicação do esforço de manutenção obtido no cenário da visão do desenvolvedor (112 pessoas-hora) descrito anteriormente pelo valor da hora pago para o desenvolvedor (R\$ 15,00), resultando em R\$ 1680,00. Logo a seguir, o valor de negócio do Software Legado foi calculado da seguinte maneira. Pelo Modelo GOMS das tarefas do Software têm-se os seguintes tempos de execução para cada tarefa:

Tabela 5-5: Estimativas de tempo de execução antes da Reengenharia obtidos pelo Modelo GOMS

Tarefa	Tempo de execução antes da Reengenharia (seg)
Cadastro de Categoria de Carros	31.1
Cadastro de Carros	31.84
Cadastro de Clientes	105.64
Aluguel de Carros	78.36
Devolução de Carros	67.96

Considerando os seguintes dados sobre o trabalho do funcionário que utiliza o Software:

- A jornada de trabalho do funcionário é 160 horas mensais.
- 70% do tempo do funcionário ele realiza Aluguel que, em média, consiste nas tarefas de cadastrar novo cliente e de registrar aluguel. Considerando a jornada de 160 horas, o funcionário realiza Aluguel 112 horas mensais.
- 20% do tempo do funcionário ele registra a Devolução de Carro. Considerando a jornada de 160 horas, o funcionário registra Devolução 32 horas mensais.
- 8% do tempo do funcionário ele cadastra um novo carro. Considerando a jornada de 160 horas, o funcionário cadastra um novo carro 12.8 horas mensais.
- 2% do tempo do funcionário ele cadastra uma nova categoria de carro. Considerando a jornada de 160 horas, o funcionário cadastra uma nova categoria 3.2 horas mensais.

Portanto, o Número de alugueis (NAlug) possíveis de serem realizados é calculado através do total de horas que o funcionário registra aluguel dividido pelo tempo gasto na execução das tarefas Cadastrar Cliente e Registrar Aluguel (já que, como visto, em média para registrar um aluguel o funcionário cadastra cliente e registra o aluguel). Além disso, deve-se considerar os tempos para atendimento ao cliente, espera por um novo cliente e outras situações de espera

que possam ocorrer, dessa forma, considera-se que o tempo de um aluguel seja o triplo do tempo gasto na execução das tarefas Cadastrar Cliente e Registrar Aluguel. Logo, o número de aluguéis realizados mensalmente é:

$$N_{\text{Alug}} = ((112 \text{ horas mensais} / (105.64 + 78.36)) \times 3600) / 3 = 730 \text{ aluguéis}$$

Considerando os seguintes dados estatísticos de locação:

- Média de dias por locação = 4
- Média de locações por dia (por categoria)
 - 70 % Popular: corresponde 511 carros mensais.
 - 25% Sedan: corresponde 182 carros mensais.
 - 5% Importados: corresponde 37 carros mensais.
- Preço médio da diária por categoria:
 - Popular: R\$ 50
 - Sedan: R\$ 100
 - Importado: R\$ 150

A renda obtida por categoria considerando os dados citados a cima corresponde a:

- Popular: R\$ 50 x 511 Carros x 4 dias = R\$ 102200,00
- Sedan: R\$ 100 x 182 Carros x 4 dias = R\$ 72800,00
- Importados: R\$ 150 x 37 Carros x 4 dias = R\$ 22200,00

Portanto, a renda total ou o valor de negócio (VN) do Software Locadora de Carros Ubirajara corresponde a:

$$VN = \text{R\$ } 102200,00 + \text{R\$ } 72800,00 + \text{R\$ } 22200,00 = \text{R\$ } 197200,00$$

$$VN = \text{R\$ } 197200,00$$

Após o cálculo do valor de negócio do Software Legado, o custo operacional foi obtido através do cenário descrito (R\$ 900) e, por fim, o custo-benefício foi calculado como:

$$\begin{aligned} \text{Benefício do Software Legado mensal} &= \text{Valor de negócio (VN)} - \\ &(\text{Custo da manutenção (CM)} + \text{Custo operacional (CO)}) = 197200,00 \\ &- (1680 + 900) = \text{R\$ } 194620 \text{ mensais} \\ \text{Benefício do Software Legado anual} &= \text{R\$ } 194620 \times 12 = \text{R\$ } \\ &2335440,00 \end{aligned}$$

2. Estimativa do custo-benefício do Software após a Reengenharia:

Inicialmente, obteve-se o esforço de manutenção após a Reengenharia através do cenário da visão do desenvolvedor descrito e estimando que o número de problemas torne-se, em média, 1.5 problemas/mês por funcionalidade (antes da Reengenharia esse valor correspondia a 2 problemas por funcionalidade). Portanto, o esforço de manutenção após a Reengenharia representa um valor de 84 pessoas-hora e o custo de manutenção = 84 pessoas-horas x R\$ 15,00 = R\$ 1260,00.

O segundo passo realizado foi a obtenção do custo operacional após a Reengenharia: O custo operacional (CO) mensal do Software Locadora de Carros Ubirajara é R\$ 900,00 considerando as despesas de salário do funcionário e infra-estrutura necessária.

O terceiro passo realizado foi obter o valor de negócio do Software após a Reengenharia. Tal informação foi obtida pela construção do novo modelo GOMS das tarefas remodeladas (detalhes do novo modelo podem ser encontrados no APÊNDICE-C).

Através do novo modelo GOMS construído, os novos parâmetros (após a Reengenharia) são:

Tabela 5-6: Tempo de execução depois da Reengenharia

Tarefa	Tempo de execução depois da Reengenharia (seg)
Cadastro de Categoria de Carros	27.74
Cadastro de Carros	30.72
Cadastro de Clientes	99.78
Aluguel de Carros	54.96
Devolução de Carros	36.56

Considerando os seguintes dados sobre o trabalho do funcionário que utiliza o Software:

- Jornada de trabalho do funcionário é 160 horas mensais.
- 70% do tempo do funcionário ele realiza Aluguel que, em média, consiste nas tarefas de cadastrar novo cliente e de registrar aluguel. Considerando a jornada de 160 horas, o funcionário realiza Aluguel 112 horas mensais.
- 20% do tempo do funcionário ele registra a Devolução de Carro. Considerando a jornada de 160 horas, o funcionário registra Devolução 32 horas mensais.
- 8% do tempo do funcionário ele cadastra um novo carro. Considerando a jornada de 160 horas, o funcionário cadastra um novo carro 12.8 horas mensais.
- 2% do tempo do funcionário ele cadastra uma nova categoria de carro. Considerando a jornada de 160 horas, o funcionário cadastra uma nova categoria 3.2 horas mensais.

Portanto, o Número de aluguéis (NAlug) possíveis é calculado através do total de horas que o funcionário registra aluguel dividido pelo tempo gasto na execução das tarefas Cadastrar Cliente e Registrar Aluguel (já que, como visto, em média para registrar um aluguel o funcionário cadastra cliente e registra o aluguel). Além disso, devem-se considerar os tempos para atendimento ao cliente, espera por um novo cliente e outras situações de espera que possam ocorrer, conseqüentemente, considera-se que o tempo de um aluguel seja o triplo do tempo gasto na execução das tarefas Cadastrar Cliente e Registrar Aluguel. Logo, o número de aluguéis realizados mensalmente é:

$$\text{NAlug} = ((112 \text{ horas mensais} / (99.78 + 54.96)) \times 3600) / 3 = 868 \text{ aluguéis}$$

Considerando os seguintes dados estatísticos de locação:

- Média de dias de locação = 4
- Média de locações por dia (por categoria)
 - 70 % Popular: corresponde 607 carros mensais.
 - 25% Sedan: corresponde 217 carros mensais.
 - 5% Importados: corresponde 44 carros mensais.
- Preço médio da diária por categoria:
 - Popular: R\$ 50
 - Sedan: R\$ 100
 - Importado: R\$ 150

A renda obtida por categoria considerando os dados citados a cima corresponde a:

- Popular: R\$ 50 x 607 Carros x 4 dias = R\$ 121400,00
- Sedan: R\$ 100 x 217 Carros x 4 dias = R\$ 86800,00
- Importados: R\$ 150 x 44 Carros x 4 dias = R\$ 26400,00

A renda total ou o valor de negócio (VN) do Software Locadora de Carros Ubirajara corresponde a:

$$\text{VN} = \text{R\$ } 121400,00 + \text{R\$ } 86800,00 + \text{R\$ } 26400,00 = \text{R\$ } 234600,00$$

$$\text{VN} = \text{R\$ } 234600,00$$

O quarto passo foi a obtenção do esforço da Reengenharia através das informações obtidas pela Fase-3:

$$\text{Esforço Total da Reengenharia} = 117.26 \text{ pessoas-hora}$$

O quinto passo realizado foi a obtenção do custo da Reengenharia através das informações obtidas pela Fase-4:

$$\text{Custo da Reengenharia} = \text{Esforço Total da Reengenharia} \times \text{Custo da Reengenharia/hora}$$

Custo da Reengenharia = 117.26 pessoas-hora x R\$ 15,00 = R\$ 1758,90

Após isso, foi obtido o fator de risco da Reengenharia pelo cenário descrito (1.0)

E, por fim, o benefício após a Reengenharia foi calculado.

$$\text{Benefício} = [(234600 \times 12 - (1260 \times 12 + 900 \times 12)) \times (1 - 8.65E-3) - (1758,90 \times 1,0)] - 2335440 = 2763393,83 - 2335440 = 427953,828$$

3. *Estimativa do custo-benefício do Software após o Re-desenvolvimento:* Nessa atividade, os mesmos passos do cálculo do benefício após a Reengenharia foram desenvolvidos, porém os valores para custo de manutenção e fator de risco modificaram-se devido ao Software ter de ser novamente desenvolvido sem ter um alicerce já pronto, como no caso da Reengenharia. O benefício obtido foi de R\$ 421096,70.

Os valores desses benefícios são comparados e o mais vantajoso escolhido. No experimento em questão, a Reengenharia é a opção mais vantajosa.

5.3.1.5 Fase-5: Elaboração do contrato

Na elaboração do contrato as seguintes informações devem ser registradas em um único documento para análise do contratante da Reengenharia (o contrato completo pode ser visto no APÊNDICE-C):

1. Lista de problemas encontrados.
2. Sugestão para mudanças.
3. Priorização das tarefas de Reengenharia.
4. Análise custo-benefício.
5. Tarefas da Reengenharia.

5.3.2 Segunda etapa: Reengenharia do Software Legado

A Reengenharia do Software Legado foi realizado em duas ações: na primeira, a interface sofreu a Reengenharia e na segunda, o banco de dados foi modificado.

5.3.2.1 Primeira ação: Reengenharia da Interface

A Reengenharia de software consiste em três fases como apresentada em (Chickofsky & Cross, 1990):

Engenharia Reversa + Δ + Engenharia Avante

Nesse experimento, a Engenharia Reversa das interfaces foi realizada através da elaboração do modelo GOMS das tarefas analisadas (cadastrar categoria, cadastrar carro, cadastrar cliente, registrar aluguel e devolver carros). Através do modelo GOMS do software Legado foi possível obter a especificação da interação humano-computador de cada tarefa. Esse fato levou a considerar o modelo GOMS como uma ferramenta bastante interessante para realizar a Engenharia Reversa de uma interface (veja esse modelo no APÊNDICE-C).

A fase Δ foi realizada através da modificação do modelo GOMS original de maneira a deixá-lo mais eficiente e diminuindo o número de operadores existentes. Esse modelo foi obtido durante o cálculo do valor de negócio na Fase de análise custo-benefício (veja esse modelo no APÊNDICE-C). Além disso, na fase Δ ou de modificação também foi levada em consideração os problemas de usabilidade encontrados na Avaliação Heurística e no Percurso Cognitivo. Através desses problemas, um conjunto de modificações foi sugerido e adaptado (veja essas sugestões de modificações no APÊNDICE-C) ao novo modelo GOMS obtido para cada tarefa.

E, por fim, a Engenharia Avante foi realizada implementando o código do novo Software utilizando a linguagem de programação Java.

A seguir está ilustrada cada uma dessas fases para a tarefa Cadastrar Aluguel:

- Telas do software Legado:

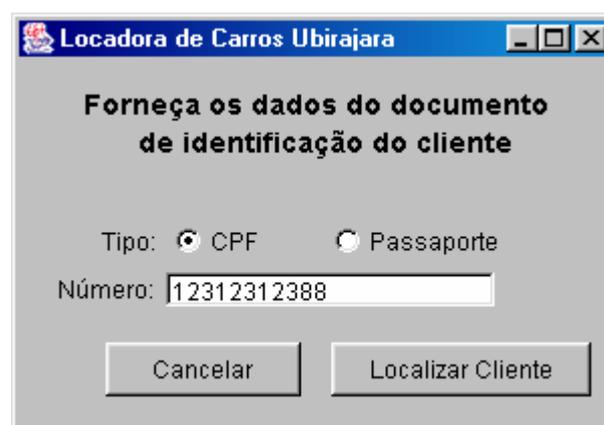
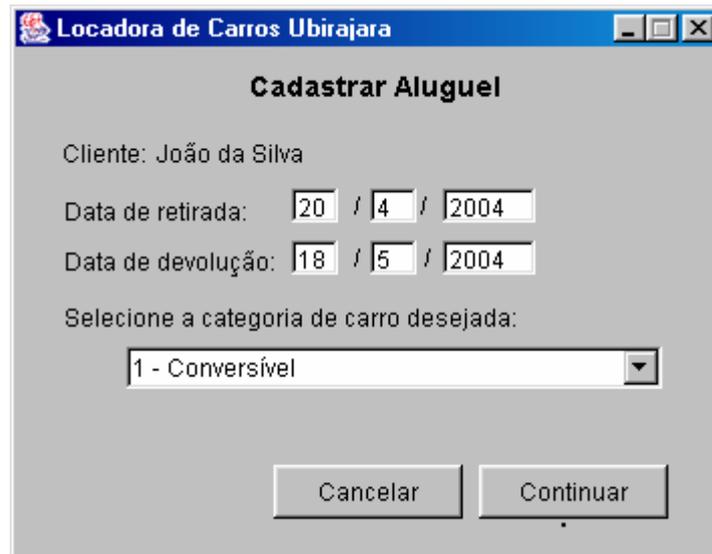


Figura 5-1: Primeira tela da tarefa cadastrar aluguel do Software Legado



Locadora de Carros Ubrajara

Cadastrar Aluguel

Cliente: João da Silva

Data de retirada: 20 / 4 / 2004

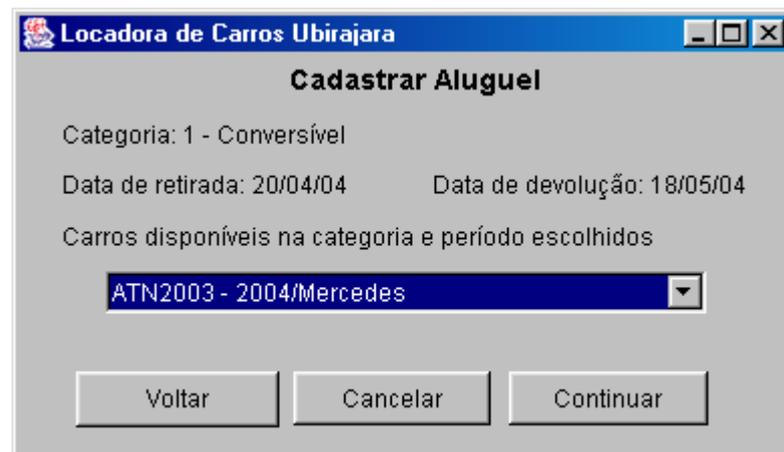
Data de devolução: 18 / 5 / 2004

Selecione a categoria de carro desejada:

1 - Conversível

Cancelar Continuar

Figura 5-2: Segunda tela da tarefa cadastrar aluguel do Software Legado



Locadora de Carros Ubrajara

Cadastrar Aluguel

Categoria: 1 - Conversível

Data de retirada: 20/04/04 Data de devolução: 18/05/04

Carros disponíveis na categoria e período escolhidos

ATN2003 - 2004/Mercedes

Voltar Cancelar Continuar

Figura 5-3: Terceira tela da tarefa cadastrar aluguel do Software Legado

Cadastro de Aluguel

Cadastrar Aluguel

Cliente: João da Silva Funcionário responsável: Vendedor
 Data de retirada: 20/04/04 Data de devolução: 18/05/04
Horário previsto de retirada: 01:57 H **Horário previsto de devolução:** 12:00 H
 Placa do carro: ATN2003 Valor da diária: R\$ 10.0
Quilometragem de saída: 12500 Km Valor semanal: R\$ 70.0
Desconto concedido: R\$ 12 Valor mensal: R\$ 300.0
Serviços Adicionais: (pressione Ctrl caso deseje escolher mais que um item)

- 1 -- Carrinho
- 2 -- Poltrona para bebê
- 3 -- Bagageiro de teto
- 5 -- Porta-bicicleta
- 6 -- porta-lata
- 10 -- MP3 Player

Cancelar Concluir

Figura 5-4: Quarta tela da tarefa cadastrar aluguel do Software Legado

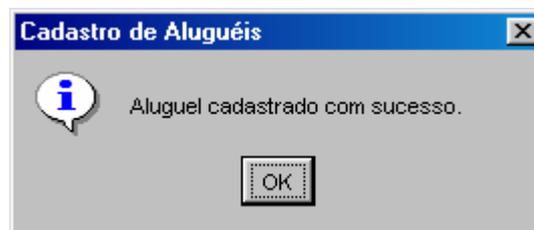


Figura 5-5: Quinta tela da tarefa cadastrar aluguel do Software Legado

- Modelo GOMS obtido pela Engenharia Reversa da tarefa Aluguel de Carros (vide ANEXO-C):

Descrição	Modelo	TH 0.4	TP 1.1	TK 0.28	TD	TM 1.34	TR R
Levar a mão ao mouse.	H	H					
Preparação mental	M					M	
Arrastar o mouse até a opção <i>Aluguel</i> do menu principal.	P		P				
Clicar com o botão esquerdo do mouse sobre a opção <i>Aluguel</i> do menu principal.	K			K			
.....
Arrastar o mouse até o botão <i>OK</i> da janela que surgirá.	P		P				
Clicar com o botão esquerdo do mouse sobre o botão <i>OK</i> .	K			K			
Número de operadores		5	16	95		24	
Tempo por operadores		5*0.4	16*1.1	95*0.28 95*0.2		24*1.34	
Tempo total (TK = 0.28 s)		78.36					
Tempo total (TK = 0.2 s)		70.76					

- Fase Δ (modificação no modelo atual): Por essa fase, obteve-se o seguinte modelo GOMS (vide ANEXO-C):

Descrição	Modelo	TH 0.4	TP 1.1	TK 0.28	TD	TM 1.34	TR R
Levar a mão ao mouse.	H	H					
Preparação mental	M					M	
.....
Pressionar a tecla <i>Enter</i> , para confirmar.	K			K			
Pressionar a tecla <i>Enter</i> , para finalizar o aluguel.	K			K			
Número de operadores		5	11	55		19	
Tempo por operadores		5*0.4	11*1.1	55*0.28 55*0.2		19*1.34	
Tempo total (TK = 0.28 s)		54.96					
Tempo total (TK = 0.2 s)		50.56					

- Fase Δ: Sugestões de mudança para tarefa Alugar Carro:

Sugestão
1. Modificar label “Localizar Cliente” para “Continuar” a fim de padronizar com as outras telas do software
2. Formatar o número do documento automaticamente de maneira a aceitar números com ou sem traço.
3. Informar a tarefa que está sendo realizada através de um label nas janelas dessa tarefa.
4. Ao ir para um dado campo, selecionar o texto automaticamente.
5. Inserir o botão voltar em todas as janelas dessa tarefa.
6. Tratar a ordem das datas de devolução e retirada (garantir que a retirada sempre será antes da devolução)

- Telas do software após a Reengenharia (produzidas pela Engenharia Avante na Reengenharia):

Figura 5-6: Primeira tela da tarefa cadastrar aluguel do Software obtido pela Reengenharia

Figura 5-7: Segunda tela da tarefa cadastrar aluguel do Software obtido pela Reengenharia

Figura 5-8: Terceira tela da tarefa cadastrar aluguel do Software obtido pela Reengenharia

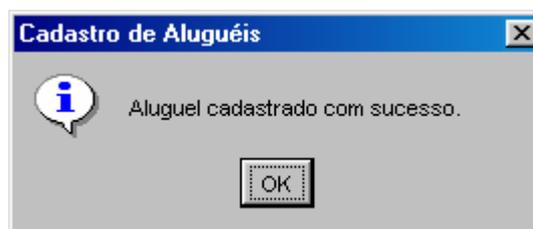


Figura 5-9: Quarta tela da tarefa cadastrar aluguel do Software obtido pela Reengenharia

- Tempos de execução estimado pelo Modelo GOMS para o Software Legado e para Software após a Reengenharia:

Tabela 5-7: Tempos de execução estimado pelo Modelo GOMS para o Software Legado e para Software após a Reengenharia

Tempo estimado antes da Reengenharia	Tempo estimado após a Reengenharia
Máximo: 78.36	Máximo: 54.96
Mínimo: 70.36	Mínimo: 50.56

Constata-se que após a Reengenharia o Software reduziu significativamente seu tempo estimado para execução da tarefa obtido pelo modelo GOMS.

5.3.2.2 Segunda ação: Reengenharia do banco de dados

A Reengenharia do banco de dados foi realizada através da alteração do modelo Entidade-Relacionamento do Software. A correção realizada foi no problema que estava ocorrendo sobre a exclusão de um carro ou cliente após os mesmos já terem participado de um aluguel e uma devolução. Para tal, foi criado um novo atributo nas tabelas Cliente e Carro o qual marcava a disponibilidade de um dado cliente ou carro. Caso o atributo fosse *selecionado*, o Cliente correspondente se tornaria disponível somente para a impressão de relatórios, porém indisponível para a realização de um novo aluguel, por exemplo. O mesmo ocorreu com a tabela Carro.

5.3.3 Terceira etapa: Avaliação de Usabilidade após a Reengenharia

Uma vez que a Avaliação Heurística não necessita de usuários, esse método será usado para realizar a Avaliação de Usabilidade do Software após a Reengenharia uma vez que o recrutamento de usuários é uma tarefa cara e complexa uma vez que demanda tempo para o avaliador preparar o ambiente de teste e o recrutamento dos usuários.

Problema	Explicação	Local do problema	Heur. violadas	Severidade
AH1	Na janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Forneça os dados do documento de identificação do cliente</i> , o campo <i>Número</i> não contém a especificação do formato de entrada do Número de identificação (com ou sem traço, por exemplo). Isso pode levar o usuário a cometer um erro.	Janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Forneça os dados do documento de identificação do cliente</i> , campo <i>Número</i>	5	3
AH2	Na janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Forneça os dados do documento de identificação do cliente</i> , o campo <i>Número</i> não contém a especificação do formato de entrada do Número de identificação (com ou sem traço, por exemplo). Portanto, o usuário do Software deve lembrar-se de como ele cadastrou o cliente (se utilizou traço ou não, por exemplo).	Janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Forneça os dados do documento de identificação do cliente</i> , campo <i>Número</i> .	7	3

Portanto, após a Reengenharia do software restaram apenas dois problemas, enquanto que na tarefa original havia 18 problemas de Usabilidade. Ou seja, a Reengenharia de Software propiciou um ganho significativo na Usabilidade.

5.4 Resultados obtidos

O sumário dos resultados obtidos pelo experimento está expresso na Tabela 5-8 a seguir:

Tabela 5-8: Sumário dos resultados obtidos pela execução do PPR-U

Tarefa: Alugar Carro	Tempo de execução da tarefa	Número de problemas detectados pela Avaliação Heurística
Antes da Reengenharia	Máximo: 78.36 Mínimo: 70.36	18
Depois da Reengenharia usando PPR-U	Máximo: 54.96 Mínimo: 50.56	2

A Tabela 5.8 mostra tanto pela Avaliação Heurística quanto pela estimativa de tempo de execução feita pelo Modelo GOMS que a Usabilidade do Software após a Reengenharia melhorou através da diminuição do tempo de execução da tarefa bem como pela diminuição do número de problemas detectados pela Avaliação Heurística. A Tabela 5-9, por sua vez, lista os problemas levantados na Avaliação do Software Legado e os problemas que ainda permanecem no Software após a Reengenharia são destacados em cinza.

Tabela 5-9: Lista de problemas levantados, solucionados e que ainda permanecem no Software após a Reengenharia (a Tabela completa pode ser visto no APÊNDICE-C)

Problema	Explicação	Heurísticas violadas
AH1	Na janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Forneça os dados do documento de identificação do cliente</i> o label <i>Locadora de Carros Ubirajara</i> está diferente do padronizado nas janelas Cadastro de Carro e Cadastro de categoria de carros.	4
AH2	Na janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Forneça os dados do documento de identificação do cliente</i> , o campo <i>Número</i> não contém a especificação do formato de entrada do Número de identificação (com ou sem traço, por exemplo). Isso pode levar o usuário a cometer um erro.	5
AH3	Na janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Forneça os dados do documento de identificação do cliente</i> , não há indicação que o usuário do Software está realizando um Aluguel de um veículo, pois não há nenhum <i>label</i> que informe isso. Ou seja, o Software não está indicando em que ponto da tarefa (cadastrar aluguel) o usuário se encontra.	1

Como mostrado na Tabela 5-9, o PPR-U mostrou-se eficiente uma vez que dos dezoito problemas levantados, apenas dois permaneceram no Software após a Reengenharia.

5.5 Considerações Finais

Pelo experimento realizado, constata-se que o PPR-U torna a Reengenharia um processo que produza softwares com maior Usabilidade do que o seu Legado. Isso fica claro pela diminuição do tempo de execução da tarefa Alugar Carro, bem como da diminuição significativa do número de problemas de Usabilidade encontrados pela Avaliação Heurística. Conclui-se ainda que o Modelo GOMS é um modelo que também pode ser utilizado para realizar a Reengenharia, ou seja, com ele é possível descrever a interação humano-

computador da tarefa do software avaliado e propor mudanças nessas operações a fim de reduzir o caminho necessário para o usuário completar a sua tarefa.

Outra constatação que é realizada é sobre o Processo em si do PPR-U. A primeira Fase é chave para o Planejamento uma vez que representa a maior parte das ações que se deve tomar para o Planejamento. Além disso, o Percurso Cognitivo é um método de Avaliação que pode ter o seu uso facultativo uma vez que ele demanda um esforço muito grande. Dessa forma, o Planejador antes de iniciar essa Fase deve analisar criticamente a necessidade de se aplicar esse método através de uma avaliação do processo de aprendizagem e da relevância que o treinamento apresenta sobre a aprendizagem do software.

De posse desses resultados, o Capítulo-6 fornece os principais comentários e conclusões do PPR-U levando-se em consideração o produto e o processo do Software após a Reengenharia.

Capítulo 6 - Conclusões

6.1 Considerações Iniciais

Diante da especificação do Processo de Planejamento guiado por Avaliação de Usabilidade e dos resultados obtidos pela aplicação do PPR-U, constata-se que a Reengenharia de Software deve considerar a Usabilidade como um importante atributo de qualidade. Como visto nos Processos de Planejamento existentes (Sneed, 1995; Tilley, 1995; Ransom et al, 1998), essa motivação não é formalmente explorada através da determinação de métodos para analisar a satisfação dos usuários com o Software. Porém, essa satisfação dos usuários é fundamental para a aceitação do Software, para a maior produtividade dos usuários e para a identificação da necessidade de mudanças no Software. Conseqüentemente, métodos de Avaliação de Usabilidade são importantes para identificar a necessidade e justificar a mudança em um Software Legado.

Logo, foi desenvolvido um Processo de Planejamento de Reengenharia guiado por Avaliação de Usabilidade o qual utiliza os métodos de Avaliação de Usabilidade como “guias” para o Planejamento da Reengenharia com o intuito de fornecer informações para que a efetiva Reengenharia produza Softwares com uma Usabilidade de alto nível de qualidade.

Depois de apresentar o PPR-U e o experimento realizado nessa pesquisa, é possível chegar a algumas conclusões a cerca dos resultados obtidos, das dificuldades a serem superadas e à possíveis trabalhos futuros. Para tanto, neste capítulo, a seção 6.2 descreve os resultados obtidos por essa pesquisa. A seguir, na seção 6.3, uma discussão das dificuldades a serem superadas é feita. E, a seção 6.4 apresenta os possíveis trabalhos futuros para a continuação dessa pesquisa. Por fim, a seção 5.5 analisa e comenta os principais aspectos discutidos no capítulo.

6.2 Resultados obtidos

Em decorrência deste trabalho desenvolvido, foram publicados os seguintes artigos:

- *Extended Abstract* intitulado “Reengineering Planning Process Guided by Usability Evaluation” de Sérgio Luisir Díscola Junior e Júnia Coutinho Anacleto Silva na “Conference on Human Factors in Computing Systems – CHI2004”, Viena/Áustria de 27-29 de Abril de 2004.
- Processos de Planejamento da Reengenharia de Software apoiados por princípios de Usabilidade; Sérgio Luisir Díscola Junior; Júnia Coutinho Anacleto Silva; Artigo publicado

no Congresso Latino-americano de Interação Humano-Computador ocorrido em Agosto de 2003 no Instituto Militar de Engenharia no Rio de Janeiro.

- Virtual Reality and Reengineering: Challenges for the Software Process based on a Single Vision of SE and HCI; Júnia C. Anacleto Silva, Milena Marquezin Olher, Sérgio L. Díscola Junior; Artigo publicado nos Anais do workshop "Integrating Human-Computer Interaction and Software Engineering Models and Processes" ocorrido em Agosto de 2003 no Instituto Militar de Engenharia no Rio de Janeiro.

Considerando o estudo e o desenvolvimento do tema proposto, os seguintes resultados foram obtidos por essa pesquisa:

1. De acordo com a proposta inicial do projeto de pesquisa e os resultados obtidos pela experimentação do PPR-U, a viabilidade técnica da aplicação de métodos de Avaliação de Usabilidade no Processo de Planejamento da Reengenharia pôde ser verificada. Ou seja, as informações fornecidas pelos métodos de Avaliação de Usabilidade são de grande importância para o Planejamento da Reengenharia uma vez que podem, inclusive, fornecer informações sobre a qualidade da funcionalidade do Software Legado.
2. Além desse resultado, a contribuição mais significativa gerada por essa pesquisa (Díscola & Silva, 2004) foi a especificação de um Processo de Planejamento de Reengenharia guiado por métodos de Avaliação de Usabilidade, o qual aumenta a potencialidade do Processo de Reengenharia para solucionar os problemas do Software Legado e fornece os objetivos, as diretrizes, cronograma e a análise do custo-benefício de se realizar a Reengenharia como forma de modificação do Software.
3. Outra contribuição significativa é a definição de um conjunto de fases, atividades, passos, conjunto de tabelas e gráficos com o objetivo de servirem como uma diretriz para o Planejamento da Reengenharia de um Software.
4. Além disso, a aplicação do PPR-U produz um Software com a Usabilidade melhorada, o que torna a Reengenharia uma alternativa mais apropriada para a modificação do Software.
5. Através do PPR-U, é possível estimar o fator custo-benefício da manutenção do Software Legado sem modificação alguma, o custo-benefício do Re-desenvolvimento do Software e o custo-benefício da Reengenharia do Software e, com esses dados decidir-se sobre qual a melhor maneira de se realizar a modificação no Software.

6. Além disso, constata-se através dos resultados obtidos pelo experimento que o modelo GOMS é viável para ser utilizado como ferramenta para as fases da Engenharia Reversa e de Modificação do projeto presentes na Reengenharia de Software.
7. Finalmente, usando a Avaliação de Usabilidade no Planejamento da Reengenharia pode mostrar aos clientes da Reengenharia que estão contratando esse serviço, que um importante motivo para realizar a modificação no Software é a falha na sua Usabilidade.

6.2.1 Discussão dos resultados específicos obtidos em cada fase do PPR-U

O PPR-U apresentou resultados específicos para cada uma das suas fases.

- Na *Fase-1* (Justificativa da Reengenharia), a aplicação do modelo GOMS, da Avaliação Heurística e do Teste de Usabilidade (usando a norma CIF) foi realizada em um tempo razoável, porém o Percurso Cognitivo demandou um tempo relativo ao total do tempo gasto para a Avaliação de Usabilidade muito excessivo (cerca de 70% do tempo total da Avaliação de Usabilidade), o que juntamente com a análise das informações fornecidas por esse método causou a consideração de tornar optativa a aplicação desse método de Avaliação de Usabilidade nessa fase do PPR-U. Ainda na *Fase-1* constatou-se que a utilização da norma CIF auxiliou no registro dos resultados obtidos no Teste de Usabilidade, inclusive auxiliando na elaboração dos documentos de registro dos limites superior e inferior das métricas de Usabilidade.
- Na *Fase-2* (Análise de Portfolio), constatou-se que a definição dos limites inferior e superior ainda é um desafio para os Engenheiros de Software e consiste em um campo ainda extenso de pesquisa na Engenharia de Software. Além disso, nessa fase deve ser realizada a análise do valor de negócio do Software. Essa tarefa deve ser realizada por analistas de valor de negócio, o que nem sempre é possível. Assim, os Engenheiros de Software devem conhecer meios para realizar essa análise. Como esses profissionais não são especialistas nessa área, tal situação representa uma dependência do PPR-U quanto à especialização das pessoas que o estão aplicando. Portanto, isso é um ponto a melhorar do PPR-U.
- Na *Fase-3* (Estimativa do custo), o esforço necessário para se realizar a Reengenharia do Software foi calculado baseando-se nas severidades da Avaliação Heurística como tentativa de se eliminar a necessidade da obtenção de dados históricos da organização em questão. O método descrito no Capítulo-4 é uma proposta e ainda deve ser motivo de

validação. Inclusive, os valores da tabela de pesos para cada severidade de cada heurística violada devem sofrer um estudo estatístico a fim de validar seus valores e comprovar sua eficiência. Ressalta-se que essa proposta é uma tentativa de se eliminar a necessidade dos dados históricos da organização e necessita de uma pesquisa maior para sua validação, porém é baseada em outros métodos de estimativa (como os pontos-função) os quais também possuem uma tabela de pesos obtidos através das respostas das entradas dessa tabela para cada Software analisado.

- Na *Fase-4* (Análise custo-benefício), percebe-se certa dependência do PPR-U dos dados históricos das organizações envolvidas como, por exemplo, na estimativa do esforço de manutenção ou da Reengenharia. Esse fato pode introduzir um certo erro no Processo, porém, caso a organização tenha esses dados ou gere esses dados a partir de diversos Planejamentos e Projetos de Reengenharia, a confiabilidade do PPR-U aumenta, já que a própria definição do Processo já considera a utilização dessas informações.

Esses foram os principais resultados obtidos. Entretanto, tais resultados foram limitados pelo tempo máximo para titulação de mestrado, caso contrário outras experimentações poderiam ser feitas, levando a resultados mais abrangentes e maduros.

6.3 Dificuldades a serem superadas

Tendo em vista a especificação do PPR-U e o experimento desse Processo, constatam-se algumas dificuldades a serem superadas:

1. Validação do método de estimativas de esforços usando a severidade da Avaliação Heurística;
2. Definição dos limites inferior e superior das métricas de Usabilidade;
3. Determinação dos objetivos e dos valores de negócio das tarefas presentes em um Software Legado;
4. Relativa dependência do PPR-U com dados de bases históricas das organizações envolvidas no projeto de Reengenharia;

6.4 Trabalhos Futuros

Esta pesquisa é o início de um trabalho no sentido de criar um ambiente de Reengenharia pautado pela importante questão da Usabilidade e a potencialidade para sua continuidade vem expressa em uma série de possíveis futuros trabalhos, como listados a seguir:

1. Validação dos estudos sobre estimativas de esforços da Reengenharia baseada na severidade da Avaliação Heurística.
2. Estudo de novas alternativas de estimativa de esforços e definição de métricas de Usabilidade e de funcionalidade.
3. Estudo destinado a solucionar o problema da dependência dos Planejamentos em geral com os dados históricos da organização, ou seja, como minimizar os erros existentes em um Planejamento sem a utilização de uma base de dados históricos fornecidas pela organização.
4. Estudo para o estabelecimento de um método formal para a determinação dos limites inferior e superior das métricas de qualidade de Software, já que, segundo os resultados obtidos e as principais dificuldades a serem superadas e ainda os autores Pressman, Sommerville e Sneed, a determinação desses limites ainda é um desafio para os Engenheiros de Software.
5. Especificação de um Processo de Reengenharia de Software guiado pela Avaliação de Usabilidade que contenha as fases definidas em (Chickofsky & Cross, 1990) (Engenharia Reversa + Δ + Engenharia Avante) suportadas pelos métodos de Avaliação de Usabilidade e considerando também a Engenharia de Usabilidade como forma de desenvolvimento da Reengenharia da interatividade do Software.
6. Construção de uma ferramenta CASE que suporte o PPR-U.
7. Integração do Processo de Planejamento da Reengenharia de Software guiado pela Avaliação de Usabilidade com o Processo de Reengenharia de Software guiado pela Avaliação de Usabilidade.

6.5 Considerações Finais

Este trabalho de pesquisa apresentou o Processo de Planejamento de Reengenharia guiado pela Avaliação de Usabilidade. Esse Processo permite planejar a Reengenharia em um Software e considera um fator chave para a modificação do mesmo, a Usabilidade do Software. Uma especificação completa desse Processo foi realizada utilizando-se dos métodos de Avaliação de Usabilidade, das teorias de estimativas de esforços, das teorias de estimativas de tempos de execução de um projeto, das teorias de determinação de cronograma e das teorias de Reengenharia existentes. Com tudo isso, obteve-se a especificação do PPR-U que foi composta por: fases, atividades, passos, documentos usados e gerados.

O PPR-U mostrou-se útil na melhoria da Usabilidade do Software e é um importante passo na tentativa de integrar as áreas de Reengenharia de Software e Interação Humano-Computador.

Conclui-se que, embora necessite de melhorias, o PPR-U além de ser fácil de utilizar e aprender, ele atende muito bem as expectativas as quais foi proposto.

Referência bibliográfica

- **(Baker et al, 2002):** Baker, Kevin; Greenberg, Saul; Gutwin, Carl. Empirical development of a heuristic evaluation methodology for shared workspace groupware. In: ACM conference on Computer supported cooperative work. Proceedings. New Orleans, Louisiana, USA. ACM Press, November, 2002. pp 96 - 105.
- **(Chickofsky & Cross, 1990):** Chickofsky, J. E; Cross, J. H.. Reverse Engineering and Design Recovery: A Taxonomy”, IEEE Software. v. 7. n. 1. pp 13-17. January.
- **(CIF, 2001):** Common Industry Format for Usability Test Reports – CIF – ANSI NCITS 354-2001. (<http://www.itl.nist.gov/iaui/iusr/>)
- **(Fisher, 1991):** Fisher, G. (Supporting learning on demand with design environments. Proceedings of the International Conference on Learning Sciences (Evanston, IL, August). 1991. pp. 165-172
- **(Ivory & Hearst, 2001):** Ivory, M.Y.; Hearst, M.A. The State of the Art in Automating Usability Evaluation of User Interfaces. University of California, Berkeley. ACM Computing Surveys. v. 33. n. 4. December 2001, pp. 470-516.
- **(John & Kieras, 1996a):** John, Bonnie E. and Kieras, David E. Using GOMS for user interface design and evaluation: which technique? ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI). ACM Press. v. 3. 1999. pp 287-319.
- **(Kieras, 1999):** Kieras , David. A Guide to GOMS Model Usability Evaluation using GOMSL and GLEAN3 Jan 12, 1999. University of Michigan.
- **(Lavery & Cockton, 1997):** Lavery, Darryn & Cockton, Gilbert. Cognitive Walkthrough Usability Evaluation Material. (<http://crete.dcs.gla.ac.uk/publications/reports/> - visitado em 20/10/2002). June, 1997.
- **(Lewis et al, 1997):** Lewis, C.; Wharton, C. Cognitive walkthroughs. In M. Helander, T.K. Landauer, P. Prabhu (Eds.) *Handbook of human-computer interaction, 2nd ed.* Elsevier Science. 1997. pp. 717-732.
- **(Nielsen e Molich, 1990):** Nielsen, J. e Molich, R.. Heuristic Evaluation of user interfaces. CHI 90 ACM Proceedings. April, 1990. pp 249-256..
- **(Nielsen, 1993):** Nielsen, J. Usability Engineering. Academic Press, Boston, ISBN 0-12-518405-0 (hardcover), 0-12-518406-9 (softcover) 1993.

- **(Nielsen, 1994):** Nielsen, J. Usability Inspection Methods. CHI' 94. Boston, Massachusetts. April, 1994. ACM press.
- **(Nielsen, 2002):** Nielsen, Jacob. How To Conduct a Heuristic Evaluation. May, 2002. (http://www.useit.com/papers/heuristic/heuristic_evaluation.html - 10/10/2002).
- **(Niessink & Vliet, 1998):** Niessink, F.; Vliet, J.C. Van.. Two Case Studies in Measuring Software Maintenance Effort, Proceedings of International Conference on Software Maintenance, Bethesda, Maryland, USA, November 16-20, 1998, pp.78-85.
- **(Pressman, 2001):** Software Engineering, A Practioner's approach, 5th Edition, Press. McGrawHill Higher Education - 2001.
- **(Ransom et al, 1998):** Ransom, Jane; Sommerville, Ian; Warren, Ian.. *A method for assessing legacy systems for evolution*. Proceedings of IEEE Conference on Software Re-engineering. IEEE Computer Society Press. Florence, March.
- **(Redish & Bias, 2002):** Redish, J.G.; Bias, Randolph G.; Bailey, R.; Molich, R.; Dumas, J.; Spool J.M.. Usability in Practice: Formative Usability Evaluations - Evolution and Revolution. CHI 2002. ACM Press, 2002
- **(Sayyad, J.; Lethbridge, C., 2001):** Sayyad, J.; Lethbridge, C. Supporting Software Maintenance by Mining Software Update Records, In: Proceedings of the IEEE International Conference on Software Maintenance (ICSM'01) table of contents, (Washington, DC, USA, 2001), IEEE Computer Society, Page: 22
- **(Shirabad et al, 2003):** Shirabad, J.S.; Lethbridge, Timothy C.; Matwin, S, Applying data mining to software maintenance records, In: Proceedings of the 2003 conference of the Centre for Advanced Studies conference on Collaborative research table of contents, IBM Press, (Toronto, Ontario, Canada, 2003), Pages: 253-265.
- **(Sneed, 1995):** Sneed, Harry M. Planning the Reengineering of Legacy Systems. IEEE Software. January, 1995. pp. 24-34.
- **(Sommerville, 1995):** Software Engineering, 5th Edition, Press. Addison-Wesley Press.
- **(Tilley, 1995):** Tilley, S. Perspectives on Legacy System Reengineering. *Software Engineering Institute*, Carnegie Mellon University. 1995
- **(Wharton et al, 1992):** Wharton, Cathleen; Bradford, Janice; Jeffries, Robin;. Franzke, Marita. Applying Cognitive Walkthroughs to more complex user interfaces: experiences, issues, and recomendations. CHI 92. ACM Press. May,1992.

APÊNDICE-A: Métricas de Usabilidade

MÉTRICAS DE USABILIDADE

De acordo com o artigo (Jakob Nielsen's Alertbox, January 21, 2001) “*Usability Metrics*”, as métricas de Usabilidade mais básicas são medidas relativas ao desempenho dos usuários em um dado conjunto de tarefas teste. As medidas mais comuns são:

1. Tempo requerido por uma tarefa.
2. Taxa de erro.
3. Satisfação subjetiva dos usuários.

Porém, é possível coletar métricas mais específicas, como, a porcentagem do tempo que os usuários seguiram um caminho navegacional ótimo ou o número de vezes que eles precisaram refazer a tarefa.

Existem as seguintes métricas de Usabilidade:

Eficácia: porcentagem de tarefas completadas, taxa de sucessos por falhas, carga de trabalho, número de características ou comandos utilizados.

Eficiência: tempo para completar uma tarefa, tempo de aprendizagem de uma tarefa, tempo gasto em erros, porcentagem de número de erros, frequência de utilização de ajuda e documentação, número de repetições ou comandos errados.

Satisfação do usuário: escala para a utilidade do produto ou serviço, escala para satisfação com as funções e características, número de vezes que os usuários expressam frustrações ou descontentamentos, escala para controle da tarefa exercida pelo usuário versus pela tecnologia, percepção que a tecnologia suporta as tarefas de acordo com a necessidade do usuário.

De acordo com (<http://www.tau-web.de/hci/space/i1.html>), as métricas subdividem-se como na tabela a seguir:

Objetivo de Usabilidade	Medidas de efetividade	Medidas de eficiência	Medidas de satisfação
Adequabilidade para a tarefa	Porcentagem de objetivos alcançados	Tempo para completar a tarefa	Escala de satisfação
Apropriado para usuários treinados	Número de elementos avançados utilizados	Eficiência relativa comparada com um usuário experiente	Escala para satisfação das características avançadas
Facilidade de aprendizagem	Porcentagem de funções aprendidas	Tempo para aprendizado	Escala para facilidade de aprendizagem
Tolerância a erro	Porcentagem de erros corrigidos com sucesso	Tempo despendido corrigindo os erros	Escala para manipulação de erros

Em (<http://www.userfocus.co.uk/articles/discount.html>) recomenda-se coletar métricas de Usabilidade sobre: efetividade, eficiência e emoção. A efetividade é a exatidão e a completeza com a qual os usuários alcançam seus objetivos especificados. A eficiência é a exatidão e a completeza dos objetivos alcançados em relação aos recursos. Satisfação é a liberdade do desconforto e as atitudes positivas durante o uso do sistema.

As métricas para efetividade da Usabilidade são: número de tarefas avançadas realizadas, porcentagem de funções relevantes usadas, porcentagem de tarefas completadas com sucesso na primeira tentativa, número de erros persistentes, número de erros por unidade de tempo, porcentagem de usuários capazes de completar uma

tarefa com sucesso, número de erros cometidos durante a execução de uma tarefa, número de pedidos de ajuda durante a execução de uma tarefa, medida objetiva da qualidade de saída, medida objetiva da quantidade de saída, porcentagem de usuários que podem resolver tarefas sem ler o manual.

As métricas para eficiência da Usabilidade são: Tempo para executar um conjunto particular de instruções, tempo para a primeira tentativa, tempo para realizar uma tarefa em particular, tempo para realizar uma tarefa em particular depois de um tempo sem utilizar o produto, tempo para realizar a tarefa em comparação com um especialista, tempo para aprender o critério, tempo para ter um desempenho especialista, número de cliques e teclas digitadas para executar uma tarefa, tempo gasto para correção de erros, número de ícones a ser lembrado depois de completar uma tarefa, tempo para instalar o produto, porcentagem de tempo gasto utilizando o manual, tempo para reaprender utilizar as funções.

As métricas de emoção da Usabilidade são: Relação de adjetivos positivos e negativos usados para descrever o produto, porcentagem de clientes que classificou o produto como mais satisfatório do que o produto anterior, porcentagem de uso voluntário, porcentagem de clientes que sentem em controle do produto, classificação dos clientes numa escala de sete pontos nivelados por “alta produtividade / baixa produtividade”, porcentagem de clientes que recomendariam o produto para um amigo depois de duas horas de uso, porcentagem de cliente que classificam o produto como “mais fácil de usar” do que um concorrente importante.

APÊNDICE-B: Documentos do PPR-U

Legenda da identificação dos documentos:

- **F:** Fase correspondente ao documento;
 - **A:** Atividade correspondente ao documento;
 - **P:** Passo correspondente ao documento;
 - **D:** Número do documento em um mesmo passo.
- Documento Fase-1/Atividade-2/Passo-1/Documento-1 (F1/A1/P1/D1): Tabela do Modelo GOMS

Descrição	Modelo	TH 0.4	TP 1.1	TK 0.28	TD	TM 1.34	TR R
.....
Número de operadores							
Tempo por operadores							
Tempo total (TK = 0.28 s)							
Tempo total (TK = 0.2 s)							

Documento - F1/A1/P1/D1: “Modelo GOMS da tarefa”

Explicação do documento: Essa tabela foi desenvolvida com o intuito de relatar de maneira simples e fácil o Modelo GOMS das tarefas analisadas através do Processo de Planejamento de Reengenharia guiado por Avaliação de Usabilidade (PPR-U). No campo **Descrição** deve-se explicar a ação que está sendo realizada na interface com o intuito de executar a tarefa descrita pelo modelo GOMS, por exemplo, caso a próxima ação a ser executada seja clicar na opção de menu “Arquivo”, essa será o texto que deverá ser inserido no campo **Descrição**. O campo **Modelo** deve ser preenchido com o operador KLM-GOMS correspondente à ação que deverá ser executada pelo usuário para realizar a tarefa descrita pelo modelo GOMS. As colunas **TH**, **TP**, **TK**, **TD**, **TM** e **TR** devem ser preenchidas com *H*, *P*, *K*, *D*, *M*, *R*, respectivamente, dependendo do operador preenchido na mesma linha da coluna **Modelo**, por exemplo, caso o operador presente no campo **Modelo** seja *H*, então as colunas **TP**, **TK**, **TD**, **TM** e **TR** deverão permanecer vazias, enquanto que a coluna **TH** deverá ser preenchida com um *H*. O mesmo caso será realizado para todos os outros operadores, ou seja, caso o operador *P* esteja presente no campo **MODELO**, apenas a coluna **TP** será preenchida com um *P*. O campo **Número de operadores** deve ser preenchido com o total de operadores presentes em uma dada coluna, por exemplo, caso na coluna **TK** tenha 5 *Ks* presentes, a coluna **TK**, linha **Número de operadores** será preenchido com 5. O campo **Tempo por operadores** deve ser preenchido com o cálculo do tempo de execução estimado do operador correspondente. Isso é feito através da multiplicação do número de operadores da tarefa, presente no campo **Número de operadores**, pelo tempo estimado de execução do operador considerado. Esse tempo está expresso em segundos na definição das colunas **TH**, **TP**, **TK**, **TD**, **TM** e **TR** por 0.4, 1.1, 0.28, XXXX, 1.34 e *R* (resposta do sistema), respectivamente. Para o operador *K*, tem-se duas estimativas de tempos (0.2 e 0.28) dependendo do perfil do usuário que está sendo considerado, caso o usuário tenha um alto desempenho na digitação, terá tempo de execução estimado em 0.2 segundos, porém a média de tempo de digitação é 0.28 segundos. Devem-se calcular o tempo de execução por operador para ambos os casos. Por fim, o campo **Tempo Total** refere-se ao tempo estimado total da execução da tarefa. Para isso, deve-se somar os tempos de execução encontrados em todos os operadores presentes na descrição do modelo GOMS.

- Documento Fase-1/Atividade-1/Passo-2/Documento-1 (F1/A1/P2/D1): Tabela de problemas de Usabilidade encontrados pela Avaliação Heurística

Problema	Explicação	Local do problema	Heurísticas violadas	Severidade

Documento - F1/A1/P2/D1: Tabela de problemas de Usabilidade encontrados pela Avaliação Heurística

Explicação do documento: Esta tabela foi desenvolvida com o intuito de relatar de maneira simples e fácil os resultados obtidos pela aplicação do método de Avaliação de Usabilidade denominado “Avaliação Heurística”. Os campos desta tabela são explicados a seguir:

- Campo **Problema**: este campo deve ser preenchido com o número do problema o qual pode ser mostrado em uma ordem crescente de 1 a n.
- Campo **Explicação**: neste campo o problema de Usabilidade encontrado confrontando a interface do Software com as dez heurísticas de Nielsen é relatado, explicitando o problema detalhadamente. Detalhes do porque a interface está violando a heurística descrita no campo **Heurística violada** deve ser explicitado nesse campo da tabela.
- Campo **Local do problema**: neste campo, descreve-se o local do problema de Usabilidade encontrado, ou seja, deve-se preencher qual janela do Software o problema foi detectado. Além disso, deve-se relatar qual elemento da interface da janela apresentou o problema de Usabilidade detectado.
- Campo **“Heurísticas violadas”**: este campo deve ser preenchido com a heurística pelo problema de Usabilidade apresentado na interface.
- Campo **Severidade**: este campo deve ser preenchido com um dos cinco níveis de severidade definidos por Nielsen na Avaliação Heurística.

- Documento Fase-1/Atividade-1/Passo-3/Documento-1 (F1/A1/P3/D1): “Cenário da tarefa analisada”.

O modelo abaixo mostra a representação de um cenário de uma tarefa.

Descrição dos Cenários:

Visão Geral:

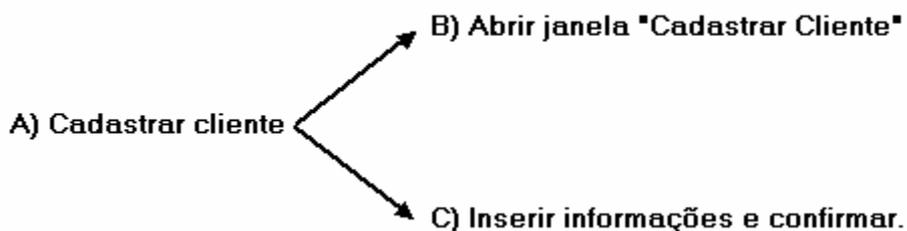
Quem: Descrever quem utilizará o sistema que está sendo utilizado através da sua experiência com sistemas computacionais, citando as plataformas computacionais e os Softwares que os usuários estão acostumados a manipular.

O que e porque: Descrever o contexto real em que a tarefa é realizada.

Com: Descrever qual o Software que o usuário utilizará para realizar a tarefa, explicitando o nome do Software, bem como os autores do mesmo.

Como: Descrever, em linhas gerais, como os usuários executarão a tarefa analisada explicitando uma visão geral dos passos que os usuários deverão executar para realizar a tarefa descrita pelo cenário.

Descrição da tarefa: Colocar uma figura mostrando a hierarquia dos passos que os usuários deverão executar para realizarem a tarefa descrita. Como exemplo, a figura abaixo mostra uma figura cuja tarefa é “Cadastrar cliente”. Para realizar essa tarefa, devem-se executar as sub-tarefas: “Abrir janela “Cadastrar Cliente” e, em seguida, “Inserir informações e confirmar”.



Método para executar o sub objetivo: Preencher com o nome da sub-tarefa a ser realizada descrita pelo cenário, por exemplo, “Abrir janela “Cadastrar Cliente”			
Objetivo principal e sub-objetivos: A) Preencher com a tarefa principal. Por exemplo, Cadastrar cliente B) Preencher com a sub-tarefa que está sendo representada. Por exemplo, “Abrir janela “Cadastrar Cliente””.			
Comentários: Nenhum			
	Ação do usuário	Resposta do sistema	Comentários
Preencher com a letra definida na figura hierárquica da tarefa.	Preencher com a ação que o usuário deve realizar para executar a dada sub-tarefa.	Preencher com as respostas dadas pelo sistema.	Preencher com comentários sobre a ação ou sobre uma indicação da cópia da tela de resposta do sistema.

Documento - F1/A1/P3/D1: Cenário da tarefa analisada

Explicação do documento: A Descrição dos Cenários consiste em uma descrição geral da tarefa que está sendo analisada apresentando os usuários, as características e o modo como elas são executadas pelos usuários. Um refinamento dessa descrição é apresentado na tabela contendo os objetivos e sub-objetivos da tarefa. Nesta tabela, cada ação que o usuário deve realizar para completar a tarefa deve ser mostrada, assim como a resposta do sistema e comentários sobre a ação os quais podem representar uma indicação da cópia da tela de resposta do sistema.

- Documento Fase-1/Atividade-1/Passo-3/Documento-2 (F1/A1/P3/D2): Tabela de perguntas do Percorso Cognitivo.

Análises

Para cada passo da tarefa avaliada as seguintes perguntas devem ser respondidas:

Tarefa	Pergunta	Análise
Preencher com o identificador da tarefa que está sendo avaliada.	1. O usuário tentará executar o subobjetivo correto?	
	2. Qual conhecimento é necessário para executar o subobjetivo correto?	
	3. O usuário perceberá que a ação correta está disponível?	
	4. O usuário associará a ação correta com o sub objetivo que está tentando executar?	
	5. O usuário perceberá a resposta do sistema?	
	6. O usuário entenderá a resposta do sistema?	
	7. O usuário notará que um progresso está ocorrendo em direção à solução da tarefa em relação ao objetivo e ao sub objetivo?	

Documento - F1/A1/P3/D2: Tabela de perguntas do Percorso Cognitivo

Explicação do documento: A coluna **Tarefa** representa a tarefa do Software que está sendo analisada. A coluna **Pergunta** representa a extensão das perguntas definidas pelo método Percorso Cognitivo que foi formulada por Gilbert Cockton. E, a coluna **Análise** representa a resposta para a pergunta em questão, explicitando se a interface fere ou não a questão.

- Documento Fase-1/Atividade-1/Passo-3/Documento-3 (F1/A1/P3/D3): Problemas de Usabilidade encontrados pelo Percorso Cognitivo.

Problema	Ponto de interação	Descrição do problema	Local do problema
Identificador do problema	Corresponde à identificação da ação da interação que apresentou problemas, por exemplo, caso a interface apresentou problemas no sub objetivo C1 do objetivo A1, então essa identificação é representada por A1/C1/.	Explicação do problema, apresentando o motivo pelo qual ele fere uma ou mais perguntas que se deve realizar durante a aplicação desse método.	Localização da interface que o problema foi encontrado.

Documento - F1/A1/P3/D3: Problemas de Usabilidade encontrados pelo Percurso Cognitivo

Explicação do método:

- **Coluna Problema:** Contém o identificador do problema que pode ser um número seqüencial.
 - **Coluna Ponto de inserção:** Contém o identificador da ação da interação que apresentou problemas.
 - **Coluna Descrição do problema:** Contém a análise de porque é um problema.
 - **Coluna Local do problema:** Contém a localização da interface do problema encontrado.
- Documento gerado na Fase-1/Atividade-1/Passo-3/Documento-4 (F1/A1/P3/D4): Lista de Verificação de relevância das métricas de Usabilidade

Atributos de Usabilidade	Métricas de Usabilidade	Relevância (L,M,H)

Documento - F1/A1/P3/D4: Lista de Verificação de relevância das métricas de Usabilidade

Onde:

- **Atributos de Usabilidade:** São os principais atributos de Usabilidade: eficácia, eficiência e satisfação do usuário.
 - **Métricas de Usabilidade:** métrica escolhida como prioritária para a Reengenharia do Software avaliado.
 - **Relevância:** cada atributo assume os seguintes valores: L (relevância baixa), M (relevância média) e H (relevância alta).
- Documento gerado na Fase-1/Atividade-3/Passo-1/Documento-1 (F1/A1/P1/D1): Tabela de Requisitos dos Usuários

Usuários	Necessidades

Documento – F1/A3/P1/D1: Tabela de Requisitos dos Usuários

Onde:

- Usuários: usuários do sistema
 - Necessidade: informações obtidas pela análise guiada pelo CIF-R.
- Documento Fase-1/Atividade-3/Passo-1/Documento-2 (F1/A3/P1/D2): Tabela de Objetivos de Negócio Selecionados

Objetivo de negócio	Explicação

Documento - F1/A3/P1/D2: Tabela de Objetivos de Negócio Selecionados

- Documento Fase-1/Atividade-3/Passo-1/Documento-2 (F1/A3/P1/D2): Tabela de Análise do Valor de Negócio

Tarefa	Métrica-1	Métrica-2	Métrica-n

Documento - F1/A3/P1/D3: Tabela de Análise do Valor de Negócio

- Documento Fase-2/Atividade-1/Passo-1/Documento-1 (F2/A1/P1/D1): Tabela de Limites inferior e superior das métricas das tarefas

Tarefa	Métrica-1			Métrica-n	
	Limite inferior	Limite superior	Limite inferior	Limite superior	Limite inferior	Limite superior

Documento F2/A1/P1/D1: Tabela de Limites inferior e superior das métricas das tarefas

- Documento Fase-2/Atividade-1/Passo-2/Documento-2 (F2/A1/P2/D2): Lista de coeficientes de qualidade técnica do Software

Tarefa	Média	Limite Inferior	Limite Superior	Coeficiente de qualidade técnica

Documento F2/A1/P2/D2: Lista de coeficientes de qualidade técnica do Software

- Documento Fase-2/Atividade-1/Passo-3/Documento-1 (F2/A1/P3/D1): Coeficientes do valor de negócio

Tarefa	Valor de negócio de cada tarefa	Total	Coeficiente do valor de negócio

Documento F2/A1/P3/D1: Coeficientes do valor de negócio

- Documento Fase-2/Atividade-1/Passo-4/Documento-1 (F2/A1/P4/D1): Gráfico Qualidade Técnica x Valor de Negócio



Documento F2/A1/P4/D1: Gráfico Qualidade Técnica x Valor de Negócio

- Documento Fase-2/Atividade-2/Passo-1/Documento-1 (F2/A2/P1/D1): Tabela geral de Coeficiente de Qualidade Técnica x Coeficiente de Valor de Negócio

Tarefa	Coeficiente de Qualidade Técnica Médio	Coeficiente do valor de negócio

Documento F2/A2/P1/D1 – “Tabela geral de Coeficiente de Qualidade Técnica x Coeficiente de Valor de Negócio”

- Documento Fase-3/Atividade-1/Passo-1/Documento-1 (F3/A1/P1/D1): Lista dos itens que serão modificados pela Reengenharia

Identificador do Item	Itens do Software para modificação

Documento F3/A1/P1/D1 – “Lista dos itens que serão modificados pela Reengenharia”

- Documento Fase-3/Atividade-1/Passo-2/Documento-1 (F3/A1/P2/D1): “Tabela de pesos para cálculo de esforço usando Avaliação Heurística”

Heurística	Esforço base	Severidade / Fator de multiplicação			
		1 / 0,2	2 / 0,4	3 / 0,8	4 / 1,0
		Esforço relativo			
1. Visibilidade do estado do sistema.	40	8	16	32	40
2. Concordância entre o sistema e o mundo real.	30	6	12	24	30
3. Controle e liberdade do usuário.	70	14	28	56	70
4. Consistência e padronização.	40	8	16	32	40
5. Prevenção de erros.	30	6	12	24	30
6. Ajuda aos usuários reconhecerem, diagnosticarem e recuperarem-se dos erros.	30	6	12	24	30
7. Reconhecimento ao invés de memorização.	50	10	20	40	50
8. Flexibilidade e eficiência de uso.	80	16	32	64	80
9. Design estético e minimalista.	20	4	8	16	20
10. Ajuda e documentação.	100	20	40	80	100

Documento F3/A1/P2/D1: “Tabela de pesos para cálculo de esforço usando Avaliação Heurística”

- Documento gerado na Fase-3/Atividade-1/Passo-2/Documento-2 (F3/A1/P2/D2): “Tabela do valor total do peso para cálculo do esforço usando Avaliação Heurística”

Heurística violada	Quantidade de problemas	Severidade	Resultados parciais	Resultados totais
H1		1	8	
		2	16	
		3	32	
		4	40	
H2		1	6	
		2	12	
		3	24	
		4	30	
H3		1	14	
		2	28	
		3	56	
		4	70	
H4		1	8	
		2	16	
		3	32	
		4	40	
H5		1	6	
		2	12	
		3	24	
		4	30	
H6		1	6	
		2	12	
		3	24	
		4	30	
H7		1	10	
		2	20	
		3	40	
		4	50	
H8		1	16	
		2	32	
		3	64	
		4	80	
H9		1	4	
		2	8	
		3	16	
		4	20	
H10		1	20	
		2	40	
		3	80	
		4	100	
Total				

Documento F3/A1/P2/D2: “Tabela do valor total do peso para cálculo do esforço usando Avaliação Heurística”

- Documento Fase-3/Atividade-1/Passo-5/Documento-1 (F3/A1/P5/D1): "Esforço absoluto da Reengenharia de cada tarefa do Software"

	Tarefa-1	Tarefa-...	Tarefa-n
Esforço			

Documento F3/A1/P5/D1: "Esforço absoluto da Reengenharia de cada tarefa do Software"

APÊNDICE-C: Experimento

Planejamento da Reengenharia de Software guiado por Avaliação de Usabilidade do Software Locadora de carros Ubirajara

As seguintes tarefas serão analisadas:

1. Cadastro de categoria de carros.
2. Cadastro de carros.
3. Cadastro de clientes.
4. Aluguel de carros.
5. Devolução de carros.

Fase-1: Justificativa da Reengenharia

Atividade-1: Análise da qualidade técnica do Software

Passo-1: Elaboração do modelo GOMS das tarefas do Software Legado.

Tarefa-1: Cadastro de categoria de carros:

Descrição	Modelo	TH 0.4	TP 1.1	TK 0.28	TD	TM 1.34	TR R
Levar a mão ao mouse.	H	H					
Preparação mental	M					M	
Arrastar o mouse até a opção <i>Categoria</i> do menu principal.	P		P				
Clicar com o botão esquerdo do mouse sobre a opção <i>Categoria</i> do menu principal.	K			K			
Preparação mental	M					M	
Arrastar o mouse até a opção <i>Cadastrar</i> .	P		P				
Clicar com o botão esquerdo do mouse sobre a opção <i>Cadastrar</i> .	K			K			
Levar a mão até o teclado.	H	H					
Digitar o código da categoria do carro.	7K			7K			
Preparação mental	M					M	
Pressionar a tecla TAB	K			K			
Digitar a descrição da categoria.	15K			15K			
Preparação mental	M					M	
Pressionar a tecla TAB	K			K			
Digitar o preço da diária.	5K			5K			
Preparação mental	M					M	
Pressionar a tecla TAB	K			K			
Digitar o preço semanal.	5K			5K			
Preparação mental	M					M	
Pressionar a tecla TAB	K			K			

Descrição	Modelo	TH 0.4	TP 1.1	TK 0.28	TD	TM 1.34	TR R
Digitar o preço mensal.	5K			5K			
Preparação mental	M					M	
Pressionar a tecla TAB	K			K			
Digitar a quantidade de carros.	2K			2K			
Levar a mão ao mouse.	H	H					
Preparação mental	M					M	
Arrastar o mouse até o botão <i>Confirmar</i> .	P		P				
Clicar com o botão esquerdo do mouse sobre o botão <i>Confirmar</i>	K			K			
Preparação mental	M					M	
Arrastar o mouse até o botão <i>OK</i> da janela que surgirá.	P		P				
Clicar com o botão esquerdo do mouse sobre o botão <i>OK</i> .	K			K			
Número de operadores		3	4	48		9	
Tempo por operadores		3*0.4	4*1.1	48*0.28 48*0.2		9*1.34	
Tempo total (TK = 0.28 s)		31.1 segundos					
Tempo total (TK = 0.2 s)		27.26 segundos					

Tarefa-2: Cadastro de carros:

Descrição	Modelo	TH 0.4	TP 1.1	TK 0.28	TD	TM 1.34	TR R
Levar a mão ao mouse.	H	H					
Preparação mental	M					M	
Arrastar o mouse até a opção <i>Carro</i> do menu principal.	P		P				
Clicar com o botão esquerdo do mouse sobre a opção <i>Carro</i> do menu principal.	K			K			
Preparação mental	M					M	
Arrastar o mouse até a opção <i>Cadastrar</i> .	P		P				
Clicar com o botão esquerdo do mouse sobre a opção <i>Cadastrar</i> .	K			K			
Levar a mão até o teclado.	H	H					
Digitar a placa do carro.	7K			7K			
Preparação mental	M					M	
Pressionar a tecla TAB	K			K			
Digitar o fabricante do carro.	7K			7K			
Preparação mental	M					M	
Pressionar a tecla TAB	K			K			
Digitar a marca do carro.	5K			5K			

Descrição	Modelo	TH 0.4	TP 1.1	TK 0.28	TD	TM 1.34	TR R
Preparação mental	M					M	
Pressionar a tecla TAB	K			K			
Digitar o ano do carro.	4K			4K			
Preparação mental	M					M	
Pressionar a tecla TAB	K			K			
Digitar o modelo do carro.	5K			5K			
Levar a mão ao mouse.	H	H					
Preparação mental	M					M	
Arrastar o mouse até o botão do <i>combobox</i> <i>Categoria</i> .	P		P				
Clicar com o botão esquerdo do mouse sobre o botão do <i>combobox</i> .	K			K			
Preparação mental	M					M	
Arrastar o mouse até a <i>Categoria</i> escolhida.	P		P				
Clicar com o botão esquerdo do mouse sobre a <i>Categoria</i> escolhida.	K			K			
Preparação mental	M					M	
Arrastar o mouse até o botão <i>Confirmar</i> .	P		P				
Clicar com o botão esquerdo do mouse sobre o botão <i>Confirmar</i>	K			K			
Preparação mental	M					M	
Arrastar o mouse até o botão <i>OK</i> da janela que surgirá.	P		P				
Clicar com o botão esquerdo do mouse sobre o botão <i>OK</i> .	K			K			
Número de operadores		3	6	38		10	
Tempo por operadores		3*0.4	6*1.1	38*0.28 38*0.2		10*1.34	
Tempo total (TK = 0.28 s)				31.84			
Tempo total (TK = 0.2 s)				28.8			

Tarefa-3: Cadastro de clientes:

Descrição	Modelo	TH 0.4	TP 1.1	TK 0.28	TD	TM 1.34	TR R
Levar a mão ao mouse.	H	H					
Preparação mental	M					M	
Arrastar o mouse até a opção <i>Cliente</i> do menu principal.	P		P				
Clicar com o botão esquerdo do mouse sobre a	K			K			

Descrição	Modelo	TH 0.4	TP 1.1	TK 0.28	TD	TM 1.34	TR R
opção <i>Cliente</i> do menu principal.							
Preparação mental	M					M	
Arrastar o mouse até a opção <i>Cadastrar</i> .	P		P				
Clicar com o botão esquerdo do mouse sobre a opção <i>Cadastrar</i> .	K			K			
Levar a mão até o teclado.	H	H					
Digitar o nome do cliente.	30K			30K			
Preparação mental	M					M	
Pressionar a tecla TAB	K			K			
Digitar a rua do endereço do cliente.	15K			15K			
Preparação mental	M					M	
Pressionar a tecla TAB	K			K			
Digitar o número do endereço.	4K			4K			
Preparação mental	M					M	
Pressionar a tecla TAB	K			K			
Digitar o número do apartamento.	2K			2K			
Preparação mental	M					M	
Pressionar a tecla TAB	K			K			
Digitar a cidade do endereço.	15K			15K			
Preparação mental	M					M	
Pressionar a tecla TAB	K			K			
Digitar o estado do endereço.	2K			2K			
Levar a mão ao mouse.	H	H					
Preparação mental	M					M	
Arrastar o mouse as opções <i>Residenc..</i> ou <i>Comercial</i> .	P		P				
Clicar sobre (<i>Residenc...</i> ou <i>Comercial</i>).	K			K			
Preparação mental	M					M	
Arrastar o mouse até o campo DDD.	P		P				
Clicar com o botão esquerdo do mouse sobre o campo DDD.	K			K			
Levar a mão até o teclado.	H	H					
Digitar o DDD.	2K			2K			
Preparação mental	M					M	
Pressionar a tecla TAB	K			K			
Digitar o telefone.	8K			8K			
Preparação mental	M					M	

Descrição	Modelo	TH 0.4	TP 1.1	TK 0.28	TD	TM 1.34	TR R
Pressionar a tecla TAB	K			K			
Digitar o e-mail do cliente.	25K			25K			
Levar a mão ao mouse.	H	H					
Preparação mental	M					M	
Arrastar o mouse as opções <i>CPF</i> ou <i>Passaporte</i> .	P		P				
Clicar com o botão esquerdo do mouse sobre uma das opções (<i>CPF</i> ou <i>Passaporte</i>).	K			K			
Preparação mental	M					M	
Arrastar o mouse ao campo Número.	P		P				
Clicar com o botão esquerdo do mouse sobre o campo Número.	K			K			
Levar a mão até o teclado.	H	H					
Digitar o número de identificação.	11K			11K			
Preparação mental	M					M	
Pressionar a tecla TAB	K			K			
Digitar o dia do nascimento.	2K			2K			
Preparação mental	M					M	
Pressionar a tecla TAB	K			K			
Digitar o mês do nascimento.	2K			2K			
Preparação mental	M					M	
Pressionar a tecla TAB	K			K			
Digitar o ano do nascimento.	4K			4K			
Preparação mental	M					M	
Pressionar a tecla TAB	K			K			
	11K			11K			
Preparação mental	M					M	
Pressionar a tecla TAB	K			K			
Digitar a operadora do CC do cliente.	10K			10K			
Preparação mental	M					M	
Pressionar a tecla TAB	K			K			
Digitar o Nome do pai.	20K			20K			
Preparação mental	M					M	
Pressionar a tecla TAB	K			K			
Digitar o Nome da mãe.	20K			20K			
Preparação mental	M					M	
Pressionar a tecla TAB	K			K			
Digitar a Identificação do cliente.	7K			7K			
Preparação mental	M					M	

Descrição	Modelo	TH 0.4	TP 1.1	TK 0.28	TD	TM 1.34	TR R
Pressionar a tecla TAB	K			K			
Digitar a senha do cliente.	7K			7K			
Levar a mão até o mouse	H	H					
Preparação mental	M					M	
Arrastar o mouse até o botão <i>Confirmar</i> .	P		P				
Clicar com o botão esquerdo do mouse sobre o botão <i>Confirmar</i>	K			K			
Preparação mental	M					M	
Arrastar o mouse até o botão <i>OK</i> da janela que surgirá.	P		P				
Clicar com o botão esquerdo do mouse sobre o botão <i>OK</i> .	K			K			
Número de operadores		7	8	221		24	
Tempo por operadores		7*0.4	8*1.1	221*0.28 221*0.2		24*1.34	
Tempo total (TK = 0.28 s)				105.64			
Tempo total (TK = 0.2 s)				87.96			

Tarefa-4: Aluguel de carros

Descrição	Modelo	TH 0.4	TP 1.1	TK 0.28	TD	TM 1.34	TR R
Levar a mão ao mouse.	H	H					
Preparação mental	M					M	
Arrastar o mouse até a opção <i>Aluguel</i> do menu principal.	P		P				
Clicar com o botão esquerdo do mouse sobre a opção <i>Aluguel</i> do menu principal.	K			K			
Preparação mental	M					M	
Arrastar o mouse até a opção <i>Cadastrar</i> .	P		P				
Clicar com o botão esquerdo do mouse sobre a opção <i>Cadastrar</i> .	K			K			
Preparação mental	M					M	
Arrastar o mouse até a opção <i>CPF</i> ou <i>Passaporte</i> .	P		P				
Levar a mão até o teclado.	H	H					
Digitar o CPF do cliente.	11K			11K			
Levar a mão até o mouse.	H	H					
Preparação mental	M					M	
Arrastar o mouse até o botão <i>Localizar Cliente</i> .	P		P				

Descrição	Modelo	TH 0.4	TP 1.1	TK 0.28	TD	TM 1.34	TR R
Clicar com o botão esquerdo do mouse sobre o botão <i>Localizar Cliente</i> .	K			K			
Apagar a data de retirada.	2K			2K			
Digitar o dia da retirada.	2K			2K			
Preparação mental	M					M	
Pressionar a tecla TAB	K			K			
Apagar o mês de retirada.	2K			2K			
Digitar o mês da retirada.	2K			2K			
Preparação mental	M					M	
Pressionar a tecla TAB	K			K			
Arrastar o mouse até o botão OK da janela que surgirá.	P		P				
Clicar com o botão esquerdo do mouse sobre o botão OK.	K			K			
Número de operadores		5	16	95		24	
Tempo por operadores		5*0.4	16*1.1	95*0.28 95*0.2		24*1.34	
Tempo total (TK = 0.28 s)		78.36					
Tempo total (TK = 0.2 s)		70.76					

Tarefa-5: Devolução de carros

Descrição	Modelo	TH 0.4	TP 1.1	TK 0.28	TD	TM 1.34	TR R
Levar a mão ao mouse.	H	H					
Preparação mental	M					M	
Arrastar o mouse até a opção <i>Devolução</i> do menu principal.	P		P				
Clicar com o botão esquerdo do mouse sobre a opção <i>Devolução</i> do menu principal.	K			K			
Preparação mental	M					M	
Arrastar o mouse até a opção <i>Devolver carro</i> .	P		P				
Clicar com o botão esquerdo do mouse sobre a opção <i>Devolver carro</i> .	K			K			
Arrastar o mouse até o botão OK.	P		P				
Clicar com o botão esquerdo do mouse sobre o botão OK.	K			K			
Número de operadores		8	12	98		18	
Tempo por operadores		8*0.4	12*1.1	98*0.28 98*0.2		18*1.34	
Tempo total (TK = 0.28 s)		67.96					
Tempo total (TK = 0.2 s)		60.12					

Passo-2: Avaliação Heurística do Software.

Tarefa-1: Cadastro de categoria de carros.

Problema	Explicação	Local do problema	Heur. Viol.	Sev.
AH4	A opção <i>Categoria</i> do menu principal da janela <i>Locadora de Carros</i> pode ser confundido com categoria de funcionário, cliente, enfim, não é uma palavra que expressa inequivocamente a opção para cadastrar a categoria do carro.	Janela Principal "Locadora Ubirajara"	2	3
AH5	Para tentar executar a tarefa de Cadastrar categoria de carro o usuário pode escolher a opção <i>Carro</i> do menu principal da janela "Locadora Ubirajara", fazendo com que o usuário cometa um erro.	Janela Principal "Locadora Ubirajara"	5	3
AH6	A tarefa de cadastro de categoria de carros não apresenta nenhuma tecla de atalho que possa aumentar a eficiência da execução da tarefa.	Janela Principal "Locadora Ubirajara"	8	2
AH7	O Software não contém documentação de Ajuda.	Software "Locadora Ubirajara"	10	3
AH8	Na janela <i>Cadastro de Categoria de Carros</i> , o campo Código pode levar o usuário a cometer um erro, uma vez que o usuário deve saber de antemão se um determinado código de categoria de carros está cadastrado ou não. Caso já exista, o Software emite uma mensagem informando a existência do código. O código deveria ser gerado automaticamente ou o Software deveria ter algum meio que informasse ao usuário quais os códigos já cadastrados.	Janela <i>Cadastro de Categorias de Carros</i> , campo <i>Código</i> .	5	3
AH9	Na janela <i>Cadastro de Categoria de Carros</i> , o campo Código exige que os usuários lembrem-se ou saibam de antemão os códigos das categorias dos carros já cadastrados, o que aumenta o esforço mental exigido do usuário para trabalhar com o Software.	Janela <i>Cadastro de Categorias de Carros</i> , campo <i>Código</i> .	7	3
AH10	Na janela <i>Cadastro de Categoria de Carros</i> , o campo Código poderia ser gerado automaticamente, além disso, deveria haver um meio do usuário saber se o código que ele está registrando já está incluído. Isso aumentaria a eficiência do uso do Software	Janela <i>Cadastro de Categorias de Carros</i> , campo <i>Código</i> .	8	3
AH11	Na janela <i>Cadastro de Categoria de Carros</i> , ao se inserir um código em um formato inválido (código não numeral), preencher os campos seguintes presentes nessa janela e pressionar o botão Confirmar, o Software não emite nenhuma mensagem de erro.	Janela <i>Cadastro de Categorias de Carros</i> , campo <i>Código</i> .	6	3
AH12	Na janela <i>Cadastro de Categorias de Carros</i> , os preços semanais e mensais poderiam ser calculados automaticamente a partir do preço da diária, o que aumentaria a eficiência da utilização do Software.	Janela <i>Cadastro de Categorias de Carros</i> , campos <i>Preço Semanal</i> e <i>Preço Mensal</i> .	8	2
AH13	Na janela <i>Cadastro de Categorias de Carro</i> , existem dois <i>labels</i> para identificar a janela, o que poderia ser modificado a fim de melhorar a estética da interface.	Janela <i>Cadastro de Categorias de Carro</i> .	9	1

Tarefa-2: Cadastro de carros.

Problema	Explicação	Local do problema	Heur. Viol.	Sev
AH14	A tarefa de cadastro de carros não apresenta nenhuma tecla de atalho que possa aumentar a eficiência da execução da tarefa.	Janela Principal “Locadora Ubirajara”	8	2
AH15	Na janela <i>Cadastro de Carros</i> , o campo Placa pode levar o usuário a cometer um erro, uma vez que o usuário deve saber de antemão se uma determinada placa de carro está cadastrado ou não. Caso já exista, o Software emite uma mensagem informando a existência da placa. A placa deveria ser gerada automaticamente ou o Software deveria gerar algum meio;	Janela <i>Cadastro de Carros</i> , campo <i>Placa</i> .	5	2
AH16	Na janela <i>Cadastro de Carros</i> , o campo Placa exige que os usuários lembrem-se ou saibam de antemão os carros já cadastrados, o que aumenta o esforço mental exigido do usuário para trabalhar com o Software.	Janela <i>Cadastro de Carros</i> , campo <i>Placa</i> .	7	3
AH17	Na janela <i>Cadastro de Carros</i> , o campo Placa poderia ser gerado automaticamente, além disso, deveria haver um meio do usuário saber se a placa que ele está registrando já está incluída. Isso aumentaria a eficiência do uso do Software	Janela <i>Cadastro de Carros</i> , campo <i>Placa</i> .	8	3
AH18	Na janela <i>Cadastro de Carros</i> , ao se inserir uma placa em um formato inválido (número de caracteres inválido), preencher os campos seguintes presentes nessa janela e pressionar o botão Confirmar, o Software informa que o carro foi cadastrado com sucesso, porém o carro não é efetivamente inserido.	Janela <i>Cadastro de Carros</i> , campo <i>Placa</i> .	6	4
AH19	Na janela <i>Cadastro de Carro</i> , existem dois <i>labels</i> para identificar a janela, o que poderia ser modificado a fim de melhorar a estética da interface.	Janela <i>Cadastro de Carro</i> .	9	2
AH20	Na janela <i>Cadastro de Carro</i> , ao inserirmos um caractere no campo <i>Ano</i> , e mandarmos confirmar o cadastro do carro, o Software não emite nenhuma mensagem.	Janela <i>Cadastro de Carro</i>	6	3

Tarefa-3: Cadastro de clientes.

Problema	Explicação	Local do problema	Heur. Viol.	Sev.
AH21	Na janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Cadastrar Clientes</i> o label <i>Locadora de Carros Ubirajara</i> está diferente do padronizado nas janelas Cadastro de Carro e Cadastro de categoria de carros.	Janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Cadastrar Clientes</i>	4	2
AH22	Na janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Cadastrar Clientes</i> a opção para um telefone residencial está abreviada (<i>Residenc...</i>) enquanto que existe espaço suficiente para não se abreviar esse <i>label</i> .	Janela <i>Locadora de Carros/Cadastrar Clientes</i> , opção <i>Residenc...</i>	9	3
AH23	Na janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Cadastrar Clientes</i> o texto do campo <i>Identificação</i> não especifica inequivocamente o significado e a utilidade dessa informação para o usuário, resultando em uma dificuldade de entendimento desse campo devido à falta de	Janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Cadastrar Clientes</i> , campo <i>Identificação</i>	2	3

Problema	Explicação	Local do problema	Heur. Viol.	Sev.
	correspondência entre o texto presente no campo e a utilidade dessa informação.			

Tarefa-4: Aluguel de carros.

Problema	Explicação	Local do problema	Heur. Viol.	Sev.
AH24	Na janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Forneça os dados do documento de identificação do cliente</i> o label <i>Locadora de Carros Ubirajara</i> está diferente do padronizado nas janelas Cadastro de Carro e Cadastro de categoria de carros.	Janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Forneça os dados do documento de identificação do cliente</i> .	4	2
AH25	Na janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Forneça os dados do documento de identificação do cliente</i> , o campo <i>Número</i> não contém a especificação do formato de entrada do Número de identificação (com ou sem traço, por exemplo). Isso pode levar o usuário a cometer um erro.	Janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Forneça os dados do documento de identificação do cliente</i> , campo <i>Número</i>	5	3
AH26	Na janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Forneça os dados do documento de identificação do cliente</i> , não há indicação que o usuário do Software está realizando um Aluguel de um veículo, pois não há nenhum <i>label</i> que informe isso. Ou seja, o Software não está indicando em que ponto da tarefa (cadastrar aluguel) o usuário se encontra.	Janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Forneça os dados do documento de identificação do cliente</i>	1	2
AH27	Na janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Forneça os dados do documento de identificação do cliente</i> , o campo <i>Número</i> não contém a especificação do formato de entrada do Número de identificação (com ou sem traço, por exemplo). Portanto, o usuário do Software deve lembrar-se de como ele cadastrou o cliente (se utilizou traço ou não, por exemplo).	Janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Forneça os dados do documento de identificação do cliente</i> , campo <i>Número</i> .	7	3
AH28	Na janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Cadastrar Aluguel</i> o label <i>Locadora de Carros Ubirajara</i> está diferente do padronizado nas janelas Cadastro de Carro e Cadastro de categoria de carros.	Janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Cadastrar Aluguel</i> .	4	2
AH29	Na janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Cadastrar Aluguel</i> , o <i>label</i> <i>Cadastrar Aluguel</i> não informa o que o usuário está fazendo no momento (cadastrando a data de retirada, a data de devolução e a categoria do carro).	Janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Cadastrar Aluguel</i> .	1	2
AH30	Na janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Cadastrar Aluguel</i> , o <i>prompt</i> inicia-se no fim do dia da data de retirada. Para facilitar o usuário caso ele deseje inserir outra data de retirada, o campo <i>dia</i> da data de retirada poderia iniciar selecionado.	Janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Cadastrar Aluguel</i> , dia do campo da data de retirada.	8	2
AH31	Na janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Cadastrar Aluguel</i> , após pressionar a tecla TAB, o <i>prompt</i> posiciona-se no fim do mês e do ano da data de retirada. Para facilitar o usuário caso ele deseje inserir outra data de retirada, ao pressionar a tecla TAB, os campos mês e ano de retirada poderiam ser selecionados.	Janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Cadastrar Aluguel</i> , mês e ano do campo da data de retirada.	8	2

Problema	Explicação	Local do problema	Heur. Viol.	Sev.
AH32	Na janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Cadastrar Aluguel</i> , não há nenhum botão para voltar à tarefa anterior (Localizar cliente).	Janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Cadastrar Aluguel</i> .	3	3
AH33	Na janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Cadastrar Aluguel</i> , é possível inserir uma data de devolução anterior à data de retirada sem que nenhuma mensagem de erro seja emitida.	Janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Cadastrar Aluguel</i> .	6	4
AH34	Na janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Cadastrar Aluguel</i> , é possível inserir uma data de devolução anterior à data de retirada podendo gerar um erro futuramente.	Janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Cadastrar Aluguel</i> .	5	4
AH35	Na janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Cadastrar Aluguel (ao cadastrar o carro)</i> o label <i>Locadora de Carros Ubirajara</i> está diferente do padronizado nas janelas Cadastro de Carro e Cadastro de categoria de carros.	Janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Cadastrar Aluguel</i> .	4	2
AH36	Na janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Cadastrar Aluguel (ao cadastrar o carro)</i> , o label <i>Cadastrar Aluguel</i> não informa o que o usuário está fazendo no momento (cadastrando o carro alugado).	Janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Cadastrar Aluguel</i> .	1	2
AH37	Na janela <i>Cadastro de Aluguel/Cadastrar Aluguel</i> , o <i>prompt</i> inicial no campo <i>Horário previsto de retirada</i> localiza-se no fim do texto, caso os usuários desejem alterar esse campo, seria interessante inicialmente esse campo estar selecionado para facilitar a alteração da data de retirada.	Janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Cadastrar Aluguel</i> , campo <i>Horário</i> .	8	2
AH38	Na janela <i>Cadastro de Aluguel/Cadastrar Aluguel</i> , ao pressionarmos a tecla TAB e o <i>prompt</i> mover-se para os campos <i>Horário previsto de devolução</i> e <i>Desconto concedido</i> , os mesmos deveriam ser selecionados para facilitar a alteração desses campos.	Janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Cadastrar Aluguel</i> , campos <i>Horário previsto de devolução</i> e <i>Desconto concedido</i> .	8	2
AH39	Na janela <i>Cadastro de Aluguel/Cadastrar Aluguel</i> , não há meio de voltar à tarefa anterior.	Janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Cadastrar Aluguel</i> .	3	4
AH40	Na janela <i>Cadastro de Aluguel/Cadastrar Aluguel</i> , pode-se cadastrar um horário de retirada anterior ao de devolução do carro sem a emissão de nenhuma mensagem de erro.	Janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Cadastrar Aluguel</i> .	6	4
AH41	Na janela <i>Cadastro de Aluguel/Cadastrar Aluguel</i> , pode-se cadastrar um horário de retirada anterior ao de devolução do carro podendo gerar um problema futuro para o usuário.	Janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Cadastrar Aluguel</i> .	5	4

Tarefa-5: Devolução de carros.

Problema	Explicação	Local do problema	Heur. Viol.	Sev.
AH42	A tarefa de devolução de carros não apresenta nenhuma tecla de atalho que possa aumentar a eficiência da execução da tarefa.	Janela Principal “Locadora Ubirajara”	8	2
AH43	Na janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Devolução</i> , a informação mais natural a ser solicitada seria o CPF do usuário.	Janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Devolução</i>	2	3
AH44	Na janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Devolução</i> , o cliente deve se lembrar da placa do carro que retirou para efetuar a devolução do carro.	Janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Devolução</i>	7	3
AH45	Na janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Devolução</i> , a informação mais natural a ser solicitada seria o CPF do usuário.	Janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Devolução</i>	8	3
AH46	A janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Devolução</i> , não informa em que ponto da execução da tarefa (Devolução) o usuário se encontra.	Janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Devolução</i>	1	2
AH47	A janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Devolução</i> , o Código do aluguel deveria ser gerado automaticamente e não poderia se alterado.	Janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Devolução</i>	8	2
AH48	Na janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Devolução</i> , o <i>prompt</i> inicial deveria estar selecionando o dia da data de devolução para facilitar a alteração do mesmo.	Janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Devolução</i> , campo dia da data de devolução.	8	2
AH49	Na janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Devolução</i> , ao pressionar a tecla TAB, o <i>prompt</i> deveria selecionar os dados presentes nos campos <i>Data de devolução</i> e <i>Hora de devolução</i> a fim de aumentar a eficiência da utilização do Software.	Janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Devolução</i> , campos <i>Data de devolução</i> , <i>Hora de devolução</i> .	8	2
AH50	Na janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Devolução</i> , caso o campo <i>Quilometragem</i> seja preenchido com um valor de formato incorreto e o usuário pressione o botão <i>Continuar</i> , o Software não emite nenhuma mensagem, fazendo com que o usuário não fique informado sobre o que está acontecendo.	Janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Devolução</i> , campo <i>Quilometragem</i>	1	3
AH51	Na janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Devolução</i> , caso o campo <i>Quilometragem</i> seja preenchido com um valor de formato incorreto e o usuário pressione o botão <i>Continuar</i> , o Software não emite nenhuma mensagem de erro, fazendo com que o usuário não fique informado sobre o que está acontecendo.	Janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Devolução</i> , campo <i>Quilometragem</i>	6	3
AH52	Na janela <i>Devolução de Carros/Devolução</i> , o <i>prompt</i> inicial encontra-se no final do texto do campo <i>Gastos com combustível</i> , no entanto o <i>prompt</i> deveria selecionar todo o texto presente neste campo a fim de aumentar a eficiência de uso do Software.	Janela <i>Devolução de Carros / Devolução</i> , campo <i>Gastos com combustível</i> .	8	2
AH53	Na janela <i>Devolução de Carros/Devolução</i> , ao pressionar a tecla TAB para passar para o campo <i>Desconto</i> , o mesmo permanece no fim do texto do campo <i>Desconto</i> , no entanto, deveria selecionar todo o texto desse campo.	Janela <i>Devolução de Carros / Devolução</i> , campo <i>Desconto</i> .	8	2

Problema	Explicação	Local do problema	Heur. Viol.	Sev.
AH54	Na janela Devolução de Carros/Devolução , caso inserimos um valor no campo <i>Gastos com combustível</i> com formato inválido, o Software não emite nenhuma mensagem de erro.	Janela Devolução de Carros / Devolução , campo <i>Gastos com combustível</i> .	6	3
AH55	Na janela Devolução de Carros/Devolução , caso inserimos um valor no campo <i>Gastos com combustível</i> com formato inválido, o Software não emite nenhuma mensagem informando o andamento da tarefa.	Janela Devolução de Carros / Devolução , campo <i>Gastos com combustível</i> .	1	3
AH56	Na janela de confirmação, o <i>label</i> do formulário é Erro! , e a mensagem dada pela janela é a seguinte: <i>“Devolução realizada com sucesso”</i> , o que influencia no entendimento do usuário.	Janela “Erro!” , após confirmar a devolução de um carro.	2	4
AH57	Na janela de confirmação, o <i>label</i> do formulário é Erro! , e a mensagem dada pela janela é a seguinte: <i>“Devolução realizada com sucesso”</i> , o que consiste em uma inconsistência na informação fornecida.	Janela “Erro!” , após confirmar a devolução de um carro.	4	4
AH58	Na janela Locadora de Carros Ubirajara/Pagamento a opção <i>Cartão de Cré...</i> está abreviada, porém há espaço para escrever a opção de forma completa.	Janela Locadora de Carros Ubirajara/Pagamento , opção <i>Cartão de Cré..</i>	2	4
AH59	Na janela Locadora de Carros Ubirajara/Pagamento , não há opção para o usuário voltar à tela anterior.	Janela Locadora de Carros Ubirajara/Pagamento .	3	4
AH60	Na janela Devolução de Carros/Devolução , caso pressionemos o botão <i>Continuar</i> e no botão <i>OK</i> da tela posterior, a devolução do carro é gravada, mesmo que a funcionalidade não esteja paga (pressionando o botão <i>Cancelar</i> da janela Locadora de Carros Ubirajara/Pagamento).	Na janela Devolução de Carros/Devolução .	2	4
AH61	Na janela Devolução de Carros/Devolução , caso pressionemos o botão <i>Continuar</i> e no botão <i>OK</i> da tela posterior, a devolução do carro é gravada, mesmo que a funcionalidade não esteja paga (pressionando o botão <i>Cancelar</i> da janela Locadora de Carros Ubirajara/Pagamento). Caso o usuário não deseje efetuar a devolução e pressione o botão <i>Cancelar</i> , ele cometerá um erro que o Software possibilitou ele cometer.	Na janela Devolução de Carros/Devolução .	5	4

Legenda da lista de heurística:

Heurística
1. Visibilidade do estado do sistema
2. Correspondência entre o sistema e o mundo real
3. Controle e liberdade do usuário
4. Consistência e padronização
5. Prevenção de erros
6. Ajuda aos usuários para reconhecer, diagnosticar e se recuperar de erros.
7. Reconhecimento ao invés de memorização
8. Flexibilidade e eficiência de uso
9. Design estético e minimalista
10. Ajuda e documentação

Legenda dos graus de severidade da lista de problemas de Usabilidade identificados pela Avaliação Heurística:

Severidade	Descrição
0.	Não concordo que o problema encontrado seja um problema de Usabilidade.
1.	Problema cosmético – precisa ser corrigido somente se um tempo estiver disponível.
2.	Problema de Usabilidade pequeno – esse problema possui uma baixa severidade para ser solucionado.
3.	Problema de Usabilidade grande – Importante solucionar o problema, alta prioridade.
4.	Catástrofe de Usabilidade – Imperativo de solucionar esse problema antes que o produto seja liberado para comercialização.

Passo-3: Aplicação do método "Percurso Cognitivo".

Tarefa-1: Cadastro de categoria de carros.

1.1 Descrição dos Cenários:

1.1.1 Visão Geral:

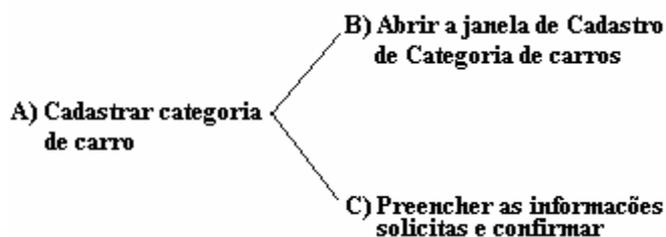
Quem: Os usuários da Locadora são pessoas que trabalham em uma locadora de veículos e que tem conhecimentos intermediários em Sistema Operacional Windows e Ferramentas de escritório Office.

O que e porque: Os funcionários da locadora de veículos responsáveis pelo cadastro das informações dos veículos devem registrar inicialmente as categorias dos carros a fim de organizar o banco de dados dos carros da locadora de veículos.

Com: Sistema Locadora Ubirajara.

Como: Os usuários do Software Locadora de Carros Ubirajara devem abrir o formulário de cadastro das informações da categoria desejada, preencher as informações da categoria dos carros solicitadas, pressionar o botão *Confirmar* e em seguida o botão *OK* na janela que surgir.

Descrição da tarefa:



Método para executar o sub objetivo: Abrir a janela de Cadastro de Categoria de carros

Objetivo principal e sub-objetivos:

A) Cadastrar categoria de carro.

B) Abrir a janela de Cadastro de Categoria de carros.

Comentários:

Nenhum

ID	Ação do usuário	Resposta do sistema	Comentários
T1/B1	Na janela principal <i>Locadora Ubirajara</i> , clicar sobre a opção <i>Categoria</i> do menu principal.	O menu <i>pop-up</i> surgirá com as opções.	Figura-T1/B1
T1/B2		A janela <i>Cadastro de Categorias de Carro</i> surgirá.	Figura-B2

Tarefa	Pergunta	Análise
T1/B1 “Na janela principal Locadora Ubirajara , clicar sobre a opção Categoria do menu principal”.	8. O usuário tentará atingir a meta correta?	Sim.
	9. O usuário perceberá que a ação correta está disponível?	Sim.
	10. O usuário associará o elemento correto a meta a ser atingida?	Sim. O usuário pode se confundir e pressionar a opção <i>Carro</i> .
	11. Se a ação correta é tomada, o usuário perceberá que progrediu em direção a solução da tarefa?	Sim.
T1/B2 Nas opções que aparecerem, clicar sobre a opção <i>cadastrar</i> .	1. O usuário tentará atingir a meta correta?	Sim.
	2. O usuário perceberá que a ação correta está disponível?	Sim.
	3. O usuário associará o elemento correto a meta a ser atingida?	Sim.
	4. Se a ação correta é tomada, o usuário perceberá que progrediu em direção a solução da tarefa?	Sim.

Método para executar o sub objetivo: Preencher as informações solicitadas e confirmar.

Objetivo principal e sub-objetivos:

B) Cadastrar categoria de carro.

C) Preencher as informações solicitadas e confirmar.

Comentários:

Nenhum

ID	Ação do usuário	Resposta do sistema	Comentários
T1/C1	Preencher as informações solicitadas na janela Cadastro de Categorias de Carro .	-	-
T1/C2	Pressionar o botão <i>Confirmar</i> na janela Cadastro de Categorias de Carro .	Uma janela indicando o sucesso do cadastro surgirá.	Figura-T1/C2
T1/C3	Pressionar o botão <i>OK</i> na janela Cadastro de Categorias/Categoria cadastrada com sucesso .	-	-

Tarefa	Pergunta	Análise
T1/C1 Preencher as informações solicitadas na janela Cadastro de Categorias de Carro.	1. O usuário tentará atingir a meta correta?	Sim.
	2. O usuário perceberá que a ação correta está disponível?	Sim.
	3. O usuário associará o elemento correto a meta a ser atingida?	Sim. Porém, ele pode errar o formato de entrada do código ou do preço diário, semanal ou mensal.
	4. Se a ação correta é tomada, o usuário perceberá que progrediu em direção a solução da tarefa?	Sim. Uma mensagem de cadastro realizado com sucesso aparece.
T1/C3 Pressionar o botão OK na janela Cadastro de Categorias/Categoria cadastrada com sucesso.	1. O usuário tentará atingir a meta correta?	Sim.
	2. O usuário perceberá que a ação correta está disponível?	Sim.
	3. O usuário associará o elemento correto a meta a ser atingida?	Sim.
	4. Se a ação correta é tomada, o usuário perceberá que progrediu em direção a solução da tarefa?	Sim.

Tarefa-2: Cadastro de carros.

1.2 Descrição dos Cenários:

1.2.1 Visão Geral:

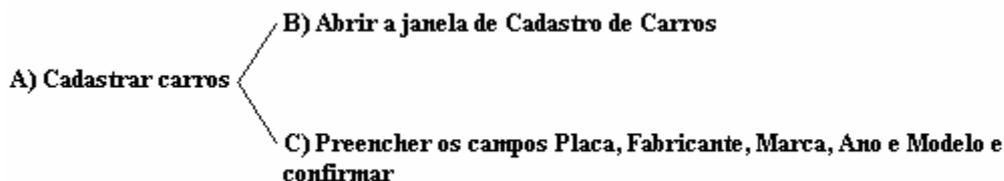
Quem: Os usuários da Locadora são pessoas que trabalham em uma locadora de veículos e que tem conhecimentos intermediários em Sistema Operacional Windows e Ferramentas de escritório Office.

O que e porque: Os funcionários da locadora de veículos responsáveis pelo cadastro das informações dos veículos devem registrar os novos carros recebidos a fim de armazenar as suas informações no banco de dados do Software Locadora de Carros Ubirajara.

Com: Sistema Locadora Ubirajara.

Como: Os usuários do Software Locadora de Carros Ubirajara devem abrir o formulário de cadastro das informações do novo carro, preencher as informações da categoria dos carros solicitadas, pressionar o botão *Confirmar* e em seguida o botão *OK* na janela que surgir.

Descrição da tarefa:



Método para executar o sub objetivo: Abrir a janela de Cadastro de Carros			
Objetivo principal e sub-objetivos: A) Cadastrar carros. B) Abrir a janela de Cadastro de Carros.			
Comentários: Nenhum			
ID	Ação do usuário	Resposta do sistema	Comentários
T2/B1	Na janela principal <i>Locadora Ubirajara</i> , clicar sobre a opção <i>Carro</i> do menu principal.	O menu <i>pop-up</i> surgirá com as opções.	Figura-T2/B1
T2/B2	Nas opções que aparecerem, clicar sobre a opção <i>Cadastrar</i> .	A janela <i>Cadastro de Categorias de Carro</i> surgirá.	Figura-T2/B2

Tarefa	Pergunta	Análise
T2/B1 Na janela principal Locadora Ubirajara, clicar sobre a opção Carro do menu principal.	1. O usuário tentará atingir a meta correta?	Sim.
	2. O usuário perceberá que a ação correta está disponível?	Sim.
	3. O usuário associará o elemento correto a meta a ser atingida?	Sim.
	4. Se a ação correta é tomada, o usuário perceberá que progrediu em direção a solução da tarefa?	Sim.
T2/B2 Nas opções que aparecerem, clicar sobre a opção Cadastrar.	1. O usuário tentará atingir a meta correta?	Sim.
	2. O usuário perceberá que a ação correta está disponível?	Sim.
	3. O usuário associará o elemento correto a meta a ser atingida?	Sim.
	4. Se a ação correta é tomada, o usuário perceberá que progrediu em direção a solução da tarefa?	Sim.

Método para executar o sub objetivo: Preencher os campos Placa, Fabricante, Marca, Ano e Modelo e confirmar.			
Objetivo principal e sub-objetivos: A) Cadastrar carros. C) Preencher os campos Placa, Fabricante, Marca, Ano e Modelo e confirmar.			
Comentários: Nenhum			
ID	Ação do usuário	Resposta do sistema	Comentários
T2/C1	Preencher as informações solicitadas na janela Cadastro de Carros (Placa, Fabricante, Marca, Ano Modelo).	-	-
T2/C2	Escolher uma categoria para o carro utilizando o <i>combobox</i> de <i>label</i> Categoria.	-	-
T2/C3	Pressionar o botão <i>Confirmar</i> na janela Cadastro de Carros/Cadastrar Carro .	A janela Cadastro de Carros/Carro cadastrado com sucesso surgirá.	Figura – T2/C3
T2/C4	Pressionar o botão <i>OK</i> na janela Cadastro de Carros/Carro cadastrado com sucesso .		

Tarefa	Pergunta	Análise
T2/C1 Preencher as informações solicitadas na janela Cadastro de Carros (Placa, Fabricante, Marca, Ano Modelo).	1. O usuário tentará atingir a meta correta?	Sim.
	2. O usuário perceberá que a ação correta está disponível?	Sim.
	3. O usuário associará o elemento correto a meta a ser atingida?	Sim. Porém, o usuário não saberá o formato de entrada da placa dos carros (atualmente é de no máximo 7 caracteres).
	4. Se a ação correta é tomada, o usuário perceberá que progrediu em direção a solução da tarefa?	Sim.
T2/C2 Escolher uma categoria para o carro utilizando o combobox de label Categoria.	1. O usuário tentará atingir a meta correta?	Sim.
	2. O usuário perceberá que a ação correta está disponível?	Sim.
	3. O usuário associará o elemento correto a meta a ser atingida?	Sim. Porém, poderá não entender o código da categoria (deveria ser gerada automaticamente).
	4. Se a ação correta é tomada, o usuário perceberá que progrediu em direção a solução da tarefa?	Sim.
T2/C3 Pressionar o botão Confirmar na janela Cadastro de	1. O usuário tentará atingir a meta correta?	Sim.
	2. O usuário perceberá	Sim.

Tarefa	Pergunta	Análise
Carros/Cadastrar Carro.	que a ação correta está disponível?	
	3. O usuário associará o elemento correto a meta a ser atingida?	Sim.
	4. Se a ação correta é tomada, o usuário perceberá que progrediu em direção a solução da tarefa?	Sim.
T2/C4 Pressionar o botão OK na janela Cadastro de Carros/Carro cadastrado com sucesso.	1. O usuário tentará atingir a meta correta?	Sim.
	2. O usuário perceberá que a ação correta está disponível?	Sim.
	3. O usuário associará o elemento correto a meta a ser atingida?	Sim.
	4. Se a ação correta é tomada, o usuário perceberá que progrediu em direção a solução da tarefa?	Sim.

Tarefa-3: Cadastro de clientes.

1.3 Descrição dos Cenários:

1.3.1 Visão Geral: Cadastro de clientes.

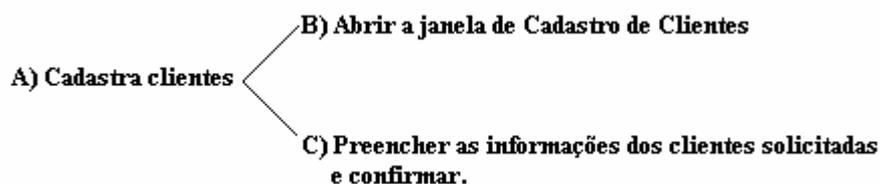
Quem: Os usuários da Locadora são pessoas que trabalham em uma locadora de veículos e que tem conhecimentos intermediários em Sistema Operacional Windows e Ferramentas de escritório Office.

O que e porque: Os funcionários da locadora de veículos responsáveis pelo cadastro das informações dos clientes devem registrar os novos clientes a fim de armazenar as suas informações no banco de dados do Software Locadora de Carros Ubirajara quando os clientes forem alugar um carro.

Com: Sistema Locadora Ubirajara.

Como: Os usuários do Software Locadora de Carros Ubirajara devem abrir o formulário de cadastro das informações do novo cliente, preencher as informações dos clientes solicitando as mesmas para os clientes, pressionar o botão *Confirmar* e em seguida o botão *OK* na janela que surgir.

Descrição da tarefa:



Método para executar o sub objetivo: Abrir a janela de Cadastro de Clientes			
Objetivo principal e sub-objetivos: A) Cadastrar clientes. B) Abrir a janela de Cadastro de Clientes.			
Comentários: Nenhum			
ID	Ação do usuário	Resposta do sistema	Comentários
T3/B1	Na janela principal Locadora Ubirajara , clicar sobre a opção Cliente do menu principal.	O menu <i>pop-up</i> surgirá com as opções.	Figura-T3/B1
T3/B2	Nas opções que aparecerem, clicar sobre a opção Cadastrar .	A janela Locadora de Carros Ubirajara/Cadastrar Cliente surgirá.	Figura-T3/B2

Tarefa	Pergunta	Análise
T3/B1 Na janela principal Locadora Ubirajara, clicar sobre a opção Cliente do menu principal.	1. O usuário tentará atingir a meta correta?	Sim.
	2. O usuário perceberá que a ação correta está disponível?	Sim.
	3. O usuário associará o elemento correto a meta a ser atingida?	Sim. Porém, o usuário pode procurar pela opção Cadastro antes da opção Cliente.
	4. Se a ação correta é tomada, o usuário perceberá que progrediu em direção a solução da tarefa?	Sim.
T3/B2 Nas opções que aparecerem, clicar sobre a opção Cadastrar.	1. O usuário tentará atingir a meta correta?	Sim.
	2. O usuário perceberá que a ação correta está disponível?	Sim.
	3. O usuário associará o elemento correto a meta a ser atingida?	Sim.
	4. Se a ação correta é tomada, o usuário perceberá que progrediu em direção a solução da tarefa?	Sim.

Método para executar o sub objetivo: Preencher as informações dos clientes solicitadas e confirmar.			
Objetivo principal e sub-objetivos: B) Cadastrar clientes. C) Preencher as informações dos clientes solicitadas e confirmar.			
Comentários: Nenhum			
ID	Ação do usuário	Resposta do sistema	Comentários
T3/C1	Preencher as informações solicitadas na janela Locadora de Carros Ubirajara/Cadastrar Cliente (Nome, Rua, Número, Cidade, Apartamento, Cidade, Estado).	-	-
T3/C2	Escolher o tipo de telefone (Residenc... ou Comercial)	-	-
T3/C3	Preencher o DDD, Número e E-mail do cliente.	-	-
T3/C4	Escolher o tipo de documento de identificação a ser preenchido (CPF ou Passaporte).	-	-
T3/C5	Preencher o Número de identificação, a data de nascimento, o número do cartão de crédito, a operadora, os nomes do pai e da mãe, a identificação e a senha do cliente.	-	-
T3/C6	Pressionar o botão <i>Confirmar</i> na janela Locadora de Carros Ubirajara/Cadastrar Cliente .	A janela Cadastro de Clientes/Cliente cadastrado com sucesso surgirá.	Figura – T3/C6
T3/C7	Pressionar o botão <i>OK</i> na janela Cadastro de Clientes/Cliente cadastrado com sucesso .	-	-

Tarefa	Pergunta	Análise
T3/C1 Preencher as informações solicitadas na janela Locadora de Carros Ubirajara/Cadastrar Cliente (Nome, Rua, Número, Cidade, Apartamento, Cidade, Estado).	1. O usuário tentará atingir a meta correta?	Sim.
	2. O usuário perceberá que a ação correta está disponível?	Sim.
	3. O usuário associará o elemento correto a meta a ser atingida?	Sim.
	4. Se a ação correta é tomada, o usuário perceberá que progrediu em direção a solução da tarefa?	Sim.
T3/C2 Escolher o tipo de telefone (Residenc... ou Comercial).	1. O usuário tentará atingir a meta correta?	Sim.
	2. O usuário perceberá que a ação correta está disponível?	Sim.
	3. O usuário associará o elemento correto a meta a ser atingida?	Sim.
	4. Se a ação correta é tomada, o usuário perceberá que progrediu em direção a solução da tarefa?	Sim.
T3/C3 Preencher o DDD, Número e E-mail do cliente.	1. O usuário tentará atingir a meta correta?	Sim.
	2. O usuário perceberá que a ação correta está disponível?	Sim.
	3. O usuário associará o elemento correto a meta a ser atingida?	Sim.
	4. Se a ação correta é tomada, o usuário perceberá	Sim.

Tarefa	Pergunta	Análise
	que progrediu em direção a solução da tarefa?	
T3/C4 Escolher o tipo de documento de identificação a ser preenchido (CPF ou Passaporte).	1. O usuário tentará atingir a meta correta?	Sim.
	2. O usuário perceberá que a ação correta está disponível?	Sim.
	3. O usuário associará o elemento correto a meta a ser atingida?	Sim.
	4. Se a ação correta é tomada, o usuário perceberá que progrediu em direção a solução da tarefa?	Sim.
T3/C5 Preencher o Número de identificação, a data de nascimento, o número do cartão de crédito, a operadora, os nomes do pai e da mãe, a identificação e a senha do cliente.	1. O usuário tentará atingir a meta correta?	Sim.
	2. O usuário perceberá que a ação correta está disponível?	Sim.
	3. O usuário associará o elemento correto a meta a ser atingida?	Sim. Porém, o usuário terá dúvidas em saber significado dos campos <i>Identificação</i> e <i>Senha</i> .
	4. Se a ação correta é tomada, o usuário perceberá que progrediu em direção a solução da tarefa?	Sim.
T3/C6 Pressionar o botão Confirmar na janela Locadora de Carros Ubirajara/Cadastrar Cliente.	1. O usuário tentará atingir a meta correta?	Sim.
	2. O usuário perceberá que a ação correta está disponível?	Sim.
	3. O usuário associará o elemento correto a meta a ser atingida?	Sim.
	4. Se a ação correta é tomada, o usuário perceberá que progrediu em direção a solução da tarefa?	Sim.
T3/C7 Pressionar o botão OK na janela Cadastro de Clientes/Cliente cadastrado com sucesso.	1. O usuário tentará atingir a meta correta?	Sim.
	2. O usuário perceberá que a ação correta está disponível?	Sim.
	3. O usuário associará o elemento correto a meta a ser atingida?	Sim.
	4. Se a ação correta é tomada, o usuário perceberá que progrediu em direção a solução da tarefa?	Sim.

Tarefa-4: Aluguel de carros.

1.4 Descrição dos Cenários:

1.4.1 Visão Geral: Aluguel de carros.

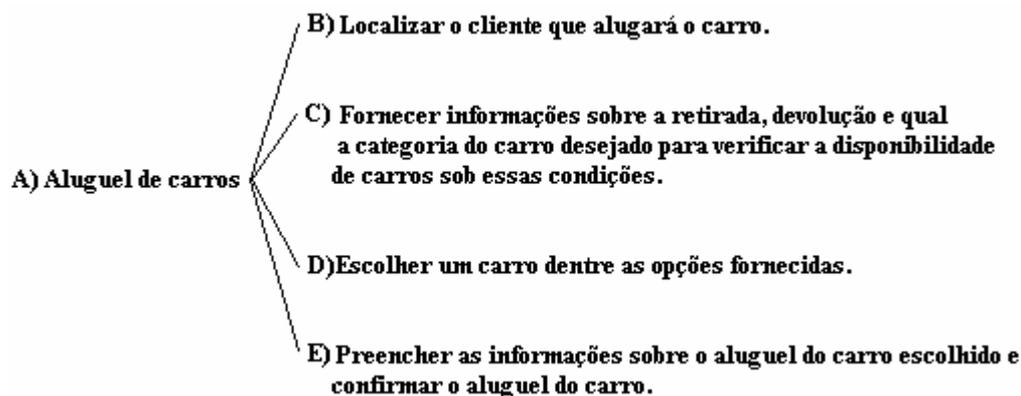
Quem: Os usuários da Locadora são pessoas que trabalham em uma locadora de veículos e que tem conhecimentos intermediários em Sistema Operacional Windows e Ferramentas de escritório Office.

O que e porque: Os funcionários da locadora de veículos responsáveis pelo aluguel dos carros devem registrar um aluguel de carro no Software Locadora de Carros Ubirajara a fim de gerenciar os carros alugados e os clientes que alugaram algum carro.

Com: Sistema Locadora Ubirajara.

Como: Os usuários do Software Locadora de Carros Ubirajara devem selecionar a opção de Cadastro de Aluguel no menu principal de forma que a janela de identificação do cliente surgirá. Então, o usuário do sistema deverá solicitar ao cliente o seu número de CPF ou Passaporte. Com essa informação, o usuário do Software dará entrada ao aluguel pelo sistema. A partir de então, o usuário deve fornecer as informações do aluguel do carro, como datas de retirada e devolução do carro, carro desejado pelo cliente, características do carro e serviços adicionais.

Descrição da tarefa:



Método para executar o sub objetivo: Localizar o cliente que alugará o carro.			
Objetivo principal e sub-objetivos: A) Aluguel de carros. B) Localizar o cliente que alugará o carro.			
Comentários: Nenhum			
ID	Ação do usuário	Resposta do sistema	Comentários
T4/B1	Na janela principal Locadora Ubirajara , clicar sobre a opção Aluguel do menu principal.	O menu <i>pop-up</i> surgirá com as opções.	Figura-T4/B1
T4/B2	Nas opções que aparecerem, clicar sobre a opção Cadastrar .	A janela Locadora de Carros Ubirajara/Forneça os dados do documento de identificação do cliente .	Figura-T4/B2
T4/B3	Escolher o tipo de identificação que o cliente está cadastrado.		
T4/B4	Preencher o campo Número com o número de identificação do cliente.		
T4/B5	Pressionar o botão Continuar	A janela Locadora de Carros Ubirajara/Cadastrar Alguel surgirá.	Figura T4/B5

Tarefa	Pergunta	Análise
T4/B1 Na janela principal Locadora Ubirajara, clicar sobre a opção Aluguel do menu principal.	1. O usuário tentará atingir a meta correta?	Sim.
	2. O usuário perceberá que a ação correta está disponível?	Sim.
	3. O usuário associará o elemento correto a meta a ser atingida?	Sim.
	4. Se a ação correta é tomada, o usuário perceberá que progrediu em direção a solução da tarefa?	Sim.
T4/B2 Nas opções que aparecerem, clicar sobre a opção Cadastrar .	1. O usuário tentará atingir a meta correta?	Sim.
	2. O usuário perceberá que a ação correta está disponível?	Sim.
	3. O usuário associará o elemento correto a meta a ser atingida?	Sim.
	4. Se a ação correta é tomada, o usuário perceberá que progrediu em direção a solução da tarefa?	Sim.
T4/B3 Escolher o tipo de identificação que o cliente está cadastrado.	1. O usuário tentará atingir a meta correta?	Sim. Porém, o usuário pode confundir-se e pensar que pressionando o botão Localizar Cliente ele conseguirá a partir do nome, por exemplo, conseguir o número de identificação do cliente e

Tarefa	Pergunta	Análise
		tentará pressionar esse botão inicialmente.
	2. O usuário perceberá que a ação correta está disponível?	Sim. Porém, o usuário pode confundir-se e pensar que pressionando o botão <i>Localizar Cliente</i> ele conseguirá a partir do nome, por exemplo, conseguir o número de identificação do cliente.
	3. O usuário associará o elemento correto a meta a ser atingida?	Sim.
	4. Se a ação correta é tomada, o usuário perceberá que progrediu em direção a solução da tarefa?	Sim.
<p>T4/B4 Preencher o campo Número com o número de identificação do cliente.</p>	1. O usuário tentará atingir a meta correta?	Sim. Porém, o usuário pode confundir-se e pensar que pressionando o botão <i>Localizar Cliente</i> ele conseguirá a partir do nome, por exemplo, conseguir o número de identificação do cliente e tentará pressionar esse botão inicialmente.
	2. O usuário perceberá que a ação correta está disponível?	Sim. Porém, o usuário pode confundir-se e pensar que pressionando o botão <i>Localizar Cliente</i> ele conseguirá a partir do nome, por exemplo, conseguir o número de identificação do cliente.
	3. O usuário associará o elemento correto a meta a ser atingida?	Sim.

Tarefa	Pergunta	Análise
	4. Se a ação correta é tomada, o usuário perceberá que progrediu em direção a solução da tarefa?	Sim.
T4/B5 Pressionar o botão Continuar.	1. O usuário tentará atingir a meta correta?	Sim.
	2. O usuário perceberá que a ação correta está disponível?	Sim.
	3. O usuário associará o elemento correto a meta a ser atingida?	Sim.
	4. Se a ação correta é tomada, o usuário perceberá que progrediu em direção a solução da tarefa?	Sim.

Método para executar o sub objetivo: Fornecer informações sobre a retirada, devolução e qual a categoria do carro desejado para verificar a disponibilidade de carros sob essas condições.

Objetivo principal e sub-objetivos:

A) Aluguel de carros.

C) Fornecer informações sobre a retirada, devolução e qual a categoria do carro desejado para verificar a disponibilidade de carros sob essas condições.

Comentários:

Nenhum

ID	Ação do usuário	Resposta do sistema	Comentários
T4/C1	Na janela Locadora Ubirajara/Cadastrar Aluguel/Escolha de categoria de carro , preencher as datas de retirada e devolução do carro.	-	-
T4/C2	Na janela Locadora Ubirajara/Cadastrar Aluguel/ Escolha de categoria de carro , selecionar a categoria do carro desejado para alugar.	-	-
T4/C3	Na janela Locadora Ubirajara/Cadastrar Aluguel/ Escolha de categoria de carro , pressionar o botão Continuar .	A janela Locadora Ubirajara/Cadastrar Aluguel/Escolher carro surgirá.	Figura-T4/B3

Tarefa	Pergunta	Análise
T4/C1 Na janela Locadora Ubirajara/Cadastrar Aluguel/Escolha de categoria de carro, preencher as datas de retirada e devolução do carro.	1. O usuário tentará atingir a meta correta?	Sim.
	2. O usuário perceberá que a ação correta está disponível?	Sim.
	3. O usuário associará o elemento correto a meta a ser atingida?	Sim.
	4. Se a ação correta é tomada, o usuário perceberá que progrediu em direção a solução da tarefa?	Sim.
T4/C2 Na janela Locadora Ubirajara/Cadastrar Aluguel/ Escolha de categoria de carro, selecionar a categoria do carro desejado para alugar.	1. O usuário tentará atingir a meta correta?	Sim.
	2. O usuário perceberá que a ação correta está disponível?	Sim.
	3. O usuário associará o elemento correto a meta a ser atingida?	Sim. Porém, o usuário pode não entender o código da categoria a frente do nome da categoria do

Tarefa	Pergunta	Análise
		carro.
	4. Se a ação correta é tomada, o usuário perceberá que progrediu em direção a solução da tarefa?	Sim.
T4/C3 Na janela Locadora Ubirajara/Cadastrar Aluguel/ Escolha de categoria de carro, pressionar o botão Continuar.	1. O usuário tentará atingir a meta correta?	Sim.
	2. O usuário perceberá que a ação correta está disponível?	Sim.
	3. O usuário associará o elemento correto a meta a ser atingida?	Sim.
	4. Se a ação correta é tomada, o usuário perceberá que progrediu em direção a solução da tarefa?	Sim.

Método para executar o sub objetivo: Escolher um carro dentre as opções fornecidas.

Objetivo principal e sub-objetivos:

B) Aluguel de carros.

D) Escolher um carro dentre as opções fornecidas.

Comentários:

Nenhum

ID	Ação do usuário	Resposta do sistema	Comentários
T4/D1	Na janela Locadora Ubirajara/Cadastrar Aluguel/Escolher carro , escolher o carro desejado pelo cliente para locação.	-	-
T4/D2	Na janela Locadora Ubirajara/Cadastrar Aluguel/Escolher carro , pressionar o botão <i>Continuar</i> .	A janela Locadora Ubirajara/Cadastrar Aluguel/Escolher características do aluguel surgirá.	Figura-T4/D2

Tarefa	Pergunta	Análise
T4/D1 Na janela Locadora Ubirajara/Cadastrar Aluguel/Escolher carro, escolher o carro desejado pelo cliente para locação.	1. O usuário tentará atingir a meta correta?	Sim.
	2. O usuário perceberá que a ação correta está disponível?	Sim.
	3. O usuário associará o elemento correto a meta a ser atingida?	Sim.
	4. Se a ação correta é tomada, o usuário perceberá que progrediu em direção a solução da tarefa?	Sim.
T4/D2 Na janela Locadora Ubirajara/Cadastrar Aluguel/Escolher carro, pressionar o botão Continuar.	1. O usuário tentará atingir a meta correta?	Sim.
	2. O usuário perceberá que a ação correta está disponível?	Sim.
	3. O usuário associará o elemento correto a meta a ser atingida?	Sim.
	4. Se a ação correta é tomada, o usuário	Sim.

Tarefa	Pergunta	Análise
	perceberá que progrediu em direção a solução da tarefa?	

Método para executar o sub objetivo: Preencher as informações sobre o aluguel do carro escolhido e confirmar o aluguel do carro.

Objetivo principal e sub-objetivos:

C) Aluguel de carros.

E) Preencher as informações sobre o aluguel do carro escolhido e confirmar o aluguel do carro.

Comentários:

Nenhum

ID	Ação do usuário	Resposta do sistema	Comentários
T4/E1	Na janela Locadora Ubirajara/Cadastrar Aluguel/Escolher características do aluguel , preencher os horários de retirada e devolução, a quilometragem de saída e o desconto concedido.	-	-
T4/E2	Na janela Locadora Ubirajara/Cadastrar Aluguel/Escolher características do aluguel , escolher os <i>Serviços Adicionais</i> desejados pelo cliente.	-	-

Tarefa	Pergunta	Análise
T4/E1 Na janela Locadora Ubirajara/Cadastrar Aluguel/Escolher características do aluguel, preencher os horários de retirada e devolução, a quilometragem de saída e o desconto concedido.	1. O usuário tentará atingir a meta correta?	Sim.
	2. O usuário perceberá que a ação correta está disponível?	Sim.
	3. O usuário associará o elemento correto a meta a ser atingida?	Sim.
	4. Se a ação correta é tomada, o usuário perceberá que progrediu em direção a solução da tarefa?	Sim. Porém, a falta da especificação do formato do desconto concedido e sem uma resposta adequada podem fazer com que o usuário fique parado nesse passo sem saber o que está acontecendo.
T4/E2 Na janela Locadora Ubirajara/Cadastrar Aluguel/Escolher características do aluguel, escolher os <i>Serviços Adicionais</i> desejados pelo cliente.	1. O usuário tentará atingir a meta correta?	Sim.
	2. O usuário perceberá que a ação correta está disponível?	Sim.
	3. O usuário associará o elemento correto a meta a ser atingida?	Sim.
	4. Se a ação correta é tomada, o usuário perceberá que progrediu em direção a solução da tarefa?	Sim.
T4/E3 Na janela Locadora	1. O usuário tentará atingir a meta correta?	Sim.
	2. O usuário perceberá que a ação correta está disponível?	Sim.

Tarefa	Pergunta	Análise
Ubirajara/Cadastrar Aluguel/Escolher características do aluguel, pressionar o botão Concluir.	disponível?	
	3. O usuário associará o elemento correto a meta a ser atingida?	Sim.
	4. Se a ação correta é tomada, o usuário perceberá que progrediu em direção a solução da tarefa?	Sim.
T4/E4 Na janela Cadastro de Alugueis/Aluguel cadastrado com sucesso, pressionar o botão OK.	1. O usuário tentará atingir a meta correta?	Sim.
	2. O usuário perceberá que a ação correta está disponível?	Sim.
	3. O usuário associará o elemento correto a meta a ser atingida?	Sim.
	4. Se a ação correta é tomada, o usuário perceberá que progrediu em direção a solução da tarefa?	Sim.

Tarefa-5: Devolução de carros.

1.5 Descrição dos Cenários:

1.5.1 Visão Geral: Devolução de carros.

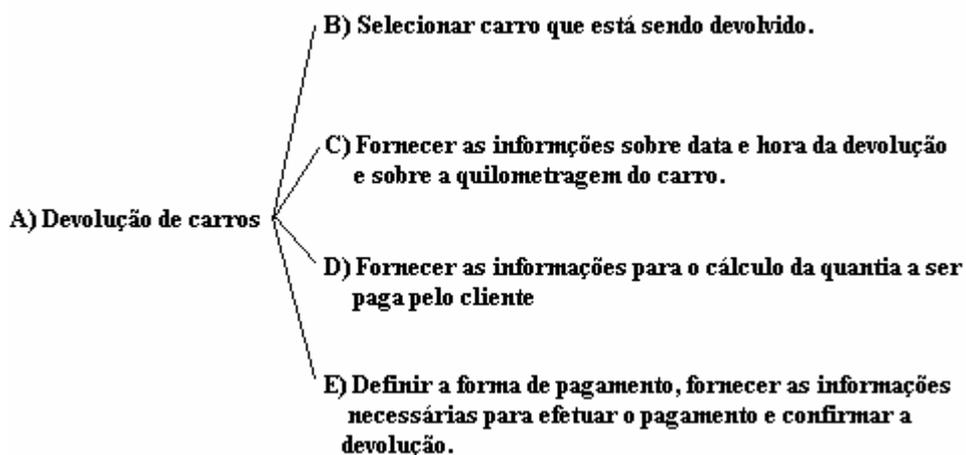
Quem: Os usuários da Locadora são pessoas que trabalham em uma locadora de veículos e que tem conhecimentos intermediários em Sistema Operacional Windows e Ferramentas de escritório Office.

O que e porque: Os funcionários da locadora de veículos responsáveis pela devolução dos carros após um aluguel devem registrar a devolução do carro no Software Locadora de Carros Ubirajara a fim de gerenciar os carros alugados e devolvidos pelos clientes que alugaram algum carro.

Com: Sistema Locadora Ubirajara.

Como: Os usuários do Software Locadora de Carros Ubirajara devem selecionar a opção *Devolução* no menu principal de forma que a janela solicitando a placa do carro que foi alugado. Então, o usuário do sistema deverá solicitar ao cliente ou a algum outro funcionário responsável pela recepção dos carros a placa do carro alugado. Com essa informação, o usuário do Software dará entrada a devolução do carro. Então, o usuário do Software deve preencher as informações relativas à entrega do carro como data e hora da devolução e a quilometragem do carro e confirmar. Então, uma janela relativa a gastos com combustível e com possíveis descontos oferecidos ao cliente aparece a fim de recalcular a quantia a ser paga pelo cliente. Confirmada essa janela, deve-se escolher a forma de pagamento e fornecer os dados solicitados para o pagamento e, então, confirmar a devolução do carro.

Descrição da tarefa:



Método para executar o sub objetivo: Selecionar carro que está sendo devolvido.			
Objetivo principal e sub-objetivos: A) Devolução de carros. B) Selecionar carro que está sendo devolvido.			
Comentários: Nenhum			
ID	Ação do usuário	Resposta do sistema	Comentários
T5/B1	Na janela principal Locadora Ubirajara , clicar sobre a opção Devolução do menu principal.	O menu <i>pop-up</i> surgirá com as opções.	Figura-T5/B1
T5/B2	Nas opções que aparecerem, clicar sobre a opção Devolver carro .	A janela Locadora de Carros Ubirajara/Devolução surgirá.	Figura-T5/B2
T5/B3	Preencher a placa do carro que está sendo devolvido.	-	-
T5/B4	Pressionar o botão Continuar	A janela Locadora de Carros Ubirajara/Devolução/Informações da Devolução surgirá.	Figura T5/B4

Tarefa	Pergunta	Análise
T5/B1 Na janela principal Locadora Ubirajara, clicar sobre a opção Devolução do menu principal.	1. O usuário tentará atingir a meta correta?	Sim.
	2. O usuário perceberá que a ação correta está disponível?	Sim.
	3. O usuário associará o elemento correto a meta a ser atingida?	Sim.
	4. Se a ação correta é tomada, o usuário perceberá que progrediu em direção a solução da tarefa?	Sim.
T5/B2 Nas opções que aparecerem, clicar sobre a opção Devolver carro.	1. O usuário tentará atingir a meta correta?	Sim.
	2. O usuário perceberá que a ação correta está disponível?	Sim.
	3. O usuário associará o elemento correto a meta a ser atingida?	Sim.
	4. Se a ação correta é tomada, o usuário perceberá que progrediu em direção a solução da tarefa?	Sim.
T5/B3 Preencher a placa do carro que está sendo devolvido.	1. O usuário tentará atingir a meta correta?	Sim.
	2. O usuário perceberá que a ação correta está disponível?	Sim.
	3. O usuário associará o elemento correto a meta a ser atingida?	Sim.
	4. Se a ação correta é tomada, o usuário perceberá que progrediu em direção a solução da tarefa?	Sim.
T5/B4 Pressionar o botão Continuar.	1. O usuário tentará atingir a meta correta?	Sim.
	2. O usuário perceberá que a ação correta está disponível?	Sim.
	3. O usuário associará o elemento correto a meta a ser atingida?	Sim.
	4. Se a ação correta é tomada, o usuário perceberá que progrediu em direção a solução da tarefa?	Sim.

Método para executar o sub objetivo: Fornecer as informações sobre data e hora da devolução e sobre a quilometragem do carro.			
Objetivo principal e sub-objetivos: A) Devolução de carros. C) Fornecer as informações sobre data e hora da devolução e sobre a quilometragem do carro.			
Comentários: Nenhum			
ID	Ação do usuário	Resposta do sistema	Comentários
T5/C1	Na janela Locadora de Carros Ubirajara/Devolução/Informações da Devolução , preencher a data e a hora da devolução e a quilometragem do carro.	-	-
T5/C2	Na janela Locadora de Carros Ubirajara/Devolução/Informações da Devolução , pressionar o botão <i>Continuar</i> .	A janela Devolução de carros/Devolução surgirá.	Figura-T5/C2

Tarefa	Pergunta	Análise
T5/C1 Na janela Locadora de Carros Ubirajara/Devolução/Informações da Devolução, preencher a data e a hora da devolução e a quilometragem do carro.	1. O usuário tentará atingir a meta correta?	Sim.
	2. O usuário perceberá que a ação correta está disponível?	Sim.
	3. O usuário associará o elemento correto a meta a ser atingida?	Sim. Porém, o usuário terá dúvida no preenchimento do código do aluguel.
	4. Se a ação correta é tomada, o usuário perceberá que progrediu em direção a solução da tarefa?	Sim.
T5/C2 Na janela Locadora de Carros Ubirajara/Devolução/Informações da Devolução, pressionar o botão Continuar.	1. O usuário tentará atingir a meta correta?	Sim.
	2. O usuário perceberá que a ação correta está disponível?	Sim.
	3. O usuário associará o elemento correto a meta a ser atingida?	Sim.
	4. Se a ação correta é tomada, o usuário perceberá que progrediu em direção a solução da tarefa?	Sim.

Método para executar o sub objetivo: Fornecer as informações para o cálculo da quantia a ser paga pelo cliente.			
Objetivo principal e sub-objetivos: A) Devolução de carros. D) Fornecer as informações para o cálculo da quantia a ser paga pelo cliente.			
Comentários: Nenhum			
ID	Ação do usuário	Resposta do sistema	Comentários
T5/D1	Na janela Devolução de carros/Devolução preencher os gastos com combustível e o desconto concedido ao cliente.	-	-
T5/D2	Na janela Devolução de carros/Devolução , pressionar o botão Recalcular .	O Total a pagar é atualizado	-
T5/D3	Na janela Devolução de carros/Devolução , pressionar o botão Confirmar .	A janela Erro!/Devolução realizada com sucesso surgirá.	Figura-T5/D3
T5/D4	Na janela Erro!/Devolução realizada com sucesso pressionar o botão OK .	A janela Locadora de Carros Ubirajara/Pagamento surgirá.	Figura-T5/D4

Tarefa	Pergunta	Análise
T5/D1 Na janela Devolução de carros/Devolução preencher os gastos com combustível e o desconto concedido ao cliente.	1. O usuário tentará atingir a meta correta?	Sim.
	2. O usuário perceberá que a ação correta está disponível?	Sim.
	3. O usuário associará o elemento correto a meta a ser atingida?	Sim. Porém a falta da informação sobre o formato de entrada de dados pode fazer com que o usuário insira um formato errado.
	4. Se a ação correta é tomada, o usuário perceberá que progrediu em direção a solução da tarefa?	Sim.
T5/D2 Na janela Devolução de carros/Devolução, pressionar o botão Recalcular.	1. O usuário tentará atingir a meta correta?	Sim. Porém, o usuário pode pular esse passo e diretamente pressionar o botão <i>Confirmar</i> acreditando que o Software calculará automaticamente o valor total.
	2. O usuário perceberá que a ação correta está disponível?	Sim.
	3. O usuário associará o elemento correto a meta a ser atingida?	Sim.
	4. Se a ação correta é tomada, o usuário perceberá que progrediu em direção a solução da tarefa?	Sim.

Tarefa	Pergunta	Análise
T5/D3 Na janela Devolução de carros/Devolução, pressionar o botão Confirmar.	1. O usuário tentará atingir a meta correta?	Sim.
	2. O usuário perceberá que a ação correta está disponível?	Sim.
	3. O usuário associará o elemento correto a meta a ser atingida?	Sim.
	4. Se a ação correta é tomada, o usuário perceberá que progrediu em direção a solução da tarefa?	Sim.
T5/D4 Na janela Erro!/Devolução realizada com sucesso pressionar o botão OK.	1. O usuário tentará atingir a meta correta?	Sim.
	2. O usuário perceberá que a ação correta está disponível?	Sim.
	3. O usuário associará o elemento correto a meta a ser atingida?	Sim. Porém, o usuário poderá ficar em dúvida se a tarefa foi realmente efetuada com êxito uma vez que a janela chama-se Erro!.
	4. Se a ação correta é tomada, o usuário perceberá que progrediu em direção a solução da tarefa?	Sim.

Método para executar o sub objetivo: Definir a forma de pagamento, fornecer as informações necessárias para efetuar o pagamento e confirmar a devolução.

Objetivo principal e sub-objetivos:

A) Devolução de carros.

E) Definir a forma de pagamento, fornecer as informações necessárias para efetuar o pagamento e confirmar a devolução.

Comentários:

Nenhum

ID	Ação do usuário	Resposta do sistema	Comentários
T5/E1	Na janela Locadora de Carros Ubirajara/Pagamento escolher a forma de pagamento.	-	-
T5/E2	Na janela Locadora de Carros Ubirajara/Pagamento .preencher as informações sobre a forma de pagamento, caso seja com cartão de crédito.	-	-
T5/E3	Na janela Locadora de Carros Ubirajara/Pagamento , pressionar o botão OK.	A janela Pagamentos/Pagamento realizado com sucesso surgirá.	Figura-T5/E3
T5/E4	Na janela Pagamentos/Pagamento realizado com sucesso pressionar o botão OK.	A devolução do carro está pronta.	

Tarefa	Pergunta	Análise
T5/E1 Na janela Locadora de Carros Ubirajara/Pagamento escolher a forma de pagamento.	1. O usuário tentará atingir a meta correta?	Sim.
	2. O usuário perceberá que a ação correta está disponível?	Sim.
	3. O usuário associará o elemento correto a meta a ser atingida?	Sim.
	4. Se a ação correta é tomada, o usuário perceberá que progrediu em direção a solução da tarefa?	Sim.
T5/E2 Na janela Locadora de Carros Ubirajara/Pagamento, preencher as informações sobre a forma de pagamento, caso seja com cartão de crédito.	1. O usuário tentará atingir a meta correta?	Sim. Porém, o usuário pode ficar em dúvida se é necessário preencher esses campos mesmo a forma de pagamento sendo outra que não o cartão de crédito.
	2. O usuário perceberá que a ação correta está disponível?	Sim.
	3. O usuário associará o elemento correto a meta a ser atingida?	Sim.
	4. Se a ação correta é tomada, o usuário perceberá que progrediu em direção a solução da tarefa?	Sim.
T5/E3 Na janela Locadora de Carros Ubirajara/Pagamento, pressionar o botão OK.	1. O usuário tentará atingir a meta correta?	Sim.
	2. O usuário perceberá que a ação correta está disponível?	Sim.
	3. O usuário associará o elemento correto a meta a ser atingida?	Sim.
	4. Se a ação correta é tomada, o usuário perceberá que progrediu em direção a solução da tarefa?	Sim.
T5/E4 Na janela Pagamentos/Pagamento realizado com sucesso pressionar o botão OK.	1. O usuário tentará atingir a meta correta?	Sim.
	2. O usuário perceberá que a ação correta está disponível?	Sim.
	3. O usuário associará o elemento correto a meta a ser atingida?	Sim.
	4. Se a ação correta é tomada, o usuário perceberá que progrediu em direção a solução da tarefa?	Sim.

Tabela de problemas de Usabilidade encontrados pelo Percurso Cognitivo:

Problema	Ponto de interação	Descrição do problema	Local do problema
PC1	T1/B1/3	O usuário pode se confundir e pressionar a opção <i>Carro</i> no menu principal, dificultando na aprendizagem uma vez que o rótulo <i>Categoria</i> pode não representar diretamente ao usuário o Cadastro de uma Categoria.	Menu principal do Software "Locadora de Carros Ubirajara".
PC2	T1/C1/3	O usuário pode errar o formato de entrada do código ou do preço diário, semanal ou mensal, dificultando a aprendizagem já que o elemento de interface "campo" não informa todas as informações determinantes para o sucesso da operação.	Janela Cadastro de Categorias de Carro
PC3	T2/C1/3	O usuário não saberá o formato de entrada da placa dos carros (atualmente é de no máximo 7 caracteres) , dificultando a aprendizagem já que o elemento de interface "campo" não informa todas as informações determinantes para o sucesso da operação.	Janela Cadastro de Carros
PC4	T2/C2/3	O usuário poderá não entender o código da categoria (deveria ser gerada automaticamente), dificultando a aprendizagem uma vez que o campo <i>Código da Categoria</i> como entrada de texto não representa uma tarefa útil no contexto da execução da tarefa.	Janela Cadastro de Carros
PC5	T3/B1/3	O usuário pode procurar pela opção <i>Cadastro</i> antes da opção <i>Cliente</i> , dificultando na aprendizagem uma vez que o rótulo <i>Cliente</i> pode não representar diretamente ao usuário o Cadastro de um cliente.	Menu principal Locadora Ubirajara
PC6	T3/C5/3	O usuário terá dúvidas em saber significado dos campos <i>Identificação</i> e <i>Senha</i> , dificultando na aprendizagem já que esses rótulos não esclarecem suas funções para o contexto da tarefa.	Janela Locadora de Carros Ubirajara/Cadastrar Cliente
PC7	T4/B3/1	O usuário pode confundir-se e pensar que pressionando o botão <i>Localizar Cliente</i> ele conseguirá a partir do nome, por exemplo, conseguir o número de identificação do cliente e tentará pressionar esse botão inicialmente ocorrendo um erro e fazendo com que o usuário não tente atingir a meta correta. Isso se deve ao <i>label</i> Localizar Cliente que pode causar confusão.	Janela Locadora de Carros Ubirajara/Forneça os dados do documento de identificação do cliente.
PC8	T4/B3/2	O usuário pode confundir-se e pensar que pressionando o botão <i>Localizar Cliente</i> ele conseguirá a partir do nome, por exemplo, conseguir o número de identificação do cliente e tentará pressionar esse botão inicialmente ocorrendo um erro e dificultando o aprendizado inicial do usuário. Isso deve-se ao <i>label</i> Localizar Cliente que pode causar confusão.	Janela Locadora de Carros Ubirajara/Forneça os dados do documento de identificação do cliente.
PC9	T4/B4/1	O usuário pode confundir-se e pensar que pressionando o botão <i>Localizar Cliente</i> ele conseguirá a partir do nome, por exemplo, conseguir o número de identificação do cliente e tentará pressionar esse botão inicialmente	Janela Locadora de Carros Ubirajara/Forneça os dados do documento de

Problema	Ponto de interação	Descrição do problema	Local do problema
		ocorrendo um erro e fazendo com que o usuário não tente atingir a meta correta. Isso se deve ao <i>label</i> Localizar Cliente que pode causar confusão.	<i>identificação do cliente.</i>
PC10	T4/B4/2	O usuário pode confundir-se e pensar que pressionando o botão <i>Localizar Cliente</i> ele conseguirá a partir do nome, por exemplo, conseguir o número de identificação do cliente e tentará pressionar esse botão inicialmente ocorrendo um erro e dificultando o aprendizado inicial do usuário. Isso deve-se ao <i>label</i> Localizar Cliente que pode causar confusão.	Janela Locadora de Carros Ubirajara/Forneça os dados do documento de identificação do cliente.
PC11	T4/C2/3	O usuário pode não entender o código da categoria à frente do nome da categoria do carro.	Janela Locadora de Carros Ubirajara/Cadastrar Aluguel
PC12	T4/E1/4	A falta da especificação do formato do desconto concedido e sem uma resposta adequada podem fazer com que o usuário fique parado nesse passo sem saber o que está acontecendo.	Janela Locadora Ubirajara/ Cadastrar Aluguel/Escolher características do aluguel
PC13	T5/C1/3	O usuário terá dúvida no preenchimento do código do aluguel.	Janela Locadora de Carros Ubirajara/Devolução o/ Informações da Devolução
PC14	T5/D1/3	A falta da informação sobre o formato de entrada de dados pode fazer com que o usuário insira um formato errado. Portanto, o elemento da interface não está representando eficientemente a ação.	Janela Devolução de carros/Devolução
PC15	T5/D2/1	O usuário pode pular esse passo e diretamente pressionar o botão <i>Confirmar</i> acreditando que o Software calculará automaticamente o valor total.	Janela Devolução de carros/Devolução
PC16	T5/D4/3	O usuário poderá ficar em dúvida se a tarefa foi realmente efetuada com êxito uma vez que a janela chama-se Erro!. Portanto, o elemento da interface não está representando eficientemente a ação.	Janela Erro!/Devolução realizada com sucesso.
PC17	T5/E2/1	O usuário pode ficar em dúvida se é necessário preencher esses campos mesmo a forma de pagamento sendo outra que não o cartão de crédito. Isso faz com que o usuário possa não tentar atingir a meta correta.	Janela Locadora de Carros Ubirajara/Pagament o

Passo-4: Análise dos resultados obtidos nos passos um, dois e três dessa atividade.

Informações obtidas do modelo GOMS (Passo-1):

Tarefa	Informação	Observações
Cadastro de	Tempo de execução	31.10 segundos 27.26 segundos

Tarefa	Informação	Observações
categoria de carros.	Organização dos operadores	<ol style="list-style-type: none"> 1. O código poderia ser gerado automaticamente. 2. O cadastro de categorias poderia estar dentro do menu carro.
Cadastro de carros	Tempo de execução	31.84 segundos 28.80 segundos
	Organização dos operadores	OK.
Cadastro de clientes	Tempo de execução	93.88 segundos 79.56 segundos
	Organização dos operadores	OK
Aluguel de carros	Tempo de execução	78.39 segundos 70.76 segundos
	Organização dos operadores	<ol style="list-style-type: none"> 1. Na janela para localizar um cliente, o cursor já poderia aparecer no campo de texto para aumentar a velocidade do uso. 2. A tecla ENTER poderia ser utilizada como atalho para ir para a próxima etapa do aluguel de um carro. 3. A data de retirada poderia ser inicialmente selecionada para se o usuário quiser alterar a data de retirada, diminuir o número de operadores necessários para apagar a data de retirada. 4. Quando pressionarmos a tecla TAB, os próximos campos (mês e ano de retirada) também serem selecionados com a mesma finalidade do item anterior. 5. Na janela de escolha de categoria do carro e preenchimento de datas de retirada e devolução, ao clicar com a tecla ENTER ir automaticamente para a próxima tela, como forma de atalho. 6. Na janela de escolha de carro, ao clicar com a tecla ENTER ir automaticamente para a próxima tela, como forma de atalho. 7. Na janela de cadastro de hora de retirada e devolução, ao aparecer essa janela selecionar automaticamente a hora prevista de retirada do carro. 8. Na janela de cadastro de hora de retirada e devolução, ao pressionar a tecla TAB selecionar o campo Horário previsto de devolução e Desconto concedido. 9. Na janela de cadastro de hora de retirada e devolução, ao pressionar a tecla ENTER ir para a próxima tela do cadastro de aluguel de carros.
Devolução de carros	Tempo de execução	64.04 segundos 57.32 segundos
	Organização dos operadores	<ol style="list-style-type: none"> 1. Na janela Devolução/Escolha do carro, ao pressionar a tecla ENTER, ir para a próxima tela. 2. Gerar o código do Aluguel automaticamente sem a necessidade de interferência do usuário. 3. Ao se mudar o cursor para o dia, o mês ou o ano de

Tarefa	Informação	Observações
		<p>devolução do carro e hora de devolução, selecionar automaticamente todos esses campos.</p> <p>4. Na janela Devolução/registo de dia e horário de devolução, ao pressionar a tecla ENTER, ir automaticamente para a próxima tela.</p> <p>5. Na tela Devolução/Gastos com combustíveis e Descontos, selecionar automaticamente esses campos ao se posicionar o cursor nesses campos através da tecla TAB.</p> <p>6. Habilitar o botão Confirmar somente quando pressionarmos o botão Recalcular.</p> <p>7. Na janela Devolução/ Pagamento, ao pressionar a tecla ENTER, ir automaticamente para a próxima etapa da devolução do carro.</p>

Informações obtidas pela Avaliação Heurística (Passo-2):

Tarefa	Sev	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	Total/Sev	%/Sev.	% Total
Cadastro de categoria de carros.	1									1		1	1.64	16.40
	2								2			2	3.28	
	3		1			2	1	1	1		1	7	11.4	
	4											0	0	
Cadastro de Carros	1											0	0	11.48
	2					1			1	1		3	4.92	
	3						1	1	1			3	4.92	
	4						1					1	1.64	
Cadastro de clientes	1											0	0	9.8
	2		1		1				1			3	4.92	
	3		2							1		3	4.92	
	4											0	0	
Aluguel de carros	1											0	0	29.54
	2	3			3				4			10	16.39	
	3			1		1		1				3	4.92	
	4			1		2	2					5	8.19	
Devolução de carros	1											0	0	32.79
	2	1							6			7	11.48	
	3	2	1					2	1	1		7	11.48	
	4		3	1	1	1						6	9.84	
Total		6	8	3	5	7	7	4	17	3	1	61	100	100
Porcentagem (%)		9.8	13.11	4.93	8.19	11.48	11.48	6.56	27.87	4.94	1.64	100		

Maiores percentuais:

- H2 (13.11%): Correspondência entre o sistema e o mundo real.
- H5 (11.48%): Prevenção de erros.
- H6 (11.48%): Ajuda aos usuários para reconhecer, diagnosticar e se recuperar de erros.
- H8 (27.87%): Flexibilidade e eficiência de uso.

Informações obtidas pelo Percorso Cognitivo (Passo-3):

Tarefa	Quantidade de problemas	%
Cadastro de categoria de carros	2	11.76
Cadastro de carros	2	11.76
Cadastro de clientes	2	11.76
Aluguel de carros	6	35.29
Devolução de carros	5	29.43
Total	17	100

Portanto, as seguintes tarefas contêm a maior dificuldade de aprendizagem:

- Aluguel de carros: 35.29%
- Devolução de carros: 29.43%

Tabela das métricas de Usabilidade relevantes ao Processo de Reengenharia e suas respectivas justificativas:

Atributos de Usabilidade	Métricas de Usabilidade	Relevância (L,M,H)
Satisfação subjetiva dos usuários	Relação de adjetivos positivos e negativos usados para descrever o produto	H
	Porcentagem de clientes que classificou o produto como mais satisfatório	H
	Porcentagem de clientes que se sentem em controle do produto	H
	Classificação dos clientes numa escala de sete pontos nivelados por "alta produtividade / baixa produtividade"	H
	Porcentagem de clientes que recomendariam o produto para um amigo depois de duas horas de uso	H
Eficácia	Porcentagem de tarefas completadas com sucesso na primeira tentativa	
	Número de erros por unidade de tempo	
	Porcentagem de usuários capazes de completar uma tarefa com sucesso	
	Número de erros cometidos durante a execução de uma tarefa	H
	Número de pedidos de ajuda durante a execução de uma tarefa	H
	Tempo para completar uma tarefa.	
	Tempo de aprendizagem de uma tarefa.	
Eficiência	Tempo gasto em erros	
	Porcentagem de número de erros/acertos.	H
	Frequência de utilização de ajuda e documentação (vezes/minutos).	H
	Número de repetições ou comandos errados.	H
	Tempo para a primeira tentativa	H
Tempo gasto para correção de erros	H	

Observação: As métricas relativas à satisfação subjetiva serão retiradas dos questionários de Shneiderman e SUMI.

Métrica de Usabilidade	Justificativa
1. Tempo gasto para a primeira tentativa.	Através do modelo GOMS, observa-se que há diversos pontos a melhorar no fluxo da interação da interface. Uma medida que testa o estado do fluxo da interação é o tempo gasto para a primeira tentativa. Além disso, pelos resultados obtidos pelo Percurso Cognitivo, observa-se que há pontos da interação onde os usuários podem sentir dificuldade quanto à aprendizagem do Software. Portanto, essa métrica pode estimar a dificuldade de aprendizagem do Software se comparada com o tempo gasto para executar a tarefa após o usuário aprender a realizar a tarefa.
2. Tempo gasto para executar a tarefa.	Através do modelo GOMS, observa-se que há diversos pontos a melhorar no fluxo da interação da interface. Uma medida que testa o estado do fluxo da interação é o tempo gasto para a primeira tentativa.
3. Número de erros cometidos.	Através dos resultados obtidos pela Avaliação Heurística, observa-se que a heurística prevenção ao erro consiste na terceira heurística mais violada. Portanto, a métrica: "Número de erros cometidos" quantifica essa constatação.
4. Tempo gasto para correção de erros.	Através dos resultados obtidos pela Avaliação Heurística, observa-se que a heurística prevenção ao erro consiste na terceira heurística mais violada, além disso, a heurística de ajuda aos usuários recuperarem-se de erros também foi a terceira heurística mais violada. Portanto, a métrica: Tempo gasto para correção de erros quantifica essa constatação.
5. Porcentagem de usuário que completaram a tarefa.	Esta métrica é importante para verificarmos a dificuldade de aprendizagem do Software em questão, como constatado pelo método Percurso Cognitivo.
6. Número de pedidos de ajuda.	Pelos resultados obtidos pelo Percurso Cognitivo, observa-se que há pontos da interação onde os usuários podem sentir dificuldade quanto à aprendizagem do Software. Portanto, essa métrica pode estimar a dificuldade de aprendizagem do Software se comparada com o tempo gasto para executar a tarefa após o usuário aprender a realizar a tarefa.
7. Tempo para aprender uma tarefa.	Pelos resultados obtidos pelo Percurso Cognitivo, observa-se que há pontos da interação onde os usuários podem sentir dificuldade quanto à aprendizagem do Software. Portanto, essa métrica pode estimar a dificuldade de aprendizagem do Software se comparada com o tempo gasto para executar a tarefa após o usuário aprender a realizar a tarefa.
8. Porcentagem do número de erros pelo número de tarefas.	Através dos resultados obtidos pela Avaliação Heurística, observa-se que a heurística prevenção ao erro consiste na terceira heurística mais violada. Portanto, a métrica: "Número de erros cometidos" quantifica essa constatação.

Passo-5: Teste de Usabilidade reportando os resultados através do padrão CIF.

Mestrado em Ciência da Computação –
Departamento de Computação – Universidade
Federal de São Carlos

Common Industry Format for Usability Test Report v1.1

Comments and questions about this format: iusr@nist.gov

Software avaliado: Locadora de Carros Ubirajara

Mestrando: Sérgio Luisir Díscola Junior

Data: 25/03/2004

Data de preparação do relatório: 26/03/2004

Autor do relatório: Sérgio Luisir Díscola Junior

Para:

Dissertação de Mestrado – PPGCC - UFSCar

Orientadora: Júnia Coutinho Anacleto Silva

Address inquiries to: Sérgio Luisir Díscola Junior

Fone: 16-2608283

Email: sergioldj@ig.com.br

Endereço: Rod. Washington Luís, Km 234, São Carlos, SP, CP 616.

Resumo de execução

Sistema: Locadora de Carros Ubirajara

Resumo dos métodos aplicados:

Participantes:

Número: 5

Tipo: Alunos e funcionários da Universidade Federal de São Carlos

Tarefas avaliadas:

- Cadastro de categoria de carros

- Cadastro de carros
- Cadastro de clients
- Aluguel de carros
- Devolução de carros

Resultados: ver na seção de resultados obtidos.

Razão dos testes: Esse teste tem a finalidade de avaliar a Usabilidade da Locadora de Carros Ubirajara com o intuito de realizar o Planejamento da sua Reengenharia com base na Avaliação de Usabilidade como um todo.

Introdução

Descrição completa do produto

Locadora de Carros Ubirajara

Tarefas do Software avaliadas:

O Teste de Usabilidade foi realizado por alunos e funcionários da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Dentro da população de usuários que compreendia os alunos da o perfil desses usuários contemplava experiência avançada em sistemas computacionais, uma vez que cursavam mestrado em Ciência da Computação. Já a população de usuários que compreendia os funcionários da UFSCar tinha um perfil com conhecimentos básicos ou medianos em ferramentas computacionais de escritório (como a ferramenta Microsoft Office).

O ambiente computacional do teste realizado consistia em um computador PC com sistema operacional Windows-98 onde encontrava-se instalado o Software “Locadora de Carros Ubirajara”. Para a observação dos usuários instalou-se um microfone a fim de gravar o que os usuários falaram durante a sessão de teste através da técnica *Think Aloud*.

O Software avaliado tem o objetivo de gerenciar uma locadora de veículos através do registro de todas as informações concernentes a essa atividade como: cadastro de clientes, cadastro de carros, registro de aluguel e devolução de carros, e todo o aspecto contábil de uma locadora de veículos. Para esse teste, deseja-se avaliar a Usabilidade das seguintes tarefas disponibilizadas pelo Software:

- Cadastro de categoria de carros;
- Cadastro de carros;
- Cadastro de clientes;
- Aluguel de carros;
- Devolução de carros.

Objetivos do teste

Objetivos do teste de Usabilidade da Locadora de Carros Ubirajara:

- Avaliar a Usabilidade do Software.
- Utilizar os resultados para efetuar o Planejamento da Reengenharia de Software através da quantificação das seguintes métricas:

1. Tempo gasto para a primeira tentativa.
2. Tempo gasto para executar a tarefa.
3. Número de erros cometidos.
4. Tempo gasto para correção de erros.
5. Porcentagem de usuário que completaram a tarefa.
6. Número de pedidos de ajuda.
7. Tempo para aprender uma tarefa.
8. Porcentagem do número de erros pelo número de tarefas.

Funções e componentes que os usuários irão interagir:

- Funcionalidade de cadastro de categoria de carros;
- Funcionalidade de cadastro de carros;
- Funcionalidade de cadastro de clientes;
- Funcionalidade de aluguel de veículos;
- Funcionalidade de devolução de veículos.

Método*Participantes*

Número de usuários participantes do teste: 8

Tipos de usuários participantes:

1. Alunos da UFSCar
2. Funcionários da UFSCar

Características chaves e capacitações do grupo de usuários:

Os usuários devem ter experiência mínima de um ano com sistema operacional Windows 98 e com ferramentas de escritório, como o Microsoft Office.

Como os participantes foram selecionados: Os participantes foram selecionados através do prévio conhecimento pelo organizador do Teste de Usabilidade das experiências e características apresentadas pelos participantes.

Diferenças entre os participantes do teste e a população de usuários:

1. Os alunos apresentam conhecimentos avançados em computação, já a população de usuários pode apresentar conhecimentos básicos em computação, porém apresentarem experiência com Windows e ferramentas de escritório.
2. Embora, dentro do grupo de funcionários da UFSCar selecionados haja secretário(as) eles não possuem experiência com a atividade de locação de veículos.

Participantes	Sexo	Idade	Educação	Ocupação	Experiência Profissional (tempo)	Experiência com computação (tempo)	Experiência no produto (tempo)
P1	F	24	Sup. Compl	Mestranda	2 anos	7 anos	Inexperiente
P2	F	24	Sup. Compl	Mestranda	1 ano	7 anos	Inexperiente
P3	M	22	Sup. Compl	Mestrando	0 ano	4 anos	Inexperiente
P4	M	27	Sup. Compl	Mestrando	2 anos	11 anos	Inexperiente
P5	F		Doutora	Profª. Univ.	10 anos	20 anos	Inexperiente

Contexto de uso do produto no teste

O teste de Usabilidade será realizado no laboratório do grupo de Interação Humano-Computador da Universidade Federal de São Carlos. Portanto, o ambiente criado não será semelhante ao contexto de uso normal de uma locadora de veículos.

Tarefas:

Descrição dos cenários das tarefas selecionadas a serem avaliadas: as tarefas serão avaliadas em duas rodadas a fim de se avaliar a facilidade da aprendizagem das mesmas, conforme o procedimento a seguir:

PRIMEIRA RODADA DE TESTES:

- **Primeira Tarefa: Cadastrar Categoria de Carros:**

Ao chegar um carro com uma nova categoria na Locadora de Veículos, o funcionário responsável deve cadastrar essa nova categoria.

A nova categoria registrada terá as seguintes informações:

Código: Decidido pelo usuário.

Descrição: Definido pelo usuário.

Preço da diária: Decidido pelo usuário.

Preço Semanal: Decidido pelo usuário.

Preço Mensal: Decidido pelo usuário.

- **Segunda Tarefa: Cadastrar Carro**

Ao chegar um carro novo com uma nova categoria na Locadora de Veículos, o funcionário responsável deve cadastrar os dados desse novo carro.

O novo carro registrado terá as seguintes informações:

Placa: Definido pelo usuário.

Fabricante: Definido pelo usuário.

Marca: Definido pelo usuário.

Ano: Definido pelo usuário.

Modelo: Definido pelo usuário.

Categoria: Definido pelo usuário.

- **Terceira Tarefa: Cadastrar Cliente**

Ao chegar um cliente novo para alugar um veículo na Locadora de Veículos, o funcionário responsável deve cadastrar os dados desse novo cliente.

O novo cliente registrado terá as seguintes informações:

Nome: Definido pelo usuário.

ENDEREÇO

Rua: Definido pelo usuário.

Número: Definido pelo usuário.

Apartamento: Definido pelo usuário.

Cidade: Definido pelo usuário.

Estado: Definido pelo usuário.

TELEFONE

Tipo: Definido pelo usuário.

DDD: Definido pelo usuário.

Número: Definido pelo usuário.

E-mail: Definido pelo usuário.

DOCUMENTO DE IDENTIFICAÇÃO

Tipo: Definido pelo usuário.

Número: Definido pelo usuário.

Data de nascimento: Definido pelo usuário.

CARTÃO DE CRÉDITO

- Número:* Definido pelo usuário.
- Operadora:* Definido pelo usuário.
- Nome do pai:* Definido pelo usuário.
- Nome da mãe:* Definido pelo usuário.
- Identificação:* Definido pelo usuário.
- Senha:* Definido pelo usuário.

- **Quarta Tarefa: Alugar Carro**

Ao chegar um cliente para alugar um carro, o funcionário responsável deve esse aluguel. O novo aluguel terá as seguintes informações:

Dados do cliente:

- *CPF:* O CPF cadastrado pelo usuário

Dados do aluguel:

- *Data de retirada:* Decidido pelo usuário
- *Data de devolução:* Decidido pelo usuário
- *Categoria:* Decidido pelo usuário
- *Carro alugado:* Decidido pelo usuário
- *Horário previsto de retirada:* Decidido pelo usuário
- *Horário previsto de devolução:* Decidido pelo usuário
- *Quilometragem de saída:* Decidido pelo usuário
- *Serviços adicionais:* Decidido pelo usuário

- **Quinta Tarefa: Devolver carro**

Ao chegar um cliente para alugar um carro, o funcionário responsável deve esse aluguel. O novo aluguel terá as seguintes informações:

Dados do carro:

- *Placa:* Placa do carro cadastrado pelo usuário.

Dados da devolução:

- *Data de devolução:* Decidido pelo usuário
- *Hora da devolução:* Decidido pelo usuário
- *Quilometragem:* Decidido pelo usuário
- *Gastos com combustível:* Decidido pelo usuário
- *Desconto:* Decidido pelo usuário
- *Forma de pagamento:* Decidido pelo usuário
 - *Número do cartão:* Número do cartão de crédito cadastrado pelo usuário, caso a forma de pagamento seja em Cartão de crédito.
 - *Operadora:* Operadora do cartão de crédito cadastrado pelo usuário, caso a forma de pagamento seja em Cartão de crédito.

SEGUNDA RODADA DE TESTES

- **Primeira Tarefa: Cadastrar Categoria de Carros:**

Ao chegar um carro com uma nova categoria na Locadora de Veículos, o funcionário responsável deve cadastrar essa nova categoria.

A nova categoria registrada terá as seguintes informações:

Código: 3

Descrição: Carros esportivos

Preço da diária: 10.00

Preço Semanal: 70.00

Preço Mensal: 280.00

- **Segunda Tarefa: Cadastrar Carro**

Ao chegar um carro novo com uma nova categoria na Locadora de Veículos, o funcionário responsável deve cadastrar os dados desse novo carro.

O novo carro registrado terá as seguintes informações:

Placa: BCP-3941

Fabricante: FERRARI

Marca: F5

Ano: 2003

Modelo: 2004

Categoria: Carros esportivos

- **Terceira Tarefa: Cadastrar Cliente**

Ao chegar um cliente novo para alugar um veículo na Locadora de Veículos, o funcionário responsável deve cadastrar os dados desse novo cliente.

O novo cliente registrado terá as seguintes informações:

Nome: Pedro Henrique Santos Silva

ENDEREÇO

Rua: Nove de Julho

Número: 1980

Apartamento:

Cidade: São Carlos

Estado: SP

TELEFONE

Tipo: Residenc...

DDD: 16

Número: 2705958

E-mail: pedrosantos@neprov.com.br

DOCUMENTO DE IDENTIFICAÇÃO

Tipo: CPF

Número: 27585285855

Data de nascimento: 10/10/1943

CARTÃO DE CRÉDITO

Número: 32598563-111

Operadora: MasterCard

Nome do pai: Mário Santos Silva

Nome da mãe: Estela Santos Silva

Identificação: pedhenr

Senha: phss\$04

- **Quarta Tarefa: Alugar Carro**

Ao chegar um cliente para alugar um carro, o funcionário responsável deve esse aluguel.

O novo aluguel terá as seguintes informações:

Dados do cliente:

- **CPF:** 27585285855

Dados do aluguel:

- **Data de retirada:** 01/04/2004

- **Data de devolução:** 05/04/2004

- **Categoria:** Carros esportivos

- **Carro alugado:** FERRARI – F5

- **Horário previsto de retirada:** 12:00

- **Horário previsto de devolução:** 15:00

- **Quilometragem de saída:** 15000

- **Serviços adicionais:** Carrinho, porta-lata, toca CD.

- **Quinta Tarefa: Devolver carro**

Ao chegar um cliente para alugar um carro, o funcionário responsável deve esse aluguel. O novo aluguel terá as seguintes informações:

Dados do carro:

- **Placa:** BCP-3941

Dados da devolução:

- **Data de devolução:** 05/04/2004

- **Hora da devolução:** 14:50

- **Quilometragem:** 15500

- **Gastos com combustível:** R\$ 80.00

- **Desconto:** R\$ 5.00

- **Forma de pagamento:** Cartão de Crê...

- **Número do cartão:** 32598563-111

- **Operadora:** MasterCard

Razão da escolha das tarefas: Essas tarefas foram escolhidas devido serem as tarefas mais comumente empregadas pelos funcionários.

Critérios de término das tarefas:

- Cadastro de Categoria de carros: Essa tarefa estará terminada quando a janela informando o sucesso do cadastro de categoria de carros for alcançada.
- Cadastro de carros: Essa tarefa estará terminada quando a janela informando o sucesso do cadastro do carro for alcançada.
- Cadastro de Categoria de clientes: Essa tarefa estará terminada quando a janela informando o sucesso do cadastro do novo cliente for alcançada.
- Aluguel de carros: Essa tarefa estará terminada quando a janela informando o sucesso do do aluguel for alcançada.
- Devolução de carros: Essa tarefa estará terminada quando a janela sobre o pagamento da devolução for alcançada, preenchida e confirmada com sucesso.

Ambiente computacional do participante

O ambiente computacional do teste realizado consistia em um computador PC com sistema operacional Windows-98 onde encontrava-se instalado o Software “Locadora de Carros Ubirajara”. Para a observação dos usuários instalou-se um microfone a fim de gravar o que os usuários falaram durante a sessão de teste através da técnica *Think Aloud*.

O Software “Locadora de Carros Ubirajara” requer a instalação do JSDK 1.4, do Interbase Server e do Interbase Client. Utilizando o IBConsole deve-se registrar uma nova *Database* “apontando” para a tabela “locadora.gbd” presente no diretório de instalação da “Locadora de Carros Ubirajara”.

Além do Software “Locadora de Carros Ubirajara”, o ambiente de teste deve ser configurado com Software para gravação de audio através de um microfone acoplado à placa de som do computador, como, por exemplo, o “Gravador de som” do Windows-98. Outro Software importante para a análise é o SPY o qual “grava” a interação do usuário com o Software e é útil para observarmos os erros cometidos pelos usuários ou o tempo gasto para a execução de uma dada tarefa. Portanto, segue um resumo do aparato necessário para a realização do teste:

Software/Hardware necessários	Finalidade	Configuração
Software Locadora de Carros Ubirajara	Avaliação de Usabilidade.	Cópia para um diretório no HD do computador. Executar o arquivo LocadoraW.exe
JSDK 1.4	Suporta o Software: Locadora de Carros Ubirajara.	Instalar o pacote através de download do site da SUN.
Software SPY	Gravar a interação dos usuários com o Software avaliado.	Cópia para um diretório no HD do computador. Executar o arquivo LocadoraW.exe
Interbase Server	Suporta o Software: Locadora de Carros Ubirajara.	Registrar uma nova base de dados no aplicativo IBConsole do Interbase Server utilizando o arquivo Locadora.gdb e Alias de mesmo nome "Locadora.gdb" .
Interbase Client	Suporta o Software: Locadora de Carros Ubirajara.	Não é necessário configurá-lo.
Microfone	Gravar o audio durante a sessão de teste com a técnica <i>Think Aloud</i> .	Configurar o volume do microfone através do Painel de Controle do Windows.
Software para gravação de som (Gravador de som do Windows-98)	Gravar o audio durante a sessão de teste com a técnica <i>Think Aloud</i> .	Configurar o Gravador do Windows para 500 segundos de gravação.

Ferramentas do administrador do teste

- Questionário de satisfação do usuário chamado SUMI (ver Apêndice).
- Software Spy o qual grava a interação do usuário com o Software. Para cada tarefa realizada deve-se renomear os arquivos "Spyxspy.dat" e "Spyxspy.log" ao pressionar o botão Liberar do Software, a fim de ser possível reproduzir teste posteriormente. Já para reproduzir a interação deve-se voltar o nome renomeado para o nome original, abrir o Software testado e pressionar o botão Reproduzir do Software Spy.
- A cada nova tarefa, deve-se habilitar a gravação do som através de um microfone instalado e utilizar um Software de gravação de som, como exemplo, o Software de gravação do próprio sistema operacional Windows.

Instruções fornecidas aos participantes

Ver Apêndice.

Instruções das tarefas dos participantes

Ver Apêndice.

Métricas de Usabilidade

Métricas para eficácia:

- Porcentagem de usuários capazes de completar uma tarefa com sucesso;
- Número de erros cometidos durante a execução de uma tarefa;
- Tempo para completar uma tarefa.

Métricas para eficiência:

- Tempo para a primeira tentativa;

Métricas para satisfação:

- Número de respostas positivas do questionário SUMI;

- Número de respostas negativas do questionário SUMI;
- Relação: respostas negativas pelo total de perguntas do questionário SUMI.

Resultados

Apresentação dos resultados

Tarefa: Cadastrar Categoria de Carros

Usuário	Tempo gasto durante a aprendizagem da tarefa.	Tempo gasto para executar a tarefa depois de aprender o Software.	Número de erros cometidos.	
			R1	R2
Participante-1	42''	50''	0	0
Participante-2	70''	33''	0	0
Participante-3	70''	32''	0	0
Participante-4	62''	34''	0	0
Participante-5	54'' (n.c.)	55''	2	0
Média	59.6''	40.8''	0.4	0
Desvio Padrão	11.87''	10.85''	0.89	0
Min	70''	32''	0	0
Max	42''	55''	2	0

Tarefa: Cadastrar Carros

Usuário	Tempo gasto durante a aprendizagem da tarefa.	Tempo gasto para executar a tarefa depois de aprender o Software.	Número de erros cometidos.	
			R1	R2
Participante-1	100''	39''	2	1
Participante-2	50''	37''	0	0
Participante-3	57''	39''	1	0
Participante-4	83''	38''	0	0
Participante-5	135''	41''	0	0
Média	85''	38.8''	0.6	0.2
Desvio Padrão	34.41''	1.48''	0.89	0.45
Min	50''	37''	0	0
Max	135''	41''	2	1

Tarefa: Cadastrar Clientes

Usuário	Tempo gasto durante a aprendizagem da tarefa.	Tempo gasto para executar a tarefa depois de aprender o Software.	Número de erros cometidos.	
			R1	R2
Participante-1	110''	191''	0	0
Participante-2	110''	151''	0	0
Participante-3	127''	145''	1	0
Participante-4	135''	175''	0	0
Participante-5	210''	195''	0	0
Média	138.4''	171.4''	0.2	0
Desvio Padrão	41.48''	22.73''	0.45	0
Min	110''	145''	0	0
Max	210''	195''	1	0

Tarefa: Alugar carros

Usuário	Tempo gasto durante a aprendizagem da tarefa.	Tempo gasto para executar a tarefa depois de aprender o Software.	Número de erros cometidos.	
			R1	R2
Participante-1	190 ^{''}	140 ^{''}	1	0
Participante-2	230 ^{''}	105 ^{''}	2	0
Participante-3	212 ^{''}	137 ^{''}	1	0
Participante-4	205 ^{''}	122 ^{''}	0	0
Participante-5	190 ^{''}	150 ^{''}	1	0
Média	205.4 ^{''}	130.8 ^{''}	1	0
Desvio Padrão	16.76 ^{''}	17.57 ^{''}	0.71	0
Min	190 ^{''}	105 ^{''}	1	0
Max	230 ^{''}	150 ^{''}	2	0

Tarefa: Devolver carros

Usuário	Tempo gasto durante a aprendizagem da tarefa.	Tempo gasto para executar a tarefa depois de aprender o Software.	Número de erros cometidos.	
			R1	R2
Participante-1	97 ^{''}	100 ^{''}	0	0
Participante-2	223 ^{''}	150 ^{''}	2	0
Participante-3	128 ^{''}	125 ^{''}	0	0
Participante-4	130 ^{''}	112 ^{''}	0	0
Participante-5	135 ^{''}	103 ^{''}	2	2
Média	142.6 ^{''}	118 ^{''}	0.8	0.4
Desvio Padrão	47.36 ^{''}	20.36 ^{''}	1.09	0.89
Min	97 ^{''}	100 ^{''}	0	0
Max	223 ^{''}	150 ^{''}	2	0

Usuário	Conseguiu completar a tarefa na primeira tentativa?				
	Cadastrar Categoria de Carros	Cadastrar Carros	Cadastrar Clientes	Alugar Carro	Devolver Carro
Participante-1	S	S	S	S	S
Participante-2	S	S	S	N	N
Participante-3	S	S	S	N	S
Participante-4	S	S	S	S	S
Participante-5	N	S	S	S	N
Porcentagem dos participantes que completaram a tarefa					

Resultados de satisfação do Software:

Participante	Positivos	Indeciso	Negativos	Relação Negativos / Total
Participante-1	24	12	14	52%
Participante-2	19	12	18	60%
Participante-3	16	1	33	68%
Participante-4	22	0	27	54%

Apêndice:

Questionário utilizado: SUMI

**Inventário de medida de Usabilidade de Software
SUMI**

Seu Nome:

Nome do Software:

Data:20/10/2005

Instruções

Este inventário contém cinquenta itens. Por favor, responda todos os itens. Em cada item, há três opções.

Você deve escolher a opção EU CONCORDO quando concordar com o item. Se você não tem certeza da resposta ou se o item não possui relevância para a situação, por favor, escolher INDECISO. Se você não concordar com o item, escolha a opção NÃO CONCORDO.

Escolhendo a opção “EU CONCORDO” ou “NÃO CONCORDO”, você não está indicando uma forte concordância ou não, mas seu sentimento geral na maioria das vezes se você utilizar o Software.

Inventário

1. Este Software responde muito lentamente às entradas. EU CONCORDO
2. Eu recomendaria esse Software aos meus colegas. EU CONCORDO
3. As instruções e *prompts* são úteis. EU CONCORDO
4. O Software “travou” inesperadamente. EU CONCORDO
5. Aprender operar esse Software inicialmente é cheio de problemas. EU CONCORDO
6. Às vezes eu não sei qual é a próxima ação a realizar na execução de uma dada tarefa com esse Software. EU CONCORDO
7. Eu gosto de trabalhar com esse Software. EU CONCORDO
8. Eu acho que a informação de ajuda dada por esse Software não é útil. EU CONCORDO
9. Se esse Software “trava”, não é fácil de reiniciá-lo. EU CONCORDO
10. A aprendizagem dos comandos desse Software é muito lenta. EU CONCORDO
11. Às vezes tenho dúvida se estou utilizando o comando correto. EU CONCORDO
12. Trabalhar com esse Software é prazeroso. EU CONCORDO
13. O modo que a informação do sistema é apresentada é claro e entendível. EU CONCORDO
14. Eu me sinto mais seguro se usar uns poucos comandos ou operações familiares. EU CONCORDO
15. A documentação do Software é bastante informativa. EU CONCORDO
16. Este Software parece que rompe o modo que eu normalmente gosto de realizar o meu trabalho. EU CONCORDO
17. Trabalhar com esse Software é mentalmente estimulante. EU CONCORDO
18. Nunca há informação na tela quando é necessário. EU CONCORDO
19. Eu me sinto no comando desse Software quando estou usando o mesmo. EU CONCORDO
20. Prefiro utilizar as facilidades que eu conheço melhor. EU CONCORDO
21. Acho que esse Software é inconsistente. EU CONCORDO
22. Não gostaria de trabalhar com esse Software todos os dias. EU CONCORDO
23. Posso entender e utilizar as informações fornecidas por esse Software. EU CONCORDO

24. Este Software é difícil quando eu quero fazer algo que não seja o padrão. EU CONCORDO
25. Há muito o que ler antes de você conseguir usar o Software. EU CONCORDO
26. As tarefas podem ser realizadas de uma maneira bem direta usando esse Software. EU CONCORDO
27. Usando esse Software é frustrante. EU CONCORDO
28. O Software me ajuda superar qualquer problema que eu tenho tido ao utilizá-lo. EU CONCORDO
29. A velocidade desse Software é rápida suficiente. EU CONCORDO
30. Eu permaneço tendo que voltar para olhar as diretivas. EU CONCORDO
31. É óbvio que as necessidades dos usuários foram totalmente levadas em consideração. EU CONCORDO
32. Houve momentos durante a minha utilização do Software que eu me senti bastante tenso. EU CONCORDO
33. A organização dos menus ou das listas de informação parece ser bastante lógica. EU CONCORDO
34. O Software permite que o usuário seja econômico em digitação ou cliques de mouse. EU CONCORDO
35. Aprender usar novas funções é difícil. EU CONCORDO
36. Há muitos passos que devem ser executados para realizar um certo trabalho. EU CONCORDO
37. Acho que esse Software já me deu dor de cabeça em certa ocasião. EU CONCORDO
38. Mensagens de prevenção de erro não são adequadas. EU CONCORDO
39. É fácil fazer o Software realizar exatamente o que você deseja. EU CONCORDO
40. Nunca aprenderei todas as funcionalidades que esse Software oferece. EU CONCORDO
41. O Software nem sempre fez o que eu esperava. EU CONCORDO
42. O Software possui uma apresentação muito atraente. EU CONCORDO
43. Tanto a quantidade ou a qualidade das informações de ajuda varia dentro do sistema. EU CONCORDO
44. É relativamente fácil mover de uma parte da tarefa para a outra. EU CONCORDO
45. É fácil de esquecer de fazer algumas coisas com esse Software. EU CONCORDO
46. Este Software ocasionalmente se comporta de um modo que eu não entendo. EU CONCORDO
47. Esse Software é realmente muito difícil. EU CONCORDO
48. É fácil de descobrir as opções disponíveis para cada estágio de execução de uma tarefa. EU CONCORDO
49. Manipulando arquivos de dados dentro ou fora do Software não é fácil. EU CONCORDO
50. Eu preciso procurar por assistência a maioria das vezes que estou usando o Software. EU CONCORDO

Instruções gerais para os participantes e instruções das tarefas que os participantes deveriam realizar:

Instruções:

Primeiramente, gostaria de agradecer a sua participação no teste de Usabilidade do Software Locadora de Carros Ubirajara. O objetivo desse teste é avaliar a interface e não o usuário, ou seja, em nenhum momento estarei testando você, somente estarei testando a interface do Software em questão, portanto, pode ficar super tranquilo. Qualquer problema, caso não esteja se sentindo bem me diga que vamos tomar uma água ou fazer algo para você relaxar. Caso queira parar o teste a qualquer momento, fique a vontade.

O teste de Usabilidade desse Software faz parte do experimento do meu trabalho de mestrado e os seus resultados auxiliarão no Planejamento da Reengenharia do Software em questão.

Durante a sessão de teste peça a gentileza de ir contando em voz alta todos os passos que você estiver realizando, por exemplo, conte sua interação nos mínimos detalhes, explicitando os botões que você está pressionando, os campos que você está preenchendo, o que você está preenchendo, conte também durante a interação o que você acha que está ruim na interface e o que poderia ser modificado. Pode dizer tudo o que está pensando, se não está gostando, achando muito ruim, pode dizer, pois isso será muito útil.

Ainda durante os testes irei rodar uma aplicação que registra todos passos que você executou no Software (após o teste eu mostro para você a sua interação – é bastante interessante). Além disso, a sua voz estará sendo gravada, se você permitir, é claro, para posterior análise.

O teste será realizado utilizando o Software Locadora de Veículos Ubirajara que é um Software utilizado para gerenciar as tarefas de uma locadora de veículos e as tarefas a serem executadas serão:

- Cadastrar Categoria de Carros: Ao chegar um carro com uma nova categoria na Locadora de Veículos, o funcionário responsável deve cadastrar essa nova categoria.
- Cadastrar Carros: Ao chegar um carro novo com uma nova categoria na Locadora de Veículos, o funcionário responsável deve cadastrar os dados desse novo carro.
- Cadastrar Clientes: Ao chegar um cliente novo para alugar um veículo na Locadora de Veículos, o funcionário responsável deve cadastrar os dados desse novo cliente.
- Registrar aluguel de carros: Ao chegar um cliente para alugar um carro, o funcionário responsável deve registrar esse aluguel.
- Registrar devolução de carro alugado: Ao chegar um cliente para devolver um carro, o funcionário responsável deve registrar a devolução.

O teste consistirá de duas rodadas sendo que na primeira você irá executar as cinco tarefas na ordem do folheto entregue para você utilizando dados definidos por vocês mesmos, ou seja, os dados do carro, do cliente, etc, serão inventados e inseridos por você mesmo. Já na segunda rodada, você utilizará a segunda folha entregue e realizarão as cinco tarefas utilizando os dados da folha que você está em mãos.

Qualquer dúvida ou comentário, fique a vontade de fazer.

Material entregue aos usuários:

PRIMEIRA RODADA DE TESTES:

- **Primeira Tarefa: Cadastrar Categoria de Carros:**

Ao chegar um carro com uma nova categoria na Locadora de Veículos, o funcionário responsável deve cadastrar essa nova categoria.

A nova categoria registrada terá as seguintes informações:

Código: Decidido pelo usuário.

Descrição: Definido pelo usuário.

Preço da diária: Decidido pelo usuário.

Preço Semanal: Decidido pelo usuário.

Preço Mensal: Decidido pelo usuário.

- **Segunda Tarefa: Cadastrar Carro**

Ao chegar um carro novo com uma nova categoria na Locadora de Veículos, o funcionário responsável deve cadastrar os dados desse novo carro.

O novo carro registrado terá as seguintes informações:

Placa: Definido pelo usuário.

Fabricante: Definido pelo usuário.

Marca: Definido pelo usuário.

Ano: Definido pelo usuário.

Modelo: Definido pelo usuário.

Categoria: Definido pelo usuário.

- **Terceira Tarefa: Cadastrar Cliente**

Ao chegar um cliente novo para alugar um veículo na Locadora de Veículos, o funcionário responsável deve cadastrar os dados desse novo cliente.

O novo cliente registrado terá as seguintes informações:

Nome: Definido pelo usuário.

ENDEREÇO

Rua: Definido pelo usuário.

Número: Definido pelo usuário.

Apartamento: Definido pelo usuário.

Cidade: Definido pelo usuário.

Estado: Definido pelo usuário.

TELEFONE

Tipo: Definido pelo usuário.

DDD: Definido pelo usuário.

Número: Definido pelo usuário.

E-mail: Definido pelo usuário.

DOCUMENTO DE IDENTIFICAÇÃO

Tipo: Definido pelo usuário.

Número: Definido pelo usuário.

Data de nascimento: Definido pelo usuário.

CARTÃO DE CRÉDITO

Número: Definido pelo usuário.

Operadora: Definido pelo usuário.

Nome do pai: Definido pelo usuário.

Nome da mãe: Definido pelo usuário.

Identificação: Definido pelo usuário.

Senha: Definido pelo usuário.

• **Quarta Tarefa: Alugar Carro**

Ao chegar um cliente para alugar um carro, o funcionário responsável deve esse aluguel. O novo aluguel terá as seguintes informações:

Dados do cliente:

- *CPF:* O CPF cadastrado pelo usuário

Dados do aluguel:

- *Data de retirada:* Decidido pelo usuário

- *Data de devolução:* Decidido pelo usuário

- *Categoria:* Decidido pelo usuário

- *Carro alugado:* Decidido pelo usuário

- *Horário previsto de retirada:* Decidido pelo usuário

- *Horário previsto de devolução:* Decidido pelo usuário

- *Quilometragem de saída:* Decidido pelo usuário

- *Serviços adicionais:* Decidido pelo usuário

• **Quinta Tarefa: Devolver carro**

Ao chegar um cliente para alugar um carro, o funcionário responsável deve esse aluguel. O novo aluguel terá as seguintes informações:

Dados do carro:

- *Placa:* Placa do carro cadastrado pelo usuário.

Dados da devolução:

- *Data de devolução:* Decidido pelo usuário

- *Hora da devolução:* Decidido pelo usuário

- *Quilometragem:* Decidido pelo usuário

- *Gastos com combustível:* Decidido pelo usuário

- *Desconto:* Decidido pelo usuário

- *Forma de pagamento:* Decidido pelo usuário

- *Número do cartão:* Número do cartão de crédito cadastrado pelo usuário, caso a forma de pagamento seja em Cartão de crédito.

- *Operadora:* Operadora do cartão de crédito cadastrado pelo usuário, caso a forma de pagamento seja em Cartão de crédito.

SEGUNDA RODADA DE TESTES

• **Primeira Tarefa: Cadastrar Categoria de Carros:**

Ao chegar um carro com uma nova categoria na Locadora de Veículos, o funcionário responsável deve cadastrar essa nova categoria.

A nova categoria registrada terá as seguintes informações:

Código: 3

Descrição: Carros esportivos

Preço da diária: 10.00

Preço Semanal: 70.00

Preço Mensal: 280.00

- **Segunda Tarefa: Cadastrar Carro**

Ao chegar um carro novo com uma nova categoria na Locadora de Veículos, o funcionário responsável deve cadastrar os dados desse novo carro.

O novo carro registrado terá as seguintes informações:

Placa: BCP-3941

Fabricante: FERRARI

Marca: F5

Ano: 2003

Modelo: 2004

Categoria: Carros esportivos

- **Terceira Tarefa: Cadastrar Cliente**

Ao chegar um cliente novo para alugar um veículo na Locadora de Veículos, o funcionário responsável deve cadastrar os dados desse novo cliente.

O novo cliente registrado terá as seguintes informações:

Nome: Pedro Henrique Santos Silva

ENDEREÇO

Rua: Nove de Julho

Número: 1980

Apartamento:

Cidade: São Carlos

Estado: SP

TELEFONE

Tipo: Residenc...

DDD: 16

Número: 2705958

E-mail: pedrosantos@neprov.com.br

DOCUMENTO DE IDENTIFICAÇÃO

Tipo: CPF

Número: 27585285855

Data de nascimento: 10/10/1943

CARTÃO DE CRÉDITO

Número: 32598563-111

Operadora: MasterCard

Nome do pai: Mário Santos Silva

Nome da mãe: Estela Santos Silva

Identificação: pedhenr

Senha: phss\$04

- **Quarta Tarefa: Alugar Carro**

Ao chegar um cliente para alugar um carro, o funcionário responsável deve esse aluguel. O novo aluguel terá as seguintes informações:

Dados do cliente:

- **CPF:** 27585285855

Dados do aluguel:

- **Data de retirada:** 01/04/2004

- **Data de devolução:** 05/04/2004

- **Categoria:** Carros esportivos

- **Carro alugado:** FERRARI – F5

- **Horário previsto de retirada:** 12:00

- **Horário previsto de devolução:** 15:00

- **Quilometragem de saída:** 15000

- **Serviços adicionais:** Carrinho, porta-lata, toca CD.

- **Quinta Tarefa: Devolver carro**

Ao chegar um cliente para devolver um carro, o funcionário responsável deve registrar a devolução. O novo aluguel terá as seguintes informações:

Dados do carro:

- **Placa:** BCP-3941

Dados da devolução:

- **Data de devolução:** 05/04/2004

- **Hora da devolução:** 14:50

- **Quilometragem:** 15500

- **Gastos com combustível:** R\$ 80.00

- **Desconto:** R\$ 5.00

- **Forma de pagamento:** Cartão de Crê...

- **Número do cartão:** 32598563-111

- **Operadora:** MasterCard

Atividade-2: Estimativa do custo de manutenção

Passo-1: Obtenção do esforço de manutenção.

O esforço de manutenção é obtido através da base de dados históricos da organização que realizará a manutenção. No caso do Software Locadora de Carros Ubirajara, estima-se que seja necessária 112 pessoas-hora para realizar as tarefas de manutenção do mesmo.

Atividade-3: Avaliação do valor de negócio das tarefas disponíveis no Software

Passo-1: Definir os objetivos de negócio utilizando o CIF-R.

Para a definição dos objetivos utiliza-se a seção *Role of Usability requirements in Development* do CIF-R, o qual é um documento utilizado para definir os requisitos de Usabilidade de um Software e os relaciona com os objetivos de negócio do Software.

Nesta seção, definem-se os usuários do Software e suas necessidades, objetivos e expectativas. Para o Software Locadora de Carros Ubirajara os seguintes usuários, necessidades, objetivos e expectativas são definidos:

Usuários	Necessidades, objetivos e expectativas.
Funcionários da locadora	- Rapidez, facilidade, versatilidade, recuperação de informações rapidamente.
Administradores da locadora	- Recuperação de informações sobre clientes, carros, aluguel e devolução. - Tomar conhecimento de como o Software está sendo utilizado e sua produtividade. - Tomar conhecimento das informações dos clientes para futuras campanhas de marketing.
Clientes	- Desejam saber quais carros existem disponíveis na locadora e suas características: preço, disponibilidade, ano, quilometragem.
Desenvolvedores	- Desejam facilidade na manutenção e desenvolvimento de novas funcionalidades.

A partir das informações a respeito dos usuários do Software, pode-se chegar aos seguintes Objetivos de Negócio:

Objetivo de negócio	Explicação
Contribuição para o aumento da locação dos carros	De acordo com os objetivos dos administradores, a necessidade da recuperação de informações sobre a locadora objetiva verificar o impacto que o Software tem no aumento da locação dos carros.
Importância estratégica das informações (marketing)	De acordo com os objetivos dos administradores, as informações sobre os clientes, seus gostos, desejos e anseios são importantes para definir um plano de marketing e de novas aquisições de carros.
Impacto na satisfação dos clientes.	Ao alugar um carro, o atendimento eficiente é primordial para que os usuários sintam-se satisfeitos e retornem à locadora para efetuar novos aluguéis.
Impacto na produtividade da locadora.	A produtividade, ou a taxa de carros alugados/unidade de tempo pode ser influenciada pelo correto registro de clientes, carros e aluguéis. Uma vez que a gerencia do estado atual da frota de carros é essencial para que a locadora apresente uma elevação na locação e conseqüente aumento da taxa de carros alugados/unidade de tempo.

Passo-2: Para cada tarefa do Software, os objetivos de negócios definidos devem ser quantificados. Observar que um total de 100 por cento de um determinado objetivo de negócio é dividido entre os módulos existentes no Software.

Tarefa	Contribuição para o aumento da locação dos carros	Importância estratégica das informações (marketing)	Impacto na satisfação dos clientes.	Impacto na produtividade e da locadora	Pontuação
Cadastro de categoria de carros	20	5	10	20	55
Cadastro de carros	55	10	50	20	115
Cadastro de clientes	55	65	20	20	140
Aluguel de carros	10	15	10	20	55
Devolução de carros	0	5	10	20	35
Total	100	100	100	100	400

Fase-2: Análise de Portfolio

Atividade-1: Elaboração do gráfico "Qualidade técnica x Valor de negócio"

Passo-1: Analisar as métricas de Usabilidade obtidas na Fase-1 (Justificativa do projeto de Reengenharia) e determinar os limites inferiores e superior de cada métrica de Usabilidade.

As seguintes métricas foram observadas durante o Teste de Usabilidade:

- Tempo gasto durante a aprendizagem da tarefa.
 - Limite inferior: considerar o tempo estimado pelo modelo GOMS
 - Limite superior: considerar três vezes o valor estimado para o tempo de execução pelo modelo GOMS.
- Tempo gasto para executar a tarefa depois de aprender o Software:
 - Limite inferior: considerar o tempo estimado pelo modelo GOMS.
 - Limite superior: considerar o tempo obtido pelo teste de Usabilidade para aprendizagem da tarefa.

- Número de erros cometidos durante a aprendizagem:
 - Limite inferior: 0
 - Limite superior: 1.5.
- Número de erros cometidos após a aprendizagem:
 - Limite inferior: 0
 - Limite superior: 0.5.
- Porcentagem dos participantes que não completaram a tarefa.
 - Limite inferior: 0%
 - Limite superior: 40%

Tarefa	Tempo gasto durante a aprendizagem da tarefa		Tempo gasto executar a tarefa depois da sua aprendizagem		Número de erros cometidos	
	Limite inferior	Limite superior	Limite inferior	Limite superior	Limite inferior	Limite superior
Cadastrar Categoria de Carros	31.1"	93.3"	31.1"	59.6"	0	0.5
Cadastrar Carros	31.84"	95.52"	31.84"	85"	0	0.5
Cadastrar Clientes	105.64"	316.92"	105.64"	138.4"	0	0.5
Alugar Carros	78.36"	235.08"	78.36"	205.4"	0	0.5
Devolver Carros	67.96"	203.88"	67.96"	142.6"	0	0.5

Tarefa: Cadastrar Categoria de Carros

Usuário	Tempo gasto durante a aprendizagem da tarefa.	Tempo gasto para executar a tarefa depois de aprender o Software.	Número de erros cometidos.	
			R1	R2
Participante-1	42"	50"	0	0
Participante-2	70"	33"	0	0
Participante-3	70"	32"	0	0
Participante-4	62"	34"	0	0
Participante-5	54" (n.c.)	55"	2	0
Média	59.6"	40.8"	0.4	0
Desvio Padrão	11.87"	10.85"	0.89	0
Min	70"	32"	0	0
Max	42"	55"	2	0

Tarefa: Cadastrar Carros

Usuário	Tempo gasto durante a aprendizagem da tarefa.	Tempo gasto para executar a tarefa depois de aprender o Software.	Número de erros cometidos.	
			R1	R2
Participante-1	100"	39"	2	1
Participante-2	50"	37"	0	0
Participante-3	57"	39"	1	0
Participante-4	83"	38"	0	0
Participante-5	135"	41"	0	0
Média	85"	38.8"	0.6	0.2
Desvio Padrão	34.41"	1.48"	0.89	0.45
Min	50"	37"	0	0
Max	135"	41"	2	1

Tarefa: Cadastrar Clientes

Usuário	Tempo gasto durante a aprendizagem da tarefa.	Tempo gasto para executar a tarefa depois de aprender o Software.	Número de erros cometidos.	
			R1	R2
Participante-1	110"	191"	0	0
Participante-2	110"	151"	0	0
Participante-3	127"	145"	1	0
Participante-4	135"	175"	0	0
Participante-5	210"	195"	0	0
Média	138.4"	171.4"	0.2	0
Desvio Padrão	41.48"	22.73"	0.45	0
Min	110"	145"	0	0
Max	210"	195"	1	0

Tarefa: Alugar carros

Usuário	Tempo gasto durante a aprendizagem da tarefa.	Tempo gasto para executar a tarefa depois de aprender o Software.	Número de erros cometidos.	
			R1	R2
Participante-1	190"	140"	1	0
Participante-2	230"	105"	2	0
Participante-3	212"	137"	1	0
Participante-4	205"	122"	0	0
Participante-5	190"	150"	1	0
Média	205.4"	130.8"	1	0
Desvio Padrão	16.76"	17.57"	0.71	0
Min	190"	105"	1	0
Max	230"	150"	2	0

Tarefa: Devolver carros

Usuário	Tempo gasto durante a aprendizagem da tarefa.	Tempo gasto para executar a tarefa depois de aprender o Software.	Número de erros cometidos.	
			R1	R2
Participante-1	97"	100"	0	0
Participante-2	223"	150"	2	0
Participante-3	128"	125"	0	0
Participante-4	130"	112"	0	0
Participante-5	135"	103"	2	2
Média	142.6"	118"	0.8	0.4
Desvio Padrão	47.36"	20.36"	1.09	0.89
Min	97"	100"	0	0
Max	223"	150"	2	0

Usuário	Conseguiu completar a tarefa na primeira tentativa?				
	Cadastrar Categoria de Carros	Cadastrar Carros	Cadastrar Clientes	Alugar Carro	Devolver Carro
Participante-1	S	S	S	S	S
Participante-2	S	S	S	N	N
Participante-3	S	S	S	N	S
Participante-4	S	S	S	S	S
Participante-5	N	S	S	S	N
Porcentagem dos participantes que completaram a tarefa	80%	100%	100%	60%	60%

6.5.1.1 Resultados de satisfação do Software:

Participante	Positivos	Indeciso	Negativos	Relação Positivos / Total
Participante-1	24	12	14	48%
Participante-2	20	12	18	40%
Participante-3	16	1	33	32%
Participante-4	22	0	28	44%
Participante-5	11	13	26	22%
Total da Relação Positivos/Total	37.2%			

Passo-2: Para cada métrica de Usabilidade, calcular o coeficiente da qualidade técnica de acordo com a Equação-1.

Tarefa: Cadastrar Categoria de Carros

Métrica	Média	Limite Inferior	Limite Superior	Coefficiente de qualidade técnica
Tempo gasto durante a aprendizagem da tarefa	59.6"	31.1"	93.3"	0.54
Tempo gasto para executar a tarefa depois de aprender o Software	40.8"	31.1"	59.6"	0.66
Média do número de erros cometidos durante a aprendizagem da tarefa	0.89	0	1.5	0.41
Média do número de erros após a aprendizagem da tarefa	0	0	0.5	1
Porcentagem de usuários que não completaram a tarefa	20%	0%	40%	0.5

Tarefa: Cadastrar Carros

Métrica	Média	Limite Inferior	Limite Superior	Coefficiente de qualidade técnica
Tempo gasto durante a aprendizagem da tarefa	85"	31.84"	95.52"	0.17
Tempo gasto para executar a tarefa depois de aprender o Software	38.8"	31.84"	85"	0.87
Média do número de erros cometidos durante a aprendizagem da tarefa	0.6	0	1.5	0.6
Média do número de erros após a aprendizagem da tarefa	0.2	0	0.5	0.6
Porcentagem de usuários que completaram a tarefa	0%	0%	40%	1

Tarefa: Cadastrar Clientes

Métrica	Média	Limite Inferior	Limite Superior	Coefficiente de qualidade técnica
Tempo gasto durante a aprendizagem da tarefa	138.4"	105.64"	316.92"	0.84
Tempo gasto para executar a tarefa depois de aprender o Software	171.4"	105.64"	138.4"	-0.45
Média do número de erros cometidos durante a aprendizagem da tarefa	0.2	0	1.5	0.87
Média do número de erros após a aprendizagem da tarefa	0	0	0.5	1
Porcentagem de usuários que completaram a tarefa	0%	0%	40%	1

Tarefa: Alugar Carros

Métrica	Média	Limite Inferior	Limite Superior	Coefficiente de qualidade técnica
Tempo gasto durante a aprendizagem da tarefa	205.4"	78.36"	235.08"	0.19
Tempo gasto para executar a tarefa depois de aprender o Software	130.8"	78.36"	205.4"	0.59
Média do número de erros cometidos durante a aprendizagem da tarefa	1	0	1.5	0.33
Média do número de erros após a aprendizagem da tarefa	0	0	0.5	1
Porcentagem de usuários que completaram a tarefa	40%	0%	40%	1

Tarefa: Devolver Carros

Métrica	Média	Limite Inferior	Limite Superior	Coefficiente de qualidade técnica
Tempo gasto durante a aprendizagem da tarefa	142.6"	67.96"	203.88"	0.45
Tempo gasto para executar a tarefa depois de aprender o Software	118"	67.96"	142.6"	0.33
Média do número de erros cometidos durante a aprendizagem da tarefa	0.8	0	1.5	0.47
Média do número de erros após a aprendizagem da tarefa	0.4	0	0.5	0.2
Porcentagem de usuários que completaram a tarefa	40%	0%	40%	0

Passo-3: Para cada valor de negócio calcular o seu coeficiente através da Equação 2.

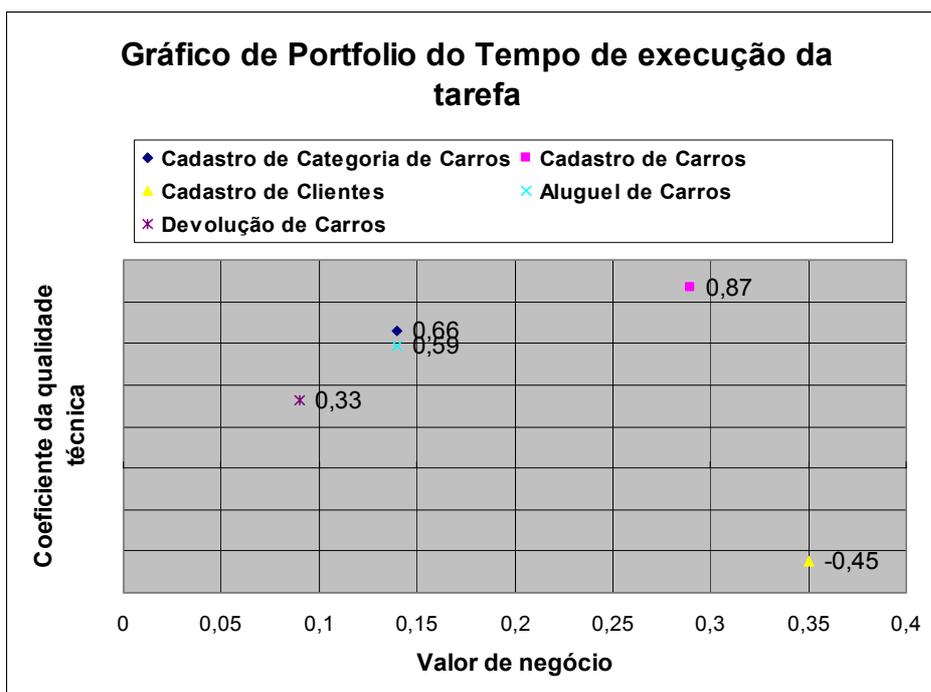
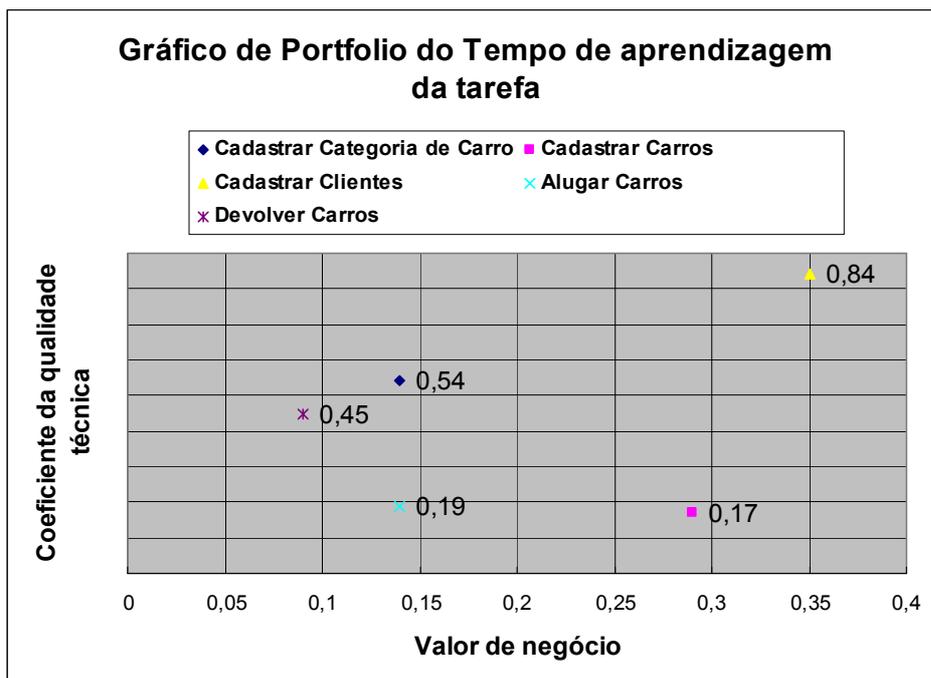
Tarefa	Valor de negócio de cada tarefa	Total	Coefficiente do valor de negócio
Cadastro de categoria de carros	55	400	0.14
Cadastro de carros	115	400	0.29
Cadastro de clientes	140	400	0.35
Aluguel de carros	55	400	0.14
Devolução de carros	35	400	0.09

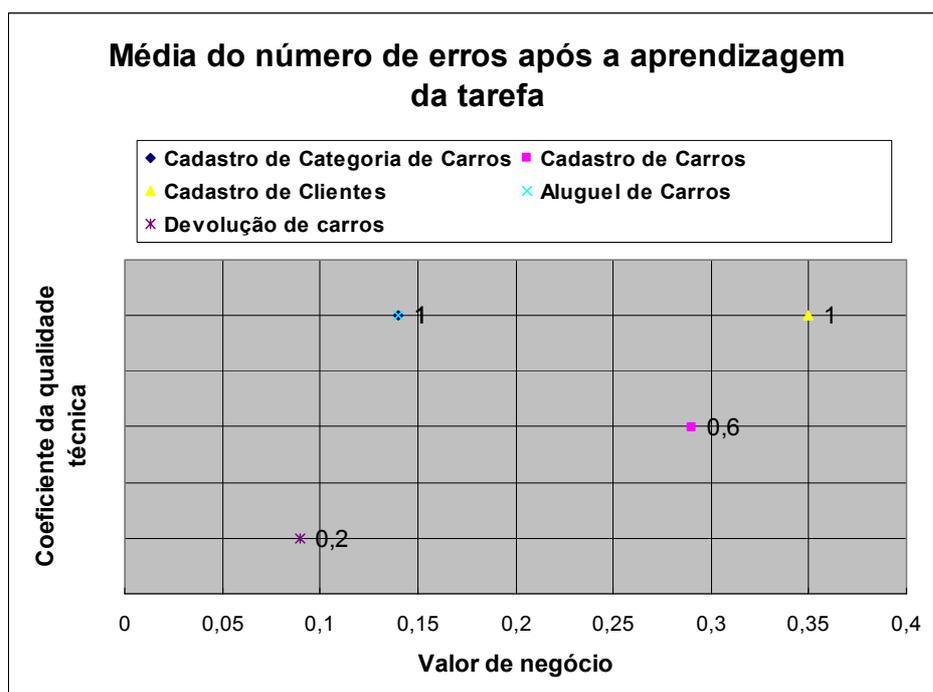
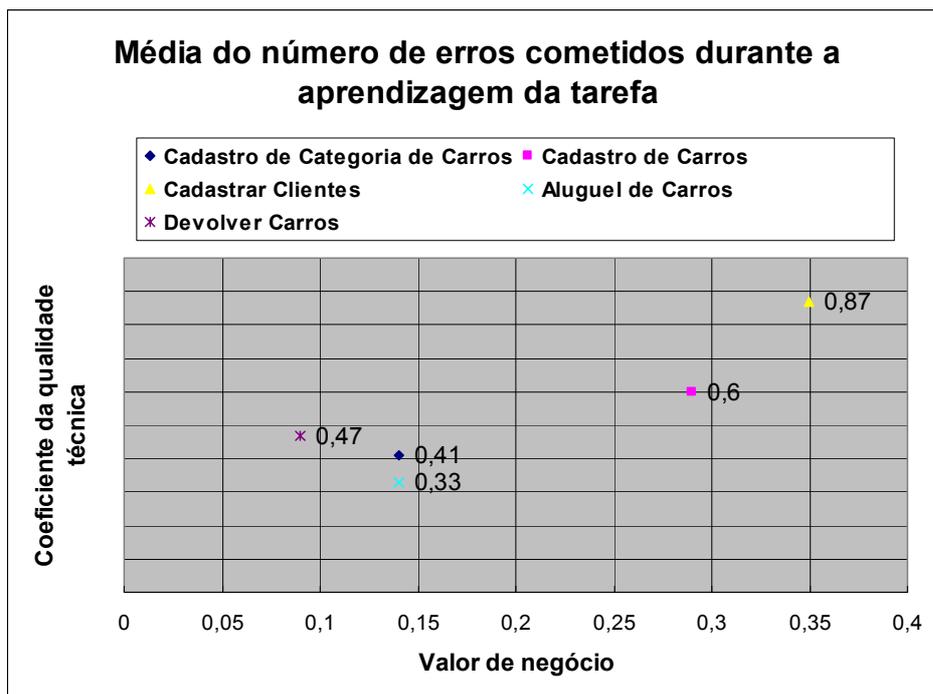
Tabela de Coeficiente de qualidade técnica x valor de negócio das tarefas avaliadas:

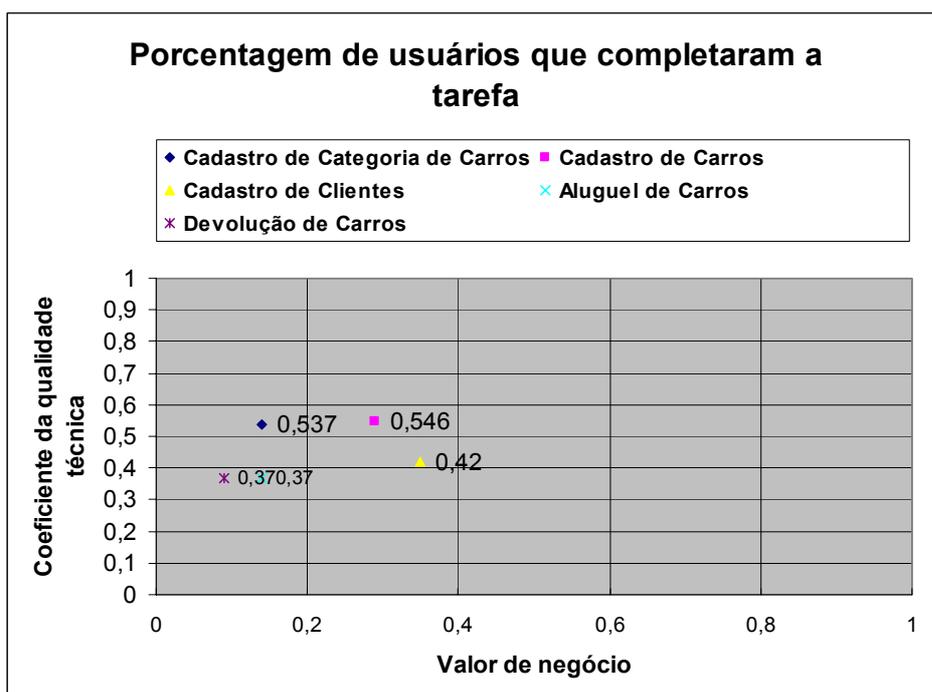
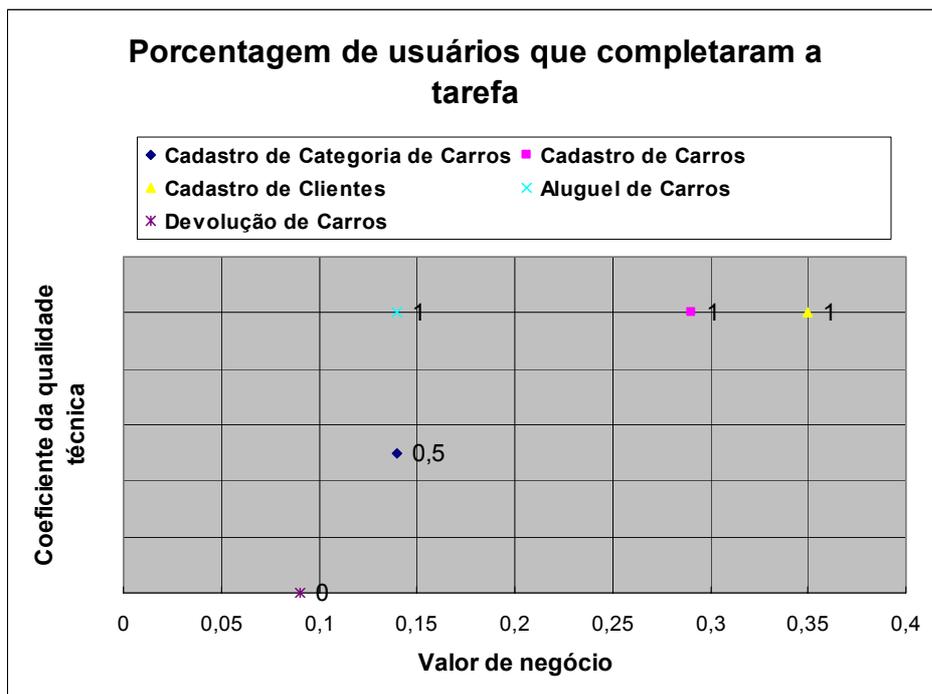
Tarefa	Qualidade técnica		Coefficiente do valor de negócio
Cadastro de categoria de carros	Tempo gasto durante a aprendizagem da tarefa	0.54	0.14
	Tempo gasto para executar a tarefa depois de aprender o Software	0.66	
	Média do número de erros cometidos durante a aprendizagem da tarefa	0.41	
	Média do número de erros após a aprendizagem da tarefa	1	
	Porcentagem de usuários que completaram a tarefa	0.5	
Cadastro de carros	Tempo gasto durante a aprendizagem da tarefa	0.17	0.29
	Tempo gasto para executar a tarefa depois de aprender o Software	0.87	
	Média do número de erros cometidos durante a aprendizagem da tarefa	0.6	

Tarefa	Qualidade técnica		Coefficiente do valor de negócio
	Média do número de erros após a aprendizagem da tarefa	0.6	
	Porcentagem de usuários que completaram a tarefa	1	
Cadastro de clientes	Tempo gasto durante a aprendizagem da tarefa	0.84	0.35
	Tempo gasto para executar a tarefa depois de aprender o Software	-0.45	
	Média do número de erros cometidos durante a aprendizagem da tarefa	0.87	
	Média do número de erros após a aprendizagem da tarefa	1	
	Porcentagem de usuários que completaram a tarefa	1	
Aluguel de carros	Tempo gasto durante a aprendizagem da tarefa	0.19	0.14
	Tempo gasto para executar a tarefa depois de aprender o Software	0.59	
	Média do número de erros cometidos durante a aprendizagem da tarefa	0.33	
	Média do número de erros após a aprendizagem da tarefa	1	
	Porcentagem de usuários que completaram a tarefa	1	
Devolução de carros	Tempo gasto durante a aprendizagem da tarefa	0.45	0.09
	Tempo gasto para executar a tarefa depois de aprender o Software	0.33	
	Média do número de erros cometidos durante a aprendizagem da tarefa	0.47	
	Média do número de erros após a aprendizagem da tarefa	0.2	
	Porcentagem de usuários que completaram a tarefa	0	

Passo-4: Para cada métrica de cada tarefa, elaborar o gráfico "Qualidade técnica x Valor de negócio".







Atividade-2: Priorização da Reengenharia dos módulos do Software Legado.

Passo 1 - Para cada tarefa, preencher a tabela-3 (coeficiente da qualidade técnica (cqt) x valor de negócio (vn) - "cqt x vn").

Tarefa	Coeficiente de Qualidade Técnica Médio	Coeficiente do valor de negócio
Cadastro de categoria de carros	0.537	0.14
Cadastro de carros	0.546	0.29
Cadastro de clientes	0.42	0.35
Aluguel de carros	0.37	0.14
Devolução de carros	0.37	0.09

Passo-2: Ordenar a tabela "cqt x vn" pelo menor valor da qualidade técnica do Software.

Tarefa	Coeficiente de Qualidade Técnica Médio	Coeficiente do valor de negócio
Aluguel de carros	0.37	0.14
Devolução de carros	0.37	0.09
Cadastro de clientes	0.42	0.35
Cadastro de categoria de carros	0.537	0.14
Cadastro de carros	0.546	0.29

Passo-3: Para cada cqt, ordenar as linhas da tabela (cqt x vn) pelo maior valor de negócio presente na mesma.

Tarefa	Coeficiente de Qualidade Técnica Médio	Coeficiente do valor de negócio
Aluguel de carros	0.37	0.14
Devolução de carros	0.37	0.09
Cadastro de clientes	0.42	0.35
Cadastro de categoria de carros	0.537	0.14
Cadastro de carros	0.546	0.29

Fase-3: Estimativa de Custo

Atividade-1: Estimativa do Custo

Passo-1: Listar os itens que deverão sofrer Reengenharia e terão que ser contabilizados no custo total da Reengenharia (funcionalidades, banco de dados, arquivos, testes para a Reengenharia, telas que deverão ser modificadas, entre outros possíveis itens do Software que sofrerão Reengenharia).

Janelas:

1. Janela Cadastrar Categoria de Carros:
 - a. Problemas de Usabilidade
2. Janela Cadastrar Carros:
 - a. Problemas de Usabilidade
3. Janela Cadastrar Cliente:
 - a. Problemas de Usabilidade
4. Janela Alugar Carros:
 - a. Problemas de Usabilidade
5. Janela Devolver Carros:
 - a. Problemas de Usabilidade
6. Banco de dados:
 - a. Problemas de Funcionalidade: Exclusão de Carro ou Cliente caso já tenham sido alugados e atualmente não se encontram em nenhum aluguel.
7. Teste da Reengenharia

Passo-2: Para cada heurística violada, determinar o esforço relativo para a Reengenharia dependendo da severidade do problema.

Tarefa: Cadastrar categoria de carros

Heurística violada	Quantidade de problemas	Severidade	Resultados parciais	Resultados totais
H1		1	8	
		2	16	
		3	32	
		4	40	
H2		1	6	
		2	12	
	1	3	24	24
		4	30	
H3		1	14	
		2	28	
		3	56	
		4	70	
H4		1	8	
		2	16	
		3	32	
		4	40	
H5		1	6	
		2	12	
	2	3	24	48
		4	30	
H6		1	6	

Heurística violada	Quantidade de problemas	Severidade	Resultados parciais	Resultados totais
		2	12	
	1	3	24	24
		4	30	
H7		1	10	
		2	20	
	1	3	40	40
		4	50	
H8		1	16	
	2	2	32	64
	1	3	64	64
		4	80	
H9	1	1	4	4
		2	8	
		3	16	
		4	20	
H10		1	20	
		2	40	
	1	3	80	80
		4	100	
Total				348

Tarefa: Cadastrar carros

Heurística violada	Quantidade de problemas	Severidade	Resultados parciais	Resultados totais
H1		1	8	
		2	16	
		3	32	
		4	40	
H2		1	6	
		2	12	
		3	24	
		4	30	
H3		1	14	
		2	28	
		3	56	
		4	70	
H4		1	8	
		2	16	
		3	32	
		4	40	
H5		1	6	
	1	2	12	12
		3	24	
		4	30	
H6		1	6	

Heurística violada	Quantidade de problemas	Severidade	Resultados parciais	Resultados totais
		2	12	
	1	3	24	24
	1	4	30	30
H7		1	10	
		2	20	
	1	3	40	40
		4	50	
H8		1	16	
	1	2	32	32
	1	3	64	64
		4	80	
H9		1	4	
	1	2	8	8
		3	16	
		4	20	
H10		1	20	
		2	40	
		3	80	
		4	100	
Total				210

Tarefa: Cadastrar Cliente

Heurística violada	Quantidade de problemas	Severidade	Resultados parciais	Resultados totais
H1		1	8	
		2	16	
		3	32	
		4	40	
H2		1	6	
	1	2	12	12
	2	3	24	48
		4	30	
H3		1	14	
		2	28	
		3	56	
		4	70	
H4		1	8	
	1	2	16	16
		3	32	
		4	40	
H5		1	6	
		2	12	
		3	24	
		4	30	
H6		1	6	

Heurística violada	Quantidade de problemas	Severidade	Resultados parciais	Resultados totais
		2	12	
		3	24	
		4	30	
H7		1	10	
		2	20	
		3	40	
		4	50	
H8		1	16	
	1	2	32	32
		3	64	
		4	80	
H9		1	4	
		2	8	
	1	3	16	16
		4	20	
H10		1	20	
		2	40	
		3	80	
		4	100	
Total				124

Tarefa: Aluguel de carros

Heurística violada	Quantidade de problemas	Severidade	Resultados parciais	Resultados totais
H1		1	8	
	3	2	16	48
		3	32	
		4	40	
H2		1	6	
		2	12	
		3	24	
		4	30	
H3		1	14	
		2	28	
	1	3	56	56
	1	4	70	70
H4		1	8	
	3	2	16	48
		3	32	
		4	40	
H5		1	6	
		2	12	
	1	3	24	24
	2	4	30	60

Heurística violada	Quantidade de problemas	Severidade	Resultados parciais	Resultados totais
H6		1	6	
		2	12	
		3	24	
	2	4	30	60
H7		1	10	
		2	20	
	1	3	40	40
		4	50	
H8		1	16	
	4	2	32	128
		3	64	
		4	80	
H9		1	4	
		2	8	
		3	16	
		4	20	
H10		1	20	
		2	40	
		3	80	
		4	100	
Total				534

Tarefa: Devolver carros

Heurística violada	Quantidade de problemas	Severidade	Resultados parciais	Resultados totais
H1		1	8	
	1	2	16	16
	2	3	32	64
		4	40	
H2		1	6	
		2	12	
	1	3	24	24
	3	4	30	90
H3		1	14	
		2	28	
		3	56	
	1	4	70	70
H4		1	8	
		2	16	
		3	32	
	1	4	40	40
H5		1	6	
		2	12	
		3	24	
	1	4	30	30

Heurística violada	Quantidade de problemas	Severidade	Resultados parciais	Resultados totais
H6		1	6	
		2	12	
	2	3	24	48
		4	30	
H7		1	10	
		2	20	
	1	3	40	40
		4	50	
H8		1	16	
	6	2	32	192
	1	3	64	64
		4	80	
H9		1	4	
		2	8	
		3	16	
		4	20	
H10		1	20	
		2	40	
		3	80	
		4	100	
Total				678

Tabela Geral:

Heurística violada	Quantidade de problemas	Severidade	Resultados parciais	Resultados totais
H1	0	1	8	
	4	2	16	
	2	3	32	
	0	4	40	
H2	0	1	6	
	1	2	12	
	4	3	24	
	3	4	30	
H3	0	1	14	
	0	2	28	
	1	3	56	
	2	4	70	
H4	0	1	8	
	4	2	16	
	0	3	32	
	1	4	40	
H5	0	1	6	
	1	2	12	
	3	3	24	
	3	4	30	

Heurística violada	Quantidade de problemas	Severidade	Resultados parciais	Resultados totais
H6	0	1	6	
	0	2	12	
	4	3	24	
	3	4	30	
H7	0	1	10	
	0	2	20	
	4	3	40	
	0	4	50	
H8	0	1	16	
	14	2	32	
	3	3	64	
	0	4	80	
H9	1	1	4	
	1	2	8	
	1	3	16	
	0	4	20	
H10	0	1	20	
	0	2	40	
	1	3	80	
	0	4	100	
Total				

Passo-3: Obter o Esforço Médio para a Reengenharia

Foi constatado que a organização contém um Esforço Médio para a Reengenharia de quatro pessoas-hora. Portanto, **Esforço Médio de Reengenharia = 4 pessoas-hora.**

Passo-4: Multiplicar, para cada heurística violada, o esforço relativo pelo número de ocorrência de violações e somar todos os esforços relativos obtidos a partir de todas as heurísticas violadas.

Tarefa: Cadastrar categoria de carros

Heurística violada	Quantidade de problemas	Severidade	Resultados parciais	Resultados totais
H2	1	3	24	24
H5	2	3	24	48
H6	1	3	24	24
H7	1	3	40	40
H8	2	2	32	64
	1	3	64	64
H9	1	1	4	4
H10	1	3	80	80
Total				348

Tarefa: Cadastrar carros

Heurística violada	Quantidade de problemas	Severidade	Resultados parciais	Resultados totais
H5	1	2	12	12
H6	1	3	24	24
	1	4	30	30

H7	1	3	40	40
H8	1	2	32	32
	1	3	64	64
H9	1	2	8	8
Total				210

Tarefa: Cadastrar Cliente

Heurística violada	Quantidade de problemas	Severidade	Resultados parciais	Resultados totais
H2	1	2	12	12
	2	3	24	48
H4	1	2	16	16
H8	1	2	32	32
H9	1	3	16	16
Total				124

Tarefa: Aluguel de carros

Heurística violada	Quantidade de problemas	Severidade	Resultados parciais	Resultados totais
H1	3	2	16	48
H3	1	3	56	56
	1	4	70	70
H4	3	2	16	48
H5	1	3	24	24
	2	4	30	60
H6	2	4	30	60
H7	1	3	40	40
H8	4	2	32	128
Total				534

Tarefa: Devolver carros

Heurística violada	Quantidade de problemas	Severidade	Resultados parciais	Resultados totais
H1	1	2	16	16
	2	3	32	64
H2	1	3	24	24
	3	4	30	90
H3	1	4	70	70
H4	1	4	40	40
H5	1	4	30	30
H6	2	3	24	48
H7	1	3	40	40
H8	6	2	32	192
	1	3	64	64
Total				678

Tabela Geral:

Heurística violada	Quantidade de problemas	Severidade	Resultados parciais	Resultados totais
H1	4	2	16	64
	2	3	32	64
H2	1	2	12	12
	4	3	24	96
	3	4	30	90
H3	1	3	56	56
	2	4	70	140
H4	4	2	16	64
	1	4	40	40
H5	1	2	12	12
	3	3	24	72
	3	4	30	90
H6	4	3	24	96
	3	4	30	90
H7	4	3	40	160
H8	14	2	32	448
	3	3	64	192
H9	1	1	4	4
	1	2	8	8
	1	3	16	16
H10	1	3	80	80
Total				1894

Passo-5: Calcular o esforço total necessário para fazer a Reengenharia da interface.

Tarefa: Cadastrar categoria de carros = $348 * 4 / 100 = 13.92$ pessoas-horas.

Tarefa: Cadastrar carros = $210 * 4 / 100 = 8.4$ pessoas-horas.

Tarefa: Cadastrar Cliente = $124 * 4 / 100 = 4.96$ pessoas-horas.

Tarefa: Aluguel de carros = $534 * 4 / 100 = 21.36$ pessoas-horas.

Tarefa: Devolver carros = $678 * 4 / 100 = 27.12$ pessoas-horas.

Esforço para Reengenharia = $1894 * 4 / 100 = 75.76$ pessoas-horas.

Cadastrar categoria de carros (pessoas-horas)	Cadastrar carros (pessoas-horas)	Cadastrar Cliente (pessoas-horas)	Aluguel de carros (pessoas-horas)	Devolver carros (pessoas-horas)	Esforço de manutenção (pessoas-horas)
13.92	8.4	4.96	21.36	27.12	75.76

Passo-6: Calcular o esforço necessário para fazer a Reengenharia dos itens relativos à funcionalidade.

Item: Reengenharia do banco de dados

Método para cálculo do esforço: Pontos-função

Parâmetro	Quantidade	Simples	Médio	Complexo	Resultado
Número de entradas para o usuário.	0	3	4	<u>6</u>	0
Número de saídas para o usuário.	1	4	5	<u>7</u>	7
Número de solicitações para o usuário.	1	3	4	<u>6</u>	6
Número de arquivos.	5	7	10	<u>15</u>	75
Número de interfaces externas	5	5	7	<u>10</u>	50
Total					138

Fator	Valor
<i>Backup</i> e recuperação	5
Comunicações de dados	5
Processamento distribuído	0
Desempenho é crítico	2
Ambiente operacional existente	0
Entrada de dados on-line	5
Transação de entrada sobre múltiplas telas	5
Arquivos mestre atualizados <i>on-line</i>	5
Complexidade dos valores das informações do domínio	0
Complexidade do processamento interno	0
Código projetado para reutilização	2
Conversão/Instalação no projeto	1
Instalações múltiplas	1
Aplicação projetada para mudanças	1
Fator de ajuste de complexidade	32

$$FP = 138 \times [0.65 + 0.01 \times 32] = 134$$

Como o esforço médio da organização é 4 FP / pessoas-hora:

$$\text{Esforço} = 134 \text{ FP} / (4 \text{ FP/pessoas-hora}) = 33.5 \text{ pessoas-hora}$$

Item: Teste da Reengenharia

Método: Foi tomado como base o histórico do próprio Planejamento da Reengenharia.

Esforço necessário = 8 pessoas-hora

Passo-7: Calcular o esforço total da Reengenharia.

Esforço Total = Esforço Reengenharia Interfaces + Esforço Reengenharia Dados + Esforço Teste da Reengenharia

Esforço Total = 75.76 + 33.5 + 8 = 117.26 pessoas-hora

Atividade-2: Elaborar o cronograma da Reengenharia.

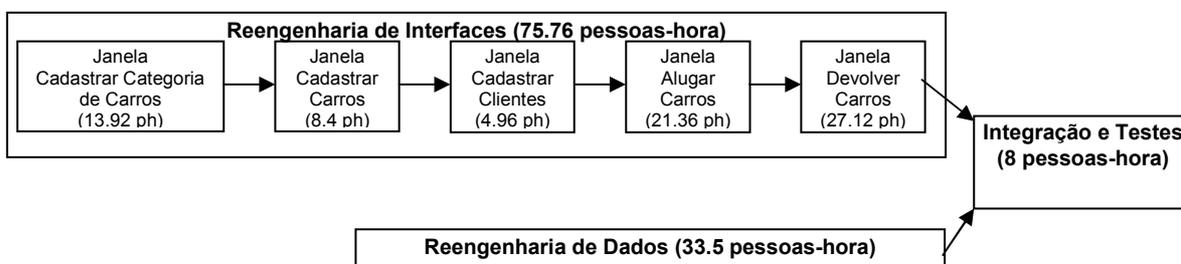
Passo-1: Estimar o tempo mínimo da Reengenharia usando Cocomo.

Usando o método Cocomo e a sua variação proposta por Sneed, temos:

Tempo mínimo do projeto de Reengenharia = $2.5 \times (117.26)^{0.19} = 6.2$ horas.

Passo-2: Dividir as tarefas entre os desenvolvedores e elaborar o cronograma da Reengenharia.

Diagrama de tarefas:



Onde ph: pessoas-hora.

Fase-4: Análise custo-benefício

Atividade-1: Cálculo do custo-benefício do estado atual do Software Legado

Passo-1: Obtenção do custo de manutenção do Software Legado.

Pela informação constante no Passo-1 da Atividade-2 da Fase-1, o esforço de manutenção do Software Legado é 112 pessoas-hora. Considerando ainda que isso corresponde à uma média de dois erros encontrados por funcionalidade do Software por mês.

O custo de manutenção é considerado como o esforço de manutenção multiplicado pelo valor da hora do desenvolvedor que participa da Reengenharia, que no caso equivale a R\$ 15,00.

Portanto, o custo de manutenção do Software Legado é:

CM = 112 pessoas-hora x R\$ 15,00 = R\$ 1680,00 mensais.

Passo-2: Obtenção do valor de negócio do Software Legado.

Estudo da quantidade de locações mensais:

Pelo Modelo GOMS das tarefas do Software têm-se os seguintes tempos de execução para cada tarefa:

Tarefa	Tempo de execução antes da Reengenharia (seg)
Cadastro de Categoria de Carros	31.1
Cadastro de Carros	31.84
Cadastro de Clientes	105.64
Aluguel de Carros	78.36
Devolução de Carros	67.96

Considerando ainda os seguintes dados sobre o trabalho do funcionário que utiliza o Software:

- A jornada de trabalho do funcionário é 160 horas mensais.
- 70% do tempo do funcionário ele realiza Aluguel que, em média, consiste nas tarefas de cadastrar novo cliente e de registrar aluguel. Considerando a jornada de 160 horas, o funcionário realiza Aluguel 112 horas mensais.
- 20% do tempo do funcionário ele registra a Devolução de Carro. Considerando a jornada de 160 horas, o funcionário registra Devolução 32 horas mensais.
- 8% do tempo do funcionário ele cadastra um novo carro. Considerando a jornada de 160 horas, o funcionário cadastra um novo carro 12.8 horas mensais.
- 2% do tempo do funcionário ele cadastra uma nova categoria de carro. Considerando a jornada de 160 horas, o funcionário cadastra uma nova categoria 3.2 horas mensais.

Portanto, o Número de alugueis (NALug) possíveis de serem realizados é calculado através do total de horas que o funcionário registra aluguel dividido pelo tempo gasto na execução das tarefas Cadastrar Cliente (já que, como visto, em média para registrar um aluguel o funcionário cadastra cliente e registra o aluguel) e Registrar Aluguel. Além disso, ainda se deve considerar os tempos para atendimento ao cliente, espera por um novo cliente e outras situações de espera que possam ocorrer, então, considera-se que o tempo de um aluguel seja o triplo do tempo gasto na execução das tarefas Cadastrar Cliente e Registrar Aluguel. Logo, o número de alugueis realizados mensalmente é:

$$\text{NALug} = ((112 \text{ horas mensais} / (105.64 + 78.36)) \times 3600) / 3 = 730 \text{ alugueis}$$

Considerando os seguintes dados estatísticos de locação:

- Média de dias de locação = 4
- Média de locações por dia (por categoria)
 - 70 % Popular: corresponde 511 carros mensais.
 - 25% Sedan: corresponde 182 carros mensais.
 - 5% Importados: corresponde 37 carros mensais.
- Preço médio da diária por categoria:
 - Popular: R\$ 50
 - Sedan: R\$ 100
 - Importado: R\$ 150

A renda obtida por categoria considerando os dados citados a cima corresponde a:

- Popular: R\$ 50 x 511 Carros x 4 dias = R\$ 102200,00
- Sedan: R\$ 100 x 182 Carros x 4 dias = R\$ 72800,00
- Importados: R\$ 150 x 37 Carros x 4 dias = R\$ 22200,00

A renda total ou o valor de negócio (VN) do Software Locadora de Carros Ubirajara corresponde a:

$$\text{VN} = \text{R\$ } 102200,00 + \text{R\$ } 72800,00 + \text{R\$ } 22200,00 = \text{R\$ } 197200,00$$

$$\text{VN} = \text{R\$ } 197200,00$$

Passo-3: Obtenção do custo operacional mensal.

O custo operacional (CO) mensal do Software Locadora de Carros Ubirajara é R\$ 900,00 considerando as despesas de salário do funcionário e infra-estrutura necessária.

Passo-4: Cálculo do benefício do Software Legado.

Benefício do Software Legado mensal = Valor de negócio (VN) – (Custo da manutenção (CM) + Custo operacional (CO)) = 197200,00 – (900 + 1680) = R\$ 194620 mensais

Benefício do Software Legado anual = R\$ 194620 x 12 = R\$ 2335440,00

Atividade-2: Cálculo do custo-benefício do Software produzido pela Reengenharia

Passo-1: Obtenção do esforço de manutenção após a Reengenharia.

Estimando que o número de problemas torne-se, em média, 1.5 problemas por funcionalidade, temos que o tempo de manutenção:

112 pessoas-horas equivalem 2 problemas/funcionalidade
 x pessoas-horas equivalem 1.5 problemas/funcionalidade

Portanto, $x = 84$ pessoas-hora.

Então, o custo de manutenção = 84 pessoas-horas x R\$ 15,00 = R\$ 1260,00

Passo-2: Obtenção do custo operacional após a Reengenharia.

O custo operacional (CO) mensal do Software Locadora de Carros Ubirajara é R\$ 900,00 considerando as despesas de salário do funcionário e infra-estrutura necessária.

Passo-3: Obtenção do valor de negócio após a Reengenharia.

Tarefa-1: Cadastro de categoria de carros:

Descrição	Modelo	TH 0.4	TP 1.1	TK 0.28	TD	TM 1.34	TR R
Levar a mão ao mouse.	H	H					
Preparação mental	M					M	
Arrastar o mouse até a opção <i>Categoria</i> do menu principal.	P		P				
Clicar com o botão esquerdo do mouse sobre a opção <i>Categoria</i> do menu principal.	K			K			
Preparação mental	M					M	
Arrastar o mouse até a opção <i>Cadastrar</i> .	P		P				
Clicar com o botão esquerdo do mouse sobre a opção <i>Cadastrar</i> .	K			K			
Levar a mão até o teclado.	H	H					
Digitar a descrição da categoria.	15K			15K			
Preparação mental	M					M	
Pressionar a tecla TAB	K			K			
Digitar o preço da diária.	5K			5K			
Preparação mental	M					M	
Pressionar a tecla TAB	K			K			
Digitar o preço semanal.	5K			5K			
Preparação mental	M					M	
Pressionar a tecla TAB	K			K			
Digitar o preço mensal.	5K			5K			
Preparação mental	M					M	

Descrição	Modelo	TH 0.4	TP 1.1	TK 0.28	TD	TM 1.34	TR R
Pressionar a tecla TAB	K			K			
Digitar a quantidade de carros.	2K			2K			
Preparação mental	M					M	
Pressionar a tecla <i>Enter</i> , para confirmar.	K			K			
Preparação mental	M					M	
Arrastar o mouse até o botão <i>OK</i> da janela que surgirá.	P		P				
Clicar com o botão esquerdo do mouse sobre o botão <i>OK</i> .	K			K			
Número de operadores		3	4	36		9	
Tempo por operadores		3*0.4	4*1.1	36*0.28 36*0.2		9*1.34	
Tempo total (TK = 0.28 s)		27.74 segundos					
Tempo total (TK = 0.2 s)		24.86 segundos					

Tarefa-2: Cadastro de carros:

Descrição	Modelo	TH 0.4	TP 1.1	TK 0.28	TD	TM 1.34	TR R
Levar a mão ao mouse.	H	H					
Preparação mental	M					M	
Arrastar o mouse até a opção <i>Carro</i> do menu principal.	P		P				
Clicar com o botão esquerdo do mouse sobre a opção <i>Carro</i> do menu principal.	K			K			
Preparação mental	M					M	
Arrastar o mouse até a opção <i>Cadastrar</i> .	P		P				
Clicar com o botão esquerdo do mouse sobre a opção <i>Cadastrar</i> .	K			K			
Levar a mão até o teclado.	H	H					
Digitar a placa do carro.	7K			7K			
Preparação mental	M					M	
Pressionar a tecla TAB	K			K			
Digitar o fabricante do carro.	7K			7K			
Preparação mental	M					M	
Pressionar a tecla TAB	K			K			
Digitar a marca do	5K			5K			

Descrição	Modelo	TH 0.4	TP 1.1	TK 0.28	TD	TM 1.34	TR R
carro.							
Preparação mental	M					M	
Pressionar a tecla TAB	K			K			
Digitar o ano do carro.	4K			4K			
Preparação mental	M					M	
Digitar o modelo do carro.	4K			4K			
Levar a mão ao mouse.	H	H					
Preparação mental	M					M	
Arrastar o mouse até o botão do <i>combobox</i> <i>Categoria</i> .	P		P				
Clicar com o botão esquerdo do mouse sobre o botão do <i>combobox</i> .	K			K			
Preparação mental	M					M	
Arrastar o mouse até a <i>Categoria</i> escolhida.	P		P				
Clicar com o botão esquerdo do mouse sobre a <i>Categoria</i> escolhida.	K			K			
Preparação mental	M					M	
Levar a mão até o teclado	H	H					
Pressionar a tecla <i>Enter</i> para <i>Confirmar</i>	K			K			
Preparação mental	M					M	
Pressionar a tecla <i>Enter</i> para <i>Confirmar</i> .	K			K			
Número de operadores		3	6	34		10	
Tempo por operadores		3*0.4	6*1.1	34*0.28 34*0.2		10*1.34	
Tempo total (TK = 0.28 s)		30.72					
Tempo total (TK = 0.2 s)		28					

Tarefa-3: Cadastro de clientes:

Descrição	Modelo	TH 0.4	TP 1.1	TK 0.28	TD	TM 1.34	TR R
Levar a mão ao mouse.	H	H					
Preparação mental	M					M	
Arrastar o mouse até a opção <i>Cliente</i> do menu principal.	P		P				
Clicar com o botão	K			K			

Descrição	Modelo	TH 0.4	TP 1.1	TK 0.28	TD	TM 1.34	TR R
esquerdo do mouse sobre a opção <i>Cliente</i> do menu principal.							
Preparação mental	M					M	
Arrastar o mouse até a opção <i>Cadastrar</i> .	P		P				
Clicar com o botão esquerdo do mouse sobre a opção <i>Cadastrar</i> .	K			K			
Levar a mão até o teclado.	H	H					
Digitar o nome do cliente.	30K			30K			
Preparação mental	M					M	
Pressionar a tecla TAB	K			K			
Digitar a rua do endereço do cliente.	15K			15K			
Preparação mental	M					M	
Pressionar a tecla TAB	K			K			
Digitar o número do endereço.	4K			4K			
Preparação mental	M					M	
Pressionar a tecla TAB	K			K			
Digitar o número do apartamento.	2K			2K			
Preparação mental	M					M	
Pressionar a tecla TAB	K			K			
Digitar a cidade do endereço.	15K			15K			
Preparação mental	M					M	
Pressionar a tecla TAB	K			K			
Digitar o estado do endereço.	2K			2K			
Preparação mental	M					M	
Pressionar a tecla TAB	K			K			
Digitar o DDD e o telefone Residencial.	10K			10K			
Preparação mental	M					M	
Pressionar a tecla TAB	K			K			
Digitar o telefone Comercial.	8K			8K			
Preparação mental	M					M	
Digitar o e-mail do cliente.	25K			25K			
Levar a mão ao mouse.	H	H					
Preparação mental	M					M	
Arrastar o mouse nas	P		P				

Descrição	Modelo	TH 0.4	TP 1.1	TK 0.28	TD	TM 1.34	TR R
opções <i>CPF</i> ou <i>Passaporte</i> .							
Clicar com o botão esquerdo do mouse sobre uma das opções (<i>CPF</i> ou <i>Passaporte</i>).	K			K			
Preparação mental	M					M	
Arrastar o mouse ao campo Número.	P		P				
Clicar com o botão esquerdo do mouse sobre o campo Número.	K			K			
Levar a mão até o teclado.	H	H					
Digitar o número de identificação.	11K			11K			
Preparação mental	M					M	
Digitar a data de nascimento.	8K			2K			
Preparação mental	M					M	
Digitar o número do Cartão de Crédito do cliente.	11K			11K			
Preparação mental	M					M	
Digitar o Nome do pai.	20K			20K			
Preparação mental	M					M	
Pressionar a tecla TAB	K			K			
Digitar o Nome da mãe.	20K			20K			
Preparação mental	M					M	
Pressionar a tecla TAB	K			K			
Digitar a Identificação do cliente.	7K			7K			
Preparação mental	M					M	
Pressionar a tecla TAB	K			K			
Digitar a senha do cliente.	7K			7K			
Preparação mental	M					M	
Pressionar a tecla <i>Enter</i> para confirmar.	P		P				
Preparação mental	M					M	
Pressionar a tecla <i>Enter</i> para confirmar cadastro de clientes com sucesso.	P		P				
Número de operadores		5	6	206		25	
Tempo por operadores		5*0.4	6*1.1	$\frac{206*0.28}{206*0.2}$		25*1.34	
Tempo total (TK = 0.28 s)				99.78			
Tempo total (TK = 0.2 s)				83.3			

Tarefa-4: Aluguel de carros

Descrição	Modelo	TH 0.4	TP 1.1	TK 0.28	TD	TM 1.34	TR R
Levar a mão ao mouse.	H	H					
Preparação mental	M					M	
Arrastar o mouse até a opção <i>Aluguel</i> do menu principal.	P		P				
Clicar com o botão esquerdo do mouse sobre a opção <i>Aluguel</i> do menu principal.	K			K			
Levar a mão até o teclado	H	H					
Preparação mental	M					M	
Digitar o número do documento de identificação do cliente.	11K			11K			
Preparação mental	M					M	
Pressionar a tecla <i>Enter</i> .	K			K			
Preparação mental	M					M	
Digitar a data de retirada.	8K			2K			
Preparação mental	M					M	
Digitar a data de devolução.	8K			2K			
Levar a mão até o mouse.	H	H					
Preparação mental	M					M	
Arrastar o mouse até o botão do <i>combobox</i> <i>Categoria</i> .	P		P				
Clicar com o botão esquerdo do mouse sobre o botão do <i>combobox</i> .	K			K			
Preparação mental	M					M	
Arrastar o mouse até a <i>Categoria</i> escolhida.	P		P				
Clicar com o botão esquerdo do mouse sobre a <i>Categoria</i> escolhida.	K			K			
Arrastar o mouse até o botão dos carros disponíveis.	P		P				
Clicar com o botão esquerdo do mouse sobre o botão do <i>combobox</i> .	K			K			
Preparação mental	M					M	

Descrição	Modelo	TH 0.4	TP 1.1	TK 0.28	TD	TM 1.34	TR R
Arrastar o mouse até o carro escolhido.	P		P				
Clicar com o botão esquerdo do mouse sobre o carro escolhido.	K			K			
Preparação mental	M					M	
Pressionar a tecla <i>Enter</i> para continuar.	P		P				
Digitar o horário da retirada.	5K			5K			
Preparação mental	M					M	
Digitar o horário da devolução.	5K			5K			
Preparação mental	M					M	
Pressionar a tecla TAB	K			K			
Digitar o desconto.	5K			5K			
Levar a mão até o mouse.	H	H					
Preparação mental	M					M	
Arrastar o mouse até os serviços adicionais escolhidos.	P		P				
Clicar com o botão esquerdo do mouse sobre os serviços adicionais escolhidos.	K			K			
Clicar na tecla Ctrl e permanecer pressionado.	K			K			
Preparação mental	M					M	
Arrastar o mouse até a barra de rolagem.	P		P				
Clicar com o botão esquerdo do mouse sobre a barra de rolagem.	K			K			
Preparação mental	M					M	
Arrastar o mouse até encontrar o serviço adicional que desejar.	P		P				
Clicar com o botão esquerdo do mouse sobre o serviço adicional que desejar.	K			K			
Preparação mental	M					M	
Pressionar a tecla <i>Enter</i> , para confirmar.	K			K			
Pressionar a tecla <i>Enter</i> , para finalizar o aluguel.	K			K			

Descrição	Modelo	TH 0.4	TP 1.1	TK 0.28	TD	TM 1.34	TR R
Número de operadores		5	11	55		19	
Tempo por operadores		5*0.4	11*1.1	55*0.28 55*0.2		19*1.34	
Tempo total (TK = 0.28 s)		54.96					
Tempo total (TK = 0.2 s)		50.56					

Tarefa-5: Devolução de carros

Descrição	Modelo	TH 0.4	TP 1.1	TK 0.28	TD	TM 1.34	TR R
Levar a mão ao mouse.	H	H					
Preparação mental	M					M	
Arrastar o mouse até a opção <i>Devolução</i> do menu principal.	P		P				
Clicar com o botão esquerdo do mouse sobre a opção <i>Devolução</i> do menu principal.	K			K			
Levar a mão ao teclado	H	H					
Digitar a placa do carro.	7K			7K			
Levar a mão ao mouse.	H	H					
Preparação mental	M					M	
Pressionar a tecla <i>Enter</i> para confirmar.	K			K			
Levar a mão ao teclado	H	H					
Preparação mental	M					M	
Digitar a data de devolução.	8K			8K			
Preparação mental	M					M	
Digitar a hora de devolução.	5K			5K			
Preparação mental	M					M	
Digitar a quilometragem do carro.	6K			6K			
Pressionar a tecla <i>Enter</i> , para continuar.	K			K			
Digitar os gastos com combustível.	5K			5K			
Preparação mental.	M					M	
Pressionar a tecla TAB.	K			K			
Digitar o desconto.	4K			4K			
Levar a mão ao mouse	H	H					
Preparação mental	M					M	
Arrastar o mouse até a forma de pagamento desejado (Dinheiro,	P		P				

Descrição	Modelo	TH 0.4	TP 1.1	TK 0.28	TD	TM 1.34	TR R
Cheque, Fatura ou Cartão de crédito).							
Clicar com o botão esquerdo do mouse sobre a forma de pagamento desejado (Dinheiro, Cheque, Fatura ou Cartão de crédito).	K			K			
Preparação mental	M					M	
Pressionar a tecla <i>Enter</i> para confirmar.	K			K			
Preparação Mental	M					M	
Pressionar a tecla <i>Enter</i> para finalizar a devolução.	K			K			
Número de operadores		6	6	41		12	
Tempo por operadores		6*0.4	6*1.1	41*0.28 41*0.2		12*1.34	
Tempo total (TK = 0.28 s)				36.56			
Tempo total (TK = 0.2 s)				33.28			

Portanto, os novos parâmetros (após a Reengenharia) são:

Pelo Modelo GOMS das tarefas do Software têm-se os seguintes tempos de execução para cada tarefa:

Tarefa	Tempo de execução antes da Reengenharia (seg)
Cadastro de Categoria de Carros	27.74
Cadastro de Carros	30.72
Cadastro de Clientes	99.78
Aluguel de Carros	54.96
Devolução de Carros	36.56

Considerando ainda os seguintes dados sobre o trabalho do funcionário que utiliza o Software:

- A jornada de trabalho do funcionário é 160 horas mensais.
- 70% do tempo do funcionário ele realiza Aluguel que, em média, consiste nas tarefas de cadastrar novo cliente e de registrar aluguel. Considerando a jornada de 160 horas, o funcionário realiza Aluguel 112 horas mensais.
- 20% do tempo do funcionário ele registra a Devolução de Carro. Considerando a jornada de 160 horas, o funcionário registra Devolução 32 horas mensais.
- 8% do tempo do funcionário ele cadastra um novo carro. Considerando a jornada de 160 horas, o funcionário cadastra um novo carro 12.8 horas mensais.
- 2% do tempo do funcionário ele cadastra uma nova categoria de carro. Considerando a jornada de 160 horas, o funcionário cadastra uma nova categoria 3.2 horas mensais.

Portanto, o Número de alugueis (NALug) possíveis de serem realizados é calculado através do total de horas que o funcionário registra aluguel dividido pelo tempo gasto na execução das tarefas Cadastrar Cliente (já que, como visto, em média para registrar um aluguel o funcionário cadastra cliente e registra o aluguel) e Registrar Aluguel. Além disso, ainda se deve considerar os tempos para atendimento ao cliente, espera por um novo cliente e outras situações de espera que possam ocorrer, então, considera-se que o tempo de um aluguel seja o triplo do tempo gasto na execução das tarefas Cadastrar Cliente e Registrar Aluguel. Logo, o número de alugueis realizados mensalmente é:

$$NAlug = ((112 \text{ horas mensais} / (99.78 + 54.96)) \times 3600) / 3 = 868 \text{ alugueis}$$

Considerando os seguintes dados estatísticos de locação:

- Média de dias de locação = 4
- Média de locações por dia (por categoria)
 - 70 % Popular: corresponde 607 carros mensais.
 - 25% Sedan: corresponde 217 carros mensais.
 - 5% Importados: corresponde 44 carros mensais.
- Preço médio da diária por categoria:
 - Popular: R\$ 50
 - Sedan: R\$ 100
 - Importado: R\$ 150

A renda obtida por categoria considerando os dados citados a cima corresponde a:

- Popular: R\$ 50 x 607 Carros x 4 dias = R\$ 121400,00
- Sedan: R\$ 100 x 217 Carros x 4 dias = R\$ 86800,00
- Importados: R\$ 150 x 44 Carros x 4 dias = R\$ 26400,00

A renda total ou o valor de negócio (VN) do Software Locadora de Carros Ubirajara corresponde a:

$$VN = R\$ 121400,00 + R\$ 86800,00 + R\$ 26400,00 = R\$ 234600,00$$

$$VN = R\$ 234600,00$$

Passo-4: Obtenção do esforço da Reengenharia.

Através das informações obtidas pela Fase-3, temos:

$$\text{Esforço Total da Reengenharia} = 117.26 \text{ pessoas-hora}$$

Passo-5: Obtenção do custo da Reengenharia.

Através das informações obtidas pela Fase-4, temos:

$$\text{Custo da Reengenharia} = \text{Esforço Total da Reengenharia} \times \text{Custo da Reengenharia/hora}$$

$$\text{Custo da Reengenharia} = 117.26 \text{ pessoas-hora} \times R\$ 15,00 = R\$ 1758,90$$

Passo-6: Obtenção do fator de risco da Reengenharia.

O Fator de Risco desse Exemplo será considerado 1,0.

Passo-7: Cálculo do benefício obtido após a Reengenharia.

$$\text{Benefício_Relativo} = [(234600 \times 12 - (1260 \times 12 + 900 \times 12)) \times (1 - 8.65E-3) - (1758,90 \times 1,0)] - 2335440 = 2763393,83 - 2335440 = 427953,828$$

$$\text{Benefício_Absoluto} = R\$ 2763393,83$$

Atividade-2: Cálculo do custo-benefício do Software produzido pelo Re-desenvolvimento

Passo-1: Obtenção do esforço de manutenção após o Re-desenvolvimento.

Estimando que o número de problemas caia pela metade tem-se um tempo de manutenção equivalente a 56 pessoas-horas.

$$\text{Então, o custo de manutenção equivale a } 56 \times R\$ 15 = R\$ 840,00$$

Passo-2: Obtenção do custo operacional após o Re-desenvolvimento.

O custo operacional (CO) mensal do Software Locadora de Carros Ubirajara é R\$ 900,00 considerando as despesas de salário do funcionário e infra-estrutura necessária.

Passo-3: Obtenção do valor de negócio após o Re-desenvolvimento.

Considerando o mesmo valor de negócio para a Reengenharia, tem-se que o valor de negócio após o Re-desenvolvimento equivale a R\$ 234600.

Passo-4: Obtenção do esforço do Re-desenvolvimento.

Estima-se o esforço do Re-desenvolvimento com base no esforço do desenvolvimento do Software Legado. Portanto, esse valor equivale a 112 pessoas-horas, conforme os dados históricos.

Passo-5: Obtenção do custo do Re-desenvolvimento.

Custo do Re-desenvolvimento = 112 pessoas-horas x R\$ 15,00.

Passo-6: Obtenção do fator de risco do Re-desenvolvimento.

O Fator de risco para o Re-desenvolvimento, considerando os riscos de atraso de entrega do Software, de falhas na estimativa, etc, foi considerado como 20% do valor do projeto de Re-desenvolvimento, o que equivale um coeficiente de 1,2.

Passo-7: Cálculo do benefício obtido após o Re-desenvolvimento.

Benefício_Relativo = $(234600 \times 12 - (840 \times 12 + 900 \times 12)) \times (1 - 1.28E-2) - (1680 \times 1,2) = 2756536,704 - 2335440,00 = R\$ 421096,70$

Benefício_Absoluto = R\$ 2756536,704

Portanto, nas condições propostas para o experimento, a melhor solução pra modificação no Software é realizar a Reengenharia do mesmo, uma vez que apresentou a melhor relação custo-benefício das três propostas.

Fase-5: Elaboração do contrato*Atividade-1: Elaboração do contrato*Passo-1: Relatório do PPR-U**Lista dos problemas e respectivos locais:**

Tarefa-1: Cadastro de categoria de carros.

Problema	Explicação	Local do problema	Heurísticas violadas	Sev.
AH62	A opção <i>Categoria</i> do menu principal da janela <i>Locadora de Carros</i> pode ser confundido com categoria de funcionário, cliente, enfim, não é uma palavra que expressa inequivocamente a opção para cadastrar a categoria do carro.	Janela Principal “Locadora Ubirajara”	2	3
AH63	Para tentar executar a tarefa de Cadastrar categoria de carro o usuário pode escolher a opção <i>Carro</i> do menu principal da janela “Locadora Ubirajara”, fazendo com que o usuário cometa um erro.	Janela Principal “Locadora Ubirajara”	5	3
AH64	A tarefa de cadastro de categoria de carros não apresenta nenhuma tecla de atalho que possa aumentar a eficiência da execução da tarefa.	Janela Principal “Locadora Ubirajara”	8	2
AH65	O Software não contém documentação de Ajuda.	Software “Locadora Ubirajara”	10	3
AH66	Na janela <i>Cadastro de Categoria de Carros</i> , o campo Código pode levar o usuário a cometer um erro, uma vez que o usuário deve saber de antemão se um determinado código de categoria de carros está cadastrado ou não. Caso já exista, o Software emite uma mensagem informando a existência do código. O código deveria ser gerado automaticamente ou o Software deveria	Janela <i>Cadastro de Categorias de Carros</i> , campo <i>Código</i> .	5	3

Problema	Explicação	Local do problema	Heurísticas violadas	Sev.
	ter algum meio que informasse ao usuário quais os códigos já cadastrados.			
AH67	Na janela <i>Cadastro de Categoria de Carros</i> , o campo Código exige que os usuários lembrem-se ou saibam de antemão os códigos das categorias dos carros já cadastrados, o que aumenta o esforço mental exigido do usuário para trabalhar com o Software.	Janela <i>Cadastro de Categorias de Carros</i> , campo <i>Código</i> .	7	3
AH68	Na janela <i>Cadastro de Categoria de Carros</i> , o campo Código poderia ser gerado automaticamente, além disso, deveria haver um meio do usuário saber se o código que ele está registrando já está incluído. Isso aumentaria a eficiência do uso do Software	Janela <i>Cadastro de Categorias de Carros</i> , campo <i>Código</i> .	8	3
AH69	Na janela <i>Cadastro de Categoria de Carros</i> , ao se inserir um código em um formato inválido (código não numeral), preencher os campos seguintes presentes nessa janela e pressionar o botão Confirmar, o Software não emite nenhuma mensagem de erro.	Janela <i>Cadastro de Categorias de Carros</i> , campo <i>Código</i> .	6	3
AH70	Na janela <i>Cadastro de Categorias de Carros</i> , os preços semanais e mensais poderiam ser calculados automaticamente a partir do preço da diária, o que aumentaria a eficiência da utilização do Software.	Janela <i>Cadastro de Categorias de Carros</i> , campos <i>Preço Semanal</i> e <i>Preço Mensal</i> .	8	2
AH71	Na janela <i>Cadastro de Categorias de Carro</i> , existem dois <i>labels</i> para identificar a janela, o que poderia ser modificado a fim de melhorar a estética da interface.	Janela <i>Cadastro de Categorias de Carro</i> .	9	1

Tarefa-2: Cadastro de carros.

Problema	Explicação	Local do problema	Heurísticas violadas	Sev
AH72	A tarefa de cadastro de carros não apresenta nenhuma tecla de atalho que possa aumentar a eficiência da execução da tarefa.	Janela Principal “Locadora Ubirajara”	8	2
AH73	Na janela <i>Cadastro de Carros</i> , o campo Placa pode levar o usuário a cometer um erro, uma vez que o usuário deve saber de antemão se uma determinada placa de carro está cadastrado ou não. Caso já exista, o Software emite uma mensagem informando a existência da placa. A placa deveria ser gerada automaticamente ou o Software deveria ter algum meio que informasse ao usuário quais placas já foram cadastradas.	Janela <i>Cadastro de Carros</i> , campo <i>Placa</i> .	5	2
AH74	Na janela <i>Cadastro de Carros</i> , o campo Placa exige que os usuários lembrem-se ou saibam de antemão os carros já cadastrados, o que aumenta o esforço	Janela <i>Cadastro de Carros</i> , campo <i>Placa</i> .	7	3

Problema	Explicação	Local do problema	Heurísticas violadas	Sev
	mental exigido do usuário para trabalhar com o Software.			
AH75	Na janela <i>Cadastro de Carros</i> , o campo Placa poderia ser gerado automaticamente, além disso, deveria haver um meio do usuário saber se a placa que ele está registrando já está incluída. Isso aumentaria a eficiência do uso do Software	Janela <i>Cadastro de Carros</i> , campo <i>Placa</i> .	8	3
AH76	Na janela <i>Cadastro de Carros</i> , ao se inserir uma placa em um formato inválido (número de caracteres inválido), preencher os campos seguintes presentes nessa janela e pressionar o botão Confirmar, o Software informa que o carro foi cadastrado com sucesso, porém o carro não é efetivamente inserido.	Janela <i>Cadastro de Carros</i> , campo <i>Placa</i> .	6	4
AH77	Na janela <i>Cadastro de Carro</i> , existem dois <i>labels</i> para identificar a janela, o que poderia ser modificado a fim de melhorar a estética da interface.	Janela <i>Cadastro de Carro</i> .	9	2
AH78	Na janela <i>Cadastro de Carro</i> , ao inserirmos um caractere no campo <i>Ano</i> , e mandarmos confirmar o cadastro do carro, o Software não emite nenhuma mensagem.	Janela <i>Cadastro de Carro</i>	6	3

Tarefa-3: Cadastro de clientes.

Problema	Explicação	Local do problema	Heurísticas violadas	Sev
AH79	Na janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Cadastrar Clientes</i> o label <i>Locadora de Carros Ubirajara</i> está diferente do padronizado nas janelas Cadastro de Carro e Cadastro de categoria de carros.	Janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Cadastrar Clientes</i>	4	2
AH80	Na janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Cadastrar Clientes</i> a opção para um telefone residencial está abreviada (<i>Residenc...</i>) enquanto que existe espaço suficiente para não se abreviar esse <i>label</i> .	Janela <i>Locadora de Carros/Cadastrar Clientes</i> , opção <i>Residenc...</i>	9	3
AH81	Na janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Cadastrar Clientes</i> o texto do campo <i>Identificação</i> não especifica inequivocamente o significado e a utilidade dessa informação para o usuário, resultando em uma dificuldade de entendimento desse campo devido à falta de correspondência entre o texto presente no campo e a utilidade dessa informação.	Janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Cadastrar Clientes</i> , campo <i>Identificação</i>	2	3
AH82	Na janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Cadastrar Clientes</i> o texto do campo <i>Senha</i> não especifica inequivocamente o significado e a utilidade dessa informação para o usuário, resultando em uma dificuldade de entendimento desse campo devido à falta	Janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Cadastrar Clientes</i> , campo <i>Senha</i>	2	3

Problema	Explicação	Local do problema	Heurísticas violadas	Sev
	de correspondência entre o texto presente no campo e a utilidade dessa informação.			
AH83	Na janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Cadastrar Clientes</i> os campos poderiam estar organizados em uma forma mais lógica. Por exemplo, o campo Data de Nascimento poderia ser agrupado com o Nome em um grupo chamado Dados do cliente, destacado em negrito, já Telefone e Contato poderiam estar agrupados em um grupo chamado Contato do Cliente. E, por fim, os campos <i>Identificação</i> e <i>Senha</i> poderiam estar agrupados em outro grupo.	Janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Cadastrar Clientes</i> .	2	2
AH84	A tarefa de cadastro de clientes não contém nenhuma tecla de atalho que possa aumentar a eficiência da execução da tarefa.	Janela Principal “Locadora Ubirajara”	8	2

Tarefa-4: Aluguel de carros.

Problema	Explicação	Local do problema	Heurísticas violadas	Sev
AH85	Na janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Forneça os dados do documento de identificação do cliente</i> o label <i>Locadora de Carros Ubirajara</i> está diferente do padronizado nas janelas Cadastro de Carro e Cadastro de categoria de carros.	Janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Forneça os dados do documento de identificação do cliente</i> .	4	2
AH86	Na janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Forneça os dados do documento de identificação do cliente</i> , o campo <i>Número</i> não contém a especificação do formato de entrada do Número de identificação (com ou sem traço, por exemplo). Isso pode levar o usuário a cometer um erro.	Janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Forneça os dados do documento de identificação do cliente</i> , campo <i>Número</i>	5	3
AH87	Na janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Forneça os dados do documento de identificação do cliente</i> , não há indicação que o usuário do Software está realizando um Aluguel de um veículo, pois não há nenhum <i>label</i> que informe isso. Ou seja, o Software não está indicando em que ponto da tarefa (cadastrar aluguel) o usuário se encontra.	Janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Forneça os dados do documento de identificação do cliente</i>	1	2
AH88	Na janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Forneça os dados do documento de identificação do cliente</i> , o campo <i>Número</i> não contém a especificação do formato de entrada do Número de identificação (com ou sem traço, por exemplo). Portanto, o usuário do Software deve lembrar-se de como ele cadastrou o cliente (se utilizou traço ou não, por exemplo).	Janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Forneça os dados do documento de identificação do cliente</i> , campo <i>Número</i> .	7	3
AH89	Na janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Cadastrar Aluguel</i> o label	Janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/</i>	4	2

Problema	Explicação	Local do problema	Heurísticas violadas	Sev
	<i>Locadora de Carros Ubirajara</i> está diferente do padronizado nas janelas Cadastro de Carro e Cadastro de categoria de carros.	<i>Cadastrar Aluguel.</i>		
AH90	Na janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Cadastrar Aluguel</i> , o <i>label</i> Cadastrar Aluguel não informa o que o usuário está fazendo no momento (cadastrando a data de retirada, a data de devolução e a categoria do carro).	Janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Cadastrar Aluguel.</i>	1	2
AH91	Na janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Cadastrar Aluguel</i> , o <i>prompt</i> inicia-se no fim do dia da data de retirada. Para facilitar o usuário caso ele deseje inserir outra data de retirada, o campo <i>dia</i> da data de retirada poderia iniciar selecionado.	Janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Cadastrar Aluguel</i> , dia do campo da data de retirada.	8	2
AH92	Na janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Cadastrar Aluguel</i> , após pressionar a tecla TAB, o <i>prompt</i> posiciona-se no fim do mês e do ano da data de retirada. Para facilitar o usuário caso ele deseje inserir outra data de retirada, ao pressionar a tecla TAB, os campos mês e ano de retirada poderiam ser selecionados.	Janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Cadastrar Aluguel</i> , mês e ano do campo da data de retirada.	8	2
AH93	Na janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Cadastrar Aluguel</i> , não há nenhum botão para voltar à tarefa anterior (Localizar cliente).	Janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Cadastrar Aluguel.</i>	3	3
AH94	Na janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Cadastrar Aluguel</i> , é possível inserir uma data de devolução anterior à data de retirada sem que nenhuma mensagem de erro seja emitida.	Janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Cadastrar Aluguel.</i>	6	4
AH95	Na janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Cadastrar Aluguel</i> , é possível inserir uma data de devolução anterior à data de retirada podendo gerar um erro futuramente.	Janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Cadastrar Aluguel.</i>	5	4
AH96	Na janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Cadastrar Aluguel (ao cadastrar o carro)</i> o <i>label</i> <i>Locadora de Carros Ubirajara</i> está diferente do padronizado nas janelas Cadastro de Carro e Cadastro de categoria de carros.	Janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Cadastrar Aluguel.</i>	4	2
AH97	Na janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Cadastrar Aluguel (ao cadastrar o carro)</i> , o <i>label</i> Cadastrar Aluguel não informa o que o usuário está fazendo no momento (cadastrando o carro alugado).	Janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Cadastrar Aluguel.</i>	1	2
AH98	Na janela <i>Cadastro de Aluguel/Cadastrar Aluguel</i> , o <i>prompt</i> inicial no campo <i>Horário previsto de retirada</i> localiza-se no fim do texto, caso os usuários desejem alterar esse campo, seria interessante inicialmente esse campo estar selecionado	Janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Cadastrar Aluguel</i> , campo <i>Horário.</i>	8	2

Problema	Explicação	Local do problema	Heurísticas violadas	Sev
	para facilitar a alteração da data de retirada.			
AH99	Na janela Cadastro de Aluguel/Cadastrar Aluguel , ao pressionarmos a tecla TAB e o <i>prompt</i> mover-se para os campos <i>Horário previsto de devolução</i> e <i>Desconto concedido</i> , os mesmos deveriam ser selecionados para facilitar a alteração desses campos.	Janela Locadora de Carros Ubirajara/Cadastrar Aluguel , campos <i>Horário previsto de devolução</i> e <i>Desconto concedido</i> .	8	2
AH100	Na janela Cadastro de Aluguel/Cadastrar Aluguel , não há meio de voltar à tarefa anterior.	Janela Locadora de Carros Ubirajara/Cadastrar Aluguel .	3	4
AH101	Na janela Cadastro de Aluguel/Cadastrar Aluguel , pode-se cadastrar um horário de retirada anterior ao de devolução do carro sem a emissão de nenhuma mensagem de erro.	Janela Locadora de Carros Ubirajara/Cadastrar Aluguel .	6	4
AH102	Na janela Cadastro de Aluguel/Cadastrar Aluguel , pode-se cadastrar um horário de retirada anterior ao de devolução do carro podendo gerar um problema futuro para o usuário.	Janela Locadora de Carros Ubirajara/Cadastrar Aluguel .	5	4

Tarefa-5: Devolução de carros.

Problema	Explicação	Local do problema	Heurísticas violadas	Sev
AH103	A tarefa de devolução de carros não apresenta nenhuma tecla de atalho que possa aumentar a eficiência da execução da tarefa.	Janela Principal “Locadora Ubirajara”	8	2
AH104	Na janela Locadora de Carros Ubirajara/Devolução , a informação mais natural a ser solicitada seria o CPF do usuário.	Janela Locadora de Carros Ubirajara/Devolução	2	3
AH105	Na janela Locadora de Carros Ubirajara/Devolução , o cliente deve se lembrar da placa do carro que retirou para efetuar a devolução do carro.	Janela Locadora de Carros Ubirajara/Devolução	7	3
AH106	Na janela Locadora de Carros Ubirajara/Devolução , a informação mais natural a ser solicitada seria o CPF do usuário.	Janela Locadora de Carros Ubirajara/Devolução	8	3
AH107	A janela Locadora de Carros Ubirajara/Devolução , não informa em que ponto da execução da tarefa (Devolução) o usuário se encontra.	Janela Locadora de Carros Ubirajara/Devolução	1	2
AH108	A janela Locadora de Carros Ubirajara/Devolução , o Código do aluguel deveria ser gerado automaticamente e não poderia se alterado.	Janela Locadora de Carros Ubirajara/Devolução	8	2
AH109	Na janela Locadora de Carros Ubirajara/Devolução , o <i>prompt</i> inicial deveria estar selecionando o dia da data de devolução para facilitar a alteração do mesmo.	Janela Locadora de Carros Ubirajara/Devolução , campo dia da data de devolução.	8	2

Problema	Explicação	Local do problema	Heurísticas violadas	Sev
AH110	Na janela Locadora de Carros Ubirajara/Devolução , ao pressionar a tecla TAB, o <i>prompt</i> deveria selecionar os dados presentes nos campos <i>Data de devolução e Hora de devolução</i> a fim de aumentar a eficiência da utilização do Software.	Janela Locadora de Carros Ubirajara/Devolução , campos <i>Data de devolução, Hora de devolução</i> .	8	2
AH111	Na janela Locadora de Carros Ubirajara/Devolução , caso o campo <i>Quilometragem</i> seja preenchido com um valor de formato incorreto e o usuário pressione o botão <i>Continuar</i> , o Software não emite nenhuma mensagem, fazendo com que o usuário não fique informado sobre o que está acontecendo.	Janela Locadora de Carros Ubirajara/Devolução , campo <i>Quilometragem</i>	1	3
AH112	Na janela Locadora de Carros Ubirajara/Devolução , caso o campo <i>Quilometragem</i> seja preenchido com um valor de formato incorreto e o usuário pressione o botão <i>Continuar</i> , o Software não emite nenhuma mensagem de erro, fazendo com que o usuário não fique informado sobre o que está acontecendo.	Janela Locadora de Carros Ubirajara/Devolução , campo <i>Quilometragem</i>	6	3
AH113	Na janela Devolução de Carros/Devolução , o <i>prompt</i> inicial encontra-se no final do texto do campo <i>Gastos com combustível</i> , no entanto o <i>prompt</i> deveria selecionar todo o texto presente neste campo a fim de aumentar a eficiência de uso do Software.	Janela Devolução de Carros / Devolução , campo <i>Gastos com combustível</i> .	8	2
AH114	Na janela Devolução de Carros/Devolução , ao pressionar a tecla TAB para passar para o campo <i>Desconto</i> , o mesmo permanece no fim do texto do campo <i>Desconto</i> , no entanto, deveria selecionar todo o texto desse campo.	Janela Devolução de Carros / Devolução , campo <i>Desconto</i> .	8	2
AH115	Na janela Devolução de Carros/Devolução , caso inserimos um valor no campo <i>Gastos com combustível</i> com formato inválido, o Software não emite nenhuma mensagem de erro.	Janela Devolução de Carros / Devolução , campo <i>Gastos com combustível</i> .	6	3
AH116	Na janela Devolução de Carros/Devolução , caso inserimos um valor no campo <i>Gastos com combustível</i> com formato inválido, o Software não emite nenhuma mensagem informando o andamento da tarefa.	Janela Devolução de Carros / Devolução , campo <i>Gastos com combustível</i> .	1	3
AH117	Na janela de confirmação, o <i>label</i> do formulário é <i>Erro!</i> , e a mensagem dada pela janela é a seguinte: <i>“Devolução realizada com sucesso”</i> , o que influencia no entendimento do usuário.	Janela “Erro!” , após confirmar a devolução de um carro.	2	4
AH118	Na janela de confirmação, o <i>label</i> do formulário é <i>Erro!</i> , e a mensagem dada pela janela é a seguinte: <i>“Devolução realizada com sucesso”</i> , o que consiste em uma inconsistência na informação fornecida.	Janela “Erro!” , após confirmar a devolução de um carro.	4	4

Problema	Explicação	Local do problema	Heurísticas violadas	Sev
AH119	Na janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Pagamento</i> a opção <i>Cartão de Cré...</i> está abreviada, porém há espaço para escrever a opção de forma completa.	Janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Pagamento</i> , opção <i>Cartão de Cré..</i>	2	4
AH120	Na janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Pagamento</i> , não há opção para o usuário voltar à tela anterior.	Janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Pagamento</i> .	3	4
AH121	Na janela <i>Devolução de Carros/Devolução</i> , caso pressionemos o botão <i>Continuar</i> e no botão <i>OK</i> da tela posterior, a devolução do carro é gravada, mesmo que a funcionalidade não esteja paga (pressionando o botão <i>Cancelar</i> da janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Pagamento</i>).	Na janela <i>Devolução de Carros/Devolução</i> .	2	4
AH122	Na janela <i>Devolução de Carros/Devolução</i> , caso pressionemos o botão <i>Continuar</i> e no botão <i>OK</i> da tela posterior, a devolução do carro é gravada, mesmo que a funcionalidade não esteja paga (pressionando o botão <i>Cancelar</i> da janela <i>Locadora de Carros Ubirajara/Pagamento</i>). Caso o usuário não deseje efetuar a devolução e pressione o botão <i>Cancelar</i> , ele cometerá um erro que o Software possibilitou ele cometer.	Na janela <i>Devolução de Carros/Devolução</i> .	5	4

Tabela de problemas de Usabilidade encontrados pelo Percurso Cognitivo:

Problema	Ponto de interação	Descrição do problema	Local do problema
PC18	T1/B1/3	O usuário pode se confundir e pressionar a opção <i>Carro</i> no menu principal, dificultando na aprendizagem uma vez que o rótulo <i>Categoria</i> pode não representar diretamente ao usuário o Cadastro de uma Categoria.	Menu principal do Software "Locadora de Carros Ubirajara".
PC19	T1/C1/3	O usuário pode errar o formato de entrada do código ou do preço diário, semanal ou mensal, dificultando a aprendizagem já que o elemento de interface "campo" não informa todas as informações determinantes para o sucesso da operação.	Janela <i>Cadastro de Categorias de Carro</i>
PC20	T2/C1/3	O usuário não saberá o formato de entrada da placa dos carros (atualmente é de no máximo 7 caracteres), dificultando a aprendizagem já que o elemento de interface "campo" não informa todas as informações determinantes para o sucesso da operação.	Janela <i>Cadastro de Carros</i>
PC21	T2/C2/3	O usuário poderá não entender o código da categoria (deveria ser gerada automaticamente), dificultando a aprendizagem uma vez que o campo <i>Código da Categoria</i> como entrada de texto não representa uma tarefa útil no contexto da execução da tarefa.	Janela <i>Cadastro de Carros</i>

Problema	Ponto de interação	Descrição do problema	Local do problema
PC22	T3/B1/3	O usuário pode procurar pela opção <i>Cadastro</i> antes da opção <i>Cliente</i> , dificultando na aprendizagem uma vez que o rótulo <i>Cliente</i> pode não representar diretamente ao usuário o Cadastro de um cliente.	Menu principal Locadora Ubirajara
PC23	T3/C5/3	O usuário terá dúvidas em saber significado dos campos <i>Identificação</i> e <i>Senha</i> , dificultando na aprendizagem já que esses rótulos não esclarecem suas funções para o contexto da tarefa.	Janela Locadora de Carros Ubirajara/Cadastrar Cliente
PC24	T4/B3/1	O usuário pode confundir-se e pensar que pressionando o botão <i>Localizar Cliente</i> ele conseguirá a partir do nome, por exemplo, conseguir o número de identificação do cliente e tentará pressionar esse botão inicialmente ocorrendo um erro e fazendo com que o usuário não tente atingir a meta correta. Isso se deve ao <i>label</i> Localizar Cliente que pode causar confusão.	Janela Locadora de Carros Ubirajara/Forneça os dados do documento de identificação do cliente.
PC25	T4/B3/2	O usuário pode confundir-se e pensar que pressionando o botão <i>Localizar Cliente</i> ele conseguirá a partir do nome, por exemplo, conseguir o número de identificação do cliente e tentará pressionar esse botão inicialmente ocorrendo um erro e dificultando o aprendizado inicial do usuário. Isso deve-se ao <i>label</i> Localizar Cliente que pode causar confusão.	Janela Locadora de Carros Ubirajara/Forneça os dados do documento de identificação do cliente.
PC26	T4/B4/1	O usuário pode confundir-se e pensar que pressionando o botão <i>Localizar Cliente</i> ele conseguirá a partir do nome, por exemplo, conseguir o número de identificação do cliente e tentará pressionar esse botão inicialmente ocorrendo um erro e fazendo com que o usuário não tente atingir a meta correta. Isso se deve ao <i>label</i> Localizar Cliente que pode causar confusão.	Janela Locadora de Carros Ubirajara/Forneça os dados do documento de identificação do cliente.
PC27	T4/B4/2	O usuário pode confundir-se e pensar que pressionando o botão <i>Localizar Cliente</i> ele conseguirá a partir do nome, por exemplo, conseguir o número de identificação do cliente e tentará pressionar esse botão inicialmente ocorrendo um erro e dificultando o aprendizado inicial do usuário. Isso deve-se ao <i>label</i> Localizar Cliente que pode causar confusão.	Janela Locadora de Carros Ubirajara/Forneça os dados do documento de identificação do cliente.
PC28	T4/C2/3	O usuário pode não entender o código da categoria à frente do nome da categoria do carro.	Janela Locadora de Carros Ubirajara/Cadastrar Aluguel
PC29	T4/E1/4	A falta da especificação do formato do desconto concedido e sem uma resposta adequada podem fazer com que o usuário fique parado nesse passo sem saber o que está acontecendo.	Janela Locadora Ubirajara/Cadastrar

Problema	Ponto de interação	Descrição do problema	Local do problema
			<i>Aluguel/Escolher características do aluguel</i>
PC30	T5/C1/3	O usuário terá dúvida no preenchimento do código do aluguel.	Janela Locadora de Carros Ubirajara/Devolução/Informações da Devolução
PC31	T5/D1/3	A falta da informação sobre o formato de entrada de dados pode fazer com que o usuário insira um formato errado. Portanto, o elemento da interface não está representando eficientemente a ação.	Janela Devolução de carros/Devolução
PC32	T5/D2/1	O usuário pode pular esse passo e diretamente pressionar o botão <i>Confirmar</i> acreditando que o Software calculará automaticamente o valor total.	Janela Devolução de carros/Devolução
PC33	T5/D4/3	O usuário poderá ficar em dúvida se a tarefa foi realmente efetuada com êxito uma vez que a janela chama-se Erro!. Portanto, o elemento da interface não está representando eficientemente a ação.	Janela Erro!/Devolução realizada com sucesso.
PC34	T5/E2/1	O usuário pode ficar em dúvida se é necessário preencher esses campos mesmo a forma de pagamento sendo outra que não o cartão de crédito. Isso faz com que o usuário possa não tentar atingir a meta correta.	Janela Locadora de Carros Ubirajara/Pagamento

Priorização das tarefas de Reengenharia

Tarefa	Coefficiente de Qualidade Técnica Médio	Coefficiente do valor de negócio
Aluguel de carros	0.37	0.14
Devolução de carros	0.37	0.09
Cadastro de clientes	0.42	0.35
Cadastro de categoria de carros	0.537	0.14
Cadastro de carros	0.546	0.29