

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE INFORMÁTICA
CURSO DE BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO**

**Avaliando a Representação de
Interfaces com o Usuário
Utilizando Notações de Modelos
de Características: Um Estudo
Empírico**

Ildevana Poltronieri Rodrigues

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Sistemas de Informação na Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

Orientador: Profa. Dra. Ana Paula Terra Bacelo

**Porto Alegre
2015**

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha filha Ana Carolina e meu marido Elder.

“Nós Somos quem podemos ser
Sonhos o que podemos ter.”
(Engenheiros do Hawaii)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que me guiou e iluminou em minha trajetória, permitindo todos os acontecimentos ao longo da minha vida. “O Senhor é minha força, minha coragem; ele é meu Salvador(Salmo 118)”.

Agradeço em especial ao meu Marido Elder, que me incentivou desde o início a voltar à universidade e fazer o curso de Sistemas de informação, que incansavelmente aguentou meu estresse e mal humor durante todos estes anos, que me ofereceu seu ombro para que pudesse derramar minhas lágrimas.

À minha pequena bonequinha, minha Filha amada Ana Carolina, que teve a paciência e a compreensão pelas noites que não consegui lhe fazer companhia e nem colocá-la para dormir, pelos finais de semana que deixei de ficar com ela para estudar, meu eterno agradecimento.

À minha Mãe, que me deu a vida e torce pelas minhas vitórias.

Aos meus colegas que me ajudaram nesta trajetória que não foi fácil, não citei os nomes, pois a lista seria imensa.

À minha professora Orientadora Ana Paula Bacelo, que foi não somente uma orientadora, mas também uma pessoa muito especial, que me ajudou com muita paciência e atenção, me orientando neste Trabalho de Conclusão de Curso, que foi um grande desafio.

Ao professor Filipe Zabala da Faculdade de Matemática, que nos ajudou durante a etapa de análise e interpretação dos dados deste estudo experimental.

AVALIANDO A REPRESENTAÇÃO DE INTERFACES COM O USUÁRIO UTILIZANDO NOTAÇÕES DE MODELOS DE CARACTERÍSTICAS: UM ESTUDO EMPÍRICO

RESUMO

Modelos de características são considerados uma referência na representação de artefatos de Linha de Produto de Software (LPS). Existem várias notações para modelagem de características as quais possuem diferentes níveis de abstração e que estão focadas na representação dos aspectos funcionais da LPS. Por outro lado, aspectos relacionados a representação de interfaces com o usuário não tem sido abordado pelas pesquisas tanto em LPS quanto em IHC. Neste sentido, este trabalho de conclusão visa avaliar uma proposta de extensão de uma notação para modelagem de características em LPS, incluindo a representação de elementos de interface com o usuário. Assim, este Trabalho de Conclusão de Curso apresenta a análise comparativa de dois modelos de características para verificar o impacto da inclusão destes elementos em LPS.

Palavras-Chave: Modelo de Características, Interface com o Usuário, Linha de Produto de Software e Estudo Empírico.

AVALIANDO A REPRESENTAÇÃO DE INTERFACES COM O USUÁRIO UTILIZANDO NOTAÇÕES DE MODELOS DE CARACTERÍSTICAS: UM ESTUDO EMPÍRICO

ABSTRACT

Feature models are considered a reference in the majority of Software Product Line (SPL) methods. There are different notations with elements to represent requirements of the SPL at a higher or lower level of abstraction. Some notations present properties to distinguish functional, conceptual and non-functional features of an SPL. Non-functional requirements, especially those that involve the construction of user interfaces (UI), are not represented in the feature models nor are they addressed in the context of the construction of an SPL. In this context, an extension of a notation for features modeling was proposed, including elements to represent the user interface (UI). So, in this work is presented and empirical study that evaluates the impact of including UI elements during the feature modeling in SPL.

Keywords: Feature Model, User Interface, Software Product Line and Empirical Study.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Atividades essenciais de Linha de Produto de Software	16
Figura 2.2 – Número de sistemas a partir do qual passa a ser vantajoso a adoção de LPS	17
Figura 2.3 – Exemplo de representação da notação FODA	19
Figura 2.4 – Representação de modelo de características de acordo com o método FeatuRSEB	20
Figura 2.5 – Representação Gulp Bosch & Svahnberg	21
Figura 2.6 – Notação Czarnecki	22
Figura 2.7 – Modelo da Notação Odyssey-Fex	25
Figura 2.8 – Processo Experimental	27
Figura 2.9 – Princípios do Experimento	30
Figura 3.1 – Modelo da Notação Odyssey-Fex conforme Domínio Varejo	33
Figura 3.2 – Modelo da Notação UI-Odyssey-Fex conforme Domínio Varejo	35
Figura 4.1 – Desenho da Execução do Estudo Experimental	45
Figura 5.1 – Tempos Utilizados por Tratamento	55
Figura 5.2 – Tempos Utilizados por Grupo	57
Figura 5.3 – Word Cloud Questão 1 - Questionário de Avaliação Notação Odyssey-Fex	59
Figura 5.4 – Word Cloud Questão 1 - Questionário de Avaliação Notação UI-Odyssey-Fex	59
Figura 5.5 – Word Cloud Questão 3 - Questionário de Avaliação Notação Odyssey-Fex	60
Figura 5.6 – Word Cloud Questão 3 - Questionário de Avaliação Notação UI-Odyssey-Fex	60
Figura 5.7 – Word Cloud Questão 4 - Questionário de Avaliação Notação Odyssey-Fex	61
Figura 5.8 – Word Cloud Questão 4 - Questionário de Avaliação Notação UI-Odyssey-Fex	61
Figura 5.9 – Word Cloud Questão 7 - Questionário de Avaliação Notação Odyssey-Fex	62
Figura 5.10 – Word Cloud Questão 7 - Questionário de Avaliação Notação UI-Odyssey-Fex	62

Figura 5.11 – Word Cloud Questão 8 - Questionário de Avaliação Notação Odyssey-Fex 63

Figura 5.12 – Word Cloud Questão 8 - Questionário de Avaliação Notação UI-Odyssey-Fex..... 63

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Notação Odyssey-Fex	24
Tabela 2.2 – Relacionamentos da Notação Odyssey-Fex	24
Tabela 3.1 – Notação UI-Odyssey-Fex	34
Tabela 3.2 – Variáveis do Experimento	39
Tabela 4.1 – Dados Coletados	47
Tabela 4.2 – Balanceamento dos Sujeitos	48
Tabela 4.3 – Avaliação do Grupo 1	49
Tabela 4.4 – Avaliação do Grupo 2	50
Tabela 5.1 – Teste Qui-Quadrado	51
Tabela 5.2 – Total de Respostas da Questão de Análise	53
Tabela 5.3 – t-Student Pareado	53
Tabela 5.4 – t-Student Simples UI-Odyssey-Fex comparada a Zero	54
Tabela 5.5 – t-Student Simples Odyssey-Fex comparada a Zero	54
Tabela 5.6 – Resultados do Tempo Total em Minutos	54
Tabela 5.7 – t-Student Pareado entre Grupos	55
Tabela 5.8 – t-Student Pareado entre Tratamentos Grupo 1	56
Tabela 5.9 – t-Student Pareado entre Tratamentos Grupo 2	56
Tabela 5.10 – t-Student Pareado Questão 1 - Questionários de Avaliação	57
Tabela 5.11 – t-Student Pareado Questão 3 - Questionários de Avaliação	58
Tabela 5.12 – t-Student Pareado Questão 4 - Questionários de Avaliação	58

LISTA DE SIGLAS

FACIN – Faculdade de Informática

FAMAT – Faculdade de Matemática

FODA – *Feature Oriented Domain Analysis*

LPS – Linha de Produto de Software

OF – Notação Odyssey-Fex

RF – Requisito Funcional

RSEB – *Reuse-Driven Software Engineering Business*

SEI – *Software Engineering Institute*

TCC – Trabalho de Conclusão de Curso

TCC 1 – Trabalho de Conclusão de Curso I

TCC 2 – Trabalho de Conclusão de Curso II

UI – Notação UI-Odyssey-Fex

UML – *Unified Modeling Language*

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
2.1	LINHA DE PRODUTO DE SOFTWARE	15
2.1.1	VARIABILIDADE	18
2.1.2	MODELOS DE CARACTERÍSTICAS	18
2.1.3	MÉTODOS DE LINHA DE PRODUTO E NOTAÇÕES DE MODELOS DE CARACTERÍSTICAS	19
2.1.3.1	<i>FEATURE ORIENTED DOMAIN ANALYSIS</i> - FODA	19
2.1.3.2	FEATURSEB	20
2.1.3.3	NOTAÇÃO GURP-BOSH-SVAHNENBERG	21
2.1.3.4	NOTAÇÃO DE CZARNECKI	22
2.1.3.5	NOTAÇÃO ODYSSEY-FEX	23
2.2	ENGENHARIA DE SOFTWARE EXPERIMENTAL	26
2.2.1	ESTUDOS DE CASO	27
2.2.2	<i>SURVEYS</i>	28
2.2.3	EXPERIMENTOS CONTROLADOS	29
3	O ESTUDO EXPERIMENTAL	32
3.1	DEFINIÇÃO DO EXPERIMENTO	32
3.1.1	NOTAÇÃO ODYSSEY-FEX	32
3.1.2	NOTAÇÃO UI-ODYSSEY-FEX	33
3.1.3	OBJETIVO DO ESTUDO	35
3.1.4	OBJETIVO DA MEDIÇÃO	36
3.1.5	QUESTÕES DE ESTUDO	36
3.2	PLANEJAMENTO DO EXPERIMENTO	37
3.2.1	SELEÇÃO DO CONTEXTO	37
3.2.2	DEFINIÇÃO DAS HIPÓTESES	37
3.2.3	SELEÇÃO DAS VARIÁVEIS	39
3.2.3.1	VARIÁVEIS INDEPENDENTES	40
3.2.3.2	VARIÁVEIS DEPENDENTES	40
3.2.3.3	VARIÁVEIS DE CONTROLE	40

3.2.4	SELEÇÃO DOS SUJEITOS	40
3.2.5	PRINCÍPIOS GERAIS DO ESTUDO EXPERIMENTAL	40
3.2.6	DESCRIÇÃO DA INSTRUMENTAÇÃO	41
3.2.7	VALIDADE	42
4	OPERAÇÃO DO ESTUDO EXPERIMENTAL	44
4.1	PREPARAÇÃO	44
4.1.1	TREINAMENTO	44
4.2	EXECUÇÃO DO EXPERIMENTO	45
4.3	RESULTADOS	46
4.3.1	CARACTERIZAÇÃO DOS PARTICIPANTES	46
4.3.2	AVALIAÇÃO DAS NOTAÇÕES	48
5	ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS	51
5.1	ESTATÍSTICA DESCRITIVA	51
5.2	TESTE DE HIPÓTESES	52
5.3	ANÁLISE QUALITATIVA	59
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	64
	REFERÊNCIAS	66
	APÊNDICE A – Questionário de Caracterização dos Participantes do Estudo Experimental	68
	APÊNDICE B – Formulário de Consentimento	70
	APÊNDICE C – Questionário de Avaliação do Estudo Experimental - Notação Odyssey-Fex	72
	APÊNDICE D – Questionário de Avaliação do Estudo Experimental - Notação UI-Odyssey-Fex	75
	APÊNDICE E – Manual de Execução do Estudo Experimental - Notação Odyssey-Fex	78
	APÊNDICE F – Manual de Execução do Estudo Experimental - Notação UI-Odyssey-Fex	98
	APÊNDICE G – Treinamento do Estudo Experimental	117

1. INTRODUÇÃO

A comunidade de Engenharia de Software normalmente concentra seus esforços nas atividades de projeto, desenvolvimento e manutenção de software, as quais englobam um processo de desenvolvimento de software. Com o objetivo de aumentar a qualidade e ao mesmo tempo diminuir o custo, o tempo e o esforço requerido durante este processo, diversas abordagens têm sido propostas e adotadas pela comunidade. Uma das abordagens que tem ganhado crescente atenção nos últimos anos é a reutilização de artefatos de software. A reutilização de software tem como princípio o desenvolvimento de software a partir de partes de código já construída para outros produtos (SOMMERVILLE, 2001), minimizando o retrabalho.

A Engenharia de Software constituída com base na reutilização de software possui diversas abordagens, como por exemplo Reuso Baseado em Componentes e Linha de Produto de Software (LPS) (SOMMERVILLE, 2001). De acordo com Clements e Northrop (CLEMENTS; NORTHROP, 2001) uma LPS pode ser definida como um conjunto de sistemas que compartilham um conjunto de características comuns e gerenciadas, que satisfazem uma necessidade ou missão específica de um determinado segmento de mercado e que são desenvolvidas a partir de um núcleo de artefatos, e especificadas a partir de um modelo de variabilidades do domínio.

Uma Linha de Produto de Software pode ser desenvolvida de acordo com diversos métodos, como por exemplo os métodos FODA (KANG et al., 1990) e FeatRSEB (FAVARO; MAZZINI, 2009). Normalmente um método propõe ou se utiliza de uma notação ou modelo para representar as variabilidades do domínio ou da arquitetura. Um modelo de variabilidade consiste em representar as funcionalidades de um domínio através de características e seus respectivos relacionamentos através de uma estrutura hierárquica (MABEN; LICHTER, 2004). O Modelo de Características¹ é um exemplo de notação para representar variabilidade do domínio da LPS, sendo originalmente proposto juntamente com o método FODA (KANG et al., 1990) e estendido para suportar diferentes notações, como por exemplo a Notação GRUP-Bosh-Svahnberg (GURP; BOSCH; SVAHNBERG, 2001), a Notação de Czarnecki (CZARNECKI; HELSEN; EISENECKER, 2004) e Notação Odyssey-Fex (OLIVEIRA, 2006). Dentre as notações citadas, algumas representam com mais detalhamento as variabilidades em função de requisitos funcionais do que outras. No entanto, apesar de alguns trabalhos avaliarem algumas notações de Modelos de Características quanto a clareza, facilidade de entendimento e simplicidade de representação (DJEBBI; SALINESI, 2006), até o momento as investigações são limitadas sobre qual notação melhor representa aspectos de interface com o usuário, como por exemplo, formulários, listas, relatórios e ou combinações destes (BOUCHER; PERROUIN; HEYMANS, 2012).

¹Tradução do termo em inglês - *Feature Model*

Neste contexto, este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) busca investigar e avaliar por meio de um experimento controlado a necessidade de representar interfaces com o usuário em modelos de características de uma LPS. Este experimento será aplicado sobre uma infraestrutura já desenvolvida em TCCs orientados pela Prof. Dra. Ana Paula Terra Bacelo e que fazem parte do projeto de Reutilização de Interfaces com o Usuário em Linhas de Produto de Software, aprovado no Edital Interno da Faculdade de Informática (FACIN) 2013. No TCC de Fonseca e da Silva (FONSECA; SILVA, 2014) foi realizada a implementação de um catálogo de padrões de interface utilizando as boas práticas de catálogos de padrões para outros fins (*e.g.* padrões de projeto). O TCC de Oliveira (OLIVEIRA, 2014) estende uma notação para modelagem de características (Odyssey-Fex) de forma a representar elementos de interface com o usuário, além da importação de padrões de interface desenvolvido pelo TCC de Fonseca e da Silva (FONSECA; SILVA, 2014). Sendo assim, o experimento proposto neste TCC, fez uso da infraestrutura construída pelos TCCs mencionados acima, e teve como objetivo avaliar as vantagens na representação destas interfaces com o usuário em modelos de características.

Este documento está estruturado da seguinte maneira: o Capítulo 2 apresenta a Fundamentação Teórica referente aos assuntos tratados neste trabalho, contendo os seguintes conteúdos: Linha de Produtos de Software, Variabilidade de LPS, Modelos de Características, Métodos de LPS e Notações de Características, Engenharia de Software Experimental e seus Métodos. No Capítulo 3 está descrito o Estudo Experimental realizado, descrevendo a Definição do Experimento e o Planejamento do Experimento. No Capítulo 4 consta a Operação do Estudo Experimental, incluindo a Preparação, a Execução e os Resultados. O Capítulo 5 apresenta a Análise e Interpretação dos resultados, contendo a Estatística Descritiva, os Testes de Hipóteses e Análise Qualitativa. No Capítulo 6 serão feitas as Considerações Finais referente ao estudo.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo será apresentada a fundamentação teórica necessária ao entendimento deste trabalho. Desta forma, serão apresentados os diversos conceitos relacionados às áreas de Linha de Produto de Software e Engenharia de Software Experimental. Quanto aos conceitos relacionados a Linha de Produto de Software, serão introduzidos os conceitos básicos, variabilidade e modelos de características. Além disso, serão apresentados alguns Métodos de Linha de Produto de Software que se destacam na literatura, bem como as notações de Modelos de Características. A seguir, será feita uma introdução ao conceito de Engenharia de Software Experimental, bem como apresentados alguns métodos de experimentação em Engenharia de Software.

2.1 Linha de Produto de Software

De acordo com Clements e Northrop (CLEMENTS; NORTHROP, 2001) uma Linha de Produto de Software (LPS) pode ser definida como um conjunto de sistemas que compartilham um conjunto de características comuns e gerenciadas, que satisfazem uma necessidade ou missão específica de um determinado segmento de mercado e são desenvolvidos a partir de um núcleo de artefatos e de forma predefinida.

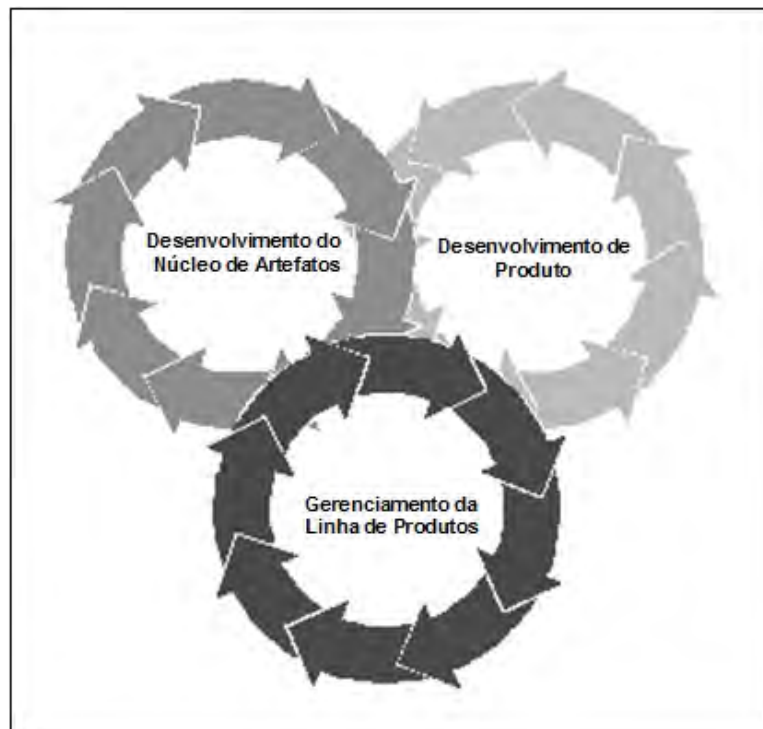
De uma maneira simplificada, pode-se definir que uma Linha de Produto de Software é constituída a partir de um núcleo de artefatos comuns a vários produtos, que representa o conceito de variabilidade, e artefatos específicos de um determinado produto. É importante destacar que um sistema (produto) gerado a partir de uma LPS, do ponto de vista funcional, é um sistema como outro qualquer. No entanto, os produtos gerados por uma LPS são criados a partir de componentes, ou unidades de código comuns, modulados de acordo com regras definidas durante a análise da variabilidade e do projeto da arquitetura (OLIVEIRA, 2006). Por este motivo, os produtos constituídos a partir de uma LPS devem ser desenvolvidos de maneira planejada e sistemática, diferente do conceito de reuso de software informal onde as organizações possuem um repositório com uma biblioteca de componentes, módulos ou algoritmos que as equipes conhecem e são incentivadas a utilizar - conhecido como reuso oportunista (SOMMERVILLE, 2001). No entanto, para que o reuso planejado e sistemático seja alcançado, ao longo do processo de desenvolvimento de uma LPS, características comuns e específicas de cada produto devem ser identificadas, projetadas e desenvolvidas. O processo de desenvolvimento de uma LPS é composto de três atividades principais (CLEMENTS; NORTHROP, 2001), conforme a Figura 2.1:

- **Desenvolvimento do Núcleo de Artefatos:** esta atividade é a base para a produção de uma LP (CLEMENTS; NORTHROP, 2001) e é responsável por construir e utilizar

diversos tipos de artefatos, bem como aqueles construídos pela organização ou adquiridos de terceiros. Estes artefatos reutilizáveis podem ser por exemplo *frameworks*, componentes, arquitetura de software, documentação referente a componentes ou arquitetura.

- **Desenvolvimento de Produto:** esta atividade tem como objetivo principal o desenvolvimento de artefatos para a realimentação do núcleo de artefatos da LPS, além dos requisitos individuais de produtos específicos que são desenvolvidos individualmente (CLEMENTS; NORTHROP, 2001).
- **Gerenciamento da Linha de Produtos:** esta atividade tem como principal objetivo tornar a abordagem de LPS bem sucedida. Assim, suas atividades devem ser coordenadas e supervisionadas para que o desenvolvimento de produtos seja garantido a fim de assegurar a continua construção de produtos para o ciclo de realimentação do núcleo de artefatos. Seu compromisso deve ser de recolher continuamente dados suficiente para acompanhar o processo de desenvolvimento e utilização da LPS (CLEMENTS; NORTHROP, 2001).

Figura 2.1 – Atividades essenciais de Linha de Produto de Software

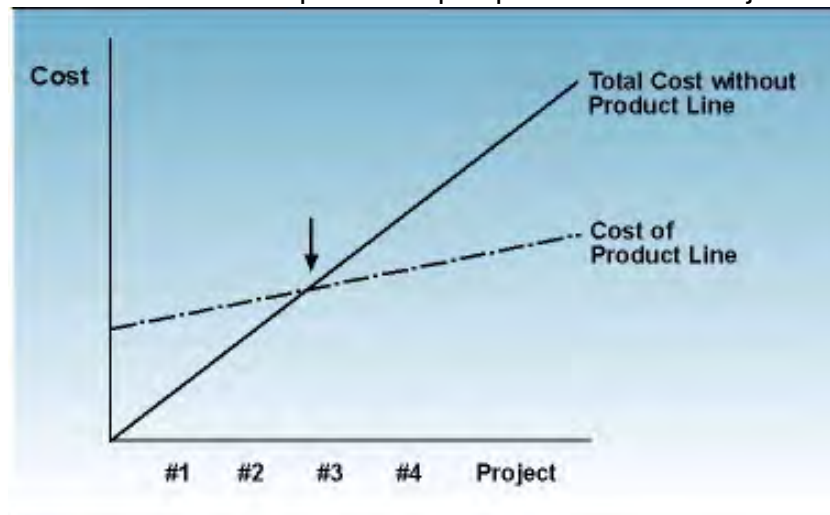


Fonte: Retirada de (CLEMENTS; NORTHROP, 2001)

Com base nas atividades apresentadas acima, percebe-se que a adoção de uma linha de produto de software requer um alto custo e esforço inicial. Entretanto, a medida que a equipe for se adaptando aos conceito de LPS e o número de produtos pertences a uma mesma LPS for aumentando, a sua adoção torna-se vantajosa. De acordo com o

Software Engineering Institute (SEI) (CLEMETS, 2014), normalmente quando uma LPS atinge o número de três produtos a sua adoção passa a ser vantajosa, quando comparada com uma abordagem de desenvolvimento tradicional - sem reuso gerenciado e sistemático (ver Figura 2.2).

Figura 2.2 – Número de sistemas a partir do qual passa a ser vantajoso a adoção de LPS



Fonte: Retirado de (CLEMETS, 2014)

A adoção de um processo de desenvolvimento focado no reuso gerenciado e sistemático pode apresentar diversos benefícios. Segundo alguns autores *e.g.* (CLEMETS; NORTHROP, 2001) (POHL; LINDEN, 2010) a adoção de uma abordagem de LPS pode apresentar diversas vantagens para as empresas, como por exemplo:

- Melhor entendimento do domínio;
- Facilidade em treinar a equipe;
- Alta qualidade dos produtos;
- Confiança do cliente;
- Reaproveitamento de componentes e requisitos;
- Melhor análise dos requisitos;
- Melhor controle de qualidade e
- Redução de custos de produção e manutenção.

Apesar dos benefícios que a adoção de uma abordagem de LPS pode propiciar, para obter uma reutilização bem sucedida é necessário realizar diversas atividades durante o projeto de desenvolvimento de uma LPS. É importante destacar que a adoção de um processo de desenvolvimento baseado em LPS exige a realização de várias atividades cruciais

e específicas - atividades essas que normalmente não são realizadas durante um processo de desenvolvimento tradicional, *e.g.* processo de desenvolvimento Cascata (SOMMERVILLE, 2001). Pode-se citar como exemplo de atividade específica ao contexto de LPS a identificação e modelagem de variabilidade.

2.1.1 Variabilidade

Segundo Becker (BECKER, 2003) uma variabilidade consiste em uma capacidade ou característica que um sistema possui, sendo que no contexto de LPS esta capacidade ou característica diferencia um sistema dos demais gerados a partir da mesma LPS. O conceito de variabilidade tem como objetivo principal a identificação e a posterior reutilização sistemática das características dos sistemas, possibilitando representar as diferenças entre os produtos e/ou aplicações de uma LPS, bem como explorar as características comuns entre elas (BECKER, 2003). Conforme Pohl e Linden (POHL; LINDEN, 2010) uma variabilidade é representada pela habilidade e a capacidade de alterar e adaptar um sistema em vários aspectos. Uma variabilidade é basicamente descrita através de pontos de variação e variantes. Um ponto de variação descreve onde existem diferenças nos sistemas finais. É uma característica que pode decidir qual variante será utilizada pelo sistema. As variantes consistem em características alternativas para um ponto de variação (OLIVEIRA, 2006) (POHL; LINDEN, 2010). As variabilidades podem ser representadas através de modelos de características de uma LPS conforme detalhado a seguir.

2.1.2 Modelos de Características

O Modelo de Características é uma forma de se identificar e denotar variabilidade entre produtos de uma LPS. Um Modelo de Características pode ser visualmente representado por estruturas semelhantes a uma árvore, nas quais os nós representam características e as arestas ilustram o relacionamento entre elas. A definição e o uso de Modelo de Características foi originalmente proposto por Kang *et.al.* (KANG et al., 1990), como parte do método de Análise do Domínio Orientado a Características (*Feature Oriented Domain Analysis - FODA*). Assim, do ponto de vista de variabilidade uma característica pode ser classificada como:

- **Mandatória:** Uma característica mandatária deve obrigatoriamente estar presente em todos os produtos derivados a partir de uma mesma LPS.
- **Opcional:** Uma característica opcional representa os elementos que podem ou não estar presentes nos produtos derivados de uma mesma LPS.

- **Alternativa:** A característica alternativa representa diferentes formas de implementação de um conceito do domínio para um produto derivado de uma LPS.

Existem diversas notações de modelos de características, sendo que em alguns casos uma determinada notação de modelo é vinculada a um método de LPS. Neste sentido, serão apresentados alguns dos principais métodos para desenvolver uma LPS, bem como seus respectivos modelos de características de software.

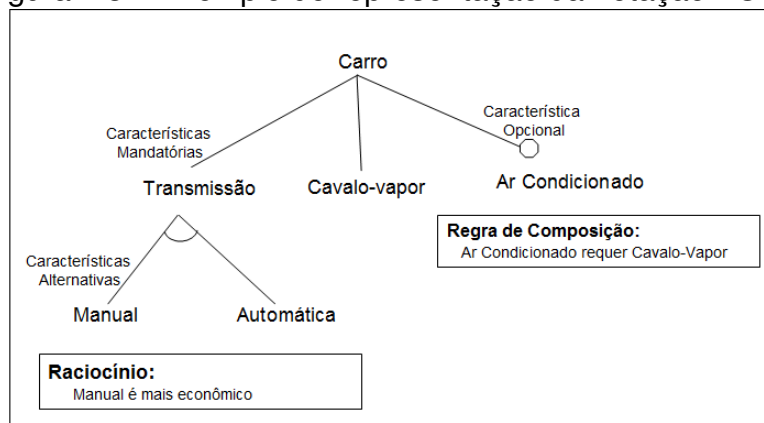
2.1.3 Métodos de Linha de Produto e Notações de Modelos de Características

Nessa seção serão apresentados alguns métodos usados para o desenvolvimento de LPS que se destacam na literatura. Além disso, serão apresentadas as suas respectivas notações de modelos de características.

2.1.3.1 *Feature Oriented Domain Analysis - FODA*

Como apresentado na seção anterior, FODA é um método que foi proposto por Kang *et al.* (KANG et al., 1990), sendo considerado o precursor das notações de modelos de características. Este método compreende três atividades: **Análise de contexto** que tem por objetivo definir o escopo do domínio e as suas relações entre os elementos do domínio e os elementos externos; a atividade de **Modelagem de domínio** que tem como proposta analisar e representar as semelhanças e diferenças do domínio e produzir os modelos que representam os aspectos do domínio; e a **Modelagem de arquitetura** que apresenta representar a solução dos problemas de variabilidade levantados na modelagem de domínio.

Figura 2.3 – Exemplo de representação da notação FODA



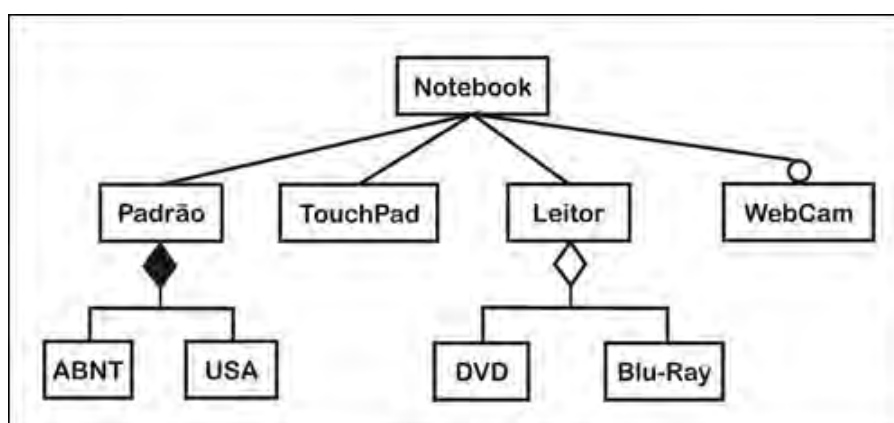
Fonte: Adaptada de (KANG et al., 1990)

De acordo com a notação de Modelo de Característica do método FODA, apresentada na Figura 2.3, as ligações entre os elementos são distribuídas na forma de uma árvore, onde estão também representados os relacionamentos entre as características. Por exemplo, a raiz da árvore (*Carro*) representa o domínio e os nodos *Transmissão* e *Cavalo Vapor* (potência do carro) representam as características mandatórias, já o nodo *Ar Condicionado* é uma característica Opcional - representada por um círculo sem preenchimento acima do nome da característica. Nesta representação, um *Carro*, que possui a característica opcional *Ar Condicionado*, deve atender uma regra de composição onde a presença dessa característica requer um motor com potência maior que 100 *Cavalo Vapor*. Além disso, na Figura 2.3 as variantes *manual* e *automática* são consideradas como especializações de uma características mandatórias (*Transmissão*). O arco entre as ligações dessas duas características denota que o ponto de variação *Transmissão* deve ter sua variabilidade resolvida pela seleção obrigatória de uma das variantes, desta forma especializando a característica pai.

2.1.3.2 FeatuRSEB

Este método é resultado da combinação do método FODA e método RSEB¹ (FAVARO; MAZZINI, 2009). O método RSEB é baseado na reutilização sistemática orientado a casos de uso baseado em UML (*Unified Modeling Language*) (OMG, 2014). O modelo de características faz uso das notações de características funcionais, arquiteturais e de implementação.

Figura 2.4 – Representação de modelo de características de acordo com o método FeatuRSEB



Fonte: Retirada de (SCAICO; SCAICO; LIMA, 2014)

A notação FeatuRSEB tem sua representação semelhante ao método FODA, através de árvore. Na Figura 2.4 pode-se observar que a raiz representa o domínio, as linhas as ligações e os retângulos as características do domínio. O domínio *Notebook* representa

¹Do termo em inglês: *Reuse-Driven Software Engineering Business*

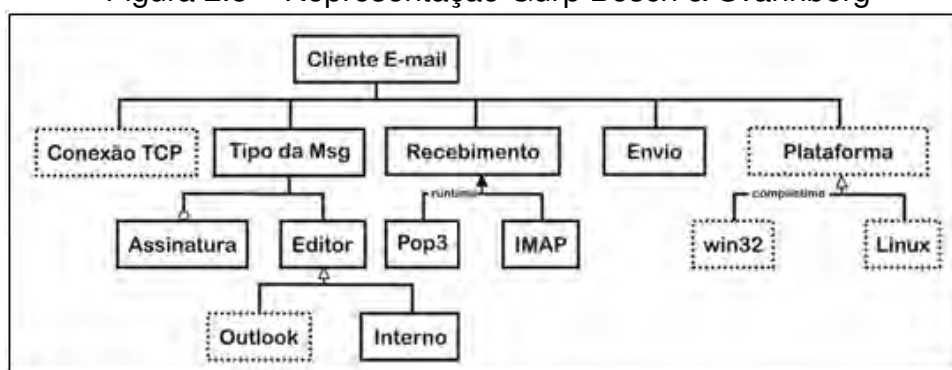
a raiz e as características *Padrão*, *TouchPad* e *Leitor* são mandatórias deste domínio. A característica opcional *WebCam* é representada através de um círculo acima do nome da característica (como representado na notação FODA). Nesta representação as especializações da característica *Padrão* possuem um losango preenchido em preto abaixo da característica pai, significando que deve ser feita a escolha de somente uma das variantes (mutuamente exclusivas): *ABNT* ou *USA*. Já a característica *Leitor*, possui um losango sem preenchimento, significando que podem serem selecionadas as duas características simultaneamente: *DVD* e *Blue-Ray*.

É importante destacar que a notação FeatuRSEB pode ser representada utilizando a notação UML, quando houver a necessidade de maior detalhamento de suas características (FAVARO; MAZZINI, 2009). Neste contexto, cada característica será considerada como uma classe, e utilizará o estereótipo «*feature*» e seus relacionamentos serão representados por meio de dependência ou associações estereotipadas. A notação também possibilita a representação dos tipos de características que são representadas como atributos, e suas conexões e dependências através dos relacionamentos.

2.1.3.3 Notação GURP-Bosh-Svahnberg

A notação proposta por Gurp *et al.* (GURP; BOSCH; SVAHNBERG, 2001) é uma extensão da FeatuRSBE, sendo assim baseada em UML. Esta notação se diferencia da FeatuRSBE por possuir um novo tipo de característica: Características externas. Este tipo de característica representa produtos externos (sistemas) que uma instância da LPS depende e utiliza. As características externas são representadas graficamente por um retângulo pontilhado e são reconhecidas como plataforma alvo do sistema. Outro aspecto que a difere é a construção de suas arestas na horizontal deixando mais claros os níveis do grafo (SCAICO; SCAICO; LIMA, 2014).

Figura 2.5 – Representação Gurp Bosch & Svahnberg



Fonte: Retirada de (SCAICO; SCAICO; LIMA, 2014)

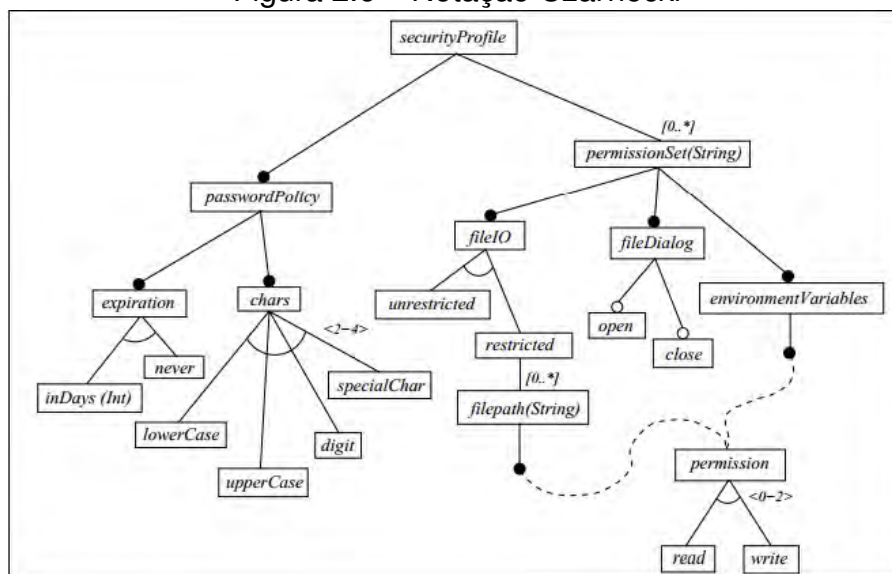
Nesta notação as características podem ter variantes do tipo interna ou externa. Com base na Figura 2.5, pode-se perceber que cada característica é representada por um

retângulo, onde os retângulos com seu contorno pontilhado se referem as características externas e os preenchido se referem as características internas. As características opcionais são representadas por uma seta sem preenchimento que aponta para a característica pai. Por exemplo, o ponto de variação *Editor* possui as características opcionais *Outlook* e *Interno*, que devem ser mutuamente excludente. Por sua vez, a representação que possui uma flecha com preenchimento preto indica que o ponto de variação pode ser resolvido através da seleção de todas as variantes relacionadas. Como em outras notações o círculo sem preenchimento acima do nome da característica define a característica como Opcional. Além disso, nesta notação também se tem a representação do momento em que a escolha das variantes devem acontecer, como em *Recebimento* temos a indicação de *runtime* e em *Plataforma* indicando *complettime*.

2.1.3.4 Notação de Czarnecki

A proposta de Czarnecki *et al.* (CZARNECKI; HELSEN; EISENECKER, 2004) utiliza uma modelagem de características baseada em cardinalidades, que integra uma série de extensões de notações propostas anteriormente na literatura. A notação possui arestas interligadas que denotam suas características mandatórias e opcionais. O diferencial da notação de Czarnecki em relação as demais notações apresentadas nesse trabalho, é a possibilidade de se modelar atributos de cardinalidades em característica. É importante destacar que essa notação, assim como a GURP-Bosh-Svahnenberg, não é diretamente vinculada a um método de desenvolvimento de LPS. Na Figura 2.6 é apresentado um exemplo de modelo de características de acordo com esta notação.

Figura 2.6 – Notação Czarnecki



Fonte: Retirada de (CZARNECKI; HELSEN; EISENECKER, 2004)

A notação organiza suas características em forma de árvore e as representa por retângulos contendo o nome da característica. Nesta notação os atributos também podem ser modelados como características, podendo possuir um tipo associado, indicado entre parênteses como em *permissionSet(String)*. Outra diferença nesta notação é a representação das características obrigatórias, identificadas por um círculo preenchido na cor preta. Características opcionais são representadas por círculos vazados e também podendo ou não possuir cardinalidade associadas (e.g. [0..1]).


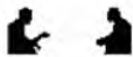



Além disso, a notação utiliza o conceito de grupo. Um grupo pode ser um ponto de variação e as características pertencentes a ele são conectadas por um arco e representam variantes. Por exemplo, a característica *chars* (ponto de variação) possui as variantes: *lowerCase*, *upperCase*, *digit* e *specialChar*. Em um relacionamento entre os grupos e as características relacionadas podem ser atribuídas cardinalidades, que denotam o número máximo e mínimo de variantes que podem ser instância daquele ponto. Por exemplo, a característica *caracteres* pode ter uma cardinalidade entre <2-4> referente a variável *specialChar*. No entanto, os grupos que possuem cardinalidade de <1-1>, tem suas características relacionadas sendo mutuamente exclusivas, sendo mandatória a instanciação de uma das variantes. Um exemplo pode ser observado na característica *expiration*, onde os *inDays* e *never* são mutuamente exclusivos.

Um outro aspecto relevante na notação é que ela possui o conceito de diagrama de referência. Com este conceito uma característica pode estar conectada a outro diagrama de características. Esta representação pode ser vista entre as características *filepath(String)* e *environmentVariables* que estão ligadas por um linha tracejada até a característica *permission*.

2.1.3.5 Notação Odyssey-Fex

A notação proposta por Oliveira (OLIVEIRA, 2006), assim como diversas outras relacionadas na literatura, tem como base no método FODA (KANG et al., 1990). Essa notação é utilizada dentro do ambiente de reutilização Odyssey e ainda incorpora elementos do modelo de características deste ambiente (MILER, 2000). Diferentemente das notações anteriores, esta notação indica que as características devem ser classificadas em diferentes tipos, sendo que possuem imagens que as identificam (conforme descrito na Tabela 2.1).






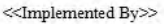
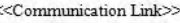
Tabela 2.1 – Notação Odyssey-Fex

	<i>Ícone</i>	<i>Categoria</i>
Características de Análise		Domínio – Características ligadas à essência do domínio. Representam as funcionalidades e/ou os conceitos do modelo e correspondem a casos de uso e componentes estruturais concretos. Podem ser especializadas em: características conceituais e funcionais.
		Entidade – São atores do modelo. Entidades do mundo real que atuam sobre o domínio. Podem, por exemplo, expor a necessidade de uma interface com o usuário.
Características de Projeto (Tecnológicas)		Ambiente Operacional – Características que representam atributos de um ambiente que uma aplicação do domínio pode usar e operar. Ex.: sistemas operacionais, bibliotecas.
		Tecnologia de Domínio – Características que representam tecnologias utilizadas para modelar ou implementar questões específicas de um domínio.
		Técnicas de Implementação – Características que representam tecnologias utilizadas para implementar outras características, podendo ser compartilhadas por diversos domínios.

Fonte: Retirada de (OLIVEIRA, 2006)

Além da representação das características, a notação Odyssey-Fex propõe uma forma diferenciada de representar o relacionamento entre características. Sendo assim, mantém a representação dos relacionamentos da UML e os relacionamentos específicos da notação, conforme proposto por Miler (MILER, 2000). As representações dos relacionamentos da notação são apresentadas com maiores detalhes na Tabela 2.2.

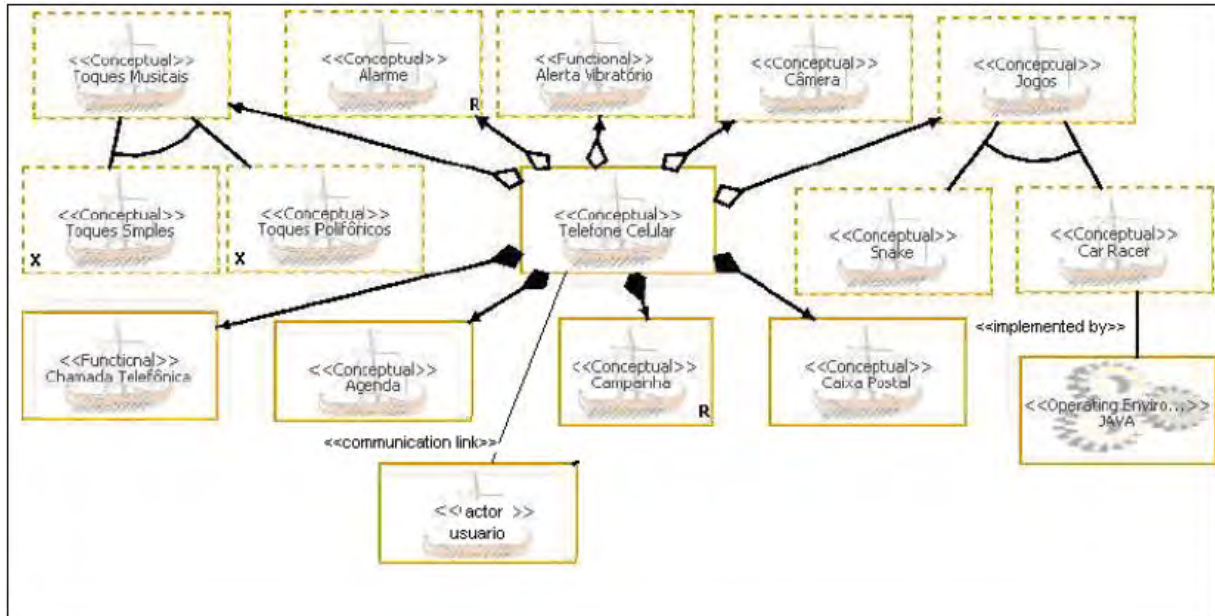
Tabela 2.2 – Relacionamentos da Notação Odyssey-Fex

	<i>Representação</i>	<i>Descrição</i>
Relacionamentos UML		Composição – Relacionamento em que uma característica é composta por outras, ou seja, uma característica é parte fundamental de outra e a primeira não existe sem a segunda.
		Agregação – Relacionamento em que uma característica representa o todo, e as outras as partes. No entanto, as características existem independentemente umas das outras.
		Generalização – Relacionamento em que há uma generalização/especialização das características. Denota relação de herança entre as características.
		Associação – Relacionamento simples entre duas características. Pode ser nomeada, indicando um tipo específico de ligação.
Relacionamentos Específicos		Alternativo (Alternative) – Relacionamento entre um ponto de variação e as suas variantes, denotando a pertinência de uma variante a um determinado ponto de variação.
		Implementado por (Implemented By) – Relacionamento entre características de domínio e características tecnológicas, ou entre características tecnológicas de diferentes categorias.
		Ligação de Comunicação (Communication Link) – Relacionamento entre características de entidade e características de domínio.

Fonte: Retirada de (OLIVEIRA, 2006)

A notação tem uma representação gráfica diferenciada, pois não possui grafos hierárquicos e sim cíclicos, podendo ser expandida para qualquer direção.

Figura 2.7 – Modelo da Notação Odyssey-Fex



Fonte: Retirada de (OLIVEIRA, 2006)

As características desta notação são representadas por retângulos, sendo que, retângulos com linhas contínuas representam características mandatórias e onde os retângulos com linhas pontilhadas representam as características opcionais. Esta notação possui imagens dentro dos retângulos que indicam o tipo de suas características (Tabela 2.1), tornando visível a identificação. As características são ligadas através de relacionamentos (Tabela 2.2). Por exemplo, as composições significam que para existir uma característica pai deverá existir uma característica filho. Um exemplo é apresentado na Figura 2.7, no qual para existir um *Telefone Celular* deve também existir uma *Agenda*. Nos casos de Agregação, a indicação deve ser ao contrário, para existir uma característica pai, não é necessário existir uma característica filho. Assim, para existir um *Telefone Celular* não necessariamente deve existir *Jogos*. A notação pode ainda representar as cardinalidades das relações. Além disso, para representar que a variante é mutuamente exclusiva deve-se anotar um “X” internamente na característica (ver exemplo na Figura 2.7 - características *Toque Simples* e *Toque Polifônico*) e quando anotado um “R” significa que as características tem dependências entre si (ver exemplo na Figura 2.7 - características *companhia* e *alarme*).

2.2 Engenharia de Software Experimental

A abordagem científica experimental tem sido utilizada há vários anos e em diversas áreas com o intuito de permitir aos pesquisadores e profissionais identificar e compreender as limitações e a aplicabilidade de tecnologias, recursos, teorias e abordagens utilizadas. Além disso, o uso de um processo experimental bem definido permite que os estudos experimentais possam ser facilmente compreendidos e replicados pelos demais membros da comunidade científica.

Por estas e outras razões, a utilização de estudos experimentais no contexto da engenharia de software tem ganhando cada vez mais atenção. A Engenharia de Software Experimental, uma sub-área da Engenharia de Software, pode ser aplicada com diversos objetivos, como por exemplo (TRAVASSOS; GUROV; AMARAL, 2002):

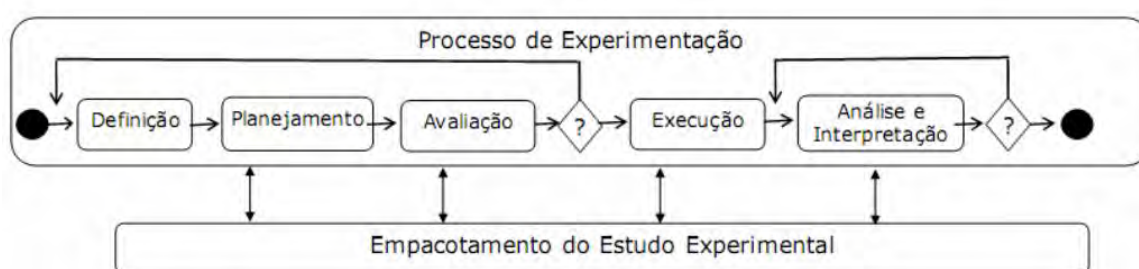
- Observar fenômenos, encontrar explicações, formular uma teoria e verificá-la, com a finalidade de compreender a natureza dos processos da informação;
- Construir uma base de conhecimento sobre métodos, processos e ferramentas;
- Orientar a engenharia e a teoria na definição do caminho a ser seguido pela pesquisa, eliminando assim abordagens e suposições irrelevantes ou errôneas.
- Otimizar o processo de formação de Engenharia de Software como ciência, rejeitando rapidamente idéias duvidosas. Assim a comunidade científica pode se concentrar em investigar idéias relevantes.

Quando aplicada com base em um objetivo bem definido, seguindo um processo e com um protocolo rigoroso, a Engenharia de Software Experimental auxilia na construção de produtos de software, realizando avaliações e desenvolvendo novos métodos, técnicas e artefatos para apoio ao desenvolvimento de software.

Existem diversos processos para a condução de um estudo experimental, incluindo o processo proposto por Wohlin *et al.* (WOHLIN *et al.*, 2012). Como se pode observar na Figura 2.8, este processo é composto das seguintes etapas: Definição, Planejamento, Avaliação, Execução, Análise e Interpretação dos Resultados e Empacotamento. Na etapa de **Definição** o objetivo do estudo experimental é definido, sendo descrito detalhadamente o problema a ser investigado. Durante a etapa de **Planejamento** serão realizadas as atividades que preparam como o estudo experimental será conduzido. Como exemplo de atividades, pode-se citar a criação dos instrumentos, a definição das hipóteses e os critérios para a seleção dos sujeitos. A seguir, durante a etapa de **Avaliação** é necessário se verificar a validade dos resultados que serão obtidos, bem como identificar e descrever as ameaças da validade dos resultados do experimento. Além disso, é nessa etapa que se

busca garantir que os resultados sejam válidos para a população de interesse. Na etapa de **Execução** o estudo experimental é executado e os dados/resultados são coletados para serem analisados. Durante a etapa de **Análise e Intepretação** os dados coletados são analisados com o objetivo de responder às questões de pesquisa (hipóteses) do estudo, sendo que com base nas respostas serão obtidas as conclusões do trabalho. Por fim, a etapa de **Empacotamento** serve para documentar detalhadamente o estudo realizado, bem como os seus artefatos e resultados. Desta forma, a comunidade científica é capaz de compreender o problema, o contexto e os resultados do estudo, sendo assim capaz de replicar o estudo experimental em outro contexto.

Figura 2.8 – Processo Experimental



Fonte: Retirada de (SOUZA; LEAL; HUZITA, 2012)

Existem diversos métodos de pesquisa experimental que podem ser aplicados na área da Engenharia de Software, como por exemplo: Estudos de casos, *Surveys*, Pesquisa de Ação e Experimentos Controlados. A seguir serão apresentados alguns destes métodos.

2.2.1 Estudos de Caso

Estudo de Caso é um método de pesquisa usado para estudos empíricos, sendo comum em diversas áreas como a Sociologia, Medicina, Psicologia e Engenharia de Software. Pode ser definido como uma técnica para investigações exploratórias com o objetivo de entender e explicar um fenômeno ou testar teorias (WOHLIN et al., 2012).

Um Estudo de Caso pode ser aplicado como uma estratégia de pesquisa comparativa, no qual compara os resultados da utilização de um método, monitoramento de projetos, atividades e atribuições, para com os resultados da utilização de uma outra abordagem. Ele é considerado o método adequado para a avaliação *“in vivo”* das atividades monitoradas dentro da indústria. Para evitar viés na avaliação e para garantir a validade interna, é necessário criar uma base sólida para a avaliação dos resultados do estudo de caso. De acordo com Wohlin *et al.* (WOHLIN et al., 2012) existem três formas de estruturar o estudo de forma a atingir este objetivo:

- Pode ser feita a comparação entre os resultados de um novo método em encontro com uma solução existente, por exemplo uma *baseline* de uma empresa. Assim, a empresa deve recolher dados de projetos padrão e calcular características como produtividade média e taxa de defeito. Em seguida, é possível comparar os resultados do Estudo de Caso com os dados da *baseline* (WOHLIN et al., 2012) (TRAVASSOS; GUROV; AMARAL, 2002).
- O uso de projetos semelhantes (*sister projects*), que são usados como base de estudo. O projeto em estudo utiliza o novo método e/ou tecnologia e outro projeto utiliza o método e/ou tecnologia atual. Ambos os projetos devem ter as mesmas características, a fim de serem comparáveis (WOHLIN et al., 2012) (TRAVASSOS; GUROV; AMARAL, 2002).
- O método pode ser aplicado a alguns componentes de um produto, sendo que podem ser randômicos a alguns e a outros não. Este método parece ser muito similar a um experimento, porém neste caso a população não foi aleatoriamente escolhida para todos, no entanto não pode ser caracterizado como um experimento.

Os Estudos de Caso possuem algumas vantagens, como por exemplo, possibilitam uma avaliação profunda das causas e efeitos. Por outro lado, é difícil encontrar projetos ou empresas dispostas a participar. Os resultados não podem ser generalizados para todas as situações (são dependentes do contexto) e o seu nível de controle é baixo. Além desses fatores, de acordo com Travassos (TRAVASSOS; GUROV; AMARAL, 2002) um dos problemas dos Estudos de Caso são os fatores de confusão, já que em muitas situações pode ser difícil diferenciar qual fator resultou em um determinado efeito.

2.2.2 *Surveys*

É um método de investigação de caráter observacional que visa descrever e explorar variáveis de uma população por meio de uma amostra estatística levantada referente ao universo estudado. A coleta é realizada através da adaptação de uma amostra representativa da população a ser estudada. Os resultados da pesquisa são então analisados para derivar conclusões descritivas e explicativas, depois disso eles são generalizados e comparados para a população, na qual a amostra foi coletada (WOHLIN et al., 2012). Desta forma, *Surveys* nunca são realizadas para criar uma compreensão da amostra particular, seu objetivo é o de compreender a população, da qual a amostra foi realizada. Uma característica desse método é que ele tem a capacidade de fornecer um grande número de variáveis a serem avaliadas, porém é necessário buscar a definição de um número reduzido de variáveis, uma vez que esta redução facilita o trabalho de análise.

A aplicação do método *Survey* possui três propósitos principais:

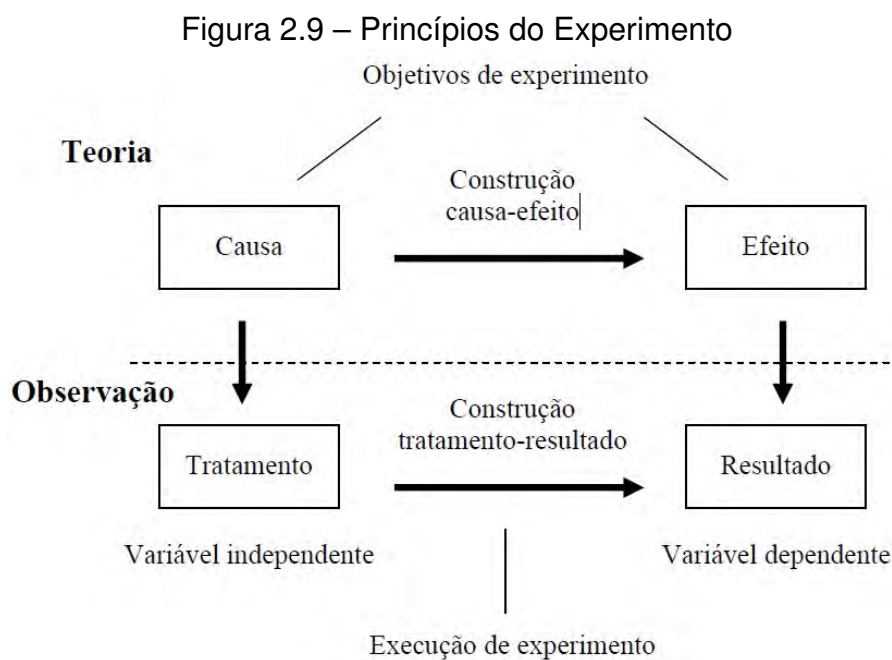
- **Descritivo:** deve ser realizado para permitir afirmações sobre alguma população, podendo determinar a distribuição de algumas características ou atributos (WOHLIN et al., 2012) (TRAVASSOS; GUROV; AMARAL, 2002). Um *Survey* descritivo busca identificar o contexto em que uma série de eventos acontece, bem como descrever a distribuição desses eventos em subgrupos ou em toda a população. Ele pode ser usado ainda para comparar a existência de um evento em diferentes grupos da população.
- **Explanatório:** destina-se a examinar a relação entre diferentes técnicas, candidatos e variáveis explicativas. Por exemplo, pode-se usar este método para explicar porque os desenvolvedores escolheram uma determinada técnica de análise (WOHLIN et al., 2012) e qual a implicação (causa) da adoção da técnica no processo de teste, bem como investigar por que essa implicação existe.
- **Exploratório:** tem por objetivo a busca inicial do conhecimento sobre tópico ou conceito a ser estudado, podendo posteriormente obter-se uma investigação mais aprofundada, assegurando que as questões importantes serão previstas. A pesquisa exploratória não responde a pergunta básica do estudo, porém seus resultados são utilizados para melhorar a investigação num todo e com isso, proporcionar novas possibilidades que podem ser analisadas e acompanhadas ao longo da pesquisa (WOHLIN et al., 2012).

A coleta de dados em um *Survey* pode ser realizada por dois meios: questionários e/ou entrevistas. Os questionários podem ser fornecidos em papel ou em formato eletrônico. O método básico de coleta de dados por meio de questionário deve ter instruções sobre como preenchê-lo e ao término deve ser entregue ao pesquisador, que deverá analisar os dados obtidos. Outra forma de coleta de dados são as entrevistas, onde o entrevistador transcreve as respostas de cada um dos entrevistados. O uso desta técnica oferece maiores vantagens, uma vez que o entrevistador pode atingir um maior número de respostas, tendo em vista que é possível fazer perguntas e observações. O lado negativo do uso é o aumento do custo e do tempo, que dependendo do tamanho da amostra e intenções de investigação podem não ser viáveis (WOHLIN et al., 2012).

2.2.3 Experimentos Controlados

Experimentos controlados são um tipo de investigação formal, rigorosa e controlada, que devem ser realizados em laboratórios, onde se consegue manipular os comportamentos e ao mesmo tempo isolar a amostra das interferências do mundo externo. Para realização de um processo de experimento são necessárias várias etapas como, definição, planejamento, operação, análise e interpretação e apresentação dos resultados (WOHLIN

et al., 2012). Uma das principais vantagens de um experimento é a possibilidade de controle das variáveis, pois podemos controlar a seleção dos sujeitos, objetos e instrumentos, podendo assim, garantir conclusões mais gerais. Outras vantagens incluem a capacidade de realizar uma análise estatística usando métodos de teste de hipóteses. Sendo assim, para fazer uso destas vantagens, precisamos de um processo para apoiar nossos objetivos e com isso garantir a corretude dos experimentos (WOHLIN et al., 2012) e (TRAVASSOS; GUROV; AMARAL, 2002).



Fonte: Retirada de (WOHLIN et al., 2012)

Um Experimento possui elementos que são básicos e essenciais para sua construção: as variáveis, os objetos, os participantes, o contexto do experimento, as hipóteses e o tipo de projeto que será utilizado para experimentação (TRAVASSOS; GUROV; AMARAL, 2002). Na Figura 2.9 as variáveis representam o efeito causado pelos fatores do experimento, essas variáveis podem ser dependentes ou independentes. As denominadas dependentes referem-se a saída do processo e são identificadas por resultado. As variáveis independentes são referentes a entrada do processo do experimento e apresentam a causa que afeta o resultado, denominando o tratamento. Outro elemento de um experimento são as hipóteses. Existem o que se chama de hipótese principal que é a hipótese nula. Esta afirma que não existe relacionamento estatístico significativo entre a causa e o efeito. Desta forma, o objetivo principal do experimento será de rejeitar esta hipótese nula e provar que uma ou algumas das hipóteses alternativas são válidas. O resultado deste teste deve ser tomado através de algum ou alguns métodos estatísticos, provando tal alternativa. Um experimento possui a capacidade de poder investigar em que situações certas afirmações são verdadeiras e podem fornecer um contexto em que certas normas, métodos e ferramentas são recomendadas para uso (WOHLIN et al., 2012).

Este método possui objetos que são as ferramentas que serão utilizadas na verificação do relacionamento causa-efeito, que na Figura 2.9 está exposta como “construção de causa-feito”. Estes objetos em conjunto com um determinado sistema de medições e diretrizes de execução do experimento forma a instrumentação da experimentação (TRAVASSOS; GUROV; AMARAL, 2002).

A seleção dos participantes é um ponto importante no Experimento Controlado. Estes participantes são especialmente selecionados a partir de uma determinada população de interesse, observando que este conjunto de participantes deve ser representativo para aquele universo a ser experimentado.

Um experimento Controlado possui algumas características e são apropriados para investigar diferentes aspectos, incluindo:

- Confirmar teorias, para testar as teorias existentes;
- Confirmar a sabedoria convencional, para testar as concepções das pessoas;
- Avaliar a precisão dos modelos, para testar se a precisão de certos modelos é o esperado;
- Validar medidas, para garantir que uma medida realmente está medindo o que é suposto.

3. O ESTUDO EXPERIMENTAL

Um estudo experimental tem como objetivo uma investigação rigorosa e eficiente de respostas para questões de pesquisa, conforme os métodos científicos aplicados de forma que o pesquisador possa ter um controle dos fatores e seus tratamentos (MARCONI; LAKATOS, 2009). Os experimentos controlados devem ser realizados em laboratório, sendo que possuem um certo rigor na seleção dos sujeitos a partir de uma amostra, bem como na preparação dos instrumentos a serem aplicados e na coleta e análise dos resultados. Dessa forma, pode-se realizar uma análise estatística através dos métodos de teste de hipóteses e assim discutir resultados mais conclusivos.

Neste capítulo será apresentada a definição do experimento realizado, bem como serão descritos todos os passos e procedimentos previstos no protocolo de experimentação de software, conforme o proposto por (WOHLIN et al., 2012).

3.1 Definição do Experimento

Este estudo experimental teve como objetivo a avaliação de duas notações para representar modelagem de características. Em particular foram exploradas as funcionalidades para modelar elementos de interface com o usuário em uma linha de produtos de software. As notações utilizadas foram a Odyssey-Fex de Oliveira (OLIVEIRA, 2006) e a UI-Odyssey-Fex de Oliveira (OLIVEIRA, 2014).



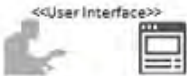



Para isso, na fase de treinamento dos participantes foi utilizado um subconjunto de requisitos referente ao domínio de varejo, descrito na Subseção 3.4. Por sua vez, durante a execução do experimento os participantes utilizaram os requisitos de um domínio financeiro, descrito na Subseção 3.5.

3.1.1 Notação Odyssey-Fex

A notação Odyssey-Fex, descrita na Seção 2 - Fundamentação Teórica, tem como base o método FODA (KANG et al., 1990), e atualmente é utilizada para modelagem de características dentro do ambiente de reutilização Odyssey. A notação indica que as características devem ser classificadas em diferentes tipos, representados por seus respectivos ícones, conforme descrito na Tabela 2.1, apresentada na Seção 2.

A notação, além da representação das características, propõe uma forma diferenciada de representar os relacionamentos entre características mantendo a representação dos relacionamentos da UML e os relacionamentos específicos da notação, conforme pro-

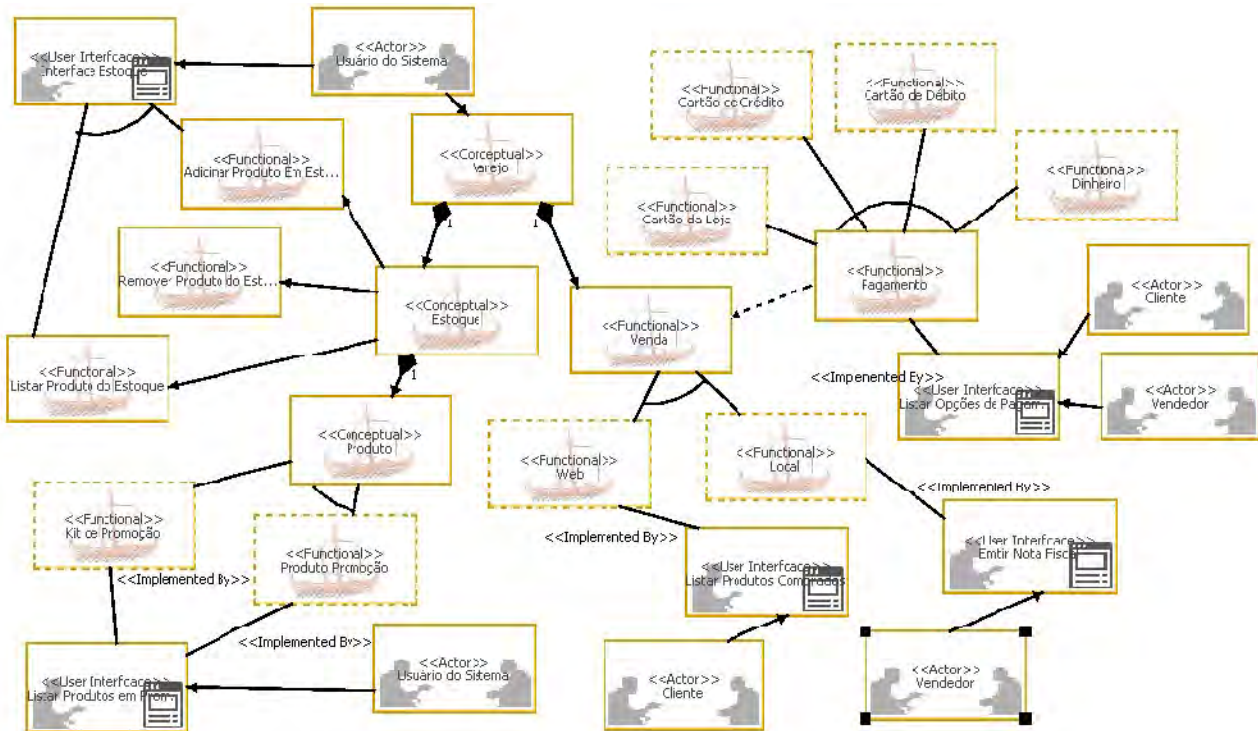
Tabela 3.1 – Notação UI-Odyssey-Fex

	<i>Ícone</i>	<i>Categoria</i>
Características de Análise		Domínio – Características ligadas à essência do domínio. Representam as funcionalidades e/ou os conceitos do modelo e correspondem a casos de uso e componentes estruturais concretos. Podem ser especializadas em: características conceituais e funcionais.
		Entidade – São atores do modelo. Entidades do mundo real que atuam sobre o domínio. Podem, por exemplo, expor a necessidade de uma interface com o usuário.
		Interface de Usuário – características que representam padrões de interfaces de usuário que podem ser utilizadas no produto da linha de produto de software por uma determinada característica do domínio, seja ela conceitual ou funcional.
Características de Projeto (Tecnológicas)		Ambiente Operacional – Características que representam atributos de um ambiente que uma aplicação do domínio pode usar e operar. Ex.: sistemas operacionais, bibliotecas.
		Tecnologia de Domínio – Características que representam tecnologias utilizadas para modelar ou implementar questões específicas de um domínio.
		Técnicas de Implementação – Características que representam tecnologias utilizadas para implementar outras características, podendo ser compartilhadas por diversos domínios.

Fonte: Adaptado de (OLIVEIRA, 2006)

O modelo da notação UI-Odyssey-fex apresentado na Figura 3.2, busca representar a notação com as extensões de características de interface com o usuário. A partir deste modelo, pode-se observar que a característica de análise representada na Tabela 2.1 foi utilizada para apresentar a interface com usuário no mesmo domínio de varejo. Este domínio será utilizado para modelar a notação UI-Odyssey-Fex e pode ser visto através do exemplo da modelagem na Figura 3.2.

Figura 3.2 – Modelo da Notação UI-Odyssey-Fex conforme Domínio Varejo



Fonte: O Autor

3.1.3 Objetivo do Estudo

Este estudo experimental busca comparar as notações Odyssey-Fex e UI-Odyssey-Fex quando aplicadas à modelagem de características em uma Linha de Produto de Software. Estas notações serão comparadas no domínio financeiro, a fim de verificar a validade do estudo e extensão da notação UI-Odyssey-Fex. Esta notação foi desenvolvida por Oliveira (OLIVEIRA, 2014), a partir da notação Odyssey-FEX de Oliveira (OLIVEIRA, 2006). Além da extensão em termos de notação, a UI-Odyssey-Fex também permite a importação de um catálogo de padrões de projeto de interface, o qual foi implementado através de um TCC, desenvolvido por Fonseca e da Silva (FONSECA; SILVA, 2014).

Desta forma, o objetivo desse estudo experimental é:

Analisar a representação de características de interface com o usuário na construção de Modelos de Características em LPS

Com propósito de comparar e avaliar a utilização, a produtividade e o entendimento dos sujeitos

Com respeito à notação Odyssey-Fex e a notação UI-Odyssey-Fex

Do ponto de vista de alunos de Graduação e de Pós-Graduação em computação e profissionais da área de Engenharia de Software com conhecimento em LPS

No contexto de um experimento controlado “*in vitro*”

3.1.4 Objetivo da Medição

Tendo como base a notação UI-Odyssey-Fex em LPS, busca-se caracterizar:

1. Quais são as facilidades encontradas nesta extensão, quando comparada a notação Odyssey-Fex, levando em consideração o modelo de características construído:
 - quais facilidades foram encontradas na interpretação do modelo com a representação de interface com usuário;
 - quais facilidades foram obtidas através da utilização da extensão do Odyssey-Fex durante a construção do modelo;
 - quais facilidades foram obtidas com o resultado do modelo gerado, tendo em vista a produtividade alcançada para modelagem de interfaces.
2. Quais são as dificuldades encontradas quando comparada a notação Odyssey-Fex considerando o modelo de características construído:
 - quais dificuldades foram encontradas para interpretação do modelo de características com a representação de interface com o usuário;
 - quais as dificuldades encontradas na utilização da extensão desenvolvida durante a construção do modelo;
 - quais dificuldades foram identificadas com o resultado do modelo gerado, tendo em vista a produtividade alcançada para modelagem de interfaces.

3.1.5 Questões de Estudo

Q1: A representação da notação UI-Odyssey-Fex torna mais fácil a interpretação do modelo de características?

Métricas: Um conjunto de atributos positivos e negativos em relação a extensão da notação UI-Odyssey-Fex.

Q2: A utilização da notação UI-Odyssey-Fex traz algum benefício ao sujeito que está construindo o modelo?

Métrica: Um conjunto de benefícios encontradas pelos sujeitos que construíram os modelos e utilizaram as notações.

Q3: O uso da notação Odyssey-Fex prejudica a representação da interface com o usuário?

Métrica: Uma lista com as respostas dos sujeitos que avaliaram a utilização da notação sem extensão.

3.2 Planejamento do Experimento

Nessa seção serão definidas as hipóteses do experimento, bem como a descrição da instrumentação, a seleção do contexto, a seleção dos indivíduos e a definição das variáveis.

3.2.1 Seleção do Contexto

A seleção do contexto deste experimento se caracteriza em quatro dimensões:

- **Processo:** foi utilizada uma abordagem “*in vitro*”, na qual se realizará um experimento em laboratório de forma controlada;
- **Participantes:** os participantes foram alunos de graduação na área da computação, de alunos de mestrado e doutorado em ciência da computação e profissionais da área de engenharia de software e com conhecimento em LPS;
- **Realidade:** O experimento aborda um problema simulado, envolvendo diferentes indivíduos no refinamento de um modelo de características, sendo representado nas notações Odyssey-Fex e UI-Odyssey-Fex, de uma linha de produto de software;
- **Generalização:** O experimento se dá em um contexto específico que utiliza as notações Odyssey-Fex e UI-Odyssey-Fex para representar modelos de características de uma linha de produto de software. Assim, os resultados desse estudo não podem ser generalizados para outros contextos, sendo limitada a sua generalização.

3.2.2 Definição das Hipóteses

Uma das principais atividades durante o planejamento de um estudo experimental é definir as perguntas ou questionamentos (*i.e.* Questões de Pesquisa) que os dados coletados durante o estudo buscam responder ou prover indícios. Com base nas questões de pesquisa são definidas as hipóteses do experimento, sendo que os resultados do experimento devem sempre que possível rejeitar uma ou mais hipóteses e confirmar apenas uma hipótese.

No contexto desse experimento foram inicialmente definidas as seguintes hipóteses informais:

1. A representação de interfaces em um modelo de características de uma LPS proporciona um maior entendimento do domínio da LPS. Por esta razão, espera-se uma avaliação positiva quanto a utilização da notação UI-Odyssey-Fex, uma vez que seja esperado que os sujeitos encontrem maior dificuldade em representar interface com usuário na criação dos modelos utilizando a notação Odyssey-Fex.
2. A notação UI-Odyssey-Fex possui como vantagem a representação de elementos de interface com o usuário em relação ao desenvolvimento de modelos de características de LPS, a partir da notação Odyssey-Fex. Com base em dados qualitativos, deve ser identificado um ganho de produtividade (*i.e.* requer um maior entendimento na criação dos modelos e a forma simplificada da notação torna mais fácil seu uso) quando comparado a um modelo sem a descrição das interfaces com o usuário.

Baseado nas hipóteses informais levantadas, podemos identificar as hipóteses formais e definir quais medidas serão utilizadas para avaliá-las. Desta forma, para cada hipótese serão utilizadas as seguintes notações:

Ψ_{of} : representação da notação Odyssey-Fex;

ϕ_{uof} : representação da notação UI-Odyssey-Fex.

Tendo como base a notação UI-Odyssey-Fex em LP, busca-se caracterizar:

Q1: Qual é a facilidade encontrada na notação UI-Odyssey-Fex, quando comparada a notação Odyssey-Fex levando em consideração o modelo de características construído?

Hipótese Nula (H0) As duas notações possuem o mesmo grau de facilidades de uso.

H0: $\Psi_{of} = \phi_{uof}$

Hipótese Alternativa (H1) A notação UI-Odyssey-Fex possui maior facilidades que a Odyssey-Fex

H1: $\phi_{uof} \neq \Psi_{of}$

Q2: Qual é o esforço (tempo) para se criar um modelo com a notação UI-Odyssey-Fex ou com a notação Odyssey-Fex?

Hipótese Nula (H0) As duas notações requerem o mesmo grau de esforço.

H0: $\Psi_{of} = \phi_{uof}$

Hipótese Alternativa (H1) A notação UI-Odyssey-Fex requer um maior grau de esforço que a Odyssey-Fex.

H1: $\phi_{uof} \neq \Psi_{of}$

Q3: O uso da notação Odyssey-Fex limita a representação da interface com o usuário comparada a notação UI-Odyssey-Fex?

Hipótese Nula (H0) Nenhuma das notações são limitadas ao representar uma interface com usuário.

$$\mathbf{H0: } \psi_{of} = \phi_{uof}$$

Hipótese Alternativa (H1) A notação Odyssey-Fex não mostra limitações comparada com a notação UI-Odyssey-Fex.

$$\mathbf{H1: } \psi_{of} \neq \phi_{uof}$$

3.2.3 Seleção das Variáveis

Em um estudo experimental, as variáveis representam o efeito causado pelos fatores do experimento, sendo que no contexto desse trabalho o fator é representado pelas notações de modelagem de características de uma LPS. As variáveis do estudo podem ser denominadas como dependentes ou independentes. As dependentes referem-se a saída do processo experimental e são identificadas como resultado. As independentes são referentes as entradas do processo do experimento e apresentam a causa que afeta o resultado. Neste estudo as variáveis independentes estão representadas pelas notações UI-Odyssey-Fex e Odyssey-Fex. As dependentes representam os resultados do estudo, neste caso a produtividade, a aceitação, a compreensão e o esforço dos sujeitos. Para o controle deste estudo foram identificadas as variáveis de controle que são a experiência dos sujeitos e grau de formação dos mesmos. Para uma melhor visualização estas variáveis estão apresentadas na Tabela 3.2, além do tipo e da escala, identificadas durante o planejamento do estudo experimental.

Tabela 3.2 – Variáveis do Experimento

<i>Variáveis do Experimento</i>		
<i>Tipo da Variável</i>	<i>Nome da Variável</i>	<i>Tipo da Escala</i>
Independente	Notação de Modelo de característica de LP	Nominal
Controle	Experiência dos Sujeitos	Ordinal
Controle	Grau de Formação dos Sujeitos	Ordinal
Dependente	Produtividade - Q3	Ordinal
Dependente	Aceitação - Q3	Ordinal
Dependente	Compreensão - Q1	Ordinal
Dependente	Esforço - Q2	Razão

Fonte: O Autor

3.2.3.1 Variáveis Independentes

As variáveis independentes (tratamentos) de interesse deste estudo experimental são as notações UI-Odeyssey-Fex e Odyssey-Fex, que serão utilizadas para representar interfaces com usuário em modelos de características em domínio de LPS.

3.2.3.2 Variáveis Dependentes

Estas variáveis são obtidas a partir da variação das variáveis independentes e através do tratamento de cada uma destas variáveis. No caso deste estudo experimental teremos como variáveis dependentes: *i)* um conjunto de respostas positivos e negativos em relação a extensão da notação UI-Odyssey-Fex; *ii)* um conjunto de benefícios encontradas pelos sujeitos que construíram os modelos e utilizaram tais notações e *iii)* uma lista com as respostas dos sujeitos que avaliaram a utilização da notação Odyssey-Fex.

3.2.3.3 Variáveis de Controle

As variáveis de controle identificadas neste experimento serão o grau de estudo e a experiência dos participantes. Estes dados serão obtidos conforme um questionário que os sujeitos responderão, a fim de se obter dados para definir o agrupamento (bloqueios) e a randomização dos participantes.

3.2.4 Seleção dos Sujeitos

A pesquisa terá como participantes alunos de graduação, alunos de mestrado e doutorado em ciência da computação e profissionais da área de engenharia de software. É esperado que os participantes tenham algum conhecimento prévio em LPS. Estes participantes deverão responder ao questionário, cujo objetivo é caracterizar a formação do ponto de vista acadêmico e/ou profissional, sua experiência e o nível de conhecimento em LP. Com base nestas respostas serão analisados e classificados os dados e os sujeitos, diminuindo o viés do experimento.

3.2.5 Princípios Gerais do Estudo Experimental

O planejamento do experimento segue os seguintes princípios gerais:

Randomização: Os sujeitos foram randomicamente alocados em dois grupos, um grupo para cada tratamento, no qual cada grupo recebeu o treinamento e as orientações para execução do experimento.

Bloqueios: A definição dos bloqueios é realizada após a seleção dos sujeitos, sendo que este experimento possui dois tipos de bloqueios: a experiência e o grau de escolaridade dos sujeitos. Estes bloqueios serão realizados com base nos questionários pré-experimento e com o objetivo de minimizar os efeitos indesejados dessas variáveis sobre os resultados.

Balanceamento: O número de sujeitos que realizarão cada um dos tratamentos no experimento, deve ser realizado da maneira a balancear o número de sujeitos em cada grupo. Assim, serão separados dois grupos com números de participantes bem próximos ou iguais, sendo randômica a seleção de cada sujeito.

Tipo padrão de projeto Para definir o tipo padrão de projeto a ser utilizado foi necessário verificar o fator a ser avaliado e seus tratamentos. Neste caso será usado um fator, sendo a notação de modelagem de características em uma linha de produto de software, para dois tratamentos que são as notações Odyssey-Fex e a UI-Odyssey-Fex. Estes tratamentos foram definidos com valores iguais a Ψ_{of} e ϕ_{uof} que representam as notações. Eles serão utilizados para obter o resultado dos tratamentos, a partir da aplicação pareada das notações aos grupos de sujeitos selecionados, a fim de responder as questões de pesquisa definidas. Inicialmente cada grupo iniciará a execução de uma notação (Odyssey-Fex e UI-Odyssey-Fex), sendo que depois de modelar o domínio com uma notação deverá realizar a modelagem do mesmo domínio na outra notação. Por exemplo, os sujeitos do Grupo 1 modelam o domínio utilizando a notação Odyssey-Fex durante a primeira fase do experimento e na segunda fase, utilizarão a UI-Odyssey-Fex. Por sua vez, os sujeitos do Grupo 2 executarão a modelagem utilizando a notação UI-Odyssey-Fex durante a primeira fase do experimento e, na segunda fase, utilizarão a Odyssey-Fex.

3.2.6 Descrição da Instrumentação

Objetos: Os principais objetos a serem aplicados neste experimento são a construção de dois modelos de características de uma Linha de Produto de Software em um domínio específico financeiro. Nesta construção os participantes utilizarão duas ferramentas a Odyssey-Fex e a UI-Odyssey-Fex, nas quais serão construídos os modelos com as características do domínio, de acordo com as características detalhadas no material de suporte a execução do experimento, que será entregue aos participantes no momento do treinamento.

Instruções: Na etapa de instrumentação será solicitado a cada um dos participantes que preencha o formulário de caracterização (formação acadêmica e experiência

profissional) (Apêndice A) e um formulário de consentimento (Apêndice B). No momento do treinamento será feita uma apresentação das ferramentas e de um exemplo de domínio modelado em cada uma das ferramentas, além da entrega de manuais impressos com as instruções a serem seguidas e os formulários de respostas a respeito da avaliação qualitativa (Apêndice C e D).

Medidas: Serão coletadas medidas referente ao esforço de cada sujeito, bem como o seu desempenho referente a construção de cada modelo em seus respectivos domínios.

3.2.7 Validade

Validade Interna: O estudo experimental, conforme proposto na Seleção dos Sujeitos subseção 3.2.4, contará com alunos de graduação e pós-graduação na área de computação e profissionais da área de Engenharia de Software com conhecimento em LPS. Assim, assume-se que os indivíduos são representativos, mesmo que de forma limitada, para a população alvo (analistas e programadores). Para reduzir a influência no estudo e aumentar a validade interna, será aplicado um questionário (Apêndice A) para realizar a separação dos indivíduos em grupos, conforme o seu grau de estudo e de conhecimento sobre o assunto pesquisado.

Validade Externa: Na avaliação da validade externa deve-se levar em consideração a interação com os participantes, o ambiente e o tempo de execução do experimento. Um aspecto importante a ser considerado é a representatividade referente a população dos participantes, sendo que podem ser consideradas insuficientes para o objetivo do estudo. Por exemplo, os participantes alunos de pós-graduação, podem não ter conhecimento prático; a realização do estudo em ambiente acadêmico pode não representar o ambiente industrial; a ferramenta avaliada pode não ser uma boa representação de uma ferramenta utilizada pela indústria.

Validade de Construção: Segundo Travassos et al. (TRAVASSOS; GUROV; AMARAL, 2002) durante a avaliação devem ser levados em consideração o tratamento que reflete a causa e o resultado que reflete o efeito, além do comportamento do sujeito e do pesquisador para causar viés sobre o resultado do experimento. Neste sentido, a validade de construção pode sofrer dois tipos de ameaças: *i)* os participantes podem manipular seus dados partindo de seus conhecimentos prévios e pessoais sobre a avaliação de seus resultados, *ii)* e o questionário de avaliação poderá induzir o participante a ter resultados favoráveis ao pesquisador. Para tratar essas ameaças serão avaliados os instrumentos que serão aplicados e instruir os participantes a responder as questões apresentadas conforme o uso da ferramenta e o treinamento realizado. Para mitigar o possível viés do pesquisador, o indivíduo que irá aplicar o experimento não possui vínculo com as pessoas que desen-

volverão as ferramentas de modelagem e as notações. Além disso, o desenvolvimento do questionário e das ações a serem realizadas pelos sujeitos durante a execução do treinamento e do experimento serão validadas por um segundo pesquisador, que é *expert* no uso das notações e nos conceitos de LPS¹.

Validade de Conclusão: A validade de conclusão está relacionada a construção das conclusões corretas a respeito do relacionamento entre os tratamentos e o resultado do experimento (TRAVASSOS; GUROV; AMARAL, 2002). Para se mitigar as ameaças à validade da conclusão é necessário a correta análise e interpretação estatística dos resultados. Por exemplo, deve ser levados em conta o teste estatístico adotado em relação a amostra investigada para se garantir um nível de confiabilidade das medidas e da implantação dos tratamentos. A seleção do teste estatístico, bem como a sua aplicação, será revisada por um terceiro pesquisador, *expert* em análise estatística².

¹Orientadora desse trabalho

²Professor da FaMat-PUCRS

4. OPERAÇÃO DO ESTUDO EXPERIMENTAL

Neste capítulo serão apresentadas as etapas de preparação, execução e resultados da operação deste experimento. A etapa de preparação consiste no contato, seleção e treinamento dos sujeitos. A etapa de execução trata da construção dos modelos de características de acordo com os tratamentos definidos no estudo experimental. Por fim, serão apresentados os resultados obtidos a partir dos dados coletados e tabulados durante a análise do experimento.

4.1 Preparação

Nesta etapa foram realizado o preenchimento do questionário de caracterização do sujeito (Apêndice A) e o formulário de consentimento (Apêndice B), seguido da realização do treinamento.

O questionário de caracterização foi utilizado para obter informações sobre os 31 participantes do estudo, e assim levantar os dados necessários para realização da validação interna, conforme mencionado na Seção Planejamento do Experimento - "Seleção do Sujeito". O formulário de consentimento trata do termo no qual é autorizado pelo participante o uso das informações relatadas, durante a análise e divulgação dos resultados, porém sem sua identificação.

Durante a etapa de preparação também foram realizadas diversas outras tarefas, tais como, preparação das salas e instalação das aplicações, para a realização do treinamento e execução do experimento.

4.1.1 Treinamento

O treinamento foi realizado presencialmente em dois dias. No primeiro dia foram apresentados os conceitos básicos de linha de produtos de software, os métodos FODA e FeatuRSEB, bem como, as notações Odyssey-Fex e UI-Odyssey-Fex. Durante o segundo dia de treinamento, foram apresentados os manuais referentes a utilização da ferramenta Odyssey-Fex (Apêndice E) e a extensão UI-Odyssey-Fex (Apêndice F). Neste momento os participantes receberam instruções sobre a semântica dos modelos de características e também uma demonstração detalhada de como utilizar as ferramentas a serem utilizadas no experimento. Para exemplificar e facilitar a compreensão das notações foram apresentados partes de um modelo de características em um domínio de varejo (Apêndice E e F). Com base nessa apresentação foi possível discutir e esclarecer as dúvidas dos participan-

tes tanto sobre a sintaxe das notações, como sobre o uso das ferramentas. É importante destacar que os manuais desenvolvidos pela aluna que realizou a pesquisa com o auxílio da orientadora, foram utilizados especificamente durante a etapa de treinamento.

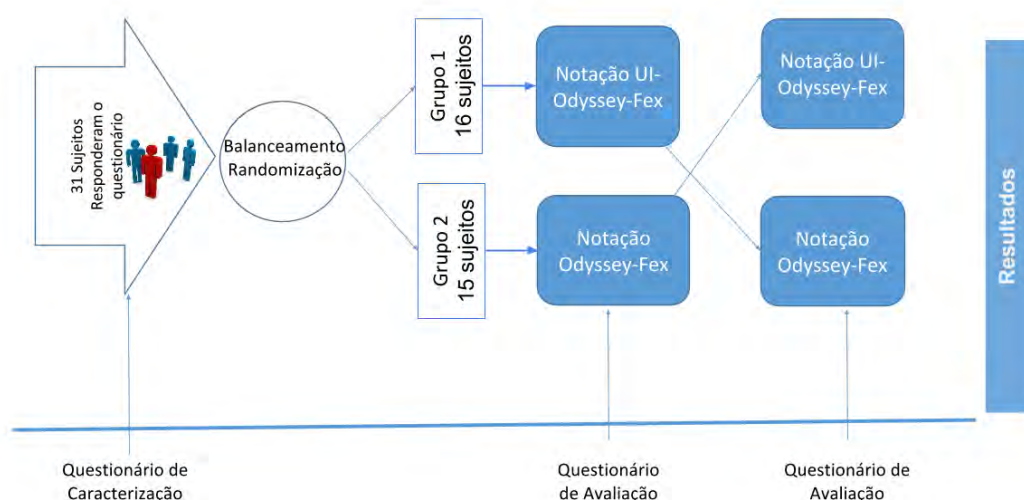
4.2 Execução do Experimento

A execução deste experimento realizou-se durante os dias 14/04/2015 e 15/04/2015 nos laboratórios da universidade e foi constituída pela etapa de construção dos modelos utilizando a Notação Odyssey-Fex e a Notação UI-Odyssey-Fex, seguindo o desenho experimental apresentado na Figura 4.1.

Para esta execução, foram convidados 31 participantes, os quais foram acomodados em dois laboratórios, onde foram realizadas as atividades de modelagem definidas no experimento.

Para a construção dos modelos foi utilizado um domínio financeiro, que está disponível no (Apêndice E e F). Este domínio foi disponibilizado em forma de requisito para que cada um dos participantes pudesse modelar a representação das interfaces necessárias para as funcionalidades descritas. Ao finalizar cada modelagem foi solicitado aos participantes que preenchessem o questionário de avaliação referente a notação utilizada.

Figura 4.1 – Desenho da Execução do Estudo Experimental



Fonte: O Autor

4.3 Resultados

Esta etapa da operação consiste na apresentação dos dados coletados durante a preparação e execução do experimento. Para isso, foi necessário verificar cuidadosamente cada informação fornecida pelo participante. Entre estas informações estão os dados de caracterização do perfil dos sujeitos, o tempo de construção dos modelos e o resultado do preenchimento dos questionários de avaliação. Estes resultados foram necessários para realização da caracterização dos sujeitos, para a análises dos resultados e para a validação das hipóteses.

4.3.1 Caracterização dos Participantes

Esta subsecção apresenta os dados brutos coletados através do questionário de caracterização respondido pelos participantes, conforme Tabela 4.1. A partir destes dados, foi realizada a categorização dos participantes em níveis, com o propósito de atender o princípio de bloqueios, minimizando os efeitos indesejados sobre o resultado.

O nivelamento foi categorizado através de pesos crescentes de 1 a 4 para cada uma das respostas, obtendo ao final a mediana para determinar a classificação dos 31 participantes. Após sua classificação os mesmos foram distribuídos randomicamente entre o grupo 1 e grupo 2, sempre repetindo o princípio de balanceamento da amostra de forma que o número de participantes de cada grupo estivesse igual ou mais próximo possível. Desta forma, 16 sujeitos foram alocados para o grupo 1 e 15 sujeitos para o grupo 2, conforme a Tabela 4.2.

Tabela 4.1 – Dados Coletados

Sujeito	Formação	Exp. Computação	Atuação	Exp. em Desenv. com LPS	Exp. em UML	Exp. em LPS
1	Graduando	6	Acadêmico	4	3	3
2	Graduando	1	Acadêmico	1	4	3
3	Graduando	4	Acadêmico	3	4	5
4	Graduando	2	Indústria	1	3	1
5	Graduando	1	Acadêmico	1	3	2
6	Graduando	6	Acadêmico	2	2	2
7	Graduando	3	Acadêmico	1	3	2
8	Graduando	4	Indústria	1	2	2
9	Graduando	3	Acadêmico	1	2	1
10	Graduando	6	Acadêmico	1	2	1
11	Graduando	2	Indústria	1	2	1
12	Graduando	7	Indústria	2	2	2
13	Graduando	6	Indústria	2	1	2
14	Graduando	2	Acadêmico	2	2	1
15	Graduando	7	Indústria	4	3	1
16	Graduando	1	Indústria	3	2	2
17	Mestrando	5	Acadêmico	3	3	4
18	Graduando	6	Acadêmico	3	3	3
19	Graduando	4	Acadêmico	3	3	3
20	Graduando	4	Acadêmico	1	3	4
21	Doutorando	15	Acadêmico	3	4	4
22	Graduando	4	Indústria	4	2	2
23	Graduando	1	Indústria	1	2	2
24	Graduando	3	Acadêmico	1	2	1
25	Graduando	5	Indústria	1	2	1
26	Graduando	9	Indústria	2	2	1
27	Graduando	4	Acadêmico	1	3	1
28	Graduando	5	Indústria	1	1	1
29	Graduando	3	Indústria	1	2	2
30	Graduando	3	Indústria	1	2	2
31	Graduando	9	Acadêmico	1	3	1

Fonte: O Autor

Tabela 4.2 – Balanceamento dos Sujeitos

<i>Seleção dos Sujeitos</i>			
<i>Balanceamento</i>			<i>Nº Sujeitos</i>
<i>Grupo 1</i>	Acadêmico	Básico	6
		Intermediário	2
		Avançado	1
	Indústria	Básico	5
		Intermediário	2
<i>Grupo 2</i>	Acadêmico	Básico	3
		Intermediário	4
		Avançado	1
	Indústria	Básico	7
		Intermediário	1
Total			31

Fonte: O Autor

4.3.2 Avaliação das Notações

Esta subsecção apresenta os dados brutos coletados através dos questionários de avaliação do estudo experimental preenchidos pelos participantes ao término de cada execução.

Estes dados estão dispostos nas Tabelas 4.3 e 4.4, que contêm o tempo utilizado pelos sujeitos e suas respectivas respostas registradas no questionário de avaliação, após a realização de cada modelagem .

Para a realização da análise das respostas de cada uma das questões foram atribuídos pesos, sendo '-1' para 'não', '0' para 'parcialmente' e '1' para 'sim'. Esta categorização viabiliza o uso de testes estatísticos e a realização das interpretações. As questões referentes a avaliação, que estão apresentadas nas tabelas podem ser vistas nos apêndices (Apêndices C e D).

Tabela 4.3 – Avaliação do Grupo 1

Grupo 1 - UI-Odyssey-Fex 1ª Tratamento											Grupo 1 - Odyssey-Fex - 2ª Tratamento									
Sujeitos	Tempo Utilizado	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Tempo Utilizado	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9
Sujeito 1	0:46	0	1	-1	1	-1	1	1	1	1	0:22	-1	1	-1	-1	-1	1	1	-1	-1
Sujeito 2	0:34	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0:31	-1	0	0	1	0	1	0	1	1
Sujeito 3	0:33	0	-1	1	1	-1	1	-1	-1	1	0:13	0	-1	1	1	-1	1	0	0	1
Sujeito 4	0:12	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0:07	-1	0	-1	1	1	1	0	-1	-1
Sujeito 5	0:20	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0:15	0	1	-1	1	1	-1	-1	-1	1
sujeito 6	0:13	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0:11	1	1	-1	0	1	1	1	-1	1
Sujeito 7	0:20	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0:17	0	1	1	1	1	1	1	1	1
Sujeito 8	0:25	0	1	0	1	1	0	-1	1	1	0:17	-1	1	0	1	1	1	0	0	1
Sujeito 9	0:24	1	0	-1	1	1	0	0	0	1	0:16	1	0	1	1	1	0	0	1	1
Sujeito 10	0:21	1	1	1	1	1	0	0	1	-1	0:04	0	1	0	0	-1	0	0	-1	1
Sujeito 11	0:18	0	-1	1	1	-1	0	-1	-1	1	0:08	0	0	-1	-1	-1	0	-1	-1	-1
Sujeito 12	0:21	0	0	-1	1	1	-1	-1	-1	1	0:09	0	1	0	1	1	0	1	1	1
Sujeito 13	0:25	1	1	1	1	0	1	-1	0	1	0:12	1	1	1	-1	1	1	-1	1	-1
Sujeito 14	0:20	1	1	0	-1	1	1	1	0	1	0:08	-1	0	-1	-1	1	-1	1	-1	1
Sujeito 15	0:22	0	-1	0	1	1	1	-1	0	-1	0:06	0	-1	0	0	1	1	0	-1	1
Sujeito 16	0:26	0	-1	0	1	0	1	-1	-1	1	0:21	1	-1	-1	1	-1	0	-1	-1	1

Fonte: O Autor

Tabela 4.4 – Avaliação do Grupo 2

Grupo 2 - Odyssey-Fex 1ª Tratamento											Grupo 2 - UI-Odyssey-Fex - 2ª Tratamento									
Sujeitos	Tempo Utilizado	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Tempo Utilizado	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9
Sujeito 17	0:30	-1	-1	1	1	1	0	1	-1	1	0:25	1	1	1	0	1	1	1	1	1
Sujeito 18	0:41	-1	0	-1	1	1	1	0	0	-1	0:15	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sujeito 19	0:33	0	0	-1	-1	1	1	0	1	1	0:26	1	0	1	1	1	1	0	1	1
Sujeito 20	0:53	1	0	1	-1	1	0	1	0	-1	0:11	1	0	1	-1	1	0	1	-1	-1
Sujeito 21	0:22	0	-1	-1	1	0	1	0	-1	1	0:18	1	0	1	1	0	1	1	1	1
Sujeito 22	0:25	1	0	1	1	-1	1	0	1	-1	0:08	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sujeito 23	0:40	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0:10	0	-1	0	1	-1	0	-1	0	0
Sujeito 24	0:18	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0:06	1	1	1	1	1	0	1	1	1
Sujeito 25	0:40	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0:10	1	1	1	1	1	0	1	-1	1
Sujeito 26	0:19	0	0	1	1	0	-1	-1	1	-1	0:11	1	0	0	1	0	-1	-1	0	1
Sujeito 27	0:31	1	1	-1	1	1	-1	1	1	1	0:11	1	1	1	0	1	0	1	1	1
Sujeito 28	0:33	1	1	0	1	1	0	1	0	-1	0:05	1	1	1	1	1	1	1	1	-1
Sujeito 29	0:36	-1	0	-1	1	1	0	0	0	1	0:14	0	0	0	1	1	0	0	0	-1
Sujeito 30	0:14	-1	0	-1	0	-1	1	-1	-1	-1	0:06	1	0	1	1	-1	1	0	1	1
Sujeito 31	0:32	0	1	-1	1	1	0	0	0	1	0:16	1	1	0	1	1	0	0	0	1

Fonte: O Autor

5. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

Os dados coletados na operação do estudo experimental foram utilizados como entrada para a análise e interpretação. Sendo assim, para a interpretação quantitativa são necessárias três etapas: *i)* Estatística descritiva, no qual são visualizadas o conjunto de dados coletados, sua distribuição, dispersão, média, proporções e índices utilizados na descrição dos fenômenos observados; *ii)* Avaliação dos dados anormais ou falsos, reduzindo a dados válidos; *iii)* Análise dos testes de hipóteses, a fim de avaliar estatisticamente as hipótese para verificar o seu nível de significância (WOHLIN et al., 2012). Nesta etapa, cabe ressaltar que foi utilizado como apoio, a ferramenta estatística RStudio (R Core Team, 2015) e a fundamental orientação do prof. de Estatística Filipe Zabala (FAMAT), na organização, na análise e interpretação dos dados.

5.1 Estatística Descritiva

A Estatística descritiva consiste na organização e apresentação dos dados coletados, através de tabelas e gráficos. Para a análise destes dados foram primeiramente utilizadas medidas de posição, ou medidas de tendência central, que consiste na redução dos dados, a fim de expressar os valores que se encontram entre os extremos de uma distribuição.

Para isto, foram utilizados a soma das respostas de cada uma das questões, a média, a mediana e o desvio padrão, a fim de verificar o comportamento dos dados coletados. Também foi realizada a verificação da influência na ordem de aplicação das abordagens, sendo que, para esta verificação aplicou-se o teste estatístico Qui-Quadrado (TUKEY, 1977).

Tabela 5.1 – Teste Qui-Quadrado

<i>Tratamentos</i>	χ^2	<i>p-value</i>
<i>Notação UI-Odyssey-Fex</i>	1.9273	0.4658
<i>Notação Odyssey-Fex</i>	2.6467	0.3233

Fonte: O Autor

A partir da Tabela 5.1, pode-se observar que ao aplicar o teste Qui-Quadrado (χ^2) para a amostra total de sujeitos que realizaram tanto a Notação UI-Odyssey-Fex como a Notação Odyssey-Fex, os valores de p-value foram bem maiores que $\alpha = 0,05$. Isto significa que a ordem da aplicação não influenciou significativamente nos resultados do experimento. Neste sentido, pode-se considerar que o balanceamento e a randomização do experimento foram adequados, considerando a divisão proposta para os grupos.

Considerando que o teste χ^2 mostrou que a ordem de aplicação dos tratamentos não causou impacto sobre os resultados avaliados, foi então possível realizar a análise das questões de estudo utilizando as amostras de uma forma única, sem necessidade de dividi-las em grupos.

5.2 Teste de Hipóteses

Para o procedimento inferencial ou teste de Hipótese, utilizamos um teste paramétrico, pois a amostra (número de participantes) possui um tamanho superior a 30, significando que a distribuição tende a distribuição normal. Assim, o teorema central do limite (TUKEY, 1977) garante que mesmo que os dados não estejam distribuídos conforme uma distribuição normal, a média dos dados converge para uma distribuição normal a medida que aumenta o tamanho da amostra.

Sendo assim, para este estudo foi utilizado o teste t-Student Pareado (TUKEY, 1977), conforme a fórmula abaixo:

- \bar{X}_a e \bar{X}_b representam as médias de cada uma das amostras;
- n representa o tamanho da amostra;
- V representa a variância
- $(n_a + n_b - 2)$ representa o grau de liberdade, que de forma geral pode ser representado por $n - 1$.

$$t = \frac{\bar{X}_a - \bar{X}_b}{\sqrt{\frac{(n_a + n_b)[(n_a - 1)V_a + (n_b - 1)V_b]}{n_a n_b (n_a + n_b - 2)}}$$

O teste apresentado acima, foi utilizado para cada uma das questões de estudo a seguir, a fim de obter a validade da hipótese para cada uma delas.

Q1: Qual é a facilidade encontrada na notação UI-Odyssey-Fex, quando comparada a notação Odyssey-Fex levando em consideração o modelo de características construído?

A Tabela 5.2 apresenta o total de respostas atribuídas a questão 2 do questionário de avaliação (Apêndice C e D), para cada uma das Notações. Estas respostas foram tabuladas por grupo e classificadas em 'sim', 'parcialmente' e 'não'. Para esta primeira análise, podemos verificar que a Notação UI-Odyssey-Fex obteve um número maior de respostas

positivas do que a Notação Odyssey-Fex. Mesmo obtendo uma diferença de 3 respostas positivas, ela foi considerada não significativa, porque o total de respostas positivas ficaram muito próximos.

Desta forma, não foi possível afirmar que exista um grau de facilidade associado a qualquer uma das notações, mas se pode sugerir que existem indícios de que a Notação UI-Odyssey-Fex possua uma maior facilidade em sua representação.

Tabela 5.2 – Total de Respostas da Questão de Análise

<i>Respostas</i>	<i>Odyssey-Fex</i>		<i>UI-Odeyssey-Fex</i>	
	<i>Grupo 1</i>	<i>Grupo2</i>	<i>Grupo 1</i>	<i>Grupo 2</i>
<i>Sim</i>	8	4	7	8
<i>Parcialmente</i>	5	9	5	6
<i>Não</i>	3	2	4	1

Fonte: O Autor

Para esta questão de estudo, foi utilizado o teste de hipótese t-Student, utilizado para efeito de análise, da facilidade encontrada entre as notações. A primeira avaliação foi realizada com uma amostra pareada, que tem por objetivo comparar a média das respostas de cada um dos sujeitos entre os tratamentos aplicados. Com a aplicação do teste obtivemos os valores apresentados na Tabela 5.3. Sendo assim, ao observar o valor de p-value de 0.4143, que foi maior que $\alpha = 0,05$, podemos indicar a aceitação da Hipótese Nula H_0 , na qual representa que as notações são iguais em nível de facilidade quando comparadas entre si.

Tabela 5.3 – t-Student Pareado

<i>Tratamentos</i>	<i>t-test Pareado</i>	<i>Grau de Liberdade</i>	<i>p-value</i>
<i>Notações UI-Odyssey-Fex e Odyssey-Fex</i>	0.8278	30	0.4143
<i>Intervalo de Confiança de 95%</i>	-0.1419	-	0.3355
<i>Média das Diferenças</i>			0.0967

Fonte: O Autor

Já quando comparada a Notação UI-Odyssey-Fex com zero, obteve-se um valor para p-value de 0,02271 que é menor que $\alpha = 0,05$, conforme a Tabela 5.4. Desta forma, podemos rejeitar H_0 e aceitar H_1 , pois a Notação UI-Odyssey-Fex quando comparada a zero possui um pequeno grau de facilidade, porém não significativo.

Tabela 5.4 – t-Student Simples UI-Odyssey-Fex comparada a Zero

<i>Tratamentos</i>	<i>t-test Simples</i>	<i>Grau de Liberdade</i>	<i>p-value</i>
<i>Notação UI-Odyssey-Fex</i>	2.4019	30	0.0227
<i>Intervalo de Confiança de 95%</i>	0.0483	-	0.5968
<i>Média das Diferenças</i>			0.3225

Fonte: O Autor

Da mesma forma, quando se compara a Notação Odyssey-Fex com zero, conforme a Tabela 5.5, obteve-se um valor para p-value igual a 0,02271, também menor que o $\alpha = 0,05$, indicando que quando comparada a zero a notação possui um grau de facilidade significativo.

Porém, pode-se concluir que não houve um grau de facilidade considerável entre as notações quando comparadas entre si, ou seja, ao finalizar as análises, tende-se a aceitar a Hipótese Nula e concluir que ela são iguais em grau de facilidade.

Tabela 5.5 – t-Student Simples Odyssey-Fex comparada a Zero

<i>Tratamentos</i>	<i>t-test Simples</i>	<i>Grau de Liberdade</i>	<i>p-value</i>
<i>Notação Odyssey-Fex</i>	1.7537	30	0.0897
<i>Intervalo de Confiança de 95%</i>	-0.0371	-	0.4887
<i>Média das Diferenças</i>			0.2258

Fonte: O Autor

Q2: Qual é o esforço (tempo) para se criar um modelo com a notação UI-Odyssey-Fex ou com a notação Odyssey-Fex?

Para está questão foram analisados os dados referentes ao tempo utilizado pelos participantes para executar cada uma dos tratamentos. Estes dados podem ser vistos nas Tabelas 4.3 e 4.4. Os mesmos foram utilizados para apresentar as principais estatísticas descritivas dos tempos de execução para cada um dos tratamentos, conforme a Tabela 5.6.

Tabela 5.6 – Resultados do Tempo Total em Minutos

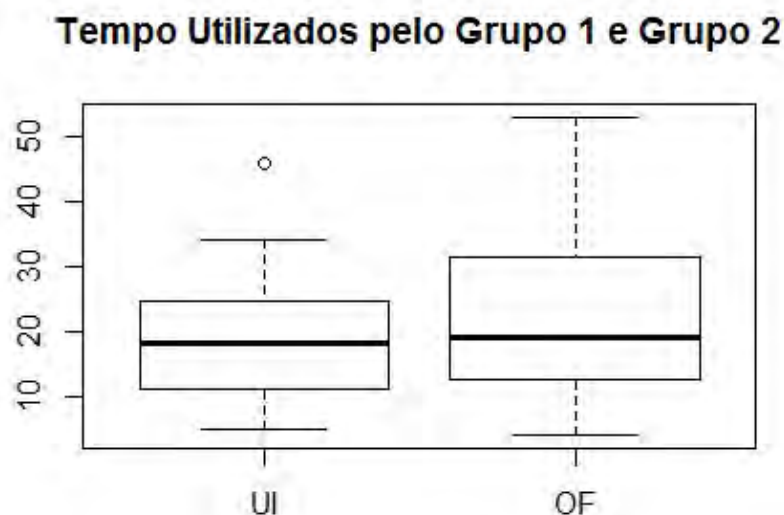
<i>Resultados do Tempo Total em Minutos</i>							
<i>Tratamentos</i>	<i>Min.</i>	<i>1º Quartil</i>	<i>Mediana</i>	<i>Média</i>	<i>3º Quartil</i>	<i>Max.</i>	<i>Des. Padrão</i>
UI-Odyssey-Fex	5.00	11.00	18.00	18.45	24.50	46.00	1.6518
Odyssey-Fex	4.00	12.50	19.00	22.06	31.50	53.00	2.2326

Fonte: O Autor

Ao observar o tempo utilizado entre os grupos, pode-se perceber que ao compará-los entre si, a diferença entre a média dos tempos não foi significativa. Esta diferença pode ser vista através da Figura 5.1, que apresenta uma mediana com valores muito próximos.

Neste sentido, pode-se verificar que houve indícios de que os participantes tiveram um grau mesmo que pequeno de aprendizagem, quando se compara o resultado da execução do primeiro tratamento com a execução do segundo tratamento.

Figura 5.1 – Tempos Utilizados por Tratamento



Fonte: O Autor

Da mesma forma, quando se aplicou o teste t Pareado entre grupos, conforme Tabela 5.7, pode-se verificar que o valor do p-value de 0.2471 foi maior que $\alpha = 0,05$, indicando uma diferença pequena entre os tempos dos grupos. Neste sentido, leva-nos a concluir que não houve uma diferença significativa em relação ao esforço aplicado pelo primeiro grupo em relação ao segundo. Assim, aceita-se a Hipótese H0 que indica que as notações são iguais em relação a esforço empregado para sua resolução.

Tabela 5.7 – t-Student Pareado entre Grupos

<i>Tratamentos</i>	<i>t-test Pareado</i>	<i>Grau de Liberdade</i>	<i>p-value</i>
<i>Notações UI-Odyssey-Fex e Odyssey-Fex</i>	-1.1803	30	0.2471
<i>Intervalo de Confiança de 95%</i>	-9.8641 - 2.6383		
<i>Média das Diferenças</i>	-3.6129		

Fonte: O Autor

Mesmo assim, cabe analisar os grupos separadamente, através do teste t, a fim de verificar o grau de aprendizagem de cada sujeito entre os tratamentos executados. O teste pareado das amostras do grupo 1, que utilizou a Notação UI-Odyssey-Fex e logo após

a Notação Odyssey-Fex, apresentou um valor para p-value de 1,621e-05 que foi expressivamente maior que $\alpha = 0,05$. Posto isto, aceita-se a Hipótese Alternativa H1 - A notação UI-Odyssey-Fex requer um maior grau de esforço que a Odyssey-Fex, pois o seu p-value está significativamente distante de zero, conforme apresentado na Tabela 5.8.

Tabela 5.8 – t-Student Pareado entre Tratamentos Grupo 1

<i>Tratamentos</i>	<i>t-test Pareado</i>	<i>Grau de Liberdade</i>	<i>p-value</i>
<i>Notações UI-Odyssey-Fex e Odyssey-Fex</i>	6.2267	15	1.621e-05
<i>Intervalo de Confiança de 95%</i>	6.700236 - 13.674764		
<i>Média das Diferenças</i>	10.1875		

Fonte: O Autor

Da mesma forma, quando observa-se o teste pareado entre as amostras do grupo 2 que utilizou a Notação Odyssey-Fex e em seguida a Notação UI-Odyssey-Fex, obtendo um valor para p-value igual a 1.926e-05 que também apresentou um valor expressivamente maior do que $\alpha = 0,05$. Sendo assim, percebeu-se com a análise do p-value que foi aceita a Hipótese Alternativa H1 - A notação Odyssey-Fex requer um maior grau de esforço que a UI-Odyssey-Fex, conforme apresentado na Tabela 5.9.

Logo, quando comparados os grupos separadamente pode-se perceber que houve um maior esforço quando realizadas a primeira execução para qualquer uma das notações, conforme Figura 5.2. Assim, temos indícios de que não cabe julgar o esforço referente ao tratamento e sim a ordem de prioridade de que foram executados. Portanto, não se pode afirmar que um tratamento necessita de um maior esforço em relação ao outro. Neste sentido, aceita-se a Hipótese Nula H0 que diz que as duas notações requerem o mesmo grau de esforço.

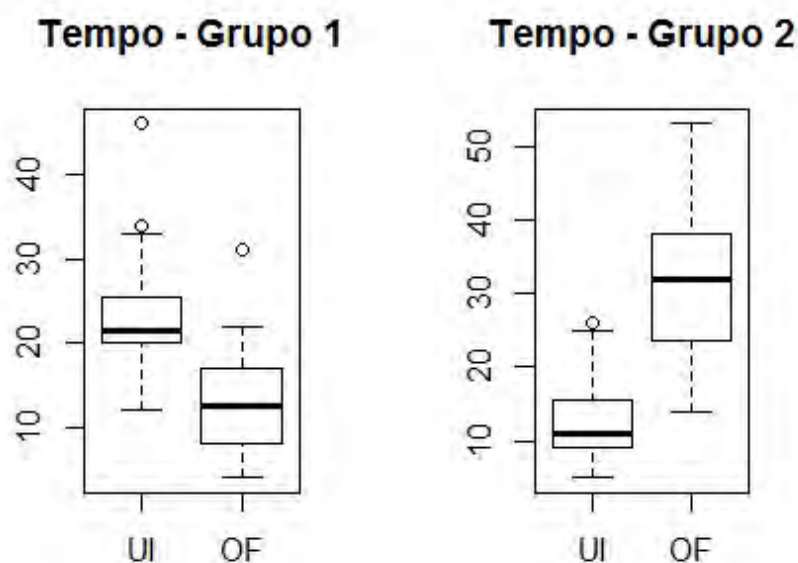
Também, pode-se concluir que os grupos são homogêneos, pois apesar de perceber que houve aprendizado, podemos verificar que os grupos aprenderam em um nível semelhante, validado o balanceamento, randomização e a aplicação pareada dos tratamentos.

Tabela 5.9 – t-Student Pareado entre Tratamentos Grupo 2

<i>Tratamentos</i>	<i>t-test Pareado</i>	<i>Grau de Liberdade</i>	<i>p-value</i>
<i>Notações UI-Odyssey-Fex e Odyssey-Fex</i>	-6.3089	14	1.926e-05
<i>Intervalo de Confiança de 95%</i>	-24.56594 -12.10073		
<i>Média das Diferenças</i>	10.1875		

Fonte: O Autor

Figura 5.2 – Tempos Utilizados por Grupo



Fonte: O Autor

Q3: O uso da notação Odyssey-Fex limita a representação da interface com o usuário comparada a notação UI-Odyssey-Fex?

Para a realização da análise desta questão de estudo, foram utilizadas as questões 1, 3 e 4 dos questionários de avaliação (Apêndice C e D).

Com base na análise das respostas atribuídas pelos participantes a questão 1, pode-se observar que o resultado gerado para o valor do p-value foi de 0.0005, ou seja, expressivamente menor que $\alpha = 0,05$. Neste sentido, concluí-se que a notação UI-Odyssey-Fex quando comparada a notação Odyssey-Fex apresenta sintaxe mais adequada para a representação de características do tipo interface com o usuário. Sendo assim, rejeita-se a Hipótese Nula H_0 e indica-se que elas não são iguais, assim aceita-se a Hipótese Alternativa H_1 , que considera que a notação Odyssey-Fex apresenta limitações em relação a notação UI-Odyssey-Fex.

Tabela 5.10 – t-Student Pareado Questão 1 - Questionários de Avaliação

<i>Tratamentos</i>	<i>t-test Pareado</i>	<i>Grau de Liberdade</i>	<i>p-value</i>
<i>Notações UI-Odyssey-Fex e Odyssey-Fex</i>	3.8676	30	0.0005487
<i>Intervalo de Confiança de 95%</i>	2.892644 - 0.9365421		
<i>Média das Diferenças</i>	0.6129032		

Fonte: O Autor

Para a continuação da avaliação desta questão de estudo, utilizou-se os resultados da questão 3 do questionário de avaliações. Com base nesta análise, pode-se verificar que obteve-se um p-value de 0.0036, ou seja um valor significativamente inferior a $\alpha = 0,05$. Desta forma, pode-se indicar que a Hipótese H0 foi rejeitada e aceitou-se a H1 que conclui que a Notação Odyssey-Fex apresenta limitações quando comparada a Notação UI-Odyssey-Fex.

Neste sentido, se pode concluir que o modelo de características resultante durante a execução da Notação UI-Odyssey-Fex, quando comparada a Notação Odyssey-Fex, expressa explicitamente as interfaces com o usuário solicitadas.

Tabela 5.11 – t-Student Pareado Questão 3 - Questionários de Avaliação

<i>Tratamentos</i>	<i>t-test Pareado</i>	<i>Grau de Liberdade</i>	<i>p-value</i>
<i>Notações UI-Odyssey-Fex e Odyssey-Fex</i>	3.1526	30	0.0036
<i>Intervalo de Confiança de 95%</i>	0.2044 - 0.9679		
<i>Média das Diferenças</i>	0.5806		

Fonte: O Autor

Para realizar a análise final desta questão de estudo, foram utilizadas as respostas atribuídas para questão 4 do questionário de avaliação. A partir do teste t aplicado aos resultados, obteve-se um valor para o p-value de 0.0305 que representa um valor menor que $\alpha = 0,05$. Com isso, rejeitou-se H0 que representa a igualdade entre as notações e aceitou-se H1 que considera que a Notação Odyssey-Fex possui limitações ao ser comparada com a notação UI-Odyssey-Fex. Desta forma, pode-se concluir que a Notação UI-Odyssey-Fex, foi considerada mais produtiva para realização da tarefa de implementação de LPS quando suas características de interface com o usuário estão presentes no modelo.

Tabela 5.12 – t-Student Pareado Questão 4 - Questionários de Avaliação

<i>Tratamentos</i>	<i>t-test Pareado</i>	<i>Grau de Liberdade</i>	<i>p-value</i>
<i>Notações UI-Odyssey-Fex e Odyssey-Fex</i>	2.2704	30	0.0305
<i>Intervalo de Confiança de 95%</i>	0.0324 - 0.6127		
<i>Média das Diferenças</i>	0.3225		

Fonte: O Autor

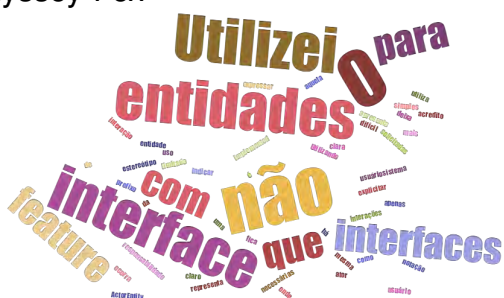
Com base nos resultados obtidos durante as análises feitas nas questões acima, podemos concluir que a Notação UI-Odyssey-Fex quando comparada a Notação Odyssey-Fex, obteve uma melhor aceitação e avaliação por parte dos participantes do estudo experimental.

A questão 3 verifica se o modelo de características resultante a partir das Notação Odyssey-Fex e UI-Odyssey-Fex, expressam explicitamente as interfaces de usuário solicitadas no documento de requisitos da LPS. Neste sentido, a *Word Cloud*, da Figura 5.5, que expressa a opinião sobre a Notação Odyssey-Fex, destaca as palavras “não”, “utilizei”, “entidades” e “interface”. Desta forma, pode-se perceber que os participantes consideram que o modelo de características resultante não expressa explicitamente as interfaces de usuário solicitadas no documento de requisitos da LPS.

Na integra, a opinião de alguns participantes em relação as palavras destacadas, descreve, como na afirmação do sujeito 14 “foi utilizado apenas atores, não há como explicitar interfaces” e ainda a declaração do sujeito 21 afirmando que “O estereótipo Actor (Entity Feature) não fica claro que aquela feature representa uma interface”. Neste sentido, podemos perceber que a Notação não expressa as interfaces de usuário.

Ainda com relação a questão 3, pode-se observar a *Word Cloud* representada na Figura 5.6, a qual expõe as palavras mais citadas na avaliação da Notação UI-Odyssey-Fex. Nesta *Word Cloud*, se pode ver que as palavras com maior destaque foram “interface”, “usuário” “funcionalidades” e “utilizei”. Assim, percebe-se que os participantes de certa forma conseguiram expressar as interfaces com o usuário. Além da *Word Cloud*, pode-se observar nas declarações de alguns sujeitos esta mesma opinião, a saber: Declaração do sujeito 21 que concluí que a Notação avaliada “Deixou mais evidente a existência de um gerenciamento de variabilidades entre as UIs”; Declaração do sujeito 24 que diz que “com a interface de usuário, fica claro onde o usuário interage com o sistema”. Portanto, pode-se indicar que a Notação UI-Odyssey-Fex em relação a Notação Odyssey-Fex, expressou de forma mais adequada as interfaces solicitadas no documento de requisitos.

Figura 5.5 – Word Cloud Questão 3 - Questionário de Avaliação Notação Odyssey-Fex



Fonte:O Autor

Figura 5.6 – Word Cloud Questão 3 - Questionário de Avaliação Notação UI-Odyssey-Fex



Fonte:O Autor

Para avaliar a questão 4, que verifica a produtividade da tarefa de implementação de uma LPS, quando a representação de elementos de interface com o usuário esta prevista na modelagem de características, foi realizada da mesma forma que nas outras questões uma *Word Cloud*, para verificar as palavras de maior frequência apresentadas

nas respostas dos participantes que avaliaram a Notação Odyssey-Fex. Desta forma, se pode perceber através da Figura 5.7, que as palavras em destaque foram “representação”, “não”, “notação”, “elementos”, “interface”, “desenvolvimento”, “pouco” e “disponível”. A partir, das palavras em destaque pode-se perceber que os participantes, não consideram a tarefa de implementação de LPS utilizando o modelo construído pela notação avaliada.

A fim de representar explicitamente a opinião dos participantes, se destacou a resposta do sujeito 1 que concluí que “não é possível definir exatamente quais serão as interfaces a serem desenvolvidas”, e ainda a do sujeito 19 “creio que utilizando-se apenas um modelo gerado, utilizando a notação Odyssey-Fex, não se tem vantagens na fase de implementação”. Neste sentido, pode-se perceber que a notação Odyssey-Fex, de fato não torna a implementação de LPS mais produtiva.

Em contra partida, ao avaliar a *Word Cloud* da Figura 5.8, pode-se destacar as palavras “implementação”, “facilita”, “interface”, “elementos”, “produto”, “desenvolvimento” e “usuário”, que de certa forma consegue expressar que os participantes consideraram produtiva a tarefa de implementação de LPS, quando utilizaram a Notação UI-Odyssey-Fex para representar as características de interface com o usuário. Ao encontro das palavras destacadas, pode-se perceber na opinião do sujeito 7 que “A apresentação de elementos de interface com o usuário é de suma importância para o desenvolvimento do produto”, o sujeito 30 já compara diretamente a notação e cita “Sim, em comparação com a Odyssey-Fex” e ainda o sujeito 3 conclui “Em minha experiência a interface com o usuário sofre enorme alteração entre produtos. A especificação destas alterações tem sido uma das maiores dificuldades arquiteturas de nosso projeto”. Estas explicações contribuem para a indicação de que ao representar interfaces com o usuário explicitamente, facilitaria o desenvolvimento da LPS.

Figura 5.7 – Word Cloud Questão 4 - Questionário de Avaliação Notação Odyssey-Fex



Fonte:O Autor

Figura 5.8 – Word Cloud Questão 4 - Questionário de Avaliação Notação UI-Odyssey-Fex



Fonte:O Autor

A questão 7 verifica se a representação das características referente as notações foi intuitiva e de fácil interpretação. Neste sentido, a *Word Cloud*, da Figura 5.9, que expressa a opinião sobre a Notação Odyssey-Fex, destaca as palavras “não”, “achei”, “en-

tendimento”, “difícil”, “conhecimento”, “interpretação”, “visual” e “usuário”. Desta forma, podemos perceber que os participantes consideram que a notação Odyssey-Fex, não foi intuitiva e possui uma difícil interpretação.

Na integra, a opinião de alguns participantes em relação as palavras destacadas, descreve, como na afirmação do sujeito 1o “limitado e confuso se comparado a outra (UI-Odyssey-Fex)” e ainda a declaração do sujeito 2 afirmando que “não é muito fácil a interpretação”. Neste sentido, podemos perceber que a Notação Odyssey-Fex não possui uma facilidade na sua interpretação.

Ainda com relação a questão 7, podemos observar a *Word Cloud* representada na Figura 5.10, a qual expõe as palavras mais citadas na avaliação da Notação UI-Odyssey-Fex. Nesta *Word Cloud*, podemos ver que as palavras com maior destaque foram “interface”, “mais”, “fácil” e “notação”. Assim, percebemos que os participantes acreditam que esta notação foi mais intuitiva e de fácil interpretação. Além da *Word Cloud*, podemos observar nas declarações de alguns sujeitos esta mesma opinião, a saber: Declaração do sujeito 7 que concluí que “A notação é bastante intuitiva”; Declaração do sujeito 21 que diz que “Melhorou exponencialmente com uma feature UI, mas os demais elementos podem ser melhores apresentados”. Portanto, podemos indicar que a Notação UI-Odyssey-Fex em relação a Notação Odyssey-Fex, foi considerada mais intuitiva e de fácil interpretação.

Figura 5.9 – Word Cloud Questão 7 - Questionário de Avaliação Notação Odyssey-Fex



Fonte:O Autor

Figura 5.10 – Word Cloud Questão 7 - Questionário de Avaliação Notação UI-Odyssey-Fex



Fonte:O Autor

Considerando a questão 8, que avalia se os requisitos do domínio e o modelo de características gerado, possuem uma fácil compreensão das ligações modeladas entre as características conceitual ou funcional e as de interface de usuário, foi realizado uma primeira verificação através de uma *Word Cloud*. Além disso, foram destacadas algumas respostas expressas pelos participantes, a fim de demonstrar a opinião dos mesmos. Através da Figura 5.11, que mostra o resultado da questão 8 para a notação Odyssey-Fex, podemos observar que as palavras que apareceram com maior frequência foram “não”, “confuso”, “interação”, “compreensão”, “fácil”, “entendimento”, “elementos” e “usuário”. Desta forma, podemos ter indícios de que os participantes não possuem uma fácil compreensão

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através da pesquisa realizada neste Trabalho de Conclusão, buscou-se ressaltar a preocupação com a qualidade dos trabalhos desenvolvidos durante a realização de projetos de pesquisa. Neste sentido, temos como objetivo contribuir para comunidade científica, através da realização de um estudo experimental no qual foi realizada uma investigação formal, rigorosa e controlada, sobre a utilização das notações Odyssey-Fex e UI-Odyssey-Fex para representar características de interface com usuário em uma linha de produto de software.

Como base para a realização desse trabalho, foram utilizados os resultados de dois trabalhos de conclusão que fazem parte do projeto de pesquisa em Reutilização de Interfaces com o Usuário em Linhas de Produto de Software, de autoria da Prof. Dra. Ana Paula Terra Bacelo (coordenadora) e Prof. Dra. Milene Selbach Silveira, que foi aprovado no Edital Interno da FACIN em 2013. Com este projeto, busca-se avaliar se há melhoria na capacidade de compreensão dos modelos de características com a inclusão de elementos de interface com o usuário e com isso melhorar o potencial de reutilização de uma LPS. Para isso, os trabalhos foram desenvolvidos no contexto de uma pesquisa que utiliza ferramentas que fazem parte do ambiente Odyssey. Estes trabalhos também se propuseram a realizar melhorias e extensões para que se pudesse disponibilizar uma funcionalidade para modelar interfaces com o usuário no contexto de uma linha de produto de software através da notação UI-Odyssey-Fex.

O objetivo deste TCC foi de avaliar e validar as melhorias e extensões propostas na notação UI-Odyssey-Fex. Na fase inicial deste trabalho foi realizado o planejamento do experimento, no qual foi estabelecido o objetivo do estudo, o objetivo da medição, as questões de estudo, a seleção do contexto, a definição das hipóteses, a seleção das variáveis, definição da seleção dos sujeitos. Além disso, foram detalhados os princípios gerais deste estudo experimental e a descrição da instrumentação.

Para fase final, desenvolvida durante o trabalho de conclusão 2, foram realizadas as atividades referentes à operação do Estudo Experimental, incluindo a preparação, o treinamento, a execução e a análise e interpretação dos resultados. Nesta última atividade foram descritas a estatística descritiva, os teste de validação de hipótese e a análise qualitativa.

No qual obteve-se a aceitação das seguintes hipóteses:

- Para a Questão 1 - Hipótese Nula **H₀**: $\Psi_{of} = \phi_{uof}$, na qual representa que as notações são iguais em nível de facilidade quando compradas entre si.
- Para a Questão 2 - Hipótese Nula **H₀**: $\Psi_{of} = \phi_{uof}$, que indica que as notações são iguais em relação a esforço empregado para sua resolução.

- Para a Questão 3 - Hipótese Alternativa H1: $\Psi_{of} \neq \phi_{uof}$, que indica que as notações são diferentes, ou seja, a Notação Odyssey-Fex apresenta limitações quando comparada a Notação UI-Odyssey-Fex.

Além da análise das hipóteses, foi realizada a análise qualitativa a partir da percepção dos participantes registradas nos questionários de avaliação das notações. Em resumo, a notação UI-Odyssey-Fex foi considerada mais clara com relação a representação de características de interface com usuário no modelo construído, tornando mais produtivo o desenvolvimento de LPS.

Como trabalhos futuros podemos sugerir: a) um estudo mais aprofundado da análise qualitativa que foi realizada, uma vez que existem vários elementos importantes destacados pelos participantes do experimento, mas que não fazia parte do escopo deste trabalho de conclusão de conclusão; b) aprofundar o estudo a respeito da representação de interfaces de usuário em linha de produtos de software, uma vez que a extensão desenvolvida foi uma primeira sugestão de integração destes elementos; c) analisar o impacto da representação de elementos de interface com o usuário nas outras etapas do ciclo de vida de uma LPS; d) avaliar o impacto da integração do catálogo de padrões de interface desenvolvido por (FONSECA; SILVA, 2014) na notação estendida UI-Odyssey-Fex.

Por fim, percebo a importância de um estudo empírico durante uma atividade de pesquisa.

De acordo com Wazlawick (WAZLAWICK, 2008):

“Cabe ressaltar que o Empirismo é importante para a ciência, porque é uma maneira sensata de olhar o mundo. Não basta acreditar em sua intuição. É preciso verificar objetivamente se o fenômeno descrito realmente é verdadeiro”

Como lições aprendidas destaca-se o desafio de estudar e desenvolver um protocolo de experimentação, com todas as suas etapas rigorosamente definidas, bem como aplicar e conduzir a execução deste estudo experimental. Além disso, a adesão de 31 participantes, considerado um número bastante expressivo, tanto do ponto de vista estatístico, quanto de representação de participantes da área de Engenharia de Software.

Apesar do grande desafio enfrentado, me senti motivada a pesquisar e realizar da melhor forma a tarefa a mim atribuída e poder ao final deste trabalho ter uma visão concreta da aplicação da estatística e o quanto o resultado deste estudo refletiu a percepção obtida durante a execução deste experimento. Por fim, quero destacar que este trabalho representa um perfil de trabalho diferente do que usualmente é desenvolvido pelos alunos do curso de bacharelado em Sistemas de Informação, saindo do modelo convencional de desenvolvimento de software para um modelo de experimentação não menos complexo. Enfim, posso concluir que percorrer caminhos diferentes dos usualmente seguidos, sem sombra de dúvidas é uma maneira muito valiosa de se traçar o próprio caminho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BECKER, M. Towards a general model of variability in product families. In: *Proceedings of the 1st Workshop on Software Variability Management*. Netherlands: Proceedings of the 1st Workshop on Software Variability Management, 2003. p. 19–27.
- BOUCHER, Q.; PERROUIN, G.; HEYMANS, P. Deriving configuration interfaces from feature models: A vision paper. In: *Proceedings of the Sixth International Workshop on Variability Modeling of Software-Intensive Systems*. New York, NY, USA: ACM, 2012. p. 37–44.
- CLEMENTS, P. *Software Product Line Payoff Point*. 2014. Disponível em: <<http://www.sei.cmu.edu/library/abstracts/news-at-sei/productlines4q03.cfm>>. Acesso em: Setembro.
- CLEMENTS, P.; NORTHROP, L. *Software Product Lines: Practices and Patterns*. Boston, MA, USA: Addison-Wesley, 2001.
- CZARNECKI, K.; HELSEN, S.; EISENECKER, U. Staged configuration using feature models. In: NORD, R. (Ed.). *Software Product Lines*. [S.l.]: Springer Berlin Heidelberg, 2004, (Lecture Notes in Computer Science, v. 3154). p. 266–283. ISBN 978-3-540-22918-6.
- DJEBBI, O.; SALINESI, C. Criteria for comparing requirements variability modeling notations for product lines. In: *Proceedings of the Fourth International Workshop on Comparative Evaluation in Requirements Engineering*. Washington, DC, USA: IEEE Computer Society, 2006. p. 20–35.
- FAVARO, J.; MAZZINI, S. Extending feature models with concepts from systems engineering. In: EDWARDS, S.; KULCZYCKI, G. (Ed.). *Formal Foundations of Reuse and Domain Engineering*. [S.l.]: Springer Berlin Heidelberg, 2009, (Lecture Notes in Computer Science, v. 5791). p. 41–50.
- FONSECA, L.; SILVA, T. *Criação de um Catálogo de Modelos de Interfaces Adaptáveis para Linhas de Produtos de Software*. 77 p. Monografia (Graduação) — Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil, 2014.
- GURP, J. van; BOSCH, J.; SVAHNBERG, M. On the notion of variability in software product lines. In: *Proceedings. Working IEEE/IFIP Conference on Software Architecture, 2001*. [S.l.: s.n.], 2001. p. 45–55.
- KANG, K. et al. *Feature-oriented domain analysis (FODA) feasibility study*. [S.l.], 1990. 1–98 p.
- MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. *Técnica de Pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, análise e interpretação de dados*. São Paulo, SP, Brasil: Atlas, 2009.
- MABEN, T. von der; LICHTER, H. Deficiencies in feature models. In: *Software Product Line Conference*. [S.l.: s.n.], 2004. p. 1–14.

- MILER, N. J. *A Engenharia de Aplicações no Contexto da Reutilização Baseada em Modelos de Domínio*. Tese (Doutorado) — Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil, 2000.
- OLIVEIRA, R. *Modelagem de Interfaces de Usuários em Modelos de Variabilidade de Uma Linha de Produtos de Software*. 43 p. Monografia (Graduação) — Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil, 2014.
- OLIVEIRA, R. F. de. *Formalização e Verificação de Consistência na Representação de Variabilidades*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil, 2006.
- OMG. *Unified Modeling Language*. 2014. Disponível em: <<http://www.uml.org/>>.
- POHL, G. B. K.; LINDEN, F. van der. *Software Product Lines Engineering: Foundations, Principles, and Techniques*. KünkleLopka, Heindelberg, UE: Springer - Verlag Berlin Heidelberg, 2010.
- R Core Team. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. Vienna, Austria, 2015. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>.
- SCAICO, A.; SCAICO, P.; LIMA, F. L. da C. *Projeto Yana - Linhas de Produtos de Software*. 2014. Disponível em: <<https://sites.google.com/site/projetoyanaufpb/home>>.
- SOMMERVILLE, I. *Software Engineering*. Boston, MA, USA: Addison-Wesley, 2001.
- SOUZA, M. Z. de; LEAL, G. C. L.; HUZITA, E. H. M. Um exemplo de condução de estudo experimental guiado por um processo. *Revista Tecnológica*, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná, Brasil, v. 21, n. 1, p. 43–52, 2012.
- TRAVASSOS, G. H.; GUROV, D.; AMARAL, E. A. G. do. *Introdução a Engenharia de software experimental*. [S.l.], 2002. 1–52 p.
- TUKEY, J. *Exploratory Data Analysis*. [S.l.]: Addison-Wesley Publishing Company, 1977.
- WAZLAWICK, R. *Metodologia de Pesquisa para Ciência Da Computação*. [S.l.]: Elsevier, 2008.
- WOHLIN, C. et al. *Experimentation in Software Engineering: An Introduction*. Norwell, MA, USA: Springer - Verlag Berlin Heidelberg, 2012.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DE CARACTERIZAÇÃO DOS PARTICIPANTES DO ESTUDO EXPERIMENTAL

Avaliando a Representação de Interfaces com o Usuário Utilizando Notações de Modelos de Características: Um Estudo Empírico

Nome do Participante: _____

Curso: _____

Considerando as questões abaixo, caso duas ou mais respostas se caracterizem ao seu perfil, marque a que mais se aplica.

1) Qual seu nível de formação?

- | | |
|---|-----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Graduando | <input type="checkbox"/> Graduado |
| <input type="checkbox"/> Mestrando | <input type="checkbox"/> Mestre |
| <input type="checkbox"/> Doutorando | <input type="checkbox"/> Doutor |
| <input type="checkbox"/> Profissional de Engenharia de Software | |

2) Qual o seu setor de atuação?

- Acadêmico(ensino ou pesquisa)
- Estudante
- Indústria (empresarial)

3) Qual o nome da Empresa e/ou Universidade que atua? _____

4) Quanto tempo de experiência possui na área de computação? _____

5) Qual a sua experiência anterior em desenvolvimento de software com o foco em Engenharia de Domínio ou Linha de Produto de Software (LPS)?

- Nunca desenvolvi software baseado em reutilização.
- Desenvolvi software com foco em artefatos reutilizáveis para uso próprio.
- Desenvolvi software com foco em artefatos reutilizáveis como parte de uma equipe, no contexto de uma disciplina ou grupo de pesquisa na graduação ou pós-graduação.
- Desenvolvi software com foco em artefatos reutilizáveis como parte de uma equipe, na indústria.

6) Qual a sua experiência com a notação UML?

() Eu nunca modeliei um software usando a UML.

() Minha experiência com a notação UML é básica. Eu modelo software somente no nível de elementos mais comuns da UML como classes e associações.

() Minha experiência com a notação UML é moderada. Eu modelo software explorando elementos mais específicos da UML para representar herança, polimorfismo, dentre outros.

() Minha experiência com a notação UML é avançada. Eu modelo software explorando a grande maioria dos diagramas previstos nesta linguagem, tais como modelos de casos de uso, atividades, sequencia, classes, componentes, implantação.

7) Qual a sua experiência com relação à abordagem de Linha de Produto de Software (LPS)?

() Eu nunca ouvi falar a respeito de LPS.

() Já lí, de forma superficial, algo a respeito de LPS.

() Minha experiência com LPS é básica. Eu conheço os seguintes conceitos da abordagem: ciclo de desenvolvimento de LPS e suas atividades (engenharia de domínio e engenharia de aplicação). Porém, não tenho experiência com gerenciamento de variabilidades.

() Minha experiência com LPS é moderada. Eu conheço os conceitos da opção anterior, e com relação ao gerenciamento de variabilidades, eu sei o conceito de pontos de variação, variantes e os seus relacionamentos.

() Minha experiência com LPS é avançada. Eu conheço os conceitos da opção anterior, além de alguns processos existentes de desenvolvimento de LPS (FODA, PuLSE, entre outros). Com relação ao gerenciamento de variabilidades, eu tenho domínio sobre os conceitos da opção anterior, além de: modelos de resolução; abordagens existentes para o gerenciamento de variabilidades, e representação de variabilidades (usando a UML, modelos de características, entre outras).

Assinatura do Participante

Local e Data

APÊNDICE B – FORMULÁRIO DE CONSENTIMENTO

Avaliando a Representação de Interfaces com o Usuário Utilizando Notações de Modelos de Características: Um Estudo Empírico

Nome do Participante:

Eu declaro ter mais de 18 anos de idade e que concordo em participar de um estudo conduzido por Ildevana Poltronieri Rodrigues, como parte das atividades do trabalho de conclusão de curso da Faculdade de Informática no curso Bacharel em Sistemas de Informação na PUCRS. Este estudo visa comparar as notações Odyssey-Fex e UI-Odyssey-Fex em um modelo de características em uma linha de produto de software.

Procedimento

Este estudo acontecerá conforme as etapas descritas a seguir. Primeiramente os participantes deverão ter assinado este termo de consentimento, logo após preencher o questionário de caracterização do participante. De posse dos questionários a executora do experimento realizará a separação dos grupos para encaminhá-los ao treinamento. O treinamento servirá para apresentar as notações e o ferramental necessário para a geração de modelos de características em linha de produto de software que serão utilizados neste estudo. Na etapa seguinte os participantes deverão utilizar o ferramental apresentado previamente para a identificação e criação dos modelos. Uma vez o experimento tenha terminado, os questionários de avaliação preenchidos pelos participantes, serão analisados e interpretados a fim de realizar as conclusões do estudo e a análise estatística com a plotagem dos resultados.

Confidencialidade

Toda informação coletada neste estudo é confidencial, e meu nome não será identificado em momento algum. Da mesma forma, me comprometo a não comunicar os meus resultados enquanto não terminar o estudo, bem como manter sigilo das técnicas e documentos apresentados e que fazem parte do estudo experimental.

Benefícios, Liberdade de Desistência

Eu entendo que os benefícios que receberei deste estudo são limitados ao aprendizado do material que é distribuído e ensinado, independente de participar ou não deste estudo, mas que os pesquisadores esperam aprender mais sobre quão eficiente é a modelagem de características em LPS utilizando as notações Odyssey-Fex e UI-Odyssey-Fex, ao qual o experimento se propõe a conduzir.

Eu entendo que sou livre para realizar perguntas a qualquer momento ou solicitar que qualquer informação relacionada a minha pessoa não seja incluída no estudo. Eu entendo que participo de livre e espontânea vontade com o único intuito de contribuir para o avanço e desenvolvimento de técnicas e processos para a Engenharia de Software.

Equipe:**Pesquisador Responsável:**

Ildavana Poltronieri Rodrigues

Faculdade de Informática - PUCRS

Curso Sistemas de Informação

Professor Orientador e Responsável:

Profa.Dra. Ana Paula Terra Bacelo

Faculdade de Informática - PUCRS

Curso Sistemas de Informação

Assinatura do Participante

Local e Data

APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO ESTUDO EXPERIMENTAL - NOTAÇÃO ODYSSEY-FEX

Avaliando a Representação de Interfaces com o Usuário Utilizando Notações de Modelos de Características: Um Estudo Empírico

Nome do Participante: _____

Horário de Início: : Horário de Conclusão: :

Marque a qual grupo você pertence:

Grupo 1 ()

Grupo 2 ()

1) A notação Odyssey-FEX apresentou sintaxe adequada para representação de características do tipo Interface com o usuário?

() sim

() não

() parcialmente.

Explique o que você utilizou para tal:

2) A ferramenta Odyssey, que implementa a notação Odyssey-FEX, é de fácil utilização, considerando as funcionalidades requeridas para uso durante este experimento?

() sim

() não

() parcialmente.

Explique a sua resposta:

3) O modelo de características resultante expressa explicitamente as interfaces de usuário solicitadas no documento de requisitos da linha de produto?

() sim

() não

() parcialmente.

Explique o que você utilizou para tal:

4) Considerando a notação Odyssey-FEX, você considera que seja mais produtiva a tarefa de implementação de uma linha de produto de software se durante a modelagem de suas respectivas características esteja prevista também a representação de elementos de interface com o usuário?

() sim

() não

() parcialmente.

Explique sua resposta:

5) Ao utilizar a representação da notação UML na notação Odyssey-Fex, você considera que torna mais fácil a construção do modelo?

() sim

() não

() parcialmente.

Explique sua resposta:

6) O treinamento e material disponibilizados para realização do experimento contribuíram para que você executasse a modelagem adequadamente?

() sim

() não

() parcialmente.

Explique sua resposta:

7) A representação das características da notação Odyssey-Fex é intuitiva e de fácil interpretação?

sim

não

parcialmente.

Explique sua resposta:

8) Considerando os requisitos do domínio e o modelo de características gerado, é de fácil compreensão a ligação modelada entre a característica conceitual ou funcional do domínio e sua respectiva interface de usuário?

sim

não

parcialmente.

Explique sua resposta:

9) Você utilizou o relacionamento de *implemented by* para representar a ligação de uma característica conceitual e/ou funcional e sua respectiva interface de usuário?

sim

não

parcialmente.

Explique sua resposta:

APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO ESTUDO EXPERIMENTAL - NOTAÇÃO UI-ODYSSEY-FEX

Avaliando a Representação de Interfaces com o Usuário Utilizando Notações de Modelos de Características: Um Estudo Empírico

Nome do Participante: _____

Horário de Início: : Horário de Conclusão: :

Marque a qual grupo você pertence:

Grupo 1 ()

Grupo 2 ()

1) A notação UI-Odyssey-FEX apresentou sintaxe adequada para representação de características do tipo Interface com o usuário?

() sim

() não

() parcialmente.

Explique o que você utilizou para tal:

2) A ferramenta Odyssey, que implementa a notação UI-Odyssey-FEX, é de fácil utilização, considerando as funcionalidades requeridas para uso durante este experimento?

() sim

() não

() parcialmente.

Explique a sua resposta:

3) O modelo de características resultante expressa explicitamente as interfaces de usuário solicitadas no documento de requisitos da linha de produto?

() sim

() não

() parcialmente.

Explique o que você utilizou para tal:

4) Considerando a notação UI-Odyssey-FEX, você considera que seja mais produtiva a tarefa de implementação de uma linha de produto de software se durante a modelagem de suas respectivas características esteja prevista também a representação de elementos de interface com o usuário?

() sim

() não

() parcialmente.

Explique sua resposta:

5) Ao utilizar a representação da notação UML na notação UI-Odyssey-Fex, você considera que torna mais fácil a construção do modelo?

() sim

() não

() parcialmente.

Explique sua resposta:

6) O treinamento e material disponibilizados para realização do experimento contribuíram para que você executasse a modelagem mais facilmente?

() sim

() não

() parcialmente.

Explique sua resposta:

7) A representação das características da notação UI-Odyssey-Fex, são intuitivas de fácil interpretação?

() sim

() não

() parcialmente.

Explique sua resposta:

8) Considerando os requisitos do domínio e o modelo de características gerado, é de fácil compreensão a ligação modelada entre a característica conceitual ou funcional do domínio e sua respectiva interface de usuário?

() sim

() não

() parcialmente.

Explique sua resposta:

9) Você utilizou o relacionamento de *implemented by* para representar a ligação de uma característica conceitual e/ou funcional e sua respectiva interface de usuário?

() sim

() não

() parcialmente.

Explique sua resposta:

**APÊNDICE E – MANUAL DE EXECUÇÃO DO ESTUDO EXPERIMENTAL
- NOTAÇÃO ODYSSEY-FEX**

Manual de Execução do Estudo Experimental - Avaliando a Representação de Interfaces com o Usuário Utilizando Notações de Modelos de Características: Um Estudo Empírico

Orientanda: Ildevana Poltronieiri Rodrigues
Orientadora: Ana Paula Terra Bacelo

11 de Junho de 2015

1 Apresentação

Este documento servirá como guia para a apresentação e execução de um estudo experimental que faz parte de um Trabalho de Conclusão de Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação.

Neste documento será exposta uma breve descrição sobre Linha de Produto de Software (LPS), a notação UI-Odyssey-Fex a ser avaliada e a descrição da ferramenta que deverá ser utilizada durante a execução do experimento.

2 Referencial Teórico

Nesta seção serão apresentados os conceitos sobre linha de produto de software, variabilidade, modelo de características de LPS e sobre a Notação UI-Odyssey-Fex.

2.1 Linha de Produto de Software

Uma Linha de Produto de Software é constituída a partir de um núcleo de artefatos comuns a vários produtos, que representa o conceito de variabilidade, e artefatos específicos de um determinado produto. É importante destacar que um sistema (produto) gerado a partir de uma LPS, do ponto de vista funcional, é um sistema como outro qualquer. No entanto, os produtos gerados por uma LPS são criados a partir de componentes, ou unidades de código comuns, modulados de acordo com regras definidas durante a análise da variabilidade e do projeto da arquitetura [3].

Segundo alguns autores [2] [5] a adoção de uma abordagem de LPS pode apresentar diversas vantagens para as organizações, como por exemplo:

- Melhor entendimento do domínio/Linha de Produto de software;
- Aumento da qualidade dos produtos;
- Confiança do cliente com relação aos produtos gerados;
- Reaproveitamento de componentes e requisitos entre produtos de uma mesma linha;
- Melhora da análise dos requisitos;
- Melhora do controle de qualidade;
- Redução dos custos de produção e manutenção;

Apesar dos benefícios que a adoção de uma abordagem de LPS pode propiciar, para obter uma reutilização bem sucedida é necessário realizar diversas atividades durante o projeto de desenvolvimento de uma LPS. É importante destacar que a adoção de um processo de desenvolvimento baseado em LPS exige a realização de várias atividades cruciais e específicas - atividades essas que normalmente não são realizadas durante um processo de desenvolvimento tradicional, *e.g.* processo de desenvolvimento Cascata [10]. Podemos citar como exemplo de atividade específica ao contexto de LPS a identificação e modelagem de variabilidades de um domínio.

2.2 Variabilidade

Segundo Becker [1] uma variabilidade consiste em uma capacidade ou característica que um sistema possui, sendo que no contexto de LPS esta capacidade ou característica diferencia um sistema dos demais gerados a partir da mesma LPS. Conforme Pohl e Linden [5] uma variabilidade é representada pela habilidade e a capacidade de alterar e adaptar um sistema em vários aspectos. Uma variabilidade é basicamente descrita através de pontos de variação e variantes. Um ponto de variação descreve onde existem diferenças nos sistemas finais. É uma característica que pode decidir qual variante será utilizada pelo sistema. As variantes consistem em características alternativas para um ponto de variação [3] [5]. As características e suas respectivas variabilidades podem ser representadas através de modelos de características de uma LPS conforme será detalhado a seguir.

2.3 Modelos de Características

Um Modelo de Características é uma forma de identificar e denotar variabilidades entre produtos de uma LPS. Assim, do ponto de vista de variabilidade uma característica pode ser classificada como:

- **Mandatória:** Uma característica mandatária deve obrigatoriamente estar presente em todos os produtos derivados a partir de uma mesma LPS, conforme a Figura 1.

Figura 1: Característica Mandatária



Fonte: O Autor

- **Opcional:** Uma característica opcional representa elementos que podem ou não estar presentes nos produtos derivados de uma mesma LPS, conforme a Figura 2.

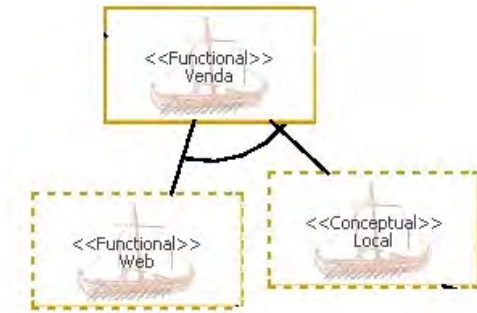
Figura 2: Característica Opcional



Fonte: O Autor

- **Alternativa:** esta característica representa diferentes formas de implementação de um conceito do domínio para um produto derivado de uma LPS. Conforme a Figura 3, a característica mandatária *Vendas* representa um ponto de variação que possui duas variantes opcionais *Web* e *Local*.

Figura 3: Relacionamento Alternativo



Fonte: O Autor

2.3.1 Notação UI-Odyssey-Fex

A notação Odyssey-Fex que pode ser vista com mais detalhamento no trabalho de conclusão de curso de Rodrigues [9], na Seção 2 - Fundamentação Teórica, tem como base o método FODA [4], e atualmente é utilizada para modelagem de características dentro do ambiente de reutilização Odyssey [11]. A notação, utiliza a mesma representação cíclica e os mesmos relacionamentos UML propostos por Miler [7] e que estão presentes na notação Odyssey-Fex. Suas características de projeto também se mantiveram com a mesma representação. Porém, nesta extensão toda a semântica necessária para representar uma característica do tipo interface de usuário foi implementada, incluindo uma nova característica de representação icônica, conforme Oliveira [8]. Com relação a representação atual, esta alteração pode ser vista na Tabela 1. Assim, após sua extensão a Notação UI-Odyssey-Fex, possui uma forma diferenciada para representar interface com usuário.






Tabela 1: Notação UI-Odyssey-Fex

	<i>Ícone</i>	<i>Categoria</i>
Características de Análise		Domínio – Características ligadas à essência do domínio. Representam as funcionalidades e/ou os conceitos do modelo e correspondem a casos de uso e componentes estruturais concretos. Podem ser especializadas em: características conceituais e funcionais.
		Entidade – São atores do modelo. Entidades do mundo real que atuam sobre o domínio. Podem, por exemplo, expor a necessidade de uma interface com o usuário.
		Interface de Usuário – características que representam padrões de interfaces de usuário que podem ser utilizadas no produto da linha de produto de software por uma determinada característica do domínio, seja ela conceitual ou funcional.
Características de Projeto (Tecnológicas)		Ambiente Operacional – Características que representam atributos de um ambiente que uma aplicação do domínio pode usar e operar. Ex.: sistemas operacionais, bibliotecas.
		Tecnologia de Domínio – Características que representam tecnologias utilizadas para modelar ou implementar questões específicas de um domínio.
		Técnicas de Implementação – Características que representam tecnologias utilizadas para implementar outras características, podendo ser compartilhadas por diversos domínios.

Fonte: O Autor

A notação, além da representação das características, propõe uma forma diferenciada para identificar os relacionamentos entre características, utilizando em grande parte a notação da UML para relacioná-las, além daqueles propostos por Miler [7]. As representações dos relacionamentos da notação Odyssey-Fex, podem ser vistas na Tabela 2.

Tabela 2: Tabela de Relacionamentos UML

	<i>Representação</i>	<i>Descrição</i>
Relacionamentos UML		Composição – Relacionamento em que uma característica é composta por outras, ou seja, uma característica é parte fundamental de outra e a primeira não existe sem a segunda.
		Agregação – Relacionamento em que uma característica representa o todo, e as outras as partes. No entanto, as características existem independentemente umas das outras.
		Generalização – Relacionamento em que há uma generalização/especialização das características. Denota relação de herança entre as características.
		Associação – Relacionamento simples entre duas características. Pode ser nomeada, indicando um tipo específico de ligação.
Relacionamentos Específicos		Alternativo (<i>Alternative</i>) – Relacionamento entre um ponto de variação e as suas variantes, denotando a pertinência de uma variante a um determinado ponto de variação.
	<u><<Implemented By>></u>	Implementado por (<i>Implemented By</i>) – Relacionamento entre características de domínio e características tecnológicas, ou entre características tecnológicas de diferentes categorias.
	<u><<Communication Link>></u>	Ligação de Comunicação (<i>Communication Link</i>) – Relacionamento entre características de entidade e características de domínio.

Fonte: O Autor

Um aspecto importante a ser destacado nesta notação é a sua representação gráfica, permitindo a modelagem de gráficos cíclicos, os quais podem ser expandidos para qualquer direção, conforme mostra a Figura 4. Podemos destacar também, que esta notação, possui outro diferencial que é sua representação de características de interface com o usuário.

figura representa um exemplo de modelo de características em um domínio de varejo, o qual será utilizado como exemplo nas demais seções.

Neste sentido, pode-se observar que a característica de análise representada na Tabela 1 esta sendo utilizada para apresentar a interface com usuário no mesmo domínio de varejo. Este domínio será utilizado para modelar a notação UI-Odyssey-Fex, e pode ser visto através do exemplo da modelagem na Figura 4.

2.3.2 Domínio de varejo

O domínio de varejo possui conceitos e funcionalidades que são comuns a vários sistemas deste domínio e que são aplicados por diferentes empresas do ramo de vendas de produtos. O varejo consiste na venda de produtos ou serviços direto ao consumidor [6], como por exemplo aqueles oferecidos em supermercados, em lojas de vestuário, e farmácias. Mesmo que algumas empresas e alguns subdomínios necessitem de certas funcionalidades específicas, a grande maioria utiliza funcionalidades que são encontradas em quase todas as aplicações deste tipo de domínio, como por exemplo:

- Gerenciar estoque
- Vender produtos/serviços

- Comprar produtos de Fornecedores
- Gerar Relatórios

Embora estas funcionalidades sejam comuns na maioria das aplicações de varejo, em muitos casos elas possuem diferentes alternativas de apresentação ao usuário final. Desta forma, a apresentação de uma funcionalidade ao usuário é um fator que deve ser considerado ao desenvolver tais aplicações. Assim, durante o projeto e implementação de uma LPS, deve-se levar em consideração a variabilidade de elementos funcionais e também da interface com o usuário. No contexto desse estudo experimental, onde serão avaliadas as notações de modelagem de características Odyssey-Fex e Ui-odyssey-Fex, foram definidos os seguintes requisitos funcionais (RQ):

RQ1 - Registrar uma venda

O vendedor deverá registrar a venda ao final da escolha do cliente. Como resultado o sistema deve mostrar uma lista de produtos adquiridos ao final da venda pelo cliente e o sistema deve emitir uma Nota Fiscal. O cliente tem a opção de realizar a compra on-line, neste caso o sistema mostra lista de produtos e a opção de escolha para o cliente, ao finalizar a compra o sistema mostrará a tela coma lista de produtos comprados e a numero de cadastro da compra.

RQ2 - Listar vendas efetuadas

O gerente deve poder listar as vendas efetuadas em um período definido. Como resultado o sistema deve mostra uma lista de produtos vendidos no período.

RQ3 - Adicionar produto no Estoque

Os produtos que foram recebidos dos fornecedores devem ser cadastrados pelo setor de estoque. Como resultado o sistema deve mostra uma tela para adicionar ou editar um produto, contendo um botão de salvar ao final do cadastro e um botão editar caso seja necessário alterar dados do produto cadastrado;

RQ4 - Remover produto do Estoque Ao cadastrar produtos com dados errados o funcionário responsável poderá efetuar a remoção o produto do estoque. Ao final da transação o sistema mostrará na tela a mensagem "Produto Removido". Em caso de venda do produto o sistema automaticamente decrementa o produto do estoque.

RQ5 - Listar produtos em Estoque

Os produtos disponíveis nas lojas poderão ser consultados pelos vendedores e gerente. Como resultado o sistema deve gerar um relatório contendo todos os produtos cadastrados no sistema, através de uma consulta por nome do produto ou ainda pelo código do produto cadastrado.

RQ6 - Consultar promoções

Os produtos em promoção devem estar disponíveis para consulta, inclusive a composição dos kits quando for o caso de venda em conjunto. Como resultado o sistema deve gerar um relatório com todos os produtos em promoção através da seleção de uma data determinada, e listar os kits de produto em promoção por nome do produto ou código referente ao kit;

RQ7 - Processar Venda

Ao final do registro da venda o cliente terá a opção de escolher a forma de pagamento, que tem como alternativas: cartão de crédito, cartão de débito, cartão da loja ou dinheiro. O sistema deve mostrar uma lista com as opção de forma de pagamento para o funcionário responsável por receber os valores do produto. Para o cliente deve ser possível mostra uma tela solicitando a digitação senha do cartão, caso de digitação incorreta da senha o sistema deve solicitar que o cliente digite novamente sua senha, mostrando na tela a mensagem "Digite sua senha novamente". No caso da transação ser efetuada com sucesso o sistema deve mostrar tela com a mensagem de "Transação Aprovada"ou se a transação não puder ser concluída por problemas no cartão deve aparecer uma mensagem de erro "Operação não concluída procure sua agência".

3 Instruções de uso dos Sistemas

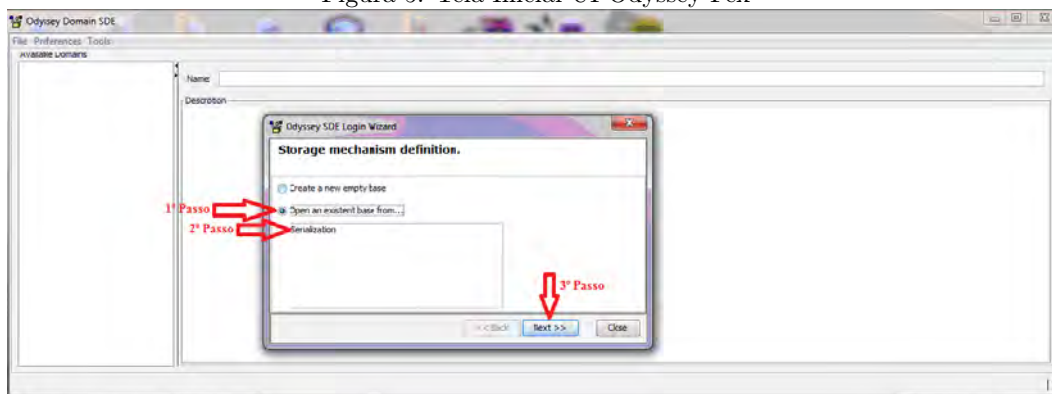
Um exemplo de modelo de características de uma Linha de Produto no domínio de Varejo será utilizado para demonstrar as instruções de uso das ferramentas adotadas neste experimento.

3.1 Abertura do Arquivo LPS

Nesta subsecção será apresentado um passo a passo referente a abertura do arquivo, no qual deverão ser modelados as características de Interface com Usuário segundo a notação a ser utilizada.

- A Figura 5, que refere-se a tela inicial do sistema Odyssey-Fex. Nesta tela devem ser feitos os passos 1, 2 e 3, nesta ordem. No 1º passo o usuário deve selecionar a opção *Open an existent base from...*, para que um arquivo existente seja aberto; no 2º passo o mesmo deve selecionar a palavra *Serialization*; e por fim, no 3º passo, selecionar o botão *next*.

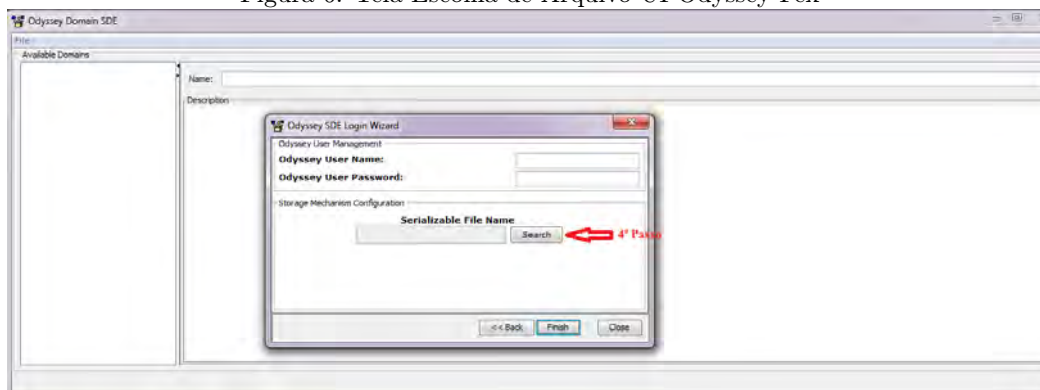
Figura 5: Tela Inicial UI-Odyssey-Fex



Fonte: O Autor

- Na Figura 6, consta o passo 4, no qual o usuário deve clicar no botão *Search*, que refere-se ao arquivo a ser selecionado para ser utilizado na construção do diagrama de características.

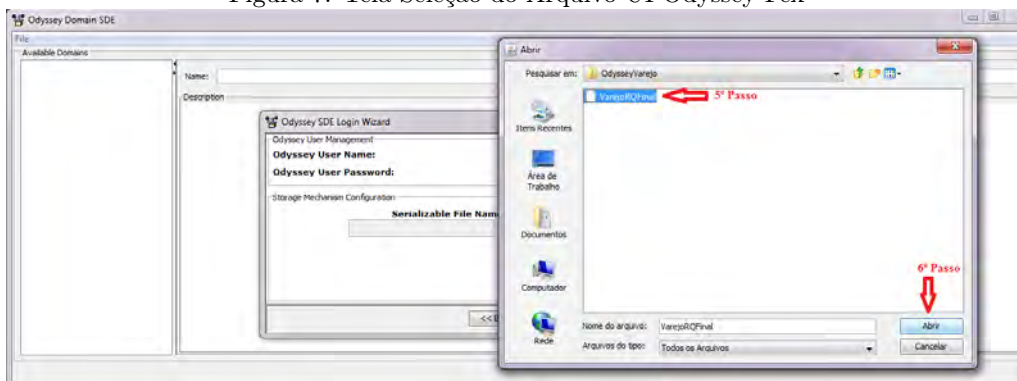
Figura 6: Tela Escolha de Arquivo UI-Odyssey-Fex



Fonte: O Autor

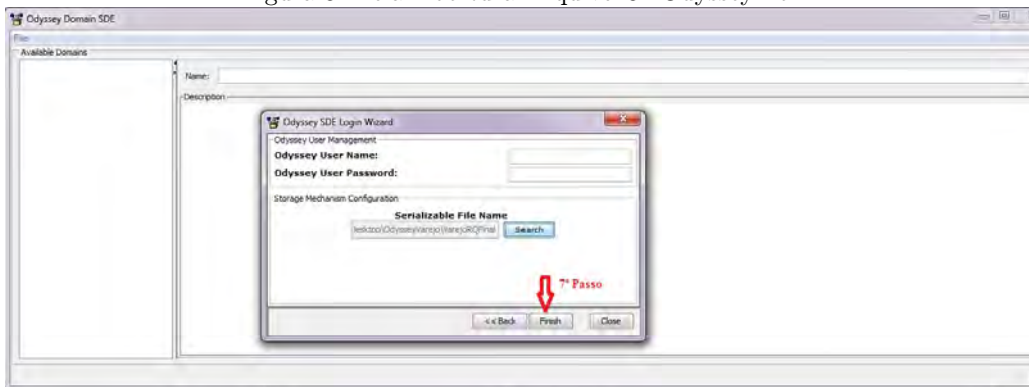
- A Figura 7 mostra o passo 5, no qual pode ser visto o arquivo VarejoRQFinal, que deve ser selecionado pelo usuário. No passo 6 o usuário deve clicar no botão *Abrir* para que o arquivo seja serializado.

Figura 7: Tela Seleção do Arquivo UI-Odyssey-Fex



Fonte: O Autor

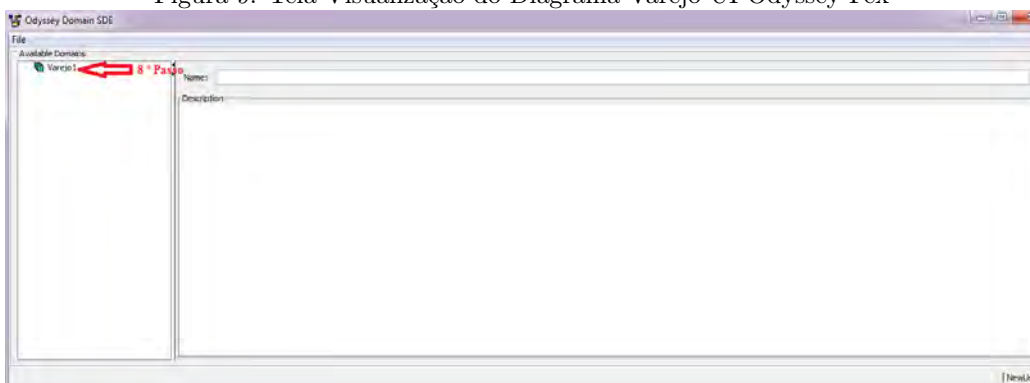
Figura 8: Tela Abertura Arquivo UI-Odyssey-Fex



Fonte: O Autor

- A Figura 8 mostra o passo 7, no qual o usuário deverá clicar no botão *finish* para que o arquivo seja aberto.
- Na Figura 9, mostra o passo 8, que representa o domínio *Varejo1*. Para que este arquivo seja expandido, o usuário deve pressionar o botão esquerdo do mouse (duplo clique) no nome do domínio/linha de produto.

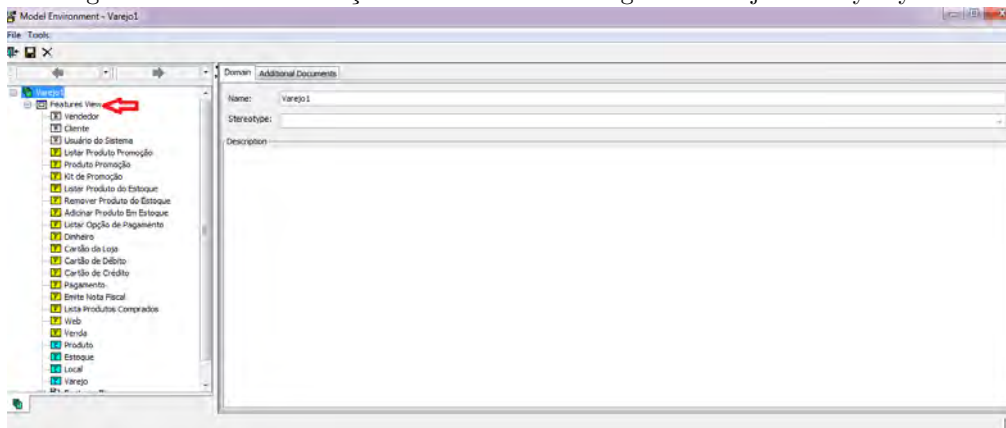
Figura 9: Tela Visualização do Diagrama Varejo UI-Odyssey-Fex



Fonte: O Autor

- Na Figura 10, o usuário pode observar, ao expandir a árvore *Features View*, as diversas características que foram modeladas, além do ícone que representa o *Feature Diagram*.

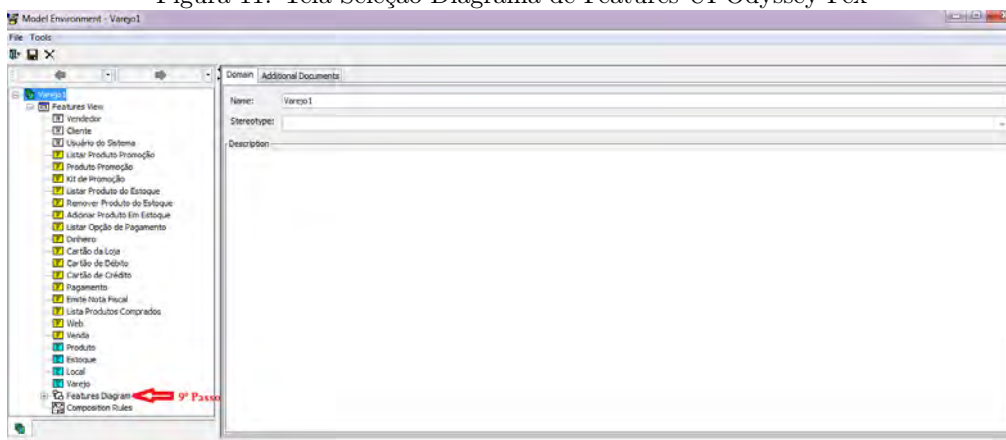
Figura 10: Tela Visualização das Features do Diagrama Varejo UI-Odyssey-Fex



Fonte: O Autor

- Na Figura 11, mostra o passo 9 que representa a seleção do diagrama de características que foi construído. Para que o usuário possa visualiza-lo é necessário clicar (duplo clique) sobre *Features Diagram* que está localizado na árvore a esquerda.

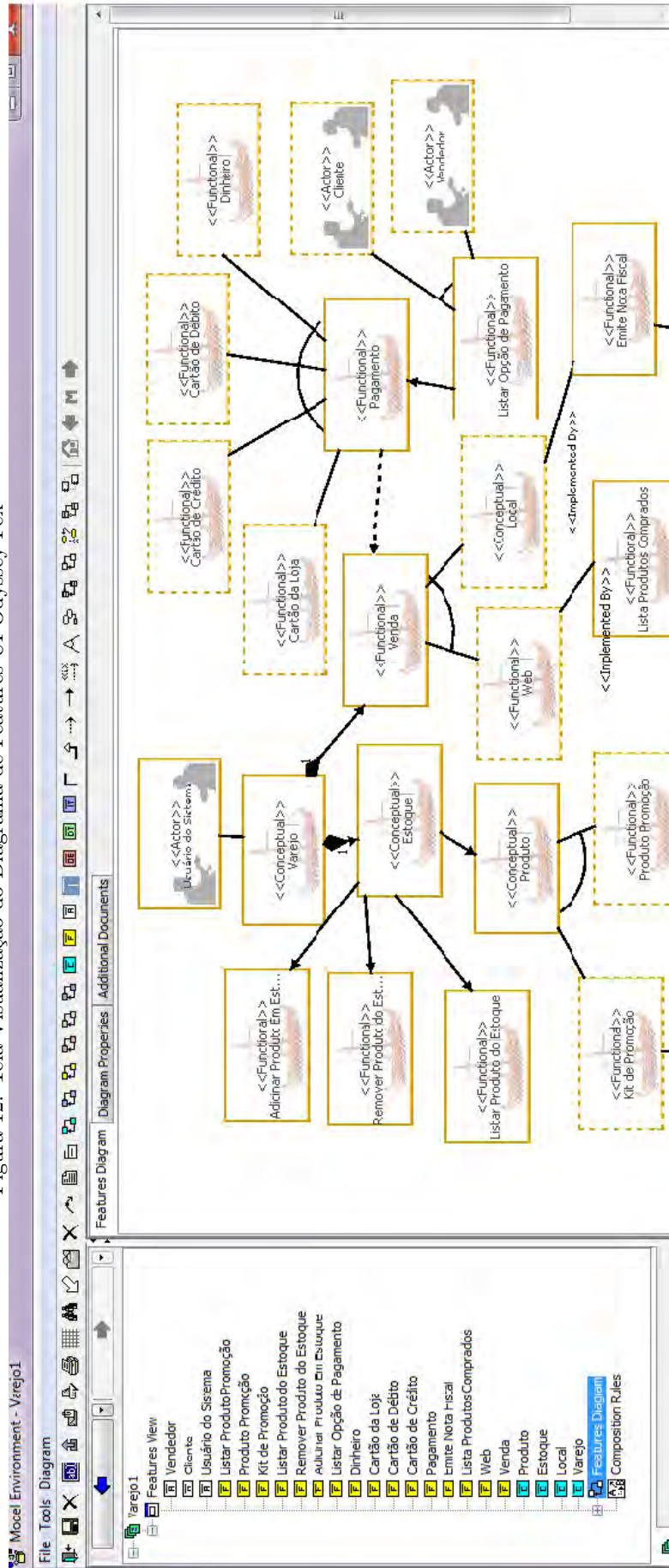
Figura 11: Tela Seleção Diagrama de Features UI-Odyssey-Fex



Fonte: O Autor

- Na Figura 12, mostra a imagem do Diagrama de Características modelado com todas as suas características conceituais e funcionais, e seus respectivos relacionamentos.

Figura 12: Tela Visualização do Diagrama de Features UI-Odyssey-Fex



Fonte: O Autor

3.2 Atividades no UI-Odyssey-Fex

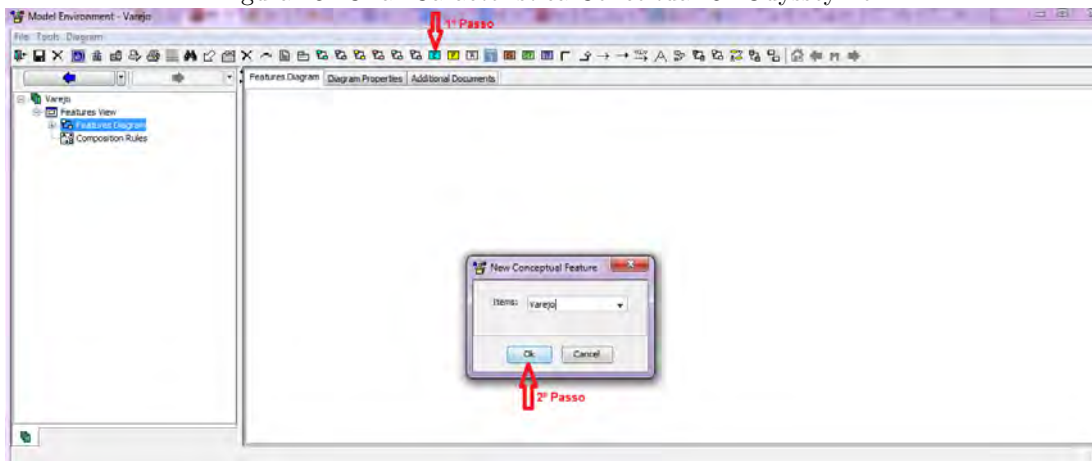
Para obtenção de um melhor entendimento sobre o funcionamento do sistema, será apresentado a seguir, um passo-a-passo da construção de uma característica, bem como a configuração das propriedades de cada uma delas, além dos possíveis relacionamentos.

3.2.1 Criação de Características

Nesta subsecção será apresentado os passos para criação de características de domínio do tipo conceituais e do tipo funcionais, as características de entidade do tipo usuário do sistema e do tipo interface com usuário, para que sejam devidamente utilizadas no diagrama a ser concluído no experimento.

- Na Figura 13, o passo 1 indica que para criar uma característica de domínio do tipo conceitual o usuário deverá clicar no ícone destacado. Logo após abrirá a janela onde deverá escrever o label da característica e para finalizar deve clicar no botão *ok* concluindo o passo 2.

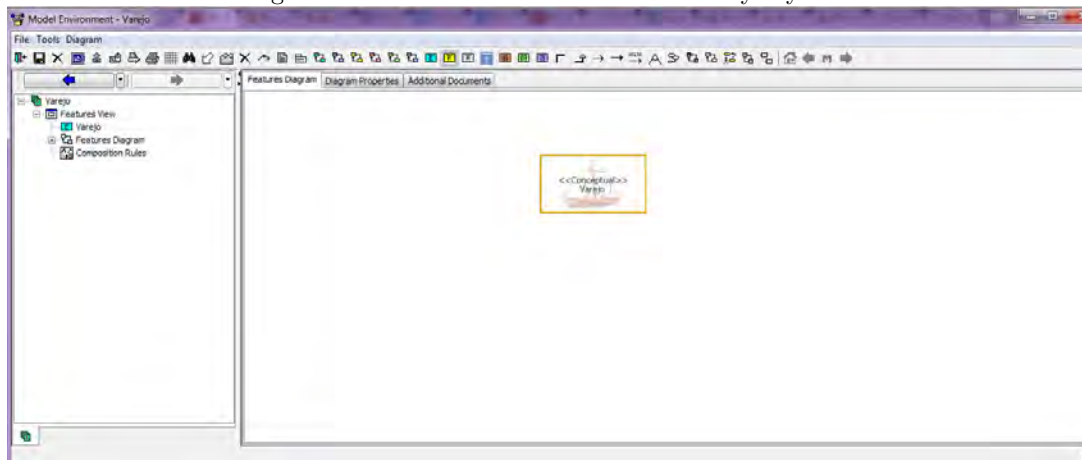
Figura 13: Criar Característica Conceitual UI-Odyssey-Fex



Fonte: O Autor

- A Figura 14, mostra a característica que foi criada pelo usuário ao final da execução a cima.

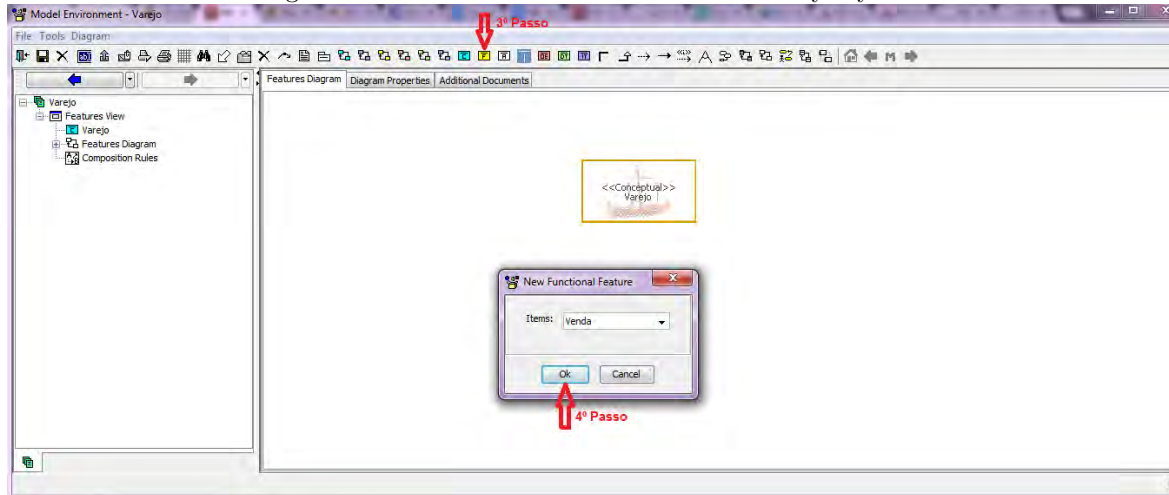
Figura 14: Característica Conceitual UI-Odyssey-Fex



Fonte: O Autor

- Na Figura 15, o passo 3 destaca o ícone que deve ser clicado pelo usuário para que seja criada a característica de domínio do tipo funcional desejada. A seguir, abrirá a janela onde deverá ser adicionada a label referente a característica a ser criada. Para finalizar o usuário deverá executar o passo 2 clicando no botão *ok* para que a característica seja mostrada no diagrama.

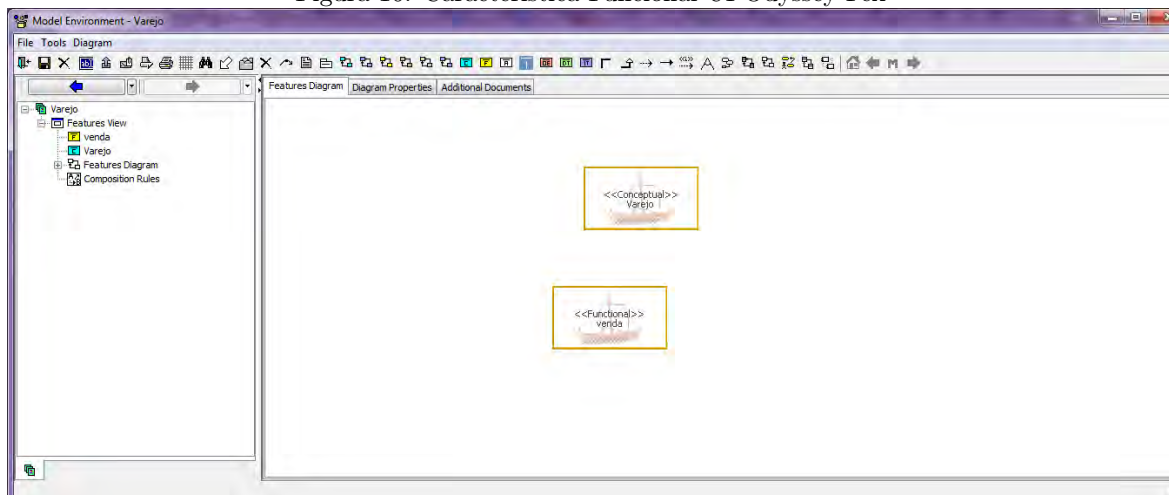
Figura 15: Criar Característica Funcional UI-Odyssey-Fex



Fonte: O Autor

- A Figura 16, mostra a característica funcional criada no diagrama de características, juntamente com a característica conceitual já existente.

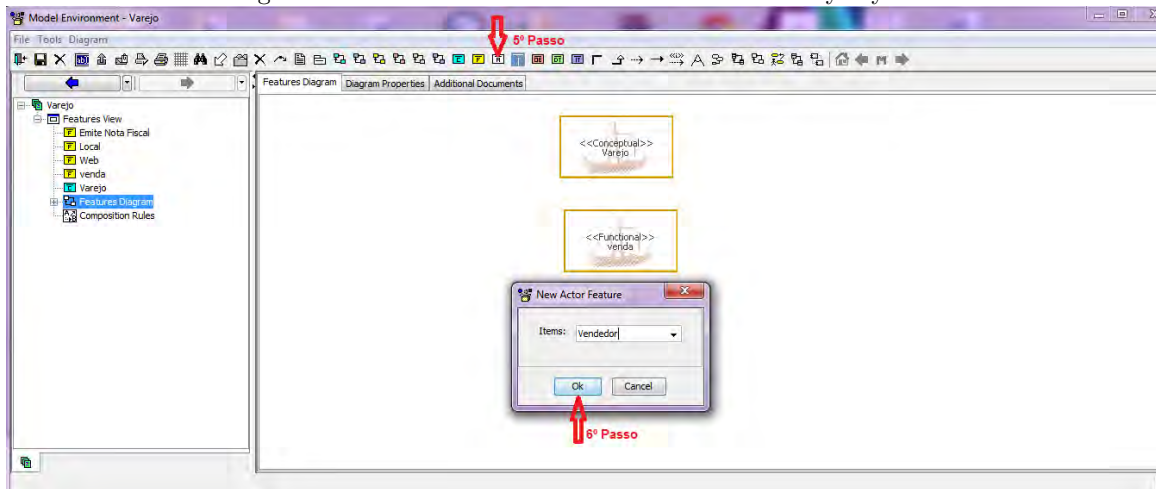
Figura 16: Característica Funcional UI-Odyssey-Fex



Fonte: O Autor

- A Figura 17, o passo 5 indica o ícone que deve ser clicado pelo usuário para que a característica entidade do tipo usuário do sistema seja criada. A seguir, deve ser aberta uma tela na qual o usuário deve adicionar a label da característica e por fim executar o passo 6 clicando no botão *Ok* para que a característica seja mostrada no diagrama.

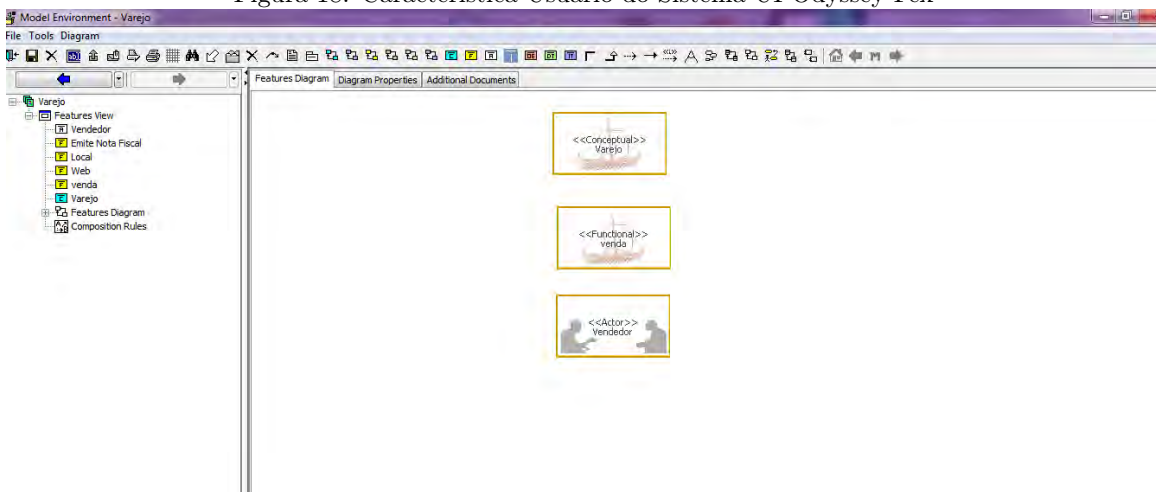
Figura 17: Característica Usuário do Sistema UI-Odyssey-Fex



Fonte: O Autor

- A Figura 18, mostra a representação da característica de entidade do tipo usuário do sistema no diagrama, juntamente com as demais características criadas.

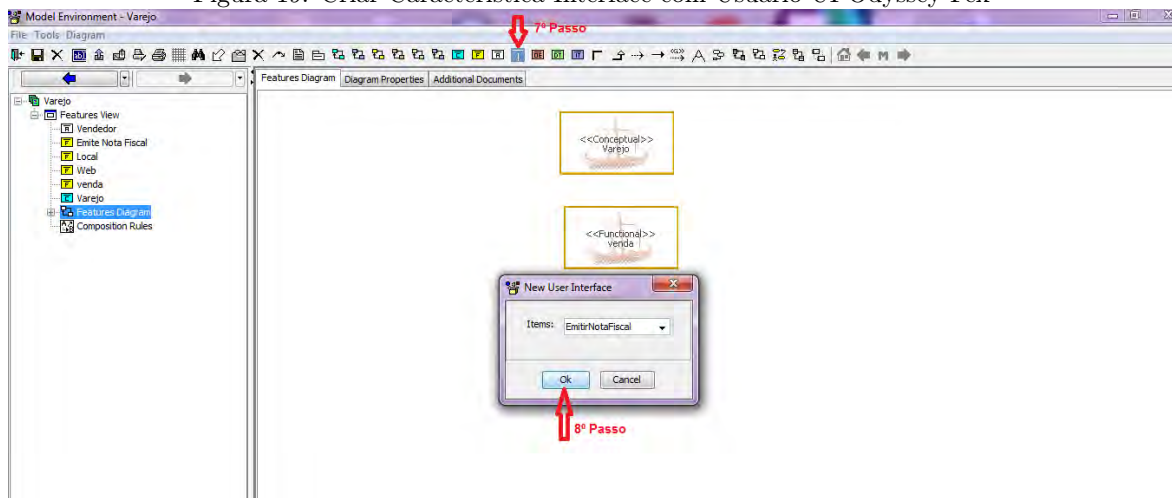
Figura 18: Característica Usuário do Sistema UI-Odyssey-Fex



Fonte: O Autor

- Na Figura 19, o passo 7 indica o ícone que deve ser clicado pelo usuário para que a característica de entidade do tipo interface com usuário seja criada. Logo a seguir, será aberta uma tela na qual o usuário deve adicionar a label da característica e por fim executar o passo 8, no qual deve clicar no botão *Ok* para que a característica seja mostrada no diagrama juntamente com as outras já existentes.

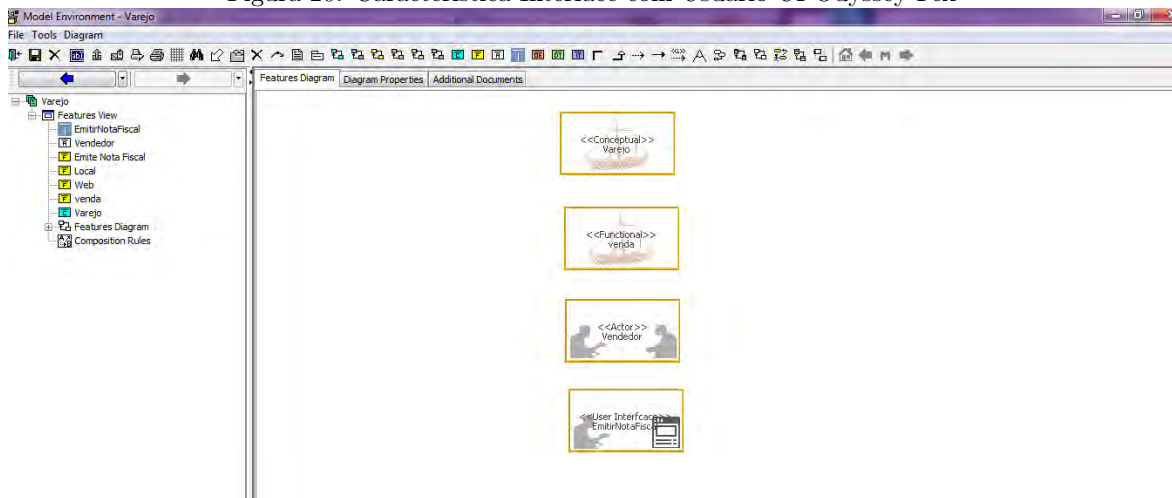
Figura 19: Criar Característica Interface com Usuário UI-Odyssey-Fex



Fonte: O Autor

- Na Figura 20, o usuário pode visualizar a característica entidade do tipo interface com usuário que foi construída anteriormente.

Figura 20: Característica Interface com Usuário UI-Odyssey-Fex



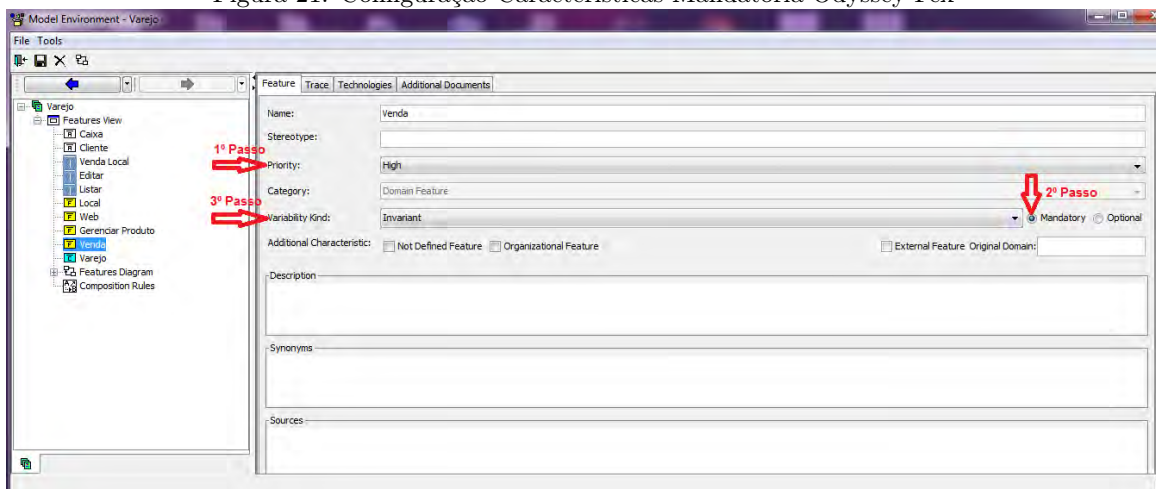
Fonte: O Autor

3.2.2 Configuração das Propriedades das Características

Ao criar uma característica podemos configurá-la como opcional ou mandatória e como um ponto de variação ou variante, considerando a sua variabilidade, tendo em vista o domínio que está sendo modelado. Para isso, será necessário seguir alguns passos para configuração da mesma.

- Na Figura 21, no passo 1 deverá ser definido se a característica é variante, invariante ou um ponto de variação. No passo 2, o usuário deve selecionar se a característica é mandatória clicando no *radio button* indicado, esta opção mostrará a característica com as linhas preenchidas. Ao término destes passos sua característica está de acordo com a sua especificação e poderá ser usada em outro ou no mesmo diagrama, caso seja necessário.

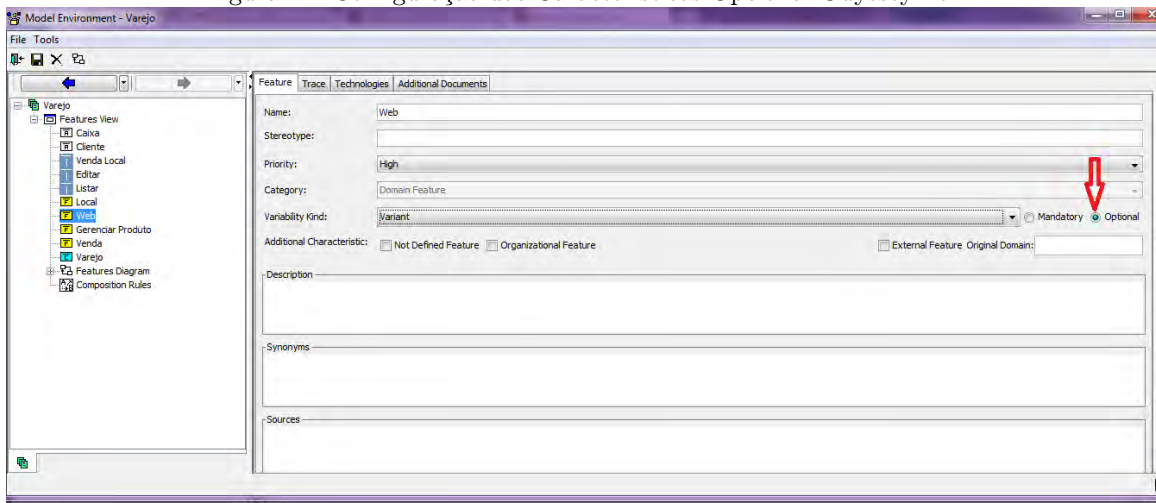
Figura 21: Configuração Características Mandatória Odyssey-Fex



Fonte: O Autor

- Na Figura 22, o usuário seguirá o passo 1 igualmente a característica mandatória, a única diferença será no passo 2 que será selecionado o *radio button* opcional, que mostrará a característica no diagrama com as linhas tracejadas.

Figura 22: Configuração das Características Opcional Odyssey-Fex



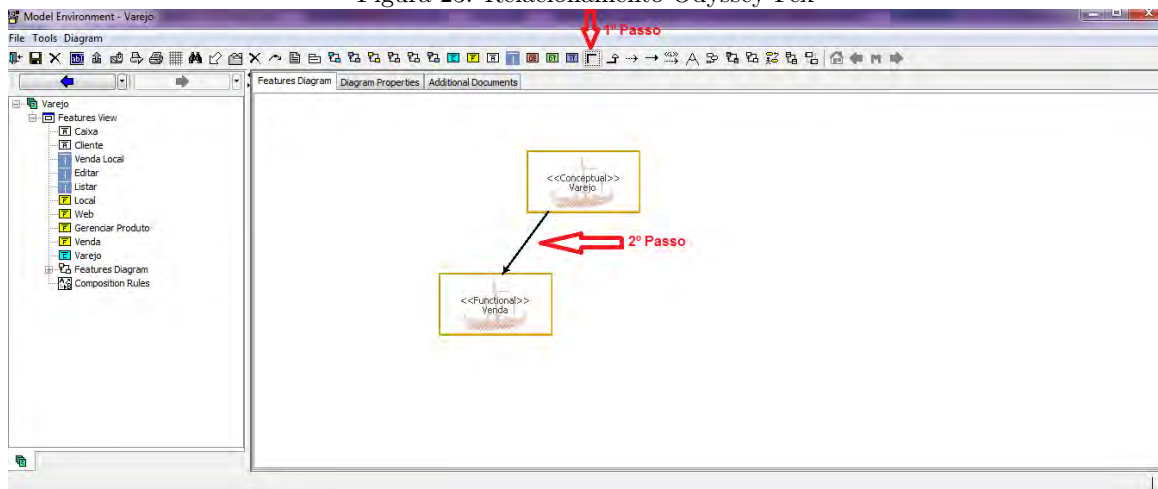
Fonte: O Autor

3.2.3 Relacionamentos

Após ter criado as características necessárias, precisamos criar os relacionamentos entre as mesmas. Sendo assim, esta seção apresenta os passos e ícones a serem utilizados para relacionar as características existentes. Tais relacionamentos podem ser consultados na tabela 2, que está disposta neste manual.

Na Figura 23, no passo 1 demonstra um relacionamento inicial. O usuário deve clicar primeiramente no ícone que está destacado na barra acima do diagrama de características e arrastar de uma característica até a outra fazendo a ligação. A partir deste primeiro relacionamento o usuário poderá realizar as configurações necessárias para representar o relacionamento referente a especificação.

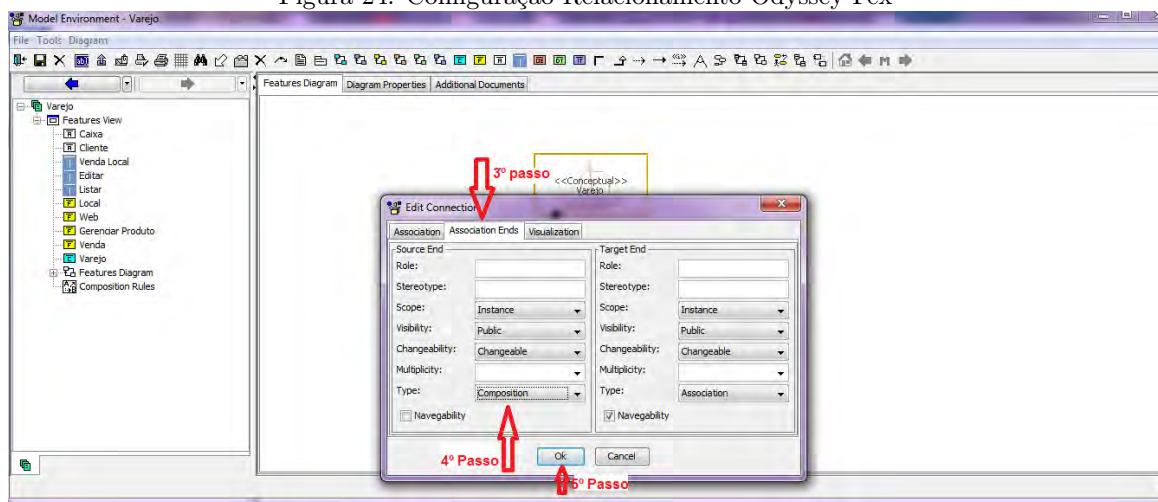
Figura 23: Relacionamento Odyssey-Fex



Fonte: O Autor

Na Figura 24, demonstra como configurar o tipo de relacionamento que se quer representar. O usuário deve clicar (duplo clique) na linha do relacionamento, que abrirá uma janela onde ele realizará as configurações necessária. Como podemos visualizar no passo 3, o usuário deve clicar no botão *Association Ends* que abrirá os itens a serem configurados. No passo 4 em *Source End* o usuário selecionará o tipo de relacionamento, que pode ser associação, agregação e composição, que foi representado na imagem. Após a seleção de todas as configurações necessárias deverá ser executado o passo 5, clicando no botão *OK*.

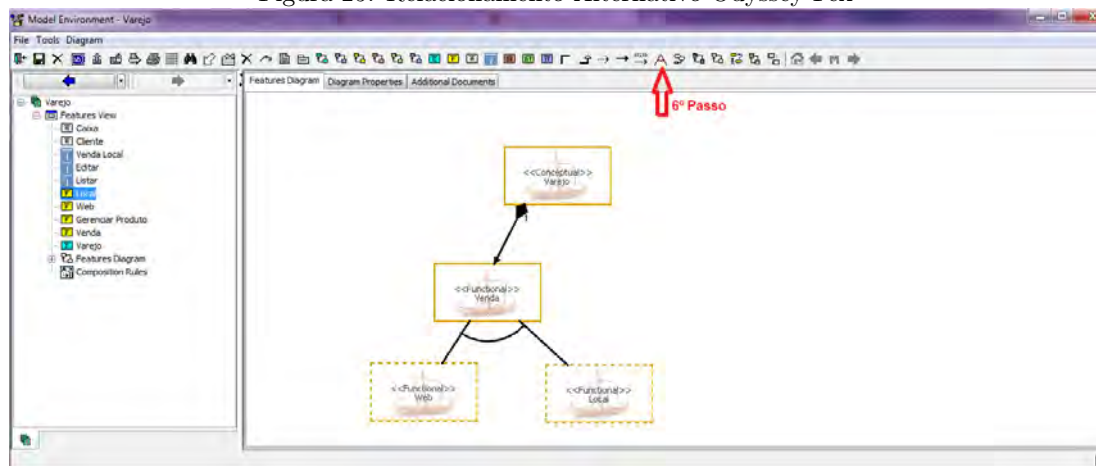
Figura 24: Configuração Relacionamento Odyssey-Fex



Fonte: O Autor

Na figura 25, o usuário precisa criar mais duas características do tipo opcional, sendo estas *Web* e *Local*. Estas características fazem parte do ponto de variação *Venda*, sendo assim possível representar o relacionamento alternativo. Para criar este relacionamento o usuário de executar o passo 6, que é clicar no ícone na barra acima do diagrama e ligar a característica mandatória *venda* as duas características opcionais criadas.

Figura 25: Relacionamento Alternativo Odyssey-Fex



Fonte: O Autor

Referências

- [1] Martin Becker. Towards a general model of variability in product families. In *Proceedings of the 1st Workshop on Software Variability Management*, pages 19–27, Netherlands, February 2003. Proceedings of the 1st Workshop on Software Variability Management.
- [2] Paul Clements and Linda Northrop. *Software Product Lines: Practices and Patterns*. Addison-Wesley, Boston, MA, USA, 2001.
- [3] Regiane Felipe de Oliveira. Formalização e verificação de consistência na representação de variabilidades. Master's thesis, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil, 2006.
- [4] K. Kang, S. Cohen, J. Hess, W. Nowak, and S. Peterson. Feature-oriented domain analysis (FODA) feasibility study. Technical report, Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University Pittsburgh, PA., 1990.
- [5] Günter Böckle Klaus Pohl and Frank van der Linden. *Software Product Lines Engineering: Foundations, Principles, and Techniques*. Springer - Verlag Berlin Heidelberg, KünkleLopka, Heindenberg, UE, 2010.
- [6] Daud Miguel and Rabello Walter. *Marketing de Varejo como Incrementar Resultados com a Prestação de Serviços*. Bookman, Porto Alegre, RS, BR, 2007.
- [7] Nelson Junior Miler. *A Engenharia de Aplicações no Contexto da Reutilização Baseada em Modelos de Domínio*. PhD thesis, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil, 2000.
- [8] Rodrigo Oliveira. Modelagem de interfaces de usuários em modelos de variabilidade de uma linha de produtos de software, 2014.
- [9] Ildevana Poltronieri Rodrigues. Avaliando a representação de interfaces com o usuário utilizando notações de modelos de características: Um estudo empírico, 2014.
- [10] Ian Sommerville. *Software Engineering*. Addison-Wesley, Boston, MA, USA, 2001.
- [11] Cláudia Maria Lima Werner. Instituto alberto luiz coimbra - instituto de pós-graduação e pesquisa em engenharia, 2014.

4 Domínio para Execução do Estudo Experimental

Será apresentado a seguir o levantamento dos requisitos do domínio financeiro para que o participante possa representar no diagrama de característica, aquelas que podem representar interfaces com o usuário.

4.1 Domínio Financeiro

Para construção dos modelos de características de uma Linha de produtos de software são necessários o conhecimento do domínio a ser modelado. Desta forma, será realizada uma breve descrição do domínio Financeiro, focando principalmente as funcionalidades de *Home Banking*.

O domínio Financeiro trata de movimentações de clientes em suas contas bancárias, através de acesso ao site do banco pela opção *Home Banking*. Este domínio possui várias características comuns e alternativas, entre os diversos bancos. Por este motivo pode-se utiliza-lo para representar uma linha de produto de software. Para tal, foram levantadas algumas das funcionalidades do sistema e descritos seus requisitos, conforme apresentado a seguir:

- Autenticar no Sistema
- Consultar Extrato
- Realizar Pagamento
- Consultar Saldo do Cartão de Crédito
- Realizar Transferência
- Gerenciar Plano de Previdência
- Gerenciar Aplicações

Assim como em outros domínios, os sistemas financeiros possuam funcionalidades comuns a todas as aplicações de Home Banking, sendo que em algumas instituições estas funcionalidades podem possuir diferentes alternativas de apresentação ao usuário final. Sendo assim, as alternativas são fatores a serem considerados quando desenvolvemos aplicações deste domínio, tendo em vista não só os elementos funcionais, mas também a interface com o usuário relacionada ao domínio podem modelar estas diferentes alternativas. Para que se possa realizar a modelagem de características nas notações Odyssey-Fex e Ui-odyssey-Fex, foram considerados alguns requisitos funcionais que serão apresentados na sequência.

4.2 Requisitos do Sistema Financeiro - RQ

Os requisitos funcionais que devem ser modelados a partir do domínio financeiro para ser representado na notação Odyssey-Fex para realização deste estudo experimental são:

- **RQ1 - Autenticar no Sistema**
O cliente deve informar a agência de seu banco, o número de sua conta e a senha. Para isso, o sistema deve exibir uma tela de autenticação ao cliente;
- **RQ2 - Consultar Extrato**
Após realizar a autenticação com sucesso, o cliente pode clicar na opção consultar extrato. Como resultado o sistema deverá mostrar o relatório (extrato) dos últimos 30 dias na tela. O sistema também terá a opção para o cliente escolher o extrato por período, neste caso, ao clicar em consultar extrato o cliente deve selecionar a opção por período e escolher o período entre datas que deseja consultar. Como resultado o sistema mostrará uma tela com o relatório do extrato solicitado.

**APÊNDICE F – MANUAL DE EXECUÇÃO DO ESTUDO EXPERIMENTAL
- NOTAÇÃO UI-ODYSSEY-FEX**

Manual de Execução do Estudo Experimental - Avaliando a Representação de Interfaces com o Usuário Utilizando Notações de Modelos de Características: Um Estudo Empírico

Orientanda: Ildevana Poltronieiri Rodrigues
Orientadora: Ana Paula Terra Bacelo

11 de Junho de 2015

1 Apresentação

Este documento servirá como guia para a apresentação e execução de um estudo experimental que faz parte de um Trabalho de Conclusão de Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação.

Neste documento será exposta uma breve descrição sobre Linha de Produto de Software (LPS), a notação Odyssey-Fex a ser avaliada e a descrição da ferramenta que deverá ser utilizada durante a execução do experimento.

2 Referencial Teórico

Nesta seção serão apresentados os conceitos sobre linha de produto de software, variabilidade, modelo de características de LPS e sobre a Notação Odyssey-Fex.

2.1 Linha de Produto de Software

Uma Linha de Produto de Software é constituída a partir de um núcleo de artefatos comuns a vários produtos, que representa o conceito de variabilidade, e artefatos específicos de um determinado produto. É importante destacar que um sistema (produto) gerado a partir de uma LPS, do ponto de vista funcional, é um sistema como outro qualquer. No entanto, os produtos gerados por uma LPS são criados a partir de componentes, ou unidades de código comuns, modulados de acordo com regras definidas durante a análise da variabilidade e do projeto da arquitetura [3].

Segundo alguns autores [2] [5] a adoção de uma abordagem de LPS pode apresentar diversas vantagens para as organizações, como por exemplo:

- Melhor entendimento do domínio/Linha de Produto de software;
- Aumento da qualidade dos produtos;
- Confiança do cliente com relação aos produtos gerados;
- Reaproveitamento de componentes e requisitos entre produtos de uma mesma linha;
- Melhora da análise dos requisitos;
- Melhora do controle de qualidade;
- Redução dos custos de produção e manutenção;

Apesar dos benefícios que a adoção de uma abordagem de LPS pode propiciar, para obter uma reutilização bem sucedida é necessário realizar diversas atividades durante o projeto de desenvolvimento de uma LPS. É importante destacar que a adoção de um processo de desenvolvimento baseado em LPS exige a realização de várias atividades cruciais e específicas - atividades essas que normalmente não são realizadas durante um processo de desenvolvimento tradicional, *e.g.* processo de desenvolvimento Cascata [9]. Podemos citar como exemplo de atividade específica ao contexto de LPS a identificação e modelagem de variabilidades de um domínio.

2.2 Variabilidade

Segundo Becker [1] uma variabilidade consiste em uma capacidade ou característica que um sistema possui, sendo que no contexto de LPS esta capacidade ou característica diferencia um sistema dos demais gerados a partir da mesma LPS. Conforme Pohl e Linden [5] uma variabilidade é representada pela habilidade e a capacidade de alterar e adaptar um sistema em vários aspectos. Uma variabilidade é basicamente descrita através de pontos de variação e variantes. Um ponto de variação descreve onde existem diferenças nos sistemas finais. É uma característica que pode decidir qual variante será utilizada pelo sistema. As variantes consistem em características alternativas para um ponto de variação [3] [5]. As características e suas respectivas variabilidades podem ser representadas através de modelos de características de uma LPS conforme será detalhado a seguir.

2.3 Modelos de Características

Um Modelo de Características é uma forma de identificar e denotar variabilidades entre produtos de uma LPS. Assim, do ponto de vista de variabilidade uma característica pode ser classificada como:

- **Mandatória:** Uma característica mandatária deve obrigatoriamente estar presente em todos os produtos derivados a partir de uma mesma LPS, conforme a Figura 1.

Figura 1: Característica Mandatária



Fonte: O Autor

- **Opcional:** Uma característica opcional representa elementos que podem ou não estar presentes nos produtos derivados de uma mesma LPS, conforme a Figura 2.

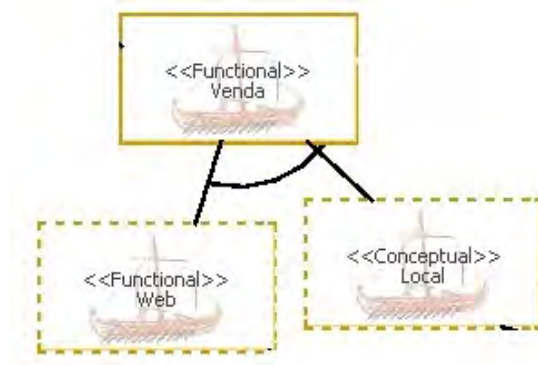
Figura 2: Característica Opcional



Fonte: O Autor

- **Alternativa:** esta característica representa diferentes formas de implementação de um conceito do domínio para um produto derivado de uma LPS. Conforme a Figura 3, a característica mandatária *Vendas* representa um ponto de variação que possui duas variantes opcionais *Web* e *Local*.

Figura 3: Característica Alternativo


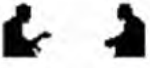





Fonte: O Autor

2.4 Notação Odyssey-Fex

A notação Odyssey-Fex que pode ser vista com mais detalhamento no trabalho de conclusão de curso de Rodrigues [8], Seção 2 - Fundamentação Teórica, tem como base o método FODA [4], e atualmente é utilizada para modelagem de características dentro do ambiente de reutilização Odyssey [10]. A notação indica que as características devem ser classificadas em diferentes tipos, representados por seus respectivos ícones, conforme apresentado na Tabela 1.






Tabela 1: Notação Odyssey-Fex

	<i>Ícone</i>	<i>Categoria</i>
Características de Análise		Domínio – Características ligadas à essência do domínio. Representam as funcionalidades e/ou os conceitos do modelo e correspondem a casos de uso e componentes estruturais concretos. Podem ser especializadas em: características conceituais e funcionais.
		Entidade – São atores do modelo. Entidades do mundo real que atuam sobre o domínio. Podem, por exemplo, expor a necessidade de uma interface com o usuário.
Características de Projeto (Tecnológicas)		Ambiente Operacional – Características que representam atributos de um ambiente que uma aplicação do domínio pode usar e operar. Ex.: sistemas operacionais, bibliotecas.
		Tecnologia de Domínio – Características que representam tecnologias utilizadas para modelar ou implementar questões específicas de um domínio.
		Técnicas de Implementação – Características que representam tecnologias utilizadas para implementar outras características, podendo ser compartilhadas por diversos domínios.

Fonte: O Autor

A notação, além da representação das características, propõe uma forma diferenciada para identificar os relacionamentos entre características, utilizando em grande parte a notação da UML para relacioná-las, além daqueles propostos por Miler [7]. As representações dos relacionamentos da notação Odyssey-Fex, podem ser vistas na Tabela 2.

Tabela 2: Tabela de Relacionamentos UML

	<i>Representação</i>	<i>Descrição</i>
Relacionamentos UML		Composição – Relacionamento em que uma característica é composta por outras, ou seja, uma característica é parte fundamental de outra e a primeira não existe sem a segunda.
		Agregação – Relacionamento em que uma característica representa o todo, e as outras as partes. No entanto, as características existem independentemente umas das outras.
		Generalização – Relacionamento em que há uma generalização/especialização das características. Denota relação de herança entre as características.
		Associação – Relacionamento simples entre duas características. Pode ser nomeada, indicando um tipo específico de ligação.
Relacionamentos Específicos		Alternativo (<i>Alternative</i>) – Relacionamento entre um ponto de variação e as suas variantes, denotando a pertinência de uma variante a um determinado ponto de variação.
	<u><<Implemented By>></u>	Implementado por (<i>Implemented By</i>) – Relacionamento entre características de domínio e características tecnológicas, ou entre características tecnológicas de diferentes categorias.
	<u><<Communication Link>></u>	Ligação de Comunicação (<i>Communication Link</i>) – Relacionamento entre características de entidade e características de domínio.

Fonte: O Autor

Outro aspecto importante a ser destacado nesta notação é a sua representação gráfica, permitindo a modelagem de gráficos cíclicos, os quais podem ser expandidos para qualquer direção, conforme mostra a Figura 4. Esta figura representa um exemplo de modelo de características em um domínio de varejo, o qual será utilizado como exemplo nas demais seções.

2.4.1 Domínio de varejo

O domínio de varejo possui conceitos e funcionalidades que são comuns a vários sistemas deste domínio e que são aplicados por diferentes empresas do ramo de vendas de produtos. O varejo consiste na venda de produtos ou serviços direto ao consumidor [6], como por exemplo aqueles oferecidos em supermercados, em lojas de vestuário, e farmácias. Mesmo que algumas empresas e alguns subdomínios necessitem de certas funcionalidades específicas, a grande maioria utiliza funcionalidades que são encontradas em quase todas as aplicações deste tipo de domínio, como por exemplo:

- Gerenciar estoque
- Vender produtos/serviços
- Comprar produtos de Fornecedores
- Gerar Relatórios

Embora estas funcionalidades sejam comuns na maioria das aplicações de varejo, em muitos casos elas possuem diferentes alternativas de apresentação ao usuário final. Desta forma, a apresentação de uma funcionalidade ao usuário é um fator que deve ser considerado ao desenvolver tais aplicações. Assim, durante o

projeto e implementação de uma LPS, deve-se levar em consideração a variabilidade de elementos funcionais e também da interface com o usuário. No contexto desse estudo experimental, onde serão avaliadas as notações de modelagem de características Odyssey-Fex e Ui-odyssey-Fex, foram definidos os seguintes requisitos funcionais (RQ):

RQ1 - Registrar uma venda

O vendedor deverá registrar a venda ao final da escolha do cliente. Como resultado o sistema deve mostrar uma lista de produtos adquiridos ao final da venda pelo cliente e o sistema deve emitir uma Nota Fiscal. O cliente tem a opção de realizar a compra on-line, neste caso o sistema mostra lista de produtos e a opção de escolha para o cliente, ao finalizar a compra o sistema mostrará a tela coma lista de produtos comprados e a numero de cadastro da compra.

RQ2 - Listar vendas efetuadas

O gerente deve poder listar as vendas efetuadas em um período definido. Como resultado o sistema deve mostra uma lista de produtos vendidos no período.

RQ3 - Adicionar produto no Estoque

Os produtos que foram recebidos dos fornecedores devem ser cadastrados pelo setor de estoque. Como resultado o sistema deve mostra uma tela para adicionar ou editar um produto, contendo um botão de salvar ao final do cadastro e um botão editar caso seja necessário alterar dados do produto cadastrado;

RQ4 - Remover produto do Estoque Ao cadastrar produtos com dados errados o funcionário responsável poderá efetuar a remoção o produto do estoque. Ao final da transação o sistema mostrará na tela a mensagem "Produto Removido". Em caso de venda do produto o sistema automaticamente decrementa o produto do estoque.

RQ5 - Listar produtos em Estoque

Os produtos disponíveis nas lojas poderão ser consultados pelos vendedores e gerente. Como resultado o sistema deve gerar um relatório contendo todos os produtos cadastrados no sistema, através de uma consulta por nome do produto ou ainda pelo código do produto cadastrado.

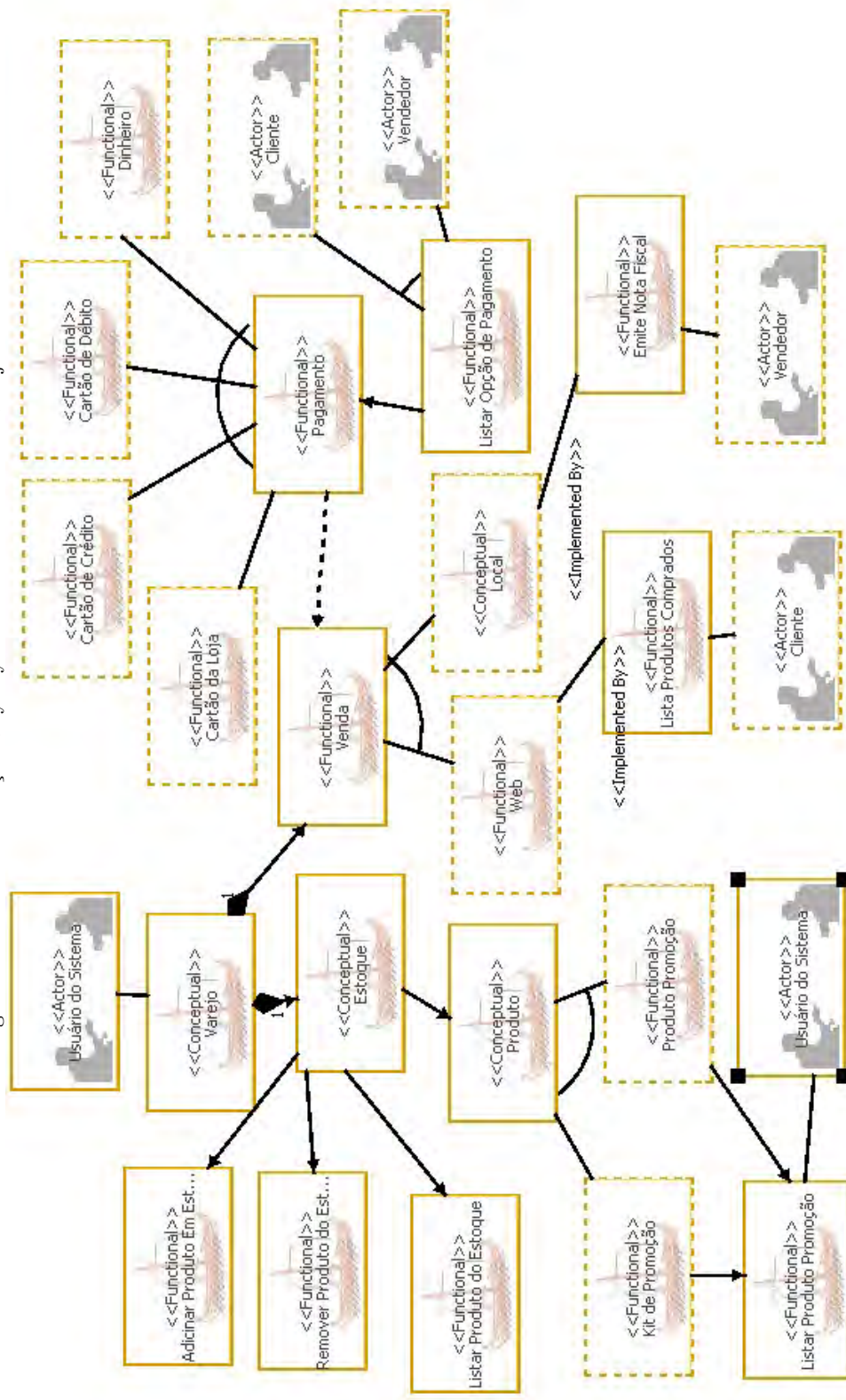
RQ6 - Consultar promoções

Os produtos em promoção devem estar disponíveis para consulta, inclusive a composição dos kits quando for o caso de venda em conjunto. Como resultado o sistema deve gerar um relatório com todos os produtos em promoção através da seleção de uma data determinada, e listar os kits de produto em promoção por nome do produto ou código referente ao kit;

RQ7 - Processar Venda

Ao final do registro da venda o cliente terá a opção de escolher a forma de pagamento, que tem como alternativas: cartão de crédito, cartão de débito, cartão da loja ou dinheiro. O sistema deve mostrar uma lista com as opção de forma de pagamento para o funcionário responsável por receber os valores do produto. Para o cliente deve ser possível mostra uma tela solicitando a digitação senha do cartão, caso de digitação incorreta da senha o sistema deve solicitar que o cliente digite novamente sua senha, mostrando na tela a mensagem "Digite sua senha novamente". No caso da transação ser efetuada com sucesso o sistema deve mostrar tela com a mensagem de "Transação Aprovada"ou se a transação não puder será concluída por problemas no cartão deve aparecer uma mensagem de erro "Operação não concluída procure sua agência".

Figura 4: Modelo da Notação Odyssey-Fex conforme Domínio Varejo



Fonte: O Autor

3 Instruções de uso dos Sistemas

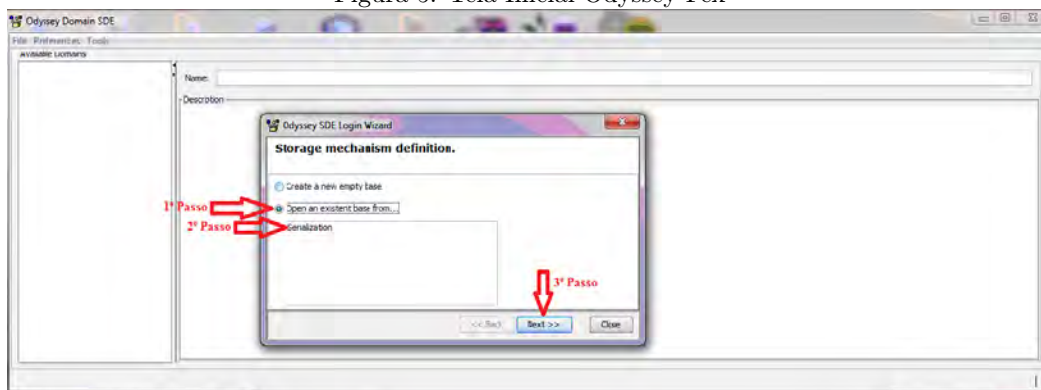
Um exemplo de modelo de características de uma Linha de Produto no domínio de Varejo será utilizado para demonstrar as instruções de uso das ferramentas adotadas neste experimento.

3.1 Abertura do Arquivo LPS

Nesta subsecção será apresentado um passo-a-passo referente a abertura do arquivo, no qual deverão ser modelados as características de Interface com Usuário segundo a notação a ser utilizada.

- A Figura 5, que refere-se a tela inicial do sistema Odyssey-Fex. Nesta tela devem ser feitos os passos 1, 2 e 3, nesta ordem. No 1º passo o usuário deve selecionar a opção *Open an existent base from...*, para que um arquivo existente seja aberto; no 2º passo o mesmo deve selecionar a palavra *Serialization*; e por fim, no 3º passo, selecionar o botão *next*.

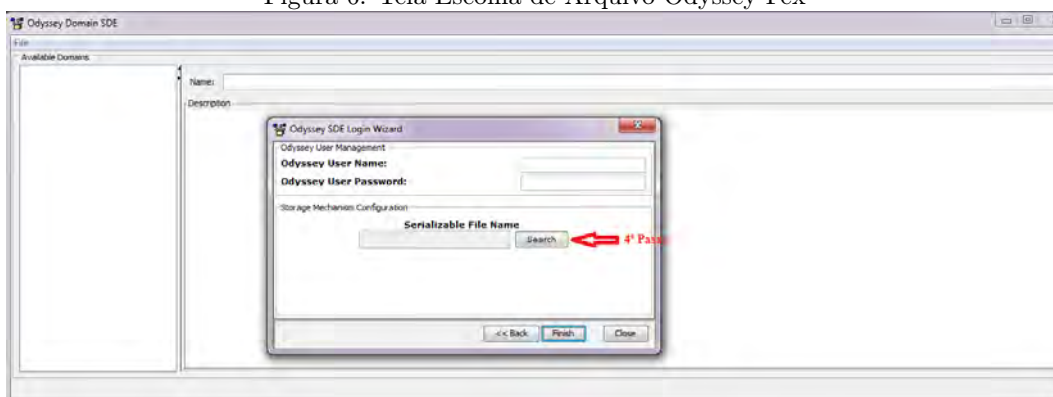
Figura 5: Tela Inicial Odyssey-Fex



Fonte: O Autor

- Na Figura 6, consta o passo 4, no qual o usuário deve clicar no botão *Search*, que refere-se ao arquivo a ser selecionado para ser utilizado na construção do diagrama de características.

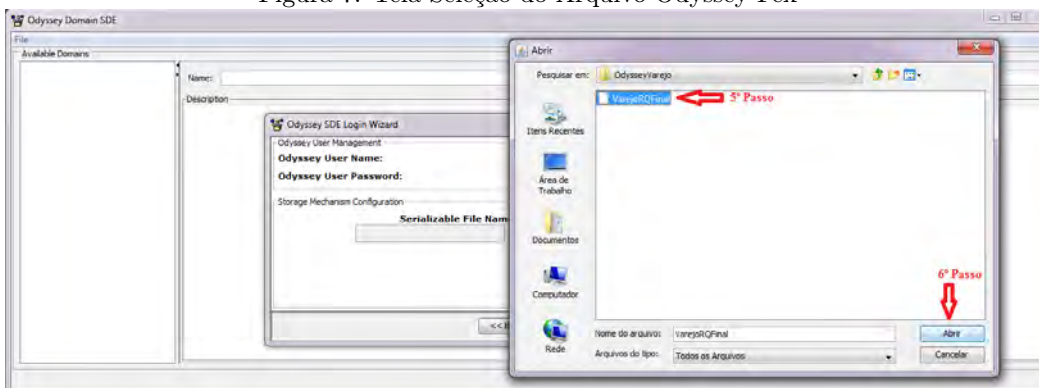
Figura 6: Tela Escolha de Arquivo Odyssey-Fex



Fonte: O Autor

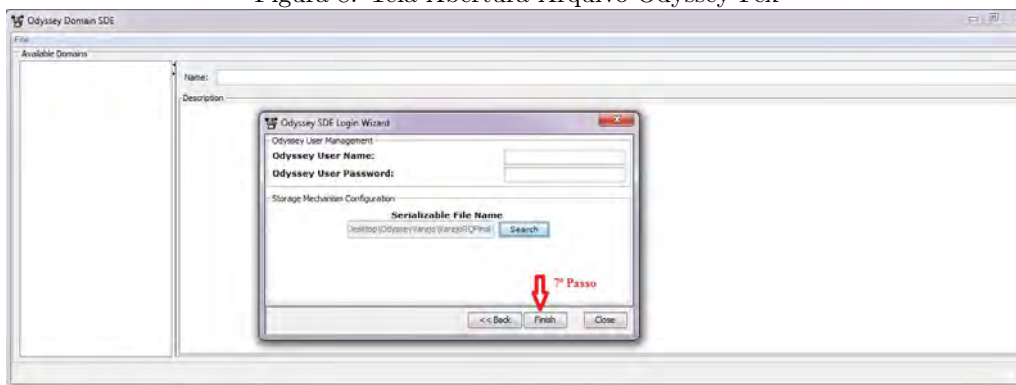
- A Figura 7 mostra o passo 5, no qual pode ser visto o arquivo *VarejoRQFinal*, que deve ser selecionado pelo usuário. No passo 6 o usuário deve clicar no botão *Abrir* para que o arquivo seja serializado.

Figura 7: Tela Seleção do Arquivo Odyssey-Fex



Fonte: O Autor

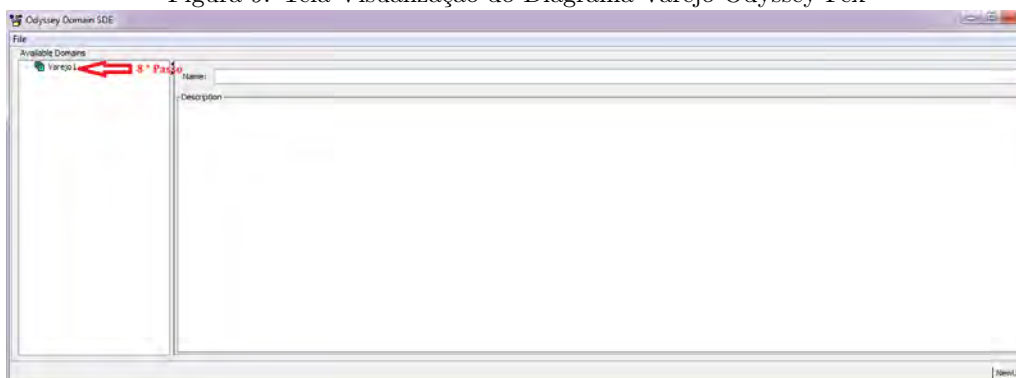
Figura 8: Tela Abertura Arquivo Odyssey-Fex



Fonte: O Autor

- A Figura 8 mostra o passo 7, no qual o usuário deverá clicar no botão *finish* para que o arquivo seja aberto.
- Na Figura 9, mostra o passo 8, que representa o domínio *Varejo1*. Para que este arquivo seja expandido, o usuário deve pressionar o botão esquerdo do mouse (duplo clique) no nome do domínio/linha de produto.

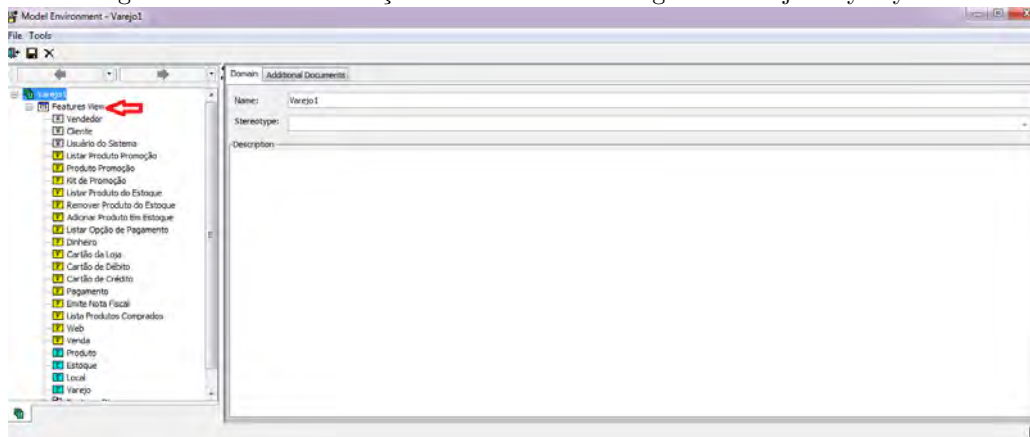
Figura 9: Tela Visualização do Diagrama Varejo Odyssey-Fex



Fonte: O Autor

- Na Figura 10, o usuário pode visualizar, ao expandir a árvore *Features View*, as diversas características que foram modeladas, além do ícone que representa o *Feature Diagram*.

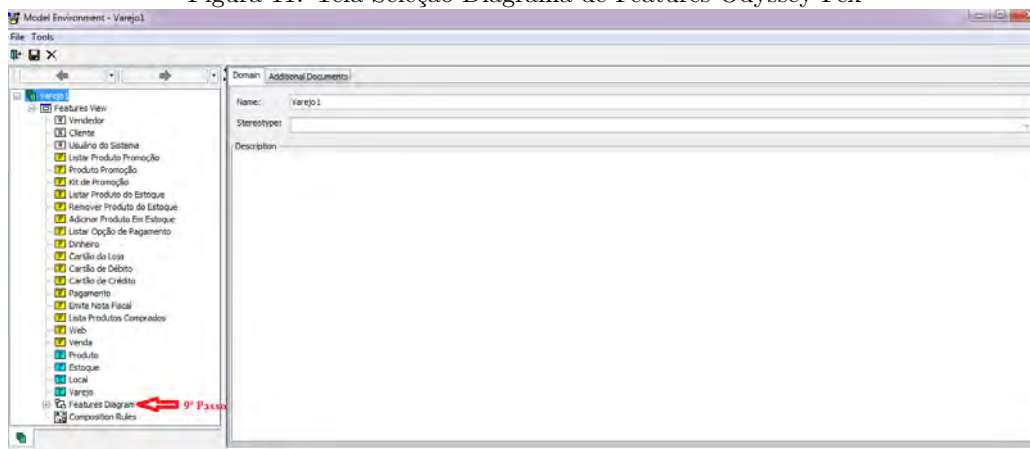
Figura 10: Tela Visualização das Features do Diagrama Varejo Odyssey-Fex



Fonte: O Autor

- Na Figura 11, mostra o passo 9 que representa a seleção do diagrama de características que foi construído. Para que o usuário possa visualiza-lo é necessário clicar (duplo clique) sobre *Features Diagram* que está localizado na árvore a esquerda.

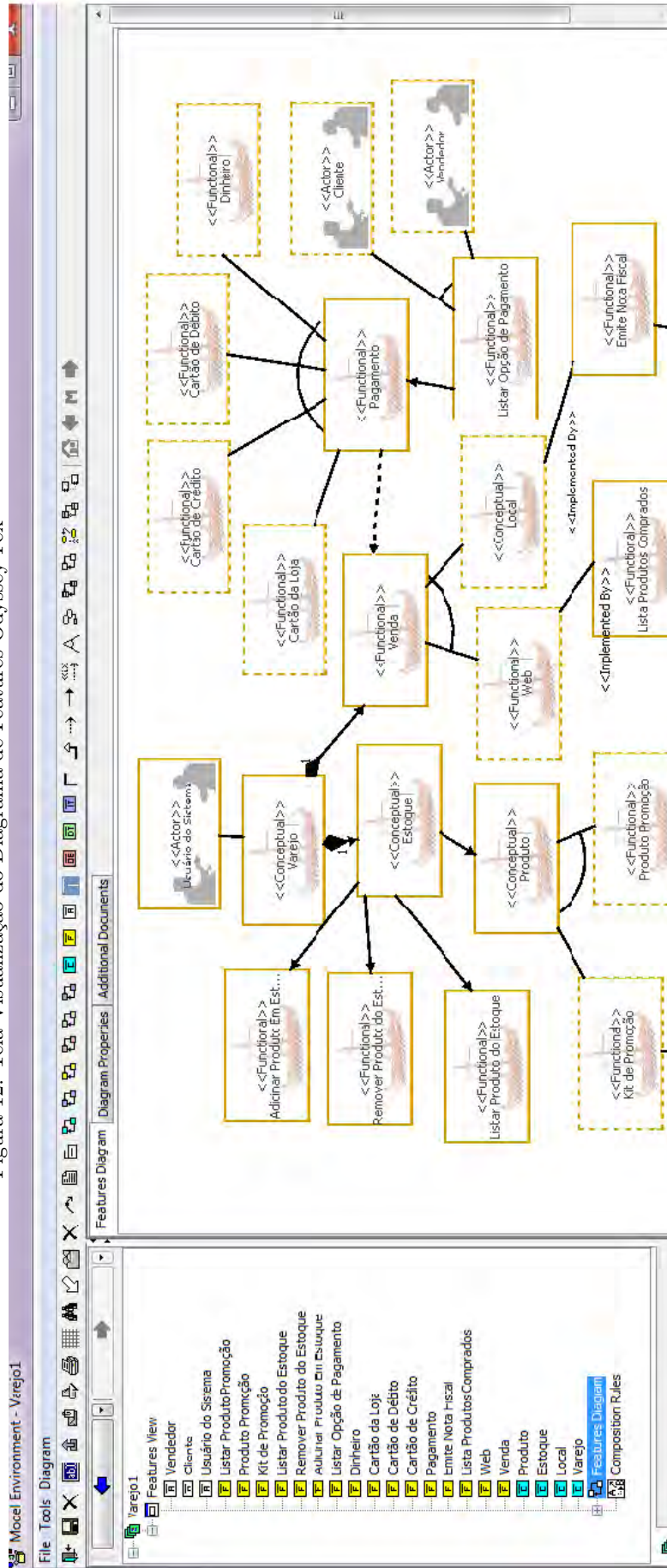
Figura 11: Tela Seleção Diagrama de Features Odyssey-Fex



Fonte: O Autor

- Na Figura 12, mostra a imagem do Diagrama de Características modelado com todas as suas características conceituais e funcionais, e seus respectivos relacionamentos.

Figura 12: Tela Visualização do Diagrama de Features Odyssey-Fex



Fonte: O Autor

3.2 Atividades no Odyssey-Fex

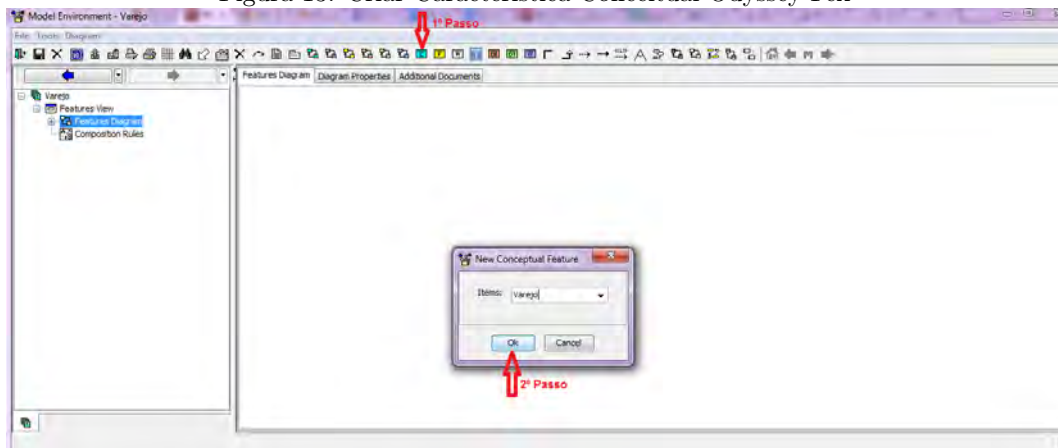
Para obtenção de um melhor entendimento sobre o funcionamento do sistema, será apresentado a seguir, um passo-a-passo da construção de uma característica, bem como a configuração das propriedades de cada uma delas, além dos possíveis relacionamentos.

3.2.1 Criação de Características

Nesta subsecção serão apresentados os passos para criação de características de domínio do tipo conceituais e do tipo funcionais e as características de entidade do tipo usuário do sistema, para que sejam devidamente utilizadas no diagrama a ser concluído no experimento.

- Na Figura 13, o passo 1 indica que para criar uma característica de domínio do tipo conceitual o usuário deverá clicar no ícone destacado. Logo após abrirá a janela onde deverá escrever o label da característica e para finalizar deve clicar no botão *ok* concluindo o passo 2.

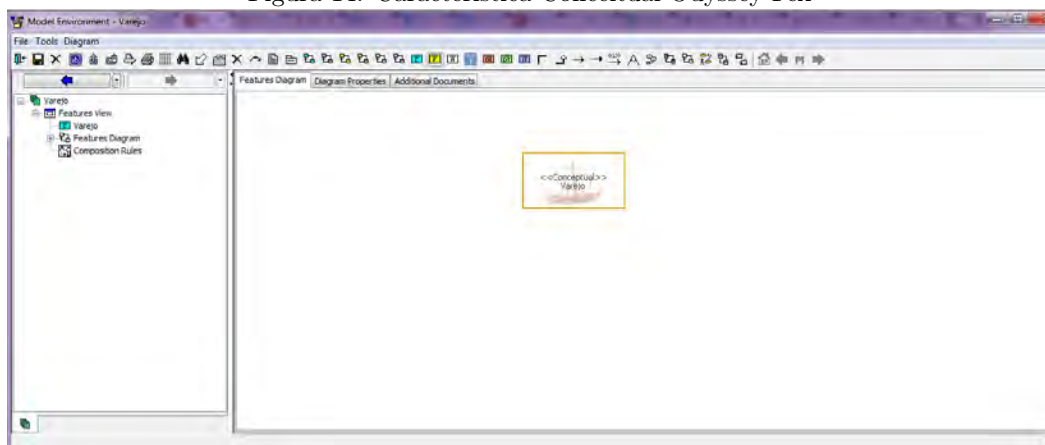
Figura 13: Criar Característica Conceitual Odyssey-Fex



Fonte: O Autor

- A Figura 14, mostra a característica de domínio do tipo conceitual que foi criada pelo usuário ao final da execução a cima.

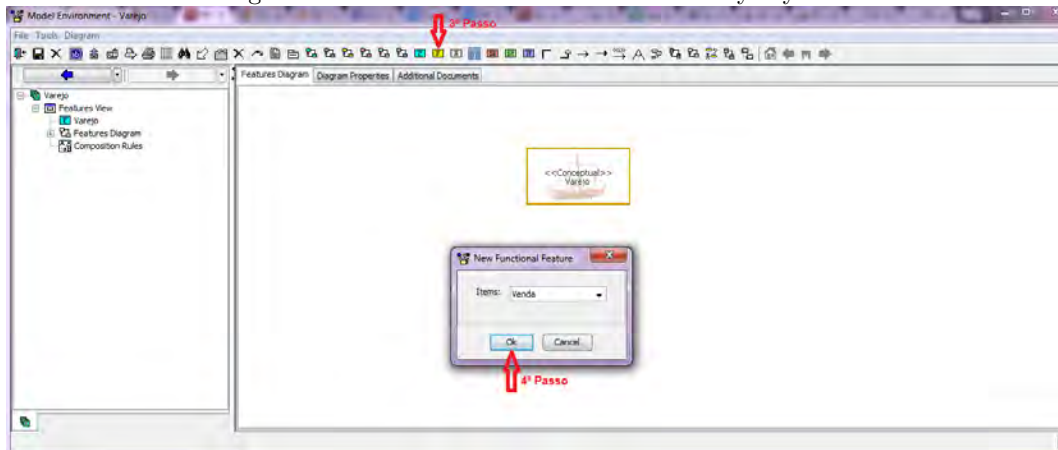
Figura 14: Característica Conceitual Odyssey-Fex



Fonte: O Autor

- Na Figura 15, o passo 3 destaca o ícone que deve ser clicado pelo usuário para que seja criada a característica de domínio do tipo funcional desejada. A seguir, abrirá a janela onde deverá ser adicionada a label referente a característica a ser criada. Para finalizar o usuário deverá executar o passo 2 clicando no botão *ok* para que a característica seja mostrada no diagrama.

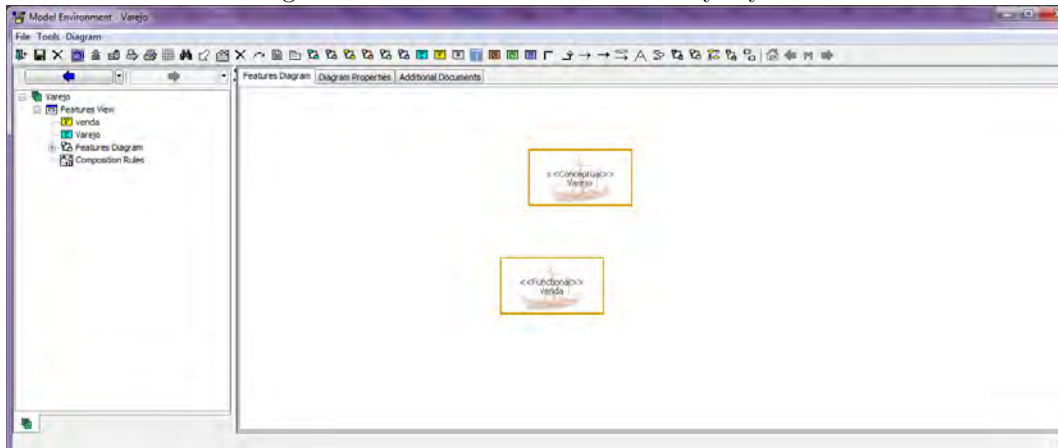
Figura 15: Criar Característica Funcional Odyssey-Fex



Fonte: O Autor

- A Figura 16, mostra a característica de domínio do tipo funcional criada no diagrama de características, juntamente com a característica conceitual já existente.

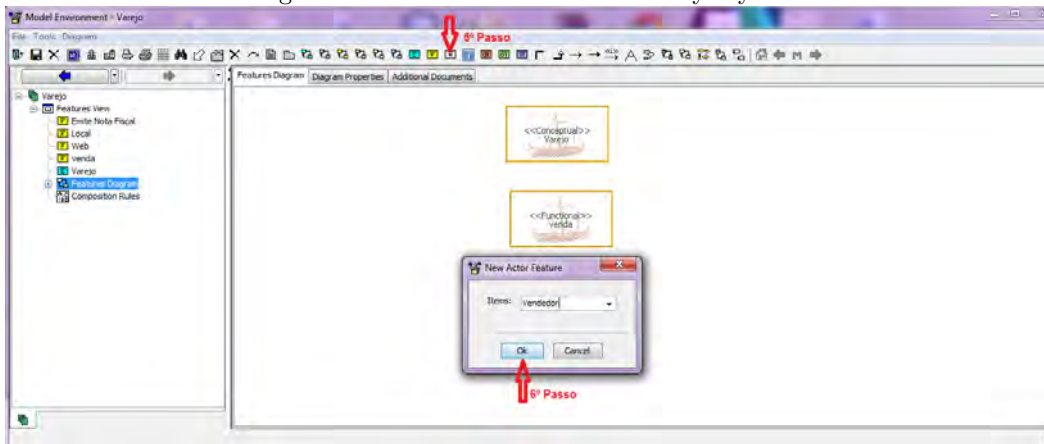
Figura 16: Característica Funcional Odyssey-Fex



Fonte: O Autor

- A Figura 17, o passo 5 indica o ícone que deve ser clicado pelo usuário para que a característica de entidade do tipo usuário do sistema seja criada. A seguir, deve ser aberta uma tela na qual o usuário deve adicionar a label da característica e por fim executar o passo 6 clicando no botão *Ok* para que a característica seja mostrada no diagrama de características que está sendo construído.

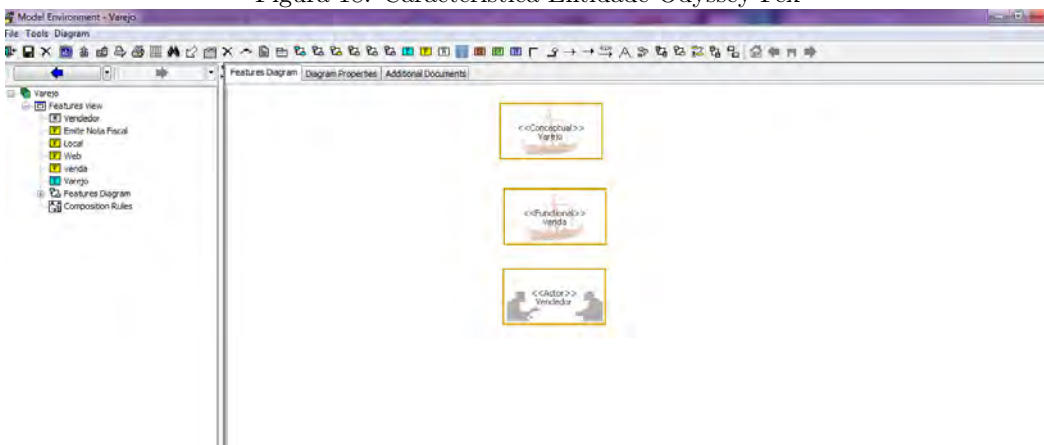
Figura 17: Característica Entidade Odyssey-Fex



Fonte: O Autor

- A Figura 18, mostra a representação da característica de entidade do tipo usuário do sistema no diagrama, juntamente com as demais características criadas.

Figura 18: Característica Entidade Odyssey-Fex



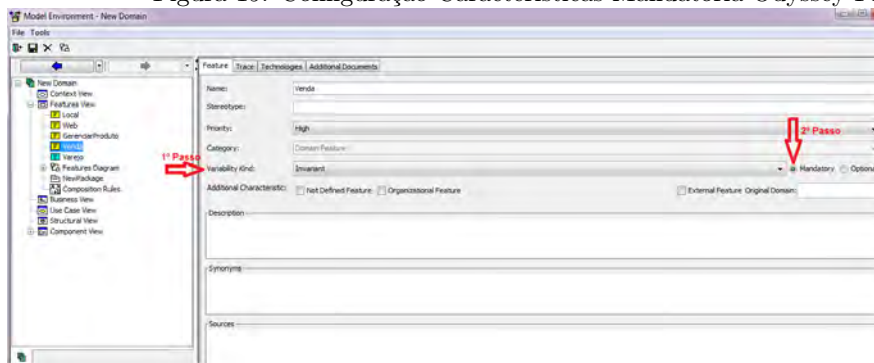
Fonte: O Autor

3.2.2 Configuração das Propriedades das Características

Ao criar uma característica podemos configurá-la como opcional ou mandatória e como um ponto de variação ou variante, considerando a sua variabilidade, tendo em vista o domínio que está sendo modelado. Para isso, será necessário seguir alguns passos para configuração da mesma.

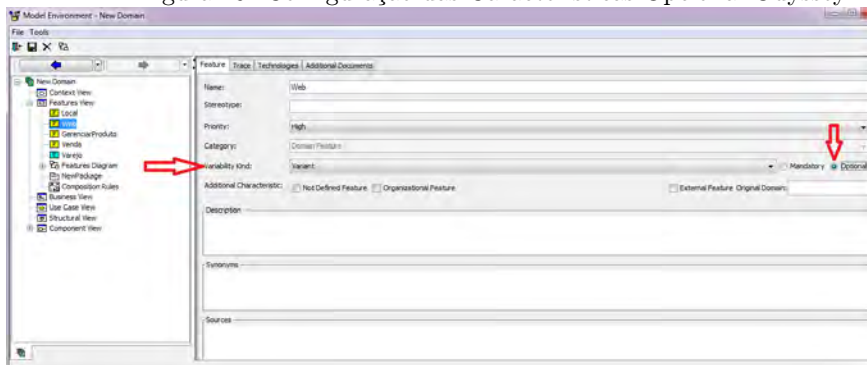
- Na Figura 19, no passo 1 deverá ser definido se a característica é variante, invariante ou um ponto de variação. No passo 2, o usuário deve selecionar se a característica é mandatória clicando no *radio button* indicado, esta opção mostrará a característica com as linhas preenchidas. Ao término destes passos sua característica está de acordo com a sua especificação e poderá ser usada em outro ou no mesmo diagrama, caso seja necessário.
- Na Figura 20, o usuário seguirá o passo 1 igualmente a característica mandatória, a única diferença será no passo 2 que será selecionado o *radio button* opcional, que mostrará a característica no diagrama com as linhas tracejadas.

Figura 19: Configuração Características Mandatória Odyssey-Fex



Fonte: O Autor

Figura 20: Configuração das Características Opcional Odyssey-Fex



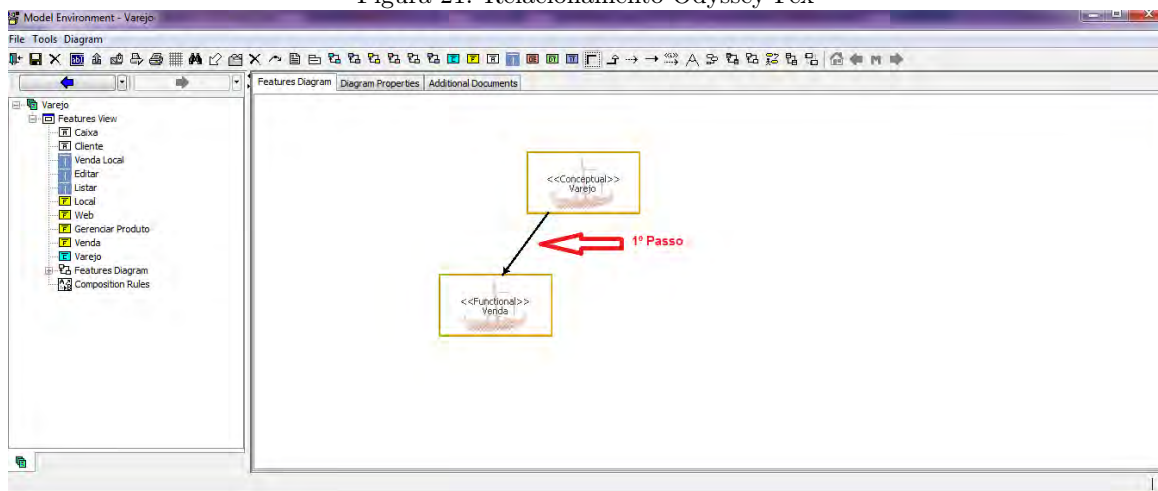
Fonte: O Autor

3.2.3 Relacionamentos

Após ter criado as características necessárias, precisamos criar os relacionamentos entre as mesmas. Sendo assim, esta seção apresenta os passos e ícones a serem utilizados para relacionar as características existentes. Tais relacionamentos podem ser consultados na Tabela 2, que está disposta neste manual.

Na Figura 21, no passo 1, mostra o ícone que o usuário deve clicar para realizar o relacionamento inicial, logo após deve clicar na característica inicial e arrastar até a outra fazendo a ligação. A seguir deve realizar o passo 2, no qual o deve clicar (duplo clique) sobre o relacionamento existente e efetuar as configurações necessárias para representar o relacionamento referente a especificação.

Figura 21: Relacionamento Odyssey-Fex

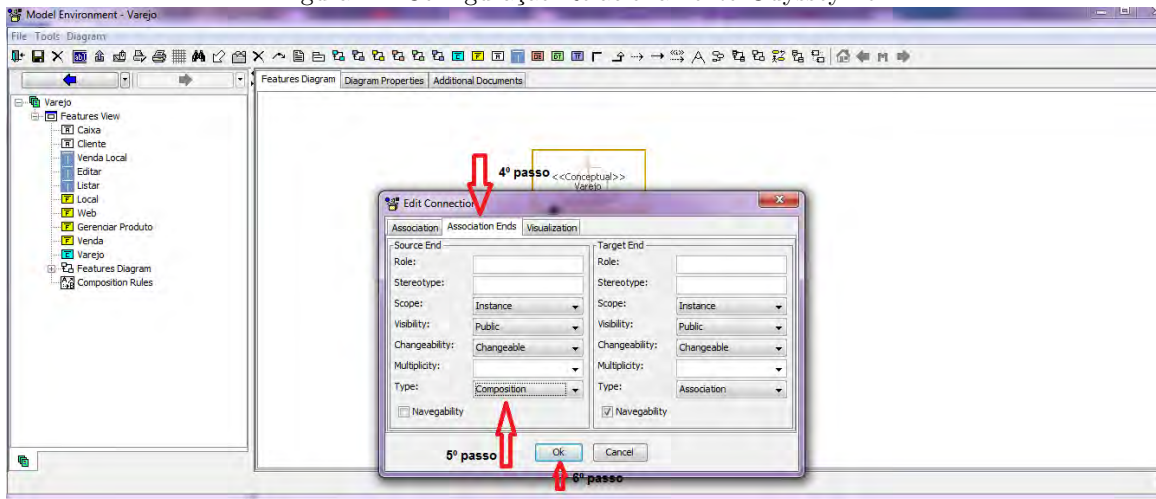


Fonte: O Autor

Na Figura 22, demonstra como configurar o tipo de relacionamento que se quer representar. O usuário deve clicar (duplo clique) na linha do relacionamento, que abrirá uma janela onde ele realizará as configurações necessária. Como podemos visualizar no passo 3, o usuário deve clicar no botão *Association Ends* que abrirá os itens a serem configurados. No passo 4 em *Source End* o usuário selecionará o tipo de relacionamento, que pode ser associação, agregação e composição, que foi representado na imagem. Após a seleção de todas as configurações necessárias deverá ser executado o passo 5, clicando no botão *OK*.

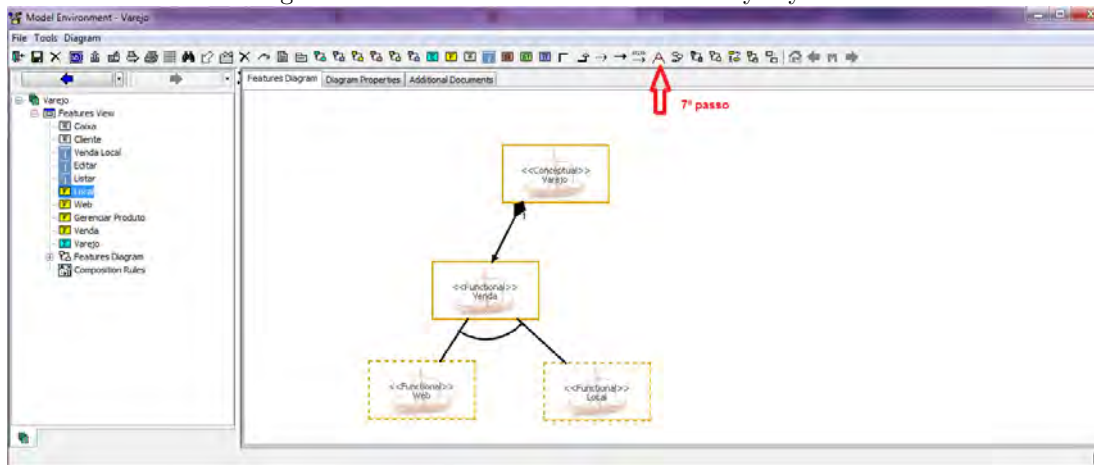
Na figura 23, o usuário precisou criar mais duas características, no qual foi representado características opcional e a partir da característica mandatória Venda, foi possível representar o relacionamento alternativo. Para criar este relacionamento o usuário de executar o passo 7, que é clicar no ícone na barra acima do diagrama e ligar a característica venda a característica web e a característica Local.

Figura 22: Configuração Relacionamento Odyssey-Fex



Fonte: O Autor

Figura 23: Relacionamento Alternativo Odyssey-Fex



Fonte: O Autor

Referências

- [1] Martin Becker. Towards a general model of variability in product families. In *Proceedings of the 1st Workshop on Software Variability Management*, pages 19–27, Netherlands, February 2003. Proceedings of the 1st Workshop on Software Variability Management.
- [2] Paul Clements and Linda Northrop. *Software Product Lines: Practices and Patterns*. Addison-Wesley, Boston, MA, USA, 2001.
- [3] Regiane Felipe de Oliveira. Formalização e verificação de consistência na representação de variabilidades. Master's thesis, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil, 2006.
- [4] K. Kang, S. Cohen, J. Hess, W. Nowak, and S. Peterson. Feature-oriented domain analysis (FODA) feasibility study. Technical report, Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University Pittsburgh, PA., 1990.
- [5] Günter Böckle Klaus Pohl and Frank van der Linden. *Software Product Lines Engineering: Foundations, Principles, and Techniques*. Springer - Verlag Berlin Heidelberg, KünkleLopka, Heindenberg, UE, 2010.
- [6] Daud Miguel and Rabello Walter. *Marketing de Varejo como Incrementar Resultados com a Prestação de Serviços*. Bookman, Porto Alegre, RS, BR, 2007.
- [7] Nelson Junior Miler. *A Engenharia de Aplicações no Contexto da Reutilização Baseada em Modelos de Domínio*. PhD thesis, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil, 2000.
- [8] Ildevana Poltronieri Rodrigues. Avaliando a representação de interfaces com o usuário utilizando notações de modelos de características: Um estudo empírico, 2014.
- [9] Ian Sommerville. *Software Engineering*. Addison-Wesley, Boston, MA, USA, 2001.
- [10] Cláudia Maria Lima Werner. Instituto alberto luiz coimbra - instituto de pós-graduação e pesquisa em engenharia, 2014.

APÊNDICE G – TREINAMENTO DO ESTUDO EXPERIMENTAL



Uso de Modelos de Características em Linha de Produto de Software

Orientanda: Ildevana Rodrigues
Orientadora: Ana Paula Bacelo

Agenda

- Apresentação
- Linha de Produto de Software
- Característica: Conceito
- Variabilidade: Conceito
- Modelos de Características
 - Feature Oriented Domain Analysis - Kang*
 - FeatuRSEB*
 - Notação Odyssey-Fex
 - Notação UI-Odyssey-Fex
- Estudo Experimental

Apresentação

TC → Avaliar por meio de um experimento controlado as vantagens na representação de interfaces com o usuário em modelos de características de uma LPS.

Contexto → uso de infraestrutura já desenvolvida em TCCs orientados pela Prof. Dra. Ana Paula Terra Bacelo → Projeto de Pesquisa em Reutilização de Interfaces com o Usuário em Linhas de Produto de Software.

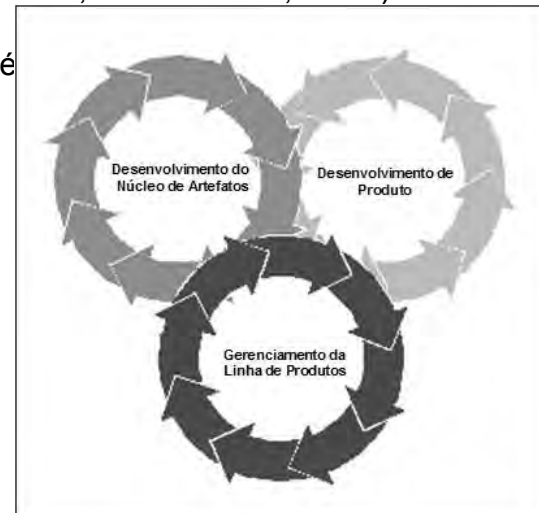
O estudo experimental é realizado com duas **notações**:

- Odyssey-Fex desenvolvida pela COOPE da UFRJ
- UI-Odyssey-Fex, estendida em Projeto de TCC de Rodrigo Oliveira - BSI - PUCRS/2014.

Linha de Produto de Software - LPS

Pode ser definida como um conjunto de sistemas que compartilham um conjunto de características comuns e gerenciadas, que satisfazem uma necessidade ou missão específica de um determinado segmento de mercado e são desenvolvidos a partir de um núcleo de artefatos, e de forma predefinida.(CLEMENTS; NORTHROP, 2001)

- O processo de desenvolvimento de uma LPS é composto por 3 atividades:



Característica: Conceito

Uma característica (*feature*) representa uma **capacidade/abstração** da LPS obtidas por **especialistas, usuários** e a partir de sistemas já existentes durante o **Desenvolvimento do Núcleo de Artefatos**. (Kang et.al, 1990)

Exemplos: Características de Carros → Ar condicionado, cambio, motor
Características de Editor Texto (Word) → Tipos de extensões que podem ser salvos .doc, .txt, etc.

Variabilidade: Conceito

O objetivo principal é a **identificação** e a posterior **reutilização sistemática** das **características** dos sistemas, possibilitando **representar as diferenças** entre os produtos e/ou aplicações de uma LPS, bem como explorar as características comuns entre elas (BECKER, 2003).

Uma Variabilidade é descrita por:

- **Ponto de Variação (PV)** - descreve onde existem diferenças nos sistemas finais.
- **Variante(V)** - consiste em características alternativas para um ponto de variação.

Motor de carro (PV) → álcool, gasolina, diesel (V)

Sistema Venda (PV) → **Web ou Local (V)**

Modelos de Características

➤ Consiste na forma de se identificar uma característica em uma LPS. Modelo de Característica pode ser **representado** por uma **estrutura de árvore**, no qual os **nós** representam as **características** e as **arestas** os **relacionamentos entre elas**.

Desta forma as características podem ser classificadas em:

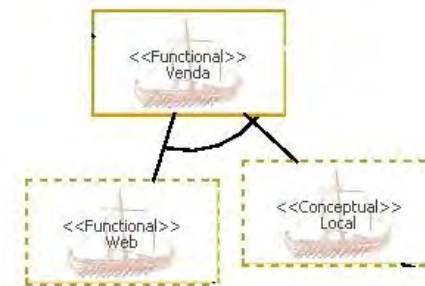
Mandatórias



Opcionais



Alternativas



Métodos de Linha de Produto e Notações de Modelos de Características

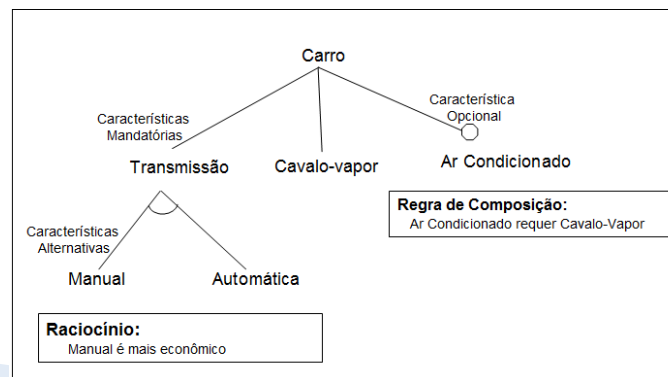
Serão apresentados brevemente alguns dos métodos de LPS e Notações de Modelos de Características:

➤ **Feature Oriented Domain Analysis - Kang**

Proposto por Kang et.al. 1990, foi o precursor das notações de modelos de características. Foi usado como base para construção e extensão das notações que serão utilizadas neste experimento.

Compreende três atividades:

- Análise de Contexto;
- Modelagem de Domínio;
- Modelagem de Arquitetura.



Métodos de Linha de Produto e Notações de Modelos de Características

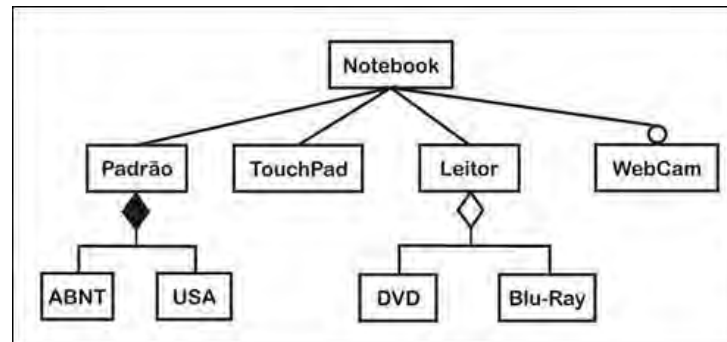
➤ FeatuRSEB

Este método é resultado da combinação do método Kang com o método RSEB (Favaro, Mazzini, 2009).

O RSEB é baseado na reutilização sistemática orientado a casos de uso baseados em UML (Unified Modeling Language)(OMG, 2014)

Este modelo faz uso das notações:

- Funcionais;
- Arquiteturais;
- Implementação;



Notação Odyssey-Fex

- Proposta por Regiane Oliveira, 2006 - Dissertação de Mestrado UFRJ.
- Tem como base o método Kang et al., 1990
- É utilizada dentro do ambiente de reutilização Odyssey
- Incorpora elementos do Modelo de Características do ambiente proposta por Miller, 2000.

	Ícone	Categoria
Características de Análise		Domínio – Características ligadas à essência do domínio. Representam as funcionalidades e/ou os conceitos do modelo e correspondem a casos de uso e componentes estruturais concretos. Podem ser especializadas em: características conceituais e funcionais.
		Entidade – São atores do modelo. Entidades do mundo real que atuam sobre o domínio. Podem, por exemplo, expor a necessidade de uma interface com o usuário.
Características de Projeto (Tecnológicas)		Ambiente Operacional – Características que representam atributos de um ambiente que uma aplicação do domínio pode usar e operar. Ex.: sistemas operacionais, bibliotecas.
		Tecnologia de Domínio – Características que representam tecnologias utilizadas para modelar ou implementar questões específicas de um domínio.
		Técnicas de Implementação – Características que representam tecnologias utilizadas para implementar outras características, podendo ser compartilhadas por diversos domínios.

Notação Odyssey-Fex

- Esta notação propõe uma forma diferenciada de representar relacionamentos entre características.
- A notação mantém alguns relacionamentos da UML e possui outros específicos da notação.

	<i>Representação</i>	<i>Descrição</i>
Relacionamentos UML		Composição – Relacionamento em que uma característica é composta por outras, ou seja, uma característica é parte fundamental de outra e a primeira não existe sem a segunda.
		Agregação – Relacionamento em que uma característica representa o todo, e as outras as partes. No entanto, as características existem independentemente umas das outras.
		Generalização – Relacionamento em que há uma generalização/especialização das características. Denota relação de herança entre as características.
		Associação – Relacionamento simples entre duas características. Pode ser nomeada, indicando um tipo específico de ligação.
Relacionamentos Específicos		Alternativo (Alternative) – Relacionamento entre um ponto de variação e as suas variantes, denotando a pertinência de uma variante a um determinado ponto de variação.
	<u><<Implemented By>></u>	Implementado por (Implemented By) – Relacionamento entre características de domínio e características tecnológicas, ou entre características tecnológicas de diferentes categorias.
	<u><<Communication Link>></u>	Ligação de Comunicação (Communication Link) – Relacionamento entre características de entidade e características de domínio.

Notação UI-Odyssey-Fex

- Mesma representação da notação Odyssey-Fex.
- A semântica foi estendida para que pudesse representar → Características do tipo interface com o usuário.
- Implementada por Rodrigo Oliveira, 2014 - TCC PUCRS.
- Deve ser utilizado o relacionamento de <<implemented by>> para representar a relação de uma característica de Interface de Usuário com qualquer outra característica da Linha de produto.
- Os demais relacionamentos da notação Odyssey-FEX foram mantidos

	<i>Ícone</i>	<i>Categoria</i>
Características de Análise		Domínio – Características ligadas à essência do domínio. Representam as funcionalidades e/ou os conceitos do modelo e correspondem a casos de uso e componentes estruturais concretos. Podem ser especializadas em: características conceituais e funcionais.
		Entidade – São atores do modelo. Entidades do mundo real que atuam sobre o domínio. Podem, por exemplo, expor a necessidade de uma interface com o usuário.
		Interface de Usuário – características que representam padrões de interfaces de usuário que podem ser utilizadas no produto da linha de produto de software por uma determinada característica do domínio, seja ela conceitual ou funcional.
Características de Projeto (Tecnológicas)		Ambiente Operacional – Características que representam atributos de um ambiente que uma aplicação do domínio pode usar e operar. Ex.: sistemas operacionais, bibliotecas.
		Tecnologia de Domínio – Características que representam tecnologias utilizadas para modelar ou implementar questões específicas de um domínio.
		Técnicas de Implementação – Características que representam tecnologias utilizadas para implementar outras características, podendo ser compartilhadas por diversos domínios.

Estudo Experimental

O estudo Experimental servirá para comparar as Notações Odyssey-Fex e UI-Odyssey-fex.

Para isso serão realizados os seguintes passos:

- ✓ Preenchimento do Questionário de Caracterização dos Participantes
- ✓ Preenchimento do Formulário de Consentimento
- ✓ Treinamento dos participantes
- ✓ Realização do Experimento
- ✓ Preenchimento do Questionário de Avaliação do Estudo Experimental - Notação Odyssey-Fex
- ✓ Preenchimento do Questionário de Avaliação do Estudo Experimental - Notação UI-Odyssey-Fex

Referências Bibliográficas

- Clements, P.; Northrop, L. "Software Product Lines: Practices and Patterns". Boston, MA, USA: Addison-Wesley, 2001, 608p.
- de Oliveira, R. F. "Formalização e verificação de consistência na representação de variabilidades", Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil, 2006, 133p.
- de Oliveira, R. K. "Modelagem de interfaces de usuários em modelos de variabilidade de uma linha de produtos de software".
- Favaro, J.; Mazzini, S. "Extending featureseb with concepts from systems engineering". In: Formal Foundations of Reuse and Domain Engineering, Edwards, S.; Kulczycki, G. (Editores), Springer Berlin Heidelberg, 2009, Lecture Notes in Computer Science, vol.5791, pp. 41–50.
- Kang, K.; Cohen, S.; Hess, J.; Nowak, W.; Peterson, S. "Feature-oriented domain analysis (FODA) feasibility study", Relatório Técnico, Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University Pittsburgh, PA., 1990.

Referências Bibliográficas

- Klaus Pohl, G. B.; van der Linden, F. “Software Product Lines Engineering: Foundations, Principles, and Techniques”. KünkleLopka, Heindelberg, UE: Springer - Verlag Berlin Heidelberg, 2010, 467p.
- Miler, N. J. “A engenharia de aplicações no contexto da reutilização baseada em modelos de domínio”, Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil, 2000, 98p.
- OMG. “Unified modeling language”. Capturado em: <http://www.uml.org/>, Setembro 2014.
- Scaico, A.; Scaico, P.; da Cunha Lima, F. L. “Projeto yana - linhas de produtos de software”. Capturado em: <https://sites.google.com/site/projetoyanaufpb/home>, Setembro 2014.
- Sommerville, I. “Software Engineering”. Boston, MA, USA: Addison-Wesley, 2001, 773p.
- Travassos, G. H.; Gurov, D.; do Amaral, E. A. G. “Introdução a engenharia de software experimental”, Relatório Técnico, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2002.
- Wohlin, C.; Runeson, P.; Höst, M.; Ohlsson, M. C.; Regnell, B.; Wesslén, A. “Experimentation in Software Engineering: An Introduction”. Norwell, MA, USA: Kluwer Academic Publishers, 2000.



Dúvidas?

Obrigado!