

Pontifícia Universidade Católica de São Paulo

Carla Marye Bicas Ferrari

**Proposta de uma gramática para análise de textos com estrutura OCC-RDD
por meio de tradução com semântica de redes de Petri**

Mestrado em Tecnologia da Inteligência e Design Digital

São Paulo

2017

Pontifícia Universidade Católica de São Paulo

PUC-SP

CARLA MARYE BICAS FERRARI

**Proposta de uma gramática para análise de textos com estrutura OCC-RDD
por meio de tradução com semântica de redes de Petri**

Dissertação apresentada à Banca Examinadora da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, como exigência parcial para obtenção do título de MESTRE em Tecnologias da Inteligência e Design Digital, na área de concentração de Processos Cognitivos e Ambientes Digitais, na linha de pesquisa de Modelagem de Sistemas de Software, sob orientação do Prof. Dr. Ítalo Santiago Vega.

São Paulo

2017

Banca Examinadora:

Agradecimentos

Em primeiro lugar gostaria de agradecer a Deus por estar comigo em todos os momentos e nunca me desamparar.

Em segundo lugar gostaria de agradecer a minha família, por estar comigo me apoiando sempre, acreditando em mim até mesmo quando eu não acreditava mais.

Gostaria de agradecer a meu orientador, professor Ítalo Vega, por 6 anos incríveis de aprendizagem. Obrigada por todo apoio e por todos os momentos de “catástrofes” durante a graduação e pós graduação, foram elas que fizeram eu cada vez mais gostar do que eu estava estudando. Obrigada por tudo!

Ao meu amigo Paulo, por me apoiar nos momentos decisivos desta pesquisa. Obrigada por todas as palavras de carinho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudos de mestrado facilitadora desta pesquisa.

À Instituição PUC-SP, aos professores, colegas do GEMS e demais funcionários pela cordialidade e pela sinceridade.

RESUMO

O objetivo da pesquisa é projetar uma gramática que reconheça um texto educativo escrito na estrutura da narrativa OCC-RDD e que a partir dela seja gerada um modelo de Rede de Petri, a fim de que seja possível analisar e interpretar as propriedades da rede na história educacional. A pesquisa terá início com um trabalho de consultas bibliográficas a partir do qual será preparada uma gramática e os outros componentes da pesquisa que possuem como principal objetivo auxiliar o professor na preparação de uma aula que utilize a estrutura narrativa. Um texto seguindo o modelo da narrativa com o intuito de utilizá-lo na ferramenta será preparado e o mesmo passará por cada etapa da pesquisa, que são: reconhecimento da fábula, criação do modelo de rede de Petri, análise da rede e produção dos resultados de análise da fábula. O resultado do trabalho é a gramática de reconhecimento de fábula que poderá ser utilizada numa ferramenta junto com um exemplo e a análise das propriedades deste exemplo.

Palavras-chave: Tradução de Linguagens. Ambientes de aprendizagem. Redes de Petri. Gramáticas. Narrativa OCC-RDD.

ABSTRACT

The aim of this research is to design a grammar that recognizes an educational text written in the narrative structure OCC-RDD and from its own generated a Petri Net model, in order to be possible analyzed and interpreted as network property on the educational history. The research will start with a bibliographic research from which a grammar and other components of this research are prepared, whose main objective is to advice the teacher on the class preparation which uses the narrative structure. A text following the narrative model in order to use it on the tool will be prepared and the same will go through each step of the research, which are: recognition of the fable, creation of the Petri Net model, network analysis and production of the results of fable's analysis. The result of this project is the fable recognition grammar that can be used in a special tool with an example and the analysis of the properties of this example.

Key-words: Language translation. Learning environments. Petri net. Grammar. Narrative OCC-RDD.

Sumário

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Contextualização	13
1.2	Questão de Pesquisa	19
1.3	Objetivos	20
1.3.1	Objetivo Geral	20
1.3.2	Objetivos Específicos	20
1.4	Metodologia	20
1.5	Resumo dos Capítulos	21
2	FUNDAMENTAÇÃO	23
2.1	OCC-RDD	23
2.2	Personagens e Cenários da técnica OCC-RDD	24
3	GRAMÁTICAS	26
3.1	Representação de linguagem	26
3.2	Gramática	27
3.2.1	Gramática Ilha	28
3.3	Projeto da Linguagem	30

	9
3.4 Definição Formal da Gramática OCC-RDD	35
4 REDE DE PETRI	37
4.1 Definição	37
4.2 Propriedades da Rede de Petri no OCC-RDD	39
4.3 Análise da Rede de Petri	40
5 ESTUDO DE CASO	42
5.1 Estudo de Caso 01: Texto Narrativo Sem Problemas Estruturais	43
5.2 Estudo de Caso 02: Texto Narrativo com Ciclo	49
5.3 Estudo de Caso 03: Texto Narrativo com Deadlock	53
5.4 Estudo de Caso 04: Texto Narrativo com Ilha	57
6 CONCLUSÃO	62

Lista de Figuras

1	<i>DME da estrutura narrativa OCC-RDD</i>	15
2	<i>Representação de uma narrativa hiperlinear</i>	16
3	<i>Representação da ocorrência de um ciclo na narrativa hiperlinear</i>	17
4	<i>Representação da ocorrência de um deadlock na narrativa hiperlinear</i>	18
5	<i>Representação da ocorrência de uma ilha na narrativa hiperlinear</i>	19
6	<i>Representação da Hierarquia de Chomsky</i>	29
7	<i>Autômato da linguagem OCC-RDD projetada</i>	31
8	<i>Parte do autômato que reconhece o trecho do texto narrativo.</i>	32
9	<i>Elementos de modelagem de uma Rede de Petri</i>	37
10	<i>Exemplo de uma Rede de Petri</i>	38
11	<i>Grafo de alcançabilidade da Rede de Petri do modelo anterior</i>	41
12	<i>Representação contextual do problema do Jogo do Escapista</i>	42
13	<i>Contratempo OCC-RDD: diagrama de sequência de mensagens.</i>	44
14	<i>ICA do Jogo do Escapista</i>	44
15	<i>Contratempo 2 da fábula do Jogo Escapista</i>	45
16	<i>Contratempo 3 da fábula do Jogo Escapista</i>	46
17	<i>Catástrofe 01 da fábula do Jogo Escapista</i>	46

	11
18	<i>Representação de objetos do exercício da catástrofe</i> 47
19	<i>Rede de Petri da fábula OCC-RDD escrita</i> 48
20	<i>Árvore de Alcançabilidade da Rede de Petri da fábula OCC-RDD</i> 48
21	<i>Contratempo OCC-RDD: diagrama de sequência de mensagens.</i> 50
22	<i>Contratempo OCC-RDD: diagrama de sequência de mensagens.</i> 51
23	<i>Rede de Petri da narrativa a qual apresenta um ciclo em sua estrutura.</i> 51
24	<i>AA do texto narrativo com ciclos.</i> 52
25	<i>Contratempo OCC-RDD: diagrama de sequência de mensagens.</i> 54
26	<i>ICA do Jogo do Escapista</i> 54
27	<i>Contratempo 2 da fábula do Jogo Escapista</i> 55
28	<i>Rede de Petri do texto narrativo com deadlock</i> 56
29	<i>Árvore de Alcançabilidade da Rede de Petri do texto narrativo com deadlock</i> 56
30	<i>Contratempo OCC-RDD: diagrama de sequência de mensagens.</i> 58
31	<i>ICA do Jogo do Escapista</i> 58
32	<i>Contratempo 2 da fábula do Jogo Escapista</i> 59
33	<i>Contratempo 3 da fábula do Jogo Escapista</i> 60
34	<i>Rede de Petri da narrativa com ilha.</i> 60
35	<i>AA da narrativa com ilha.</i> 61

Lista de Siglas e Abreviaturas

AA: Árvore de Alcançabilidade

ADIT: Acrônimo para as quatro atividades de programação. Análise, Desenho, Implementação e Teste.

CMU: Carnegie Mellon University. Universidade americana Carnegie Mellon

DAT: Diagrama de atividades UML

DCL: Diagrama de Classe UML

DME: Diagrama de Máquina de Estados

DOB: Diagrama de Objetos

DSM: Diagrama de sequência de mensagens UML

GEMS: Grupo de Estudos em Modelagem de Software

ICA: Interface com ambiente

OCC-RDD: Acrônimo para objetivo, contratempo, catástrofe, reação, dilema e decisão.

OO: Orientação a Objetos

PUC-SP: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo

RP: Redes de Petri

UML: Linguagem de Modelagem Unificada

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

De forma recorrente, questiona-se a qualidade de ensino da programação de computadores (SHAW, 1992; GEMS, 2014; GIRAFFA; SANTOS, 2013).

Em particular, cabe destacar a sua negativa influência na evasão dos cursos superiores, agravada pelos contemporâneos ambientes de aprendizagem, caracterizados por oferecer oportunidades de interação muito pouco flexíveis. Por vezes, o aprendiz abre mão dos seus estudos, buscando alternativas como o ingresso direto no mercado de trabalho ou mudança na escolha do curso.

A evasão nos cursos superiores de educação no Brasil torna-se a cada ano que passa mais alta, sendo uma preocupação por se tratar, a Computação, de uma área de conhecimento estratégica (GIRAFFA; SANTOS, 2013).

A evasão no sistema de ensino superior presencial aumenta a cada ano. Uma das aparentes motivações da evasão é a qualidade das aulas que é apresentada ao aprendiz.

A preocupação com a qualidade de aula leva a uma outra preocupação: qual a qualidade do professor que lecionará no curso superior de ensino? Uma parcela significativa dos professores é oriunda do mercado de trabalho; a ausência de formação específica para o ensino superior é uma dificuldade crescente e impactante na academia (PIMENTA; ANASTASIOU, 2008).

Goya (2014) afirma que a visão utilizada na academia e a visão do profissional de mercado de trabalho são divergentes e, por conta disso, pode estabelecer uma transmissão de conhecimento fragilizada, entre o mestre (professor) e o aprendiz (aluno).

Na tentativa de diminuir a evasão e melhorar a qualidade do ensino, profissionais da área da

educação passaram a buscar novas formas de lecionar. Uma das formas encontradas para comunicar o conhecimento e melhorar a qualidade da aula é através do uso de narrativas.

A narrativa é algo presente desde a infância das pessoas. Histórias infantis são utilizadas para despertar a curiosidade das crianças e, então, levá-las a um universo lúdico. Durante a adolescência e a idade adulta, livros, novelas, jogos digitais continuam despertando a curiosidade das pessoas em desvendar uma determinada história. Alguns livros, por exemplo, conseguem manter a atenção e despertar a curiosidade da pessoa em desvendar o mistério envolvido.

A técnica narrativa OCC-RDD surge como tentativa de criar um universo diferente para lecionar e mais do que isso, manter o interesse do aluno no conteúdo do ensino superior em Computação. A técnica OCC-RDD é um acrônimo para: Objetivo, Contratempo, Catástrofe, Reação, Dilema e Decisão tem como objetivo principal auxiliar o professor a preparar roteiros de encontros presenciais de modo que a aula se torne atraente para o estudante.

Considere como exemplo a fábula da Chapeuzinho Vermelho, que possui uma sequência de acontecimentos resumidos a seguir:

1. Chapeuzinho Vermelho prepara doces para levar para sua avó
2. Mesmo conhecendo os riscos, Chapeuzinho decide ir pelo caminho da floresta.
3. Durante o percurso, chapeuzinho conhece o Lobo Mau
4. Chapeuzinho chega até a casa da sua avó e estranha o comportamento dela.
5. Chapeuzinho é salva pelo caçador.

Esses acontecimentos são inseridos em uma história que pode ser apresentada de acordo com diferentes visões (por exemplo, um livro infantil ou uma leitura adulta). Podem ser contadas também de formas diferentes, porém a sua essência continua imutável. Já a apresentação da história pode

ser feita através de desenhos, livros e/ou vídeos, por exemplo. Aplicando o OCC-RDD na fábula da Chapeuzinho Vermelho tem-se a seguinte história OCC-RDD:

O **objetivo** da Chapeuzinho Vermelho é levar os doces preparados para a sua avó. Mesmo conhecendo os perigos da floresta, Chapeuzinho decide ir, pois o percurso tem um tempo menor do que o caminho seguro. Durante o percurso, surge um **contratempo**: Chapeuzinho Vermelho encontra o lobo mau. Após chegar na casa de sua avó, Chapeuzinho Vermelho estranha o comportamento dela e descobre uma **catástrofe**: o Lobo Mau atacou a sua avó e se colocou no lugar da mesma. Porém, na cena final o Caçador aparece e salva Chapeuzinho Vermelho e sua avó.

Com o objetivo de melhorar a técnica, durante pesquisas e discussões no **Grupo de Estudos em Modelagem de Software** — GEMS — da PUC-SP, o **-RDD** foi aderido em dois momentos: durante o contratempo e a catástrofe. Com a adição do **-RDD** em dois momentos a estrutura narrativa da técnica foi potencializada (GOYA, 2014) e tornou-se mais imersiva para os estudantes. Com a alteração da estrutura, o encadeamento de cenas pode ser visto de acordo com o DME (Diagrama de Máquina de Estados) da Figura 1.

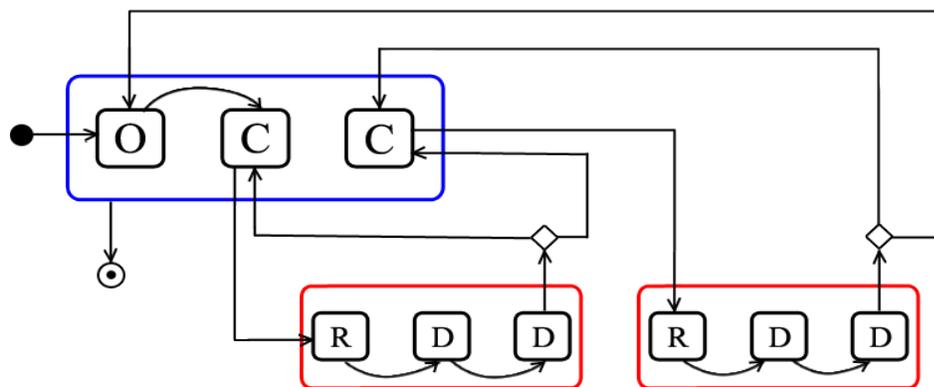


Figura 1: DME da estrutura narrativa OCC-RDD

O fluxo narrativo de uma fábula OCC-RDD é compreendido como o caminho a ser percorrido na estrutura da fábula OCC-RDD. Uma narração não necessariamente precisará conter todas as

cenar da Técnica.

A dinâmica de um fluxo narrativo completo da Técnica OCC-RDD tem como início a apresentação da cena objetivo da fábula; após esta cena um contratempo é apresentado e logo em seguida ele entra no primeiro momento do **-RDD** da Técnica. Após a decisão, poderá ser apresentada uma cena de contratempo novamente ou uma cena de catástrofe. Caso seja uma catástrofe, novamente existirá cenas do tipo **-RDD** e ao fim poderá gerar uma nova catástrofe ou então um novo objetivo, caso seja percebido que o aprendiz não conseguiu adquirir o conhecimento da forma desejada.

Nesta pesquisa será tratada a narrativa OCC-RDD com uma estrutura narrativa hiperlinear (LEMES, 2014), isto é, uma cena inicial é apresentada, a estrutura apresenta múltiplos caminhos e um único final. Este tipo de estrutura narrativa foi escolhida devido ao fato de que, com a possibilidade de criar múltiplos caminhos, cria a possibilidade de elaborar uma fábula com um grau de imersividade superior ao da estrutura linear. Este tipo de estrutura narrativa é bastante utilizada em jogos, pois cria a possibilidade do jogador percorrer diversos caminhos e em cada um deles encontrar algo diferente.

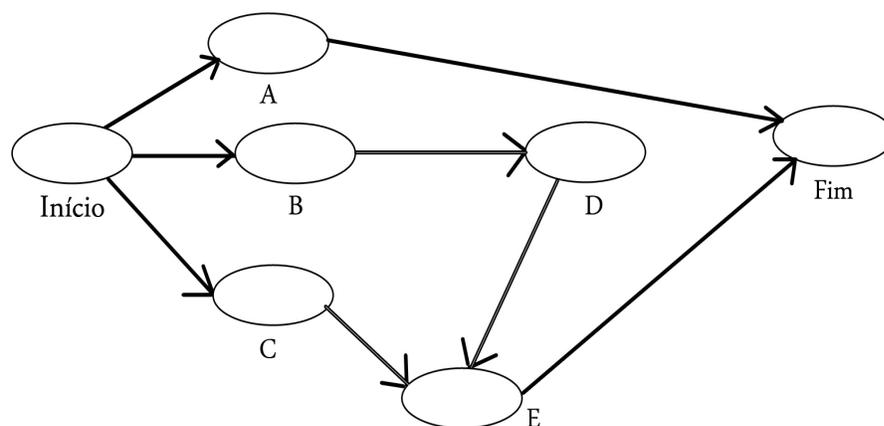


Figura 2: *Representação de uma narrativa hiperlinear*

Com a existência de múltiplos caminhos, conforme mostra na Figura 2, problemas podem surgir durante a construção da narrativa. Um dos problemas que podem surgir é a formação de ciclos na

narrativa. Um ciclo pode ser compreendido como “série de fenômenos, fatos ou ações de caráter periódico que partem de um ponto inicial e terminam com a recorrência deste.” (MICHAELIS, 2017).

Uma narrativa OCC-RDD pode entrar em ciclo quando ao percorrer um determinado caminho e, dependendo das decisões do aprendiz o fluxo narrativo retorne a um determinado ponto, nunca atingindo a cena final da narração. Graficamente, um ciclo pode ser representado de acordo com a figura 3.

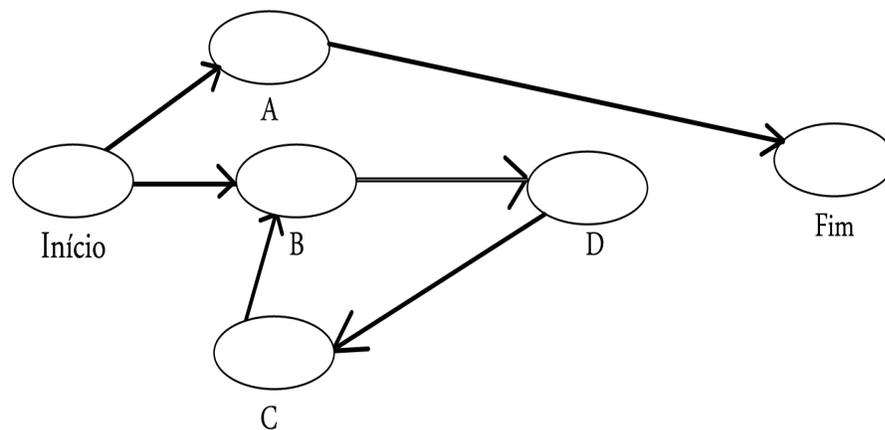


Figura 3: *Representação da ocorrência de um ciclo na narrativa hiperlinear*

Após o início, o fluxo narrativo poderá seguir para o caminho **A** ou **B**; seguindo o caminho **A** o fluxo narrativo terá uma cena apresentada e chegará ao final da narrativa. Porém, ao seguir pelo caminho **B** o fluxo narrativo poderá seguir para a cena **D** e depois para a cena **C**. Ao chegar na cena **C** o fluxo narrativo retornará para a cena **B**. Desta forma, a cena final nunca será atingida, devido ao ciclo existente e o conhecimento nunca será adquirido.

Outro problema enfrentado na construção da fábula educacional é o surgimento de um *deadlock*. Um *deadlock* em sistemas operacionais é a existência de um impasse/bloqueio de 2 ou mais processos (TANENBAUM, 2010). No contexto da narrativa OCC-RDD um bloqueio do fluxo narrativo é definido como: dada uma cena se a mesma não possuir uma transição para uma próxima

cena e, a mesma não é a cena final da narração, então ocorreu um bloqueio. Um *deadlock* pode ser graficamente representado de acordo com a figura 4.

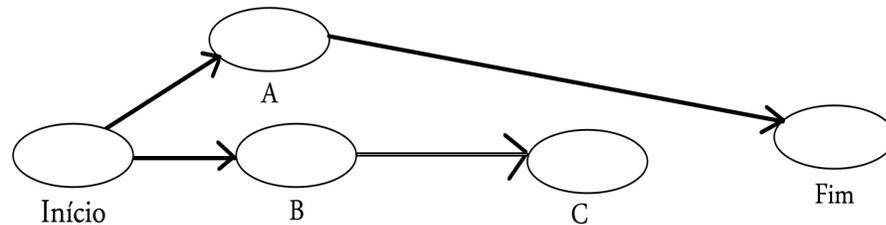


Figura 4: *Representação da ocorrência de um deadlock na narrativa hiperlinear*

Após o início da fábula, o fluxo narrativo poderá seguir o caminho para a cena **B**, ao chegar na cena **C** não conseguirá seguir para uma próxima cena e também não terá chegado ao fim da história e, portanto, sofrerá um bloqueio.

O terceiro problema enfrentado na construção de fábulas hiperlineares é a criação de ilhas. Uma ilha é definida como: dada uma cena, se não existir nenhum caminho que leve até ela a mesma é classificada como uma ilha. Devido à quantidade de cenas e caminhos diferentes que podem existir numa fábula OCC-RDD, um contratempo, por exemplo, pode ficar sem transição durante a preparação da fábula educacional. Portanto, dada uma cena, ela deve ter uma transição de uma cena anterior e uma cena próxima, caso não exista transição e ainda exista uma cena, esta cena é uma ilha. Graficamente, a ilha pode ser vista de acordo com a Figura 5.

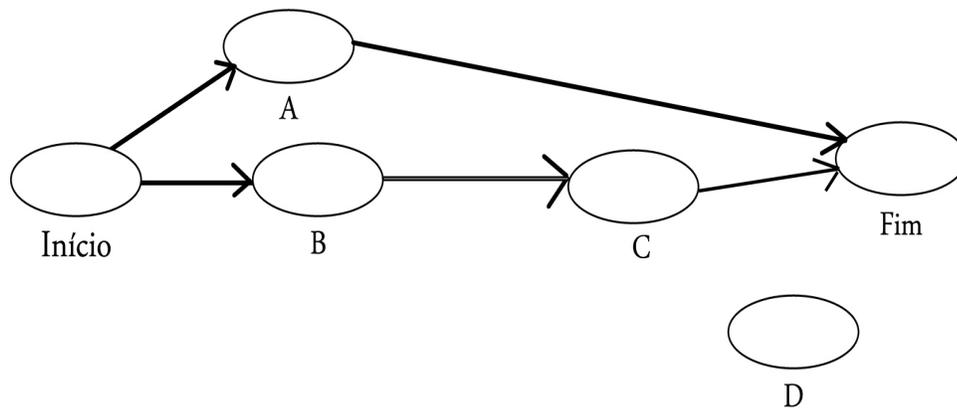


Figura 5: Representação da ocorrência de uma ilha na narrativa hiperlinear

Durante o percurso da fábula a cena **D** nunca será atingida, pois não existe transição para a mesma. Por conta disto ela é classificada como ilha.

1.2 Questão de Pesquisa

Em resumo, sabendo que uma das dificuldades encontradas em textos narrativos da fábula OCC-RDD é a ocorrência de ciclos, *deadlock* e regiões não atingíveis (ilhas), surge a questão de pesquisa: **Dada um texto narrativo OCC-RDD, como determinar se o texto possui as seguintes propriedades: ilhas, ciclos e *deadlock***

A hipótese é de que utilizando um tipo de gramática que será descrito no capítulo 3; seja possível projetar uma gramática que, a partir de um texto narrativo OCC-RDD, gere um modelo de Rede de Petri o qual se torna possível analisar tais propriedades. A partir disso é possível avaliar a fábula escrita pelo professor.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

- Projetar uma gramática que reconheça textos narrativos construídos utilizando a fábula OCC-RDD e que a partir dela seja possível calcular algumas propriedades ciclos, *deadlock* e ilhas de um modelo de Petri através de uma ferramenta.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Especificar a gramática da ferramenta;
- Gerar uma Rede de Petri a partir de uma determinada narrativa;
- Apresentar um exemplo da aplicação da gramática, junto com a Rede de Petri e a análise em um texto narrativo.

1.4 Metodologia

Para atingir os objetivos propostos o trabalho inicia-se com a pesquisa bibliográfica. Sobre a pesquisa bibliográfica:

A pesquisa bibliográfica implica no estudo de artigos, teses, livros e outras publicações usualmente disponibilizadas por editoras e indexadas. A pesquisa bibliográfica é um passo fundamental e prévio para qualquer trabalho científico, mas ela em si, não produz qualquer conhecimento novo. Ela apenas supre ao pesquisador informações públicas que ele ainda não possuía (WAZLAWICK, 2010, p. 08).

Como parte inicial da pesquisa, foi efetuado um estudo detalhado sobre tradução de linguagem (AHO et al., 2006), redes de Petri (PETRI, 1962), gramáticas ilhas (PARR, 2012) e a técnica OCC-RDD (TAKEDA et al., 2012). No caráter geral, a pesquisa possui a natureza de uma pesquisa aplicada, pois o objetivo da pesquisa é desenvolver uma gramática que gere uma Rede de Petri a qual seja possível analisá-la a fim de verificar suas propriedades estruturais. Segundo Silveira e Cordova (2009) este tipo de pesquisa possui como objetivo aplicar o conhecimento que foi gerado:

Objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos (SILVEIRA; CORDOVA, 2009, p. 35)

Wazlawick também fundamenta a escolha da pesquisa aplicada:

As ciências aplicadas por outro lado, visam a realização de descobertas que possam ser imediatamente aplicadas a algum processo industrial ou assemelhado, visando produzir algum tipo de ganho (WAZLAWICK, 2010, p. 04).

A segunda etapa da pesquisa utilizará os conhecimentos adquiridos na primeira etapa para desenvolver a gramática do projeto de pesquisa. Na terceira etapa da pesquisa será desenvolvido um estudo de caso, no caso da pesquisa, um texto estruturado pela narrativa OCC-RDD.

1.5 Resumo dos Capítulos

A pesquisa está estruturada em 5 capítulos:

Capítulo 1 - Introdução: O primeiro capítulo da dissertação apresenta o contexto que a pesquisa está inserida e quais problemas ela busca entender e solucionar. Apresenta também uma introdução aos assuntos abordados na pesquisa: OCC-RDD e problemas encontrados na construção da fábula educacional. Neste capítulo consta a definição da questão de pesquisa da dissertação, os

objetivos principais e secundários da mesma, a apresentação da metodologia empregada no decorrer da pesquisa e o resumo dos capítulos.

Capítulo 2 - Fundamentação: Neste segundo capítulo consta a apresentação da técnica narrativa OCC-RDD e a estruturação da técnica: quais os personagens existentes, quais as características de cada personagem, quais os cenários que podem ser utilizados para a construção da fábula e a justificativa da escolha de uma narrativa hiperlinear OCC-RDD.

Capítulo 3 - Gramáticas: No terceiro capítulo é apresentada a definição de gramática para a computação, incluindo a definição das gramáticas envolvidas no projeto de pesquisa. Este capítulo apresenta também o tipo de gramática na Hierarquia de Chomsky escolhida e a justificativa da utilização de gramáticas ilhas neste projeto.

Capítulo 4 - Rede de Petri: No quarto capítulo é apresentado a Rede de Petri, junto com a sua definição, utilização, o método de análise através da árvore de alcançabilidade.

Capítulo 5 - Exemplo de uma fábula OCC-RDD e a simulação da sua execução: Neste capítulo é apresentado um exemplo da construção de fábula.

Capítulo 6 - Conclusão: Neste capítulo são apresentadas as discussões e conclusões da pesquisa, incluindo os possíveis desdobramentos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO

2.1 OCC-RDD

Alunos ingressantes no curso superior de computação quase sempre enfrentam dificuldades em matérias introdutórias do curso. Dentre as disciplinas, as que mais apresentam dificuldades são aquelas que envolvem a atividade de abstrair e raciocínio lógico, como por exemplo o estudo de algoritmos e as disciplinas de cálculo. Diante das dificuldades uma decisão bastante comum é a de abandonar o curso atual e, ou procurar outro, ou decidir ir para o mercado de trabalho.

Como forma de melhorar a qualidade e também a interação e imersão dos alunos nas aulas, professores passaram a buscar novas formas de lecionar. O uso de ambientes de aprendizagem não é novidade no ensino superior. No ensino à distância existem ambientes de aprendizagem que auxiliam durante a aprendizagem do aluno. Além disso, as ferramentas do EAD conseguem manter os alunos interessados no assunto, prova disso é que o número de inscritos no ensino a distância é superior ao presencial (EAD, 2015; GIRAFFA; SANTOS, 2013; IBE, 2008). A técnica OCC-RDD busca criar um ambiente de aprendizagem presencial controlado no ensino superior de computação.

No contexto OCC-RDD, para a construção da fábula educacional são utilizadas as cenas. A estrutura da fábula apresenta cenas do tipo objetiva e cenas do tipo subjetiva. As cenas objetivas — **OCC** — são cenas que expressam a visão sem o envolvimento do aluno (MICHAELIS, 2017). Nesta primeira etapa o aluno (aprendiz) assume a posição de terceira pessoa, ou seja, fica como observador da história que está sendo contada. Já a segunda etapa da técnica — **-RDD** — é composta por cenas do tipo subjetivas, ou seja, a visão e opinião do aprendiz torna-se evidente (MICHAELIS, 2017), nesta etapa o aprendiz é convidado a participar da história que está sendo contada.

As cenas da primeira etapa podem ser descritas da seguinte forma:

- **Objetivo:** Cenas deste tipo busca apresentar o foco da aula. Quais os objetivos que devem

ser alcançados.

- **Contratempo:** Cenas do tipo contratempo buscam ativar a lembrança do aprendiz. Neste tipo de cena, o aprendiz já possui o conhecimento cobrado, basta relembrá-lo.
- **Catástrofe:** Cenas do tipo catástrofe provoca um rompimento na regularidade. Nesta etapa é cobrado o entendimento do aprendiz.

Na segunda etapa, o aprendiz é convidado a participar da história, buscando ajudar o personagem na solução de alguma dificuldade por ele enfrentada. Neste momento, espera-se que o aprendiz tome a iniciativa de assumir, parcialmente, o fluxo narrativo, atuando. As cenas **-RDD** buscam levar o aprendiz a uma reflexão. São nessas cenas que ele passa de observador para participante-narrador da história e ativa a sua memória para refletir sobre a questão contextualizada em uma cena que envolve personagens OCC-RDD.

A técnica OCC-RDD define elementos estruturais, utilizados na construção de uma determinada fábula: mapas ontológicos, contextos motivacionais, personagens e tipos de cenas. Neste trabalho de pesquisa, apenas os elementos que se referem às cenas são relevantes.

2.2 Personagens e Cenários da técnica OCC-RDD

As cenas da técnica **OCC-RDD** são constituídas por personagens e cenários. Cada personagem da técnica foi criado utilizando como base as características psicológicas da teoria de McCrae e John (1991).

Na concepção dos personagens buscou-se inspiração em modelos de aprendizes e objetivos de aprendizagem. Um caso de um aprendiz de programação, barreiras de natureza essencial e acidental são apontadas como fonte de dificuldade em grande parte das situações (BROOKS, 1987). As barreiras acidentais capturam a influência da tecnologia de implementação (linguagens

de programação, ambientes integrados, software básico, etc) no processo de solução de problemas. Por outro lado, barreiras essenciais relacionam-se a um nível cognitivo daquele processo (modelos conceituais, interpretações, metacognição, etc.) e que, muitas vezes ainda não se encontram plenamente desenvolvidos em um aprendiz. O personagem **Fubã** da técnica OCC-RDD ilustra o caso de um aprendiz que encontra-se motivado a resolver um particular problema, mas cujas atitudes revelam um nível cognitivo que se encontra em desenvolvimento.

A ideias utilizadas para a concepção dos demais personagens da técnica, bem como sua caracterização mais detalhada encontra-se além dos interesses deste trabalho.

Os personagens da técnica têm como a ambientação da história três cenários fundamentais de interação: biblioteca, quadra e lanchonete. O cenário da biblioteca busca representar o lugar onde os alunos buscam a aquisição de conhecimento. Neste cenário os personagens da técnica se encontram quando precisam estudar ou quando precisam resolver um determinado problema apresentado por outro personagem ou pelo professor. Outro cenário da técnica é a lanchonete a qual representa um lugar utilizado para momentos de descontração. Neste lugar os personagens podem se encontrar para conversar e durante essas conversas abordar assuntos e conteúdos vistos nas aulas. Um terceiro ambiente da técnica é a quadra, tipicamente utilizada em cenas de encerramento de uma história. A quadra procura representar um momento de temática, no qual se apresentam os resultados obtidos ao longo de um fluxo narrativo.

3 GRAMÁTICAS

Entende-se como linguagem natural aquela utilizada na comunicação entre seres-humanos. Devido ao fato da linguagem natural apresentar redundância e ambiguidade, a máquina não consegue processá-la, para isso foram criadas as linguagens de programação que eliminam a ambiguidade através da introdução de comandos e palavras reservadas que possuem o mesmo significado independentemente da posição em que aparecem no programa.

A linguagem OCC-RDD poderá ser utilizada por professores com muita ou pouca experiência na área de desenvolvimento de *software*. Devido a isto, o projeto da linguagem para a escrita da fábula precisou considerar esta preocupação e eliminar a maior quantidade possível de palavras reservadas, de modo que a linguagem apresente um alto grau de similaridade com a linguagem natural, porém com aspectos artificiais.

Uma linguagem formal pode ser definida como:

Conjunto, finito ou infinito, de cadeias de comprimento finito formadas pela concatenação de elementos de um alfabeto finito e não vazio (NETO; VEGA; RAMOS, 2009).

Entende-se cadeia, também conhecida como sentença, como a concatenação de símbolos de um alfabeto. Uma linguagem pode ser representada de três formas: **enumerações**, **reconhecedores** e **gramáticas**.

3.1 Representação de linguagem

Existem três formas de representar uma linguagem. A representação por **enumerações** relacionam todas as cadeias pertencentes à particular linguagem a ser especificada de forma explícita e exaustiva. Toda e qualquer cadeia pertencente a linguagem deve estar incluída nesta relação. Além

disso, as cadeias que não pertencem a esta linguagem não devem entrar nesta relação. Este tipo de representação é utilizado para linguagens finitas e de preferência que não sejam muito extensas (NETO; VEGA; RAMOS, 2009).

A segunda forma de representação é através de **reconhedores**. Este tipo de representação utiliza especificações finitas de dispositivos de aceitação de cadeia. Um dispositivo deve aceitar toda e qualquer cadeia pertencentes à linguagem definida e rejeitar as cadeias não pertencentes. Este tipo de representação é utilizado para especificação formal de linguagens finitas e infinitas. Alguns exemplos de reconhedores são: máquina de estado finita e máquina de estado limitada.

A terceira forma de representação de linguagem é através da **gramática**.

3.2 Gramática

A representação através da gramática são especificações finitas de dispositivos de geração de cadeias. Uma cadeia gerada pela gramática é aceita pelo reconhedor, assim como toda cadeia aceita pelo reconhedor é também gerada pela gramática, portanto são equivalentes (NETO; VEGA; RAMOS, 2009). Gramática pode ser definida como:

Dispositivos generativos, dispositivos de síntese, ou ainda dispositivos de geração de cadeias, as **gramáticas** constituem sistemas formais baseados em regras de substituição, através dos quais é possível sintetizar, de forma exhaustiva, o conjunto das cadeias que compõem uma determinada linguagem (NETO; VEGA; RAMOS, 2009, p.94)

A gramática formal é descrita através de notações matemáticas que evitam que exista qualquer dúvida em relação a sua interpretação. Formalmente, uma gramática pode ser definida pela quádrupla:

$$G = (V, \Sigma, P, S)$$

Onde:

- **V:** é o vocabulário da gramática.
- **Σ :** é o alfabeto da linguagem, também conhecido como símbolos terminais.
- **P:** conjunto de regras de produções.
- **S:** símbolo inicial da gramática.

Define-se também $N = V - \Sigma$ como conjunto de símbolos não terminais da gramática. Σ corresponde ao conjunto de símbolos que podem ser utilizados para formar as sentenças da linguagem que está definindo e N o conjunto dos símbolos intermediários utilizados na estruturação e na geração de sentenças, sem fazer parte da mesma (NETO; VEGA; RAMOS, 2009). A narrativa OCC-RDD possui a restrição de ter um encadeamento de cenas. A cena de catástrofe, por exemplo, não poderá ser apresentada após uma cena objetivo. A dependência entre as cenas obriga que o tipo de linguagem a ser projetada seja uma linguagem dependente de contexto, conhecida também como linguagem do tipo 1 na Hierarquia de Chomsky (CHOMSKY, 1956).

Linguagens recursivamente enumeráveis está além do poder de processamento do computador. As linguagens sensíveis ao contexto são aquelas que as sentenças apresentam características de dependência — ou vinculação — entre trechos distintos. A dependência existente entre as cenas do OCC-RDD e a necessidade de utilizar poucas palavras reservadas para facilitar o uso entre os professores levou a decisão de utilizar para o projeto da linguagem *island grammar* (PARR, 2012)

3.2.1 Gramática Ilha

Gramática Ilha (*island grammar*) faz parte de uma classe especial das gramáticas livres de contexto. Recomenda-se a utilização deste tipo de gramática em casos onde o interesse da análise da

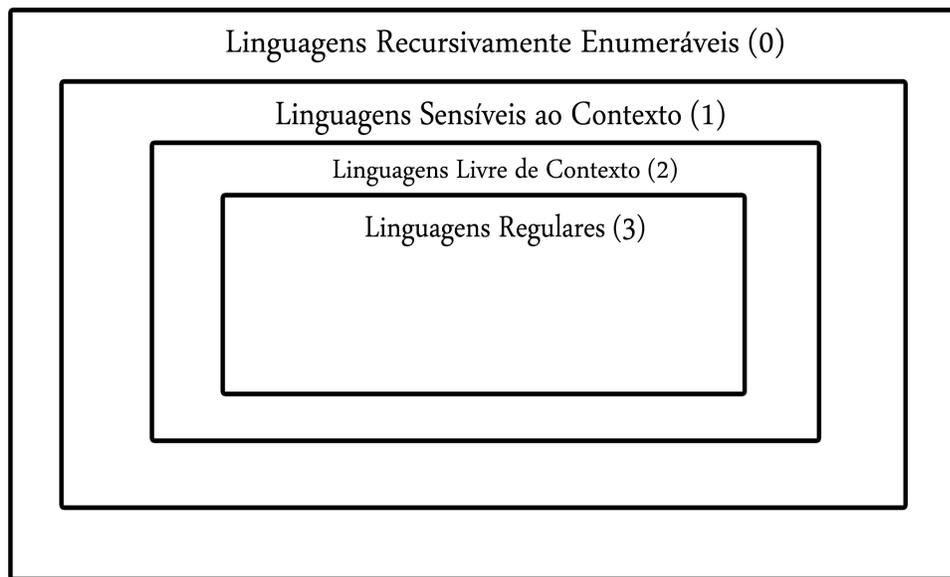


Figura 6: *Representação da Hierarquia de Chomsky*

linguagem está em apenas partes do texto e não na sua totalidade (ARNOLDUS et al., 2012). Neste sentido, uma tal gramática abstrai conteúdos que não são de interesse analítico, essas seções são interpretadas como “água” pelo *parser*. O restante, as regiões de interesse analítico são conhecidas como “ilhas”.

Algumas das aplicações deste tipo de gramática são: geradores de documentos, ambientes de multi-linguagens, avaliação de softwares e transformação automatizada de software.

Formalmente, uma gramática ilha pode ser definida como:

Gramática ilha é uma gramática que consiste em produções detalhadas descrevendo uma certa quantidade de constructos de interesses (as ilhas) e produções liberais que capture o restante (as águas). (VANDERLEEK, 2005, p.9)

Uma outra forma de definir a gramática ilha seria: uma gramática mínima que ajuda a encontrar apenas fatos relevantes. Dentre os benefícios de uso da gramática ilha é possível citar os seguintes: por conta de ter uma definição menor e ter menos ambiguidade, o *parser* será mais rápido. Outra

vantagem é que por não ter uma especificação completa de uma linguagem o *parser* é menos vulnerável a mudanças na estrutura da linguagem.

3.3 Projeto da Linguagem

A aplicação desta classe de gramática no projeto de pesquisa vem do fato de que, para o projeto, apenas as cenas da fábula possuem importância para a análise, pois a partir delas será analisada a possibilidade de existência de ciclos, ilhas e *deadlocks*. Na gramática projetada o conteúdo de cada cena não será foco de análise, sendo tratado como a água durante o projeto da gramática.

Um autômato é equivalente a uma gramática, porém, por se tratar de um modelo visual torna-se algo mais natural para dar-se início ao projeto da gramática. O projeto da gramática teve início com o preparo de um texto narrativo seguindo a estrutura OCC-RDD e a partir dele elaborado um autômato de modo que em sua execução reconhecesse o texto narrativo. A partir do autômato foi gerada a gramática da linguagem projetada. O autômato pode ser visto na figura 7.

A seguir é apresentado um trecho do texto narrativo utilizado na construção da gramática.

Fábula OCC-RDD O Jogo do Escapista

O **Objetivo 01** da aula será consolidar os conceitos apresentados na aula da disciplina orientada a objetos. Para isto será utilizado como plano de fundo o jogo do escapista. Como **Cena de Ligação 01** será apresentado o jogo do escapista e a ideia de desenvolver um modelo comportamental.

Este trecho do texto pode ser reconhecido pelo trecho do autômato da figura 8.

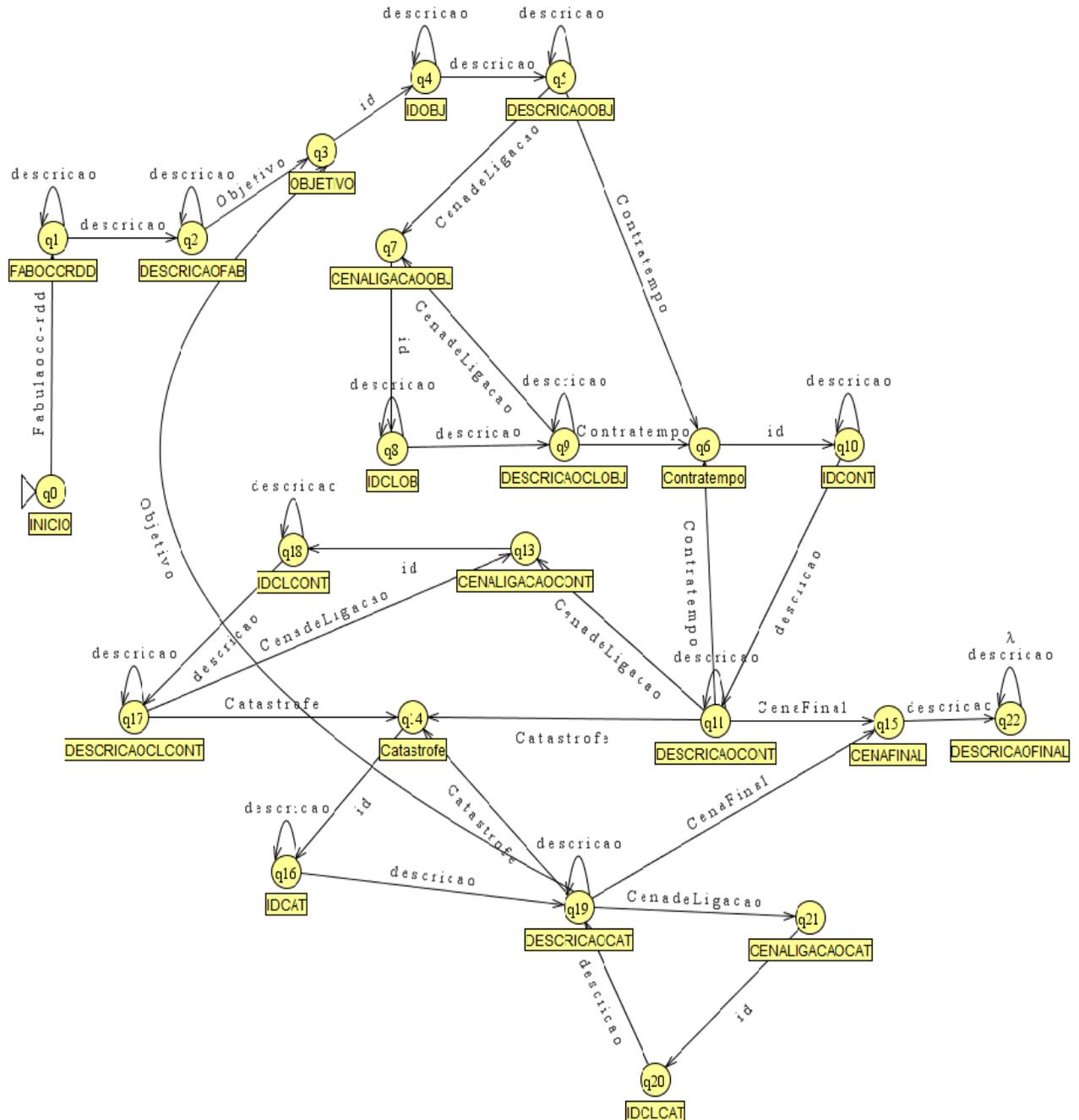


Figura 7: Autômato da linguagem OCC-RDD projetada

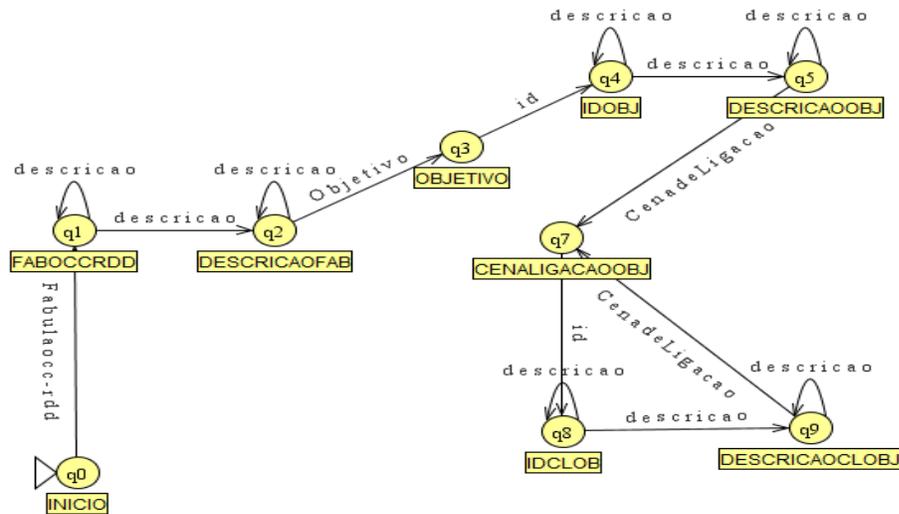


Figura 8: Parte do autômato que reconhece o trecho do texto narrativo.

Ao encontrar a palavra **Fábula OCC-RDD** ocorre uma mudança de estado, ao encontrar a palavra **descrição**, ocorre uma transição para o mesmo estado ou para o estado seguinte, **DESCRICA-OFAB**. A execução do autômato termina quando encontra a palavra **Cena Final** e a sua descrição, qualquer coisa fora disso não é reconhecido pela gramática.

Em relação a gramática, as palavras em negrito — **Fábula OCC-RDD**, **Objetivo**, **Cena de ligação** e **01** — são palavras que apresentam importância para a análise da fábula. Elas são classificadas como as ilhas da gramática, devido ao fato de que a Rede de Petri analisa a estrutura da narrativa construída e estas palavras compõem a mesma. O restante do texto apresenta a descrição da narrativa construída, esta descrição não é importante para a análise e são classificadas como o oceano que cerca as ilhas.

Para o reconhecimento da fábula OCC-RDD o projeto da gramática foi feito utilizando como base o encadeamento de cenas da estrutura narrativa OCC-RDD. As palavras: **objetivo**, **contratempo**, **cena de ligação**, **catástrofe**, **fábula occ-rdd**, **cena final** são palavras que vão aparecer no texto e, portanto, são os símbolos terminais. O trecho da fábula apresentado acima pode ser descrito pelo seguinte trecho da gramática:

$\langle INICIO \rangle ::= \text{'Fabula occ-rdd'} \langle FABOCCRDD \rangle$

$\langle FABOCCRDD \rangle ::= \langle DESCRICAO \rangle \langle DESCRICAOFAB \rangle$

$\langle DESCRICAOFAB \rangle ::= \langle DESCRICAO \rangle \langle DESCRICAOFAB \rangle \text{'Objetivo'} \langle OBJETIVO \rangle$

$\langle OBJETIVO \rangle ::= \langle IDENTIFICADOR \rangle \langle IDOBJ \rangle$

$\langle IDOBJ \rangle ::= \langle DESCRICAO \rangle \langle DESCRICAOOBJ \rangle$

Nesta gramática, a especificação dos identificadores e das descrições corresponde a uma sequência de caracteres alfa-numéricos e a uma sequência de dígitos, respectivamente.

Devido ao encadeamento de cenas, após a descrição da fábula, somente uma cena de objetivo poderá ser escrita. As cenas **objetivo**, **contratempo** e **catástrofe** precisam ter um **identificador** e uma **descrição**. O **identificador** servirá para rastrear os eventuais problemas na estrutura do texto referente à fábula educacional (ciclos, ilhas e *deadlock*) devido ao fato de que uma fábula OCC-RDD pode apresentar mais de um objetivo, mais de um contratempo e também mais de uma catástrofe.

O projeto da gramática da pesquisa deve ser tal que seja possível reconhecer apenas as cadeias formadas pelo encadeamento de cenas proposto no capítulo 2, ou seja, apenas as cadeias formadas pela estrutura narrativa potencializada por Goya (2014), qualquer cadeia diferente daquela não será reconhecida pelo compilador.

Com objetivo de oferecer um recurso para outros padrões de fluxos narrativas, introduziu-se a noção de **cena de ligação** na estrutura narrativa proposta por Goya. Tais cenas podem surgir por intercalação na sequência de cenas da Técnica. Mais especificamente, as cenas de ligação são utilizadas como transições entre as cenas de objetivo - contratempo, contratempo - contratempo, contratempo - objetivo, contratempo - catástrofe, catástrofe - catástrofe e catástrofe-objetivo.

O restante da gramática pode ser descrito da seguinte forma:

$$\langle \text{DESCRICAOOBJ} \rangle ::= \langle \text{DESCRICA} \rangle \langle \text{DESCRICAOOBJ} \rangle \text{'Contratempo'} \langle \text{CONTRATEMPO} \rangle \text{'Cena de Ligacao'} \langle \text{CENALIGACAOOBJ} \rangle$$

$$\langle \text{CENALIGACAOOBJ} \rangle ::= \langle \text{IDENTIFICADOR} \rangle \langle \text{IDCLOB} \rangle$$

$$\langle \text{IDCLOB} \rangle ::= \langle \text{DESCRICA} \rangle \langle \text{DESCRICAOCLOBJ} \rangle$$

$$\langle \text{DESCRICAOCLOBJ} \rangle ::= \text{'Contratempo'} \langle \text{CONTRATEMPO} \rangle \text{'Cena de Ligacao'} \langle \text{CENALIGACAOOBJ} \rangle \langle \text{DESCRICA} \rangle \langle \text{DESCRICAOCLOBJ} \rangle$$

$$\langle \text{CONTRATEMPO} \rangle ::= \langle \text{IDENTIFICADOR} \rangle \langle \text{IDCONT} \rangle$$

$$\langle \text{IDCONT} \rangle ::= \langle \text{DESCRICA} \rangle \langle \text{DESCRICAOCONT} \rangle$$

$$\langle \text{DESCRICAOCONT} \rangle ::= \text{'Cena de Ligacao'} \langle \text{CENALIGACAOCONT} \rangle \text{'Catastrofe'} \langle \text{CATASTROFE} \rangle \text{'Contratempo'} \langle \text{CONTRATEMPO} \rangle \text{'Cena Final'} \langle \text{CENA FINAL} \rangle \langle \text{DESCRICA} \rangle \langle \text{DESCRICAOCONT} \rangle$$

$$\langle \text{CENALIGACAOCONT} \rangle ::= \langle \text{IDENTIFICADOR} \rangle \langle \text{IDCLCONT} \rangle$$

$$\langle \text{IDCLCONT} \rangle ::= \langle \text{DESCRICA} \rangle \langle \text{DESCRICAOCCLCONT} \rangle$$

$$\langle \text{DESCRICAOCCLCONT} \rangle ::= \text{'Cena de Ligacao'} \langle \text{CENALIGACAOCONT} \rangle \langle \text{DESCRICA} \rangle$$

$$\langle \text{DESCRICAOCCLCONT} \rangle \text{'Catastrofe'} \langle \text{CATASTROFE} \rangle$$

$$\langle \text{CATASTROFE} \rangle ::= \langle \text{IDENTIFICADOR} \rangle \langle \text{IDCAT} \rangle$$

$$\langle \text{IDCAT} \rangle ::= \langle \text{DESCRICA} \rangle \langle \text{DESCRICAOCAT} \rangle$$

$$\langle \text{DESCRICAOCAT} \rangle ::= \text{'Cena de Ligacao'} \langle \text{CENALIGACAOCONT} \rangle \text{'Catastrofe'} \langle \text{CATASTROFE} \rangle \text{'Cena Final'} \langle \text{CENAFINAL} \rangle \langle \text{DESCRICA} \rangle \langle \text{DESCRICAOCAT} \rangle$$

$$\langle \text{CENALIGACAOCAT} \rangle ::= \langle \text{IDENTIFICADOR} \rangle \langle \text{IDCLCAT} \rangle$$

$$\langle \text{IDCLCAT} \rangle ::= \langle \text{DESCRICA} \rangle \langle \text{DESCRICAOCAT} \rangle$$

$$\langle \text{DESCRICAOCAT} \rangle ::= \text{'Objetivo'} \langle \text{OBJETIVO} \rangle \text{'Catastrofe'} \langle \text{CATASTROFE} \rangle \text{'Cena de Ligacao'} \langle \text{CENALIGACAOCAT} \rangle \langle \text{DESCRICA} \rangle \langle \text{DESCRICAOCAT} \rangle$$

$\langle CENAFINAL \rangle ::= \langle DESCRICAO \rangle \langle DESCRICAOFINAL \rangle$

$\langle DESCRICAOFINAL \rangle ::= \langle DESCRICAO \rangle \langle DESCRICAOFINAL \rangle '\lambda'$

A gramática acima é responsável por reconhecer a o texto narrativo OCC-RDD escrito pelo professor.

3.4 Definição Formal da Gramática OCC-RDD

A gramática descrita acima pode ser formalmente definida pela quádrupla a seguir:

$$G_{ocrrdd} = (V, \Sigma, P, S)$$

onde:

$V = \{ \text{fabula occ-rdd, Objetivo, Contratempo, Cena de Ligacao, Catastrofe, cena final, FABOCCRDD, DESCRICAO, DESCRICAOFAB, OBJETIVO, IDENTIFICADOR, IDOBJ, DESCRICAOOBJ, CONTRATEMPO, CENALIGACAOOBJ, IDCLOBJ, CONTRATEMPO, CENALIGACAOCONT, DESCRICAOCONT, CATASTROFE, IDCONT, DESCRICAOCAT, DESCRICAOCLCONT, DESCRICAOCLCAT, IDCAT, IDCLCAT, IDCLCONT, CENAFINAL, DESCRICAOFINAL} \}$

$\Sigma = \{ \text{fabula occ-rdd, Objetivo, Contratempo, Cena de Ligacao, Catastrofe, cena final} \}$

$P = \{ \text{INICIO} \rightarrow \text{Fabula occ-rdd FABOCCRDD}, \text{FABOCCRDD} \rightarrow \text{DESCRICAO DESCRICAOFAB}, \text{DESCRICAOFAB} \rightarrow \text{DESCRICAO DESCRICAOFAB}, \text{DESCRICAOFAB} \rightarrow \text{Objetivo OBJETIVO}, \text{OBJETIVO} \rightarrow \text{IDENTIFICADOR IDOBJ}, \text{IDOBJ} \rightarrow \text{DESCRICAO DESCRICAOOBJ}, \text{IDENTIFICADOR} \rightarrow [0-9]^*, \text{DESCRICAO} \rightarrow [a-zA-Z]^*, \text{DESCRICAOOBJ} \rightarrow \text{DESCRICAO DESCRICAOOBJ}, \text{DESCRICAOOBJ} \rightarrow \text{Contratempo CONTRATEMPO}, \text{DESCRICAOOBJ} \rightarrow \text{Cena de Ligacao CENALIGACAOOBJ}, \text{CENALIGACAOOBJ} \rightarrow \text{IDENTIFICADOR IDCLOB}, \text{IDCLOB} \rightarrow \text{DESCRICAO DESCICAOCLOBJ},$

DESCRICAOCLOBJ \rightarrow Contratempo CONTRATEMPO, DESCRICAOCLOBJ \rightarrow Cena de Ligacao
 CENALIGACAOOBJ, DESCRICAOCLOBJ \rightarrow DESCRICAO DESCRICAOCLOBJ, CONTRATEMPO \rightarrow
 IDENTIFICADOR IDCONT, IDCONT \rightarrow DESCRICAO DESCRICAOCONT, DESCRICAOCONT \rightarrow Cena
 de Ligacao CENALIGACAOCONT, DESCRICAOCONT \rightarrow Catastrofe
 CATASTROFE, DESCRICAOCONT \rightarrow Contratempo CONTRATEMPO, DESCRICAOCONT \rightarrow Cena Final
 CENAFINAL, DESCRICAOCONT \rightarrow DESCRICAO DESCRICAOCONT, CENALIGACAOCONT \rightarrow IDENTIFICADOR
 IDCLCONT, IDCLCONT \rightarrow DESCRICAO DESCRICAOCCLCONT, DESCRICAOCCLCONT \rightarrow Cena de Ligacao
 CENALIGACAOCONT, DESCRICAOCCLCONT \rightarrow DESCRICAO DESCRICAOCCLCONT, DESCRICAOCCLCONT
 \rightarrow Catastrofe CATASTROFE, CATASTROFE \rightarrow IDENTIFICADOR IDCAT, IDCAT \rightarrow DESCRICAO
 DESCRICAOCAT, DESCRICAOCAT \rightarrow Cena de Ligacao CENALIGACAOCONT, DESCRICAOCAT \rightarrow
 Catastrofe CATASTROFE, DESCRICAOCAT \rightarrow Cena Final CENAFINAL, DESCRICAOCAT \rightarrow DESCRICAO
 DESCRICAOCAT, CENALIGACAOCAT \rightarrow IDENTIFICADOR IDCLCAT, IDCLCAT \rightarrow
 DESCRICAO DESCRICAOCAT, DESCRICAOCAT \rightarrow Objetivo OBJETIVO, DESCRICAOCAT \rightarrow
 Catastrofe CATASTROFE, DESCRICAOCAT \rightarrow Cena de Ligacao CENALIGACAOCAT, DESCRICAOCAT
 \rightarrow DESCRICAO DESCRICAOCAT, CENAFINAL \rightarrow DESCRICAO DESCRICAOFINAL, DESCRICAOFINAL
 \rightarrow DESCRICAO DESCRICAOFINAL, DESCRICAOFINAL $\rightarrow \lambda$

S = {INICIO}

4 REDE DE PETRI

4.1 Definição

O uso de Redes de Petri como apoio ao projeto de textos narrativos de um jogo contribui para a melhoria da sua qualidade. Tais modelos são utilizados para verificar as propriedades da narrativa preparada (EL-SATTAR, 2012) devido ao fato de muitos jogos utilizarem a não linearidade da narrativa de modo a criar um jogo mais imersivo para o jogador. Originalmente, um modelo Rede de Petri proporcionava a expressão de uma estrutura conveniente para o estudo de sistemas com componentes concorrentes (PETRI, 1962). Ao longo do tempo, diversas extensões foram propostas, visando ampliar a sua expressividade. Como ilustração tem-se as Redes de Petri numéricas (SIMONS, 1978) e as Redes de Petri coloridas (JENSEN, 1983).

No projeto de pesquisa será utilizada a Rede de Petri. Neste modelo, quatro elementos de modelagem são utilizados, são eles:

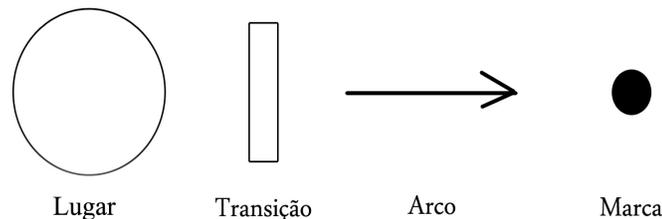


Figura 9: *Elementos de modelagem de uma Rede de Petri*

- **Lugar:** São utilizados para modelar os componentes passivos de um sistema. São as variáveis de estado.
- **Transições:** São utilizados para modelar os componentes ativos de um sistema, ou seja, os eventos que levam de um estado a outro.
- **Arcos:** São utilizados para especificar a transformação de um lugar em outro de acordo com

as ações no sistema.

Formalmente, uma RP (Rede de Petri) é definida como uma quintupla, $PN = (P, T, F, W, M_0)$ (MURATA, 1989), onde:

$P = \{p_1, p_2, \dots, p_m\}$ é um conjunto finito de lugares (estados).

$T = \{t_1, t_2, \dots, t_n\}$ é um conjunto finito de transições.

$F \subseteq (PxT) \cup (TxP)$ é um conjunto de arcos (relação de fluxo).

$W: F \rightarrow \{1, 2, 3, \dots\}$ é o peso de uma função.

$M_0: P \rightarrow \{0, 1, 2, 3, \dots\}$ é a marcação inicial.

$P \cap T = \emptyset$ e $P \cup T \neq \emptyset$.

Uma estrutura de Rede de Petri sem especificação inicial é denotada por:

$$N = (P, T, F, W).$$

Uma rede de Petri com a marcação inicial é denotada por (N, M_0)

Uma RP tem seus elementos conectados de acordo com a figura 10.

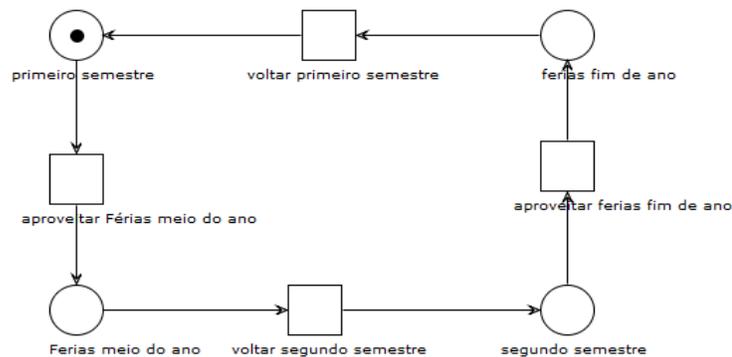


Figura 10: *Exemplo de uma Rede de Petri*

Fonte: retirado do LACA (FRANCES, 2003)

O exemplo acima de uma Rede de Petri é formalmente definido por:

$PN_{anoletivo} = (P, T, F, W, M_0)$, onde

$P = \{ \text{primeiro semestre, ferias meio do ano, segundo semestre, ferias fim de ano} \}$

$T = \{ \text{aproveitar ferias meio do ano, voltar segundo semestre, aproveitar ferias fim de ano, voltar primeiro semestre} \}$

$F = \{ F(\text{aproveitar ferias meio do ano}) = [\text{primeiro semestre}], F(\text{voltar segundo semestre}) = [\text{ferias meio do ano}], F(\text{aproveitar ferias fim de ano}) = [\text{segundo semestre}], F(\text{voltar primeiro semestre}) = [\text{ferias fim do ano}] \}$

$W = \{ W_{\text{primeirosemestre}} = 1, W_{\text{feriasmeiodoano}} = 1, W_{\text{segundosemestre}} = 1, W_{\text{feriasfimdoano}} = 1 \}$

$M_0 = (\text{primeiro semestre})$

4.2 Propriedades da Rede de Petri no OCC-RDD

As propriedades de um texto narrativo modelado por meio de uma Rede de Petri podem ser simuladas da seguinte maneira. Interpreta-se a marcação inicial da rede como o início de um fluxo narrativo.

O progresso das marcas ao longo da estrutura simula uma particular ocorrência do processo de narração.

O conjunto dos movimentos das marcas pode ser registrado de tal forma a originar o que se conhece por árvore de alcançabilidade.

Considerando a análise das características da Rede de Petri é possível utilizar a árvore de alcançabilidade para realizar a análise das propriedades do texto narrativo.

Levando-se em consideração o contexto da pesquisa, as seguintes propriedades serão analisadas por meio de uma Rede de Petri:

Alcançabilidade

a Rede de Petri esta propriedade indica se, dado um determinado estado é alcançável a partir de uma sequência de disparos de transições. No contexto OCC-RDD esta propriedade será utilizada para analisar as possíveis ilhas da fábula. Dada uma determinada cena, se não existir uma sequência de disparos de transição que leve até ela, a mesma será considerada uma ilha.

Vivacidade

esta propriedade determina se a rede é viva se existir sempre ao menos uma transição habilitada para o disparo. Esta propriedade trata de analisar possíveis deadlocks. No contexto OCC-RDD caso exista uma cena, porém não exista uma transição para a cena seguinte, será um deadlock. Esta propriedade também analisa se existe um ciclo. Dada uma sequência, caso repita sempre os mesmos estados e não existe possibilidade de mudar o caminho é um ciclo. Na fábula OCC-RDD dada uma cena e uma sequência de transição, caso ela sempre fique no mesmo caminho e não exista a cena final é considerado um ciclo.

4.3 Análise da Rede de Petri

A análise de uma Rede de Petri (MURATA, 1989) pode ser feita através da árvore de alcançabilidade. Utilizando uma árvore de alcançabilidade é possível descrever todos os possíveis estados do sistema e a sequência de disparos para alcançá-los. Dada a marcação inicial, a partir das transições habilitadas pode-se obter as outras marcações. Na árvore de alcançabilidade são utilizados dois conceitos: *dead-end*, para indicar marcações na qual não existe transições habilitadas e *old*, indicando que a marcação já existe em algum nó de nível inferior. Em redes não limitadas a árvore pode crescer infinitamente. Assim, é utilizado o símbolo w para representar uma marcação que

tende ao infinito. A árvore de alcançabilidade do exemplo anterior ficaria de acordo com a figura 11.

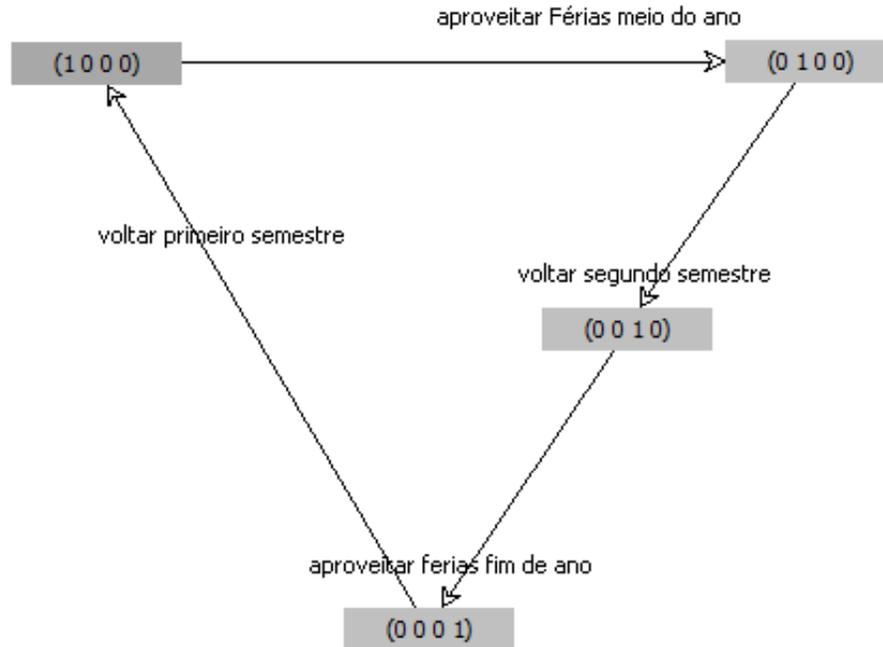


Figura 11: *Grafo de alcançabilidade da Rede de Petri do modelo anterior*

A partir dela é possível verificar que a rede não possui deadlock e ilhas. Devido ao fato de que todos os estados são atingíveis. Porém, a rede é um ciclo, pois todos os estados são repetidos e não existe a possibilidade de mudar. Na pesquisa será utilizada a ferramenta WoPeD que a partir de uma Rede de Petri produz a árvore de alcançabilidade e também a análise da mesma.

5 ESTUDO DE CASO

Para exemplificar o reconhecimento de um texto OCC-RDD preparado na linguagem projetada, serão apresentados neste capítulo quatro roteiros de uma aula para o curso de ciência da computação na disciplina de programação orientada a objetos. O roteiro principal apresentado foi preparado com o auxílio do professor e apresentado no curso de ciência da computação da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP).

As fábulas preparadas utilizam como plano de fundo um jogo educacional chamado **O Jogo do Escapista**. Nesta história um personagem da fábula, Fubã, assiste um filme e a partir dele se inspira para criar um Jogo. O jogo apresenta similaridade com o jogo da forca, porém, ao invés de a cada letra errada uma parte do corpo é adicionada a forca o personagem do jogo começa preso, a cada letra correta ele perde uma aljava e a cada letra incorreta uma unidade de energia vital é decrescida. A energia vital é calculada a partir da palavra secreta, sendo: Energia = quantidade de letra da palavra x 2. Ao chegar a 0 a energia vital, o jogo se encerra e o jogador perde.

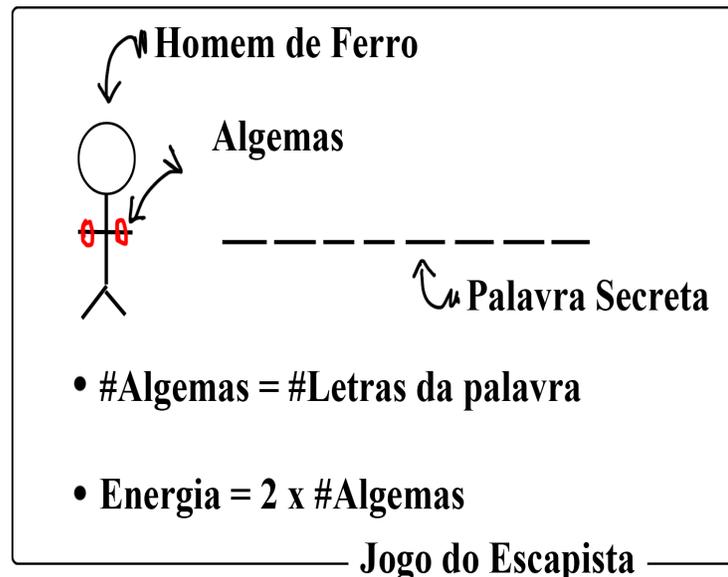


Figura 12: Representação contextual do problema do Jogo do Escapista

Para solucionar este problema o *aprendiz* precisará lembrar alguns conceitos fundamentais da matéria, dentre eles: definição de classe e objeto, conceitos sobre diagrama de sequência de mensagem, conceitos sobre diagrama de classe, estruturas de dados e conceitos de programação. Estes conceitos serão abordados durante as cenas de contratempo e, somente após lembrá-los poderá continuar a fábula. O problema apresentado iniciar-se-á com a apresentação do objetivo: consolidar os conceitos abordados na disciplina de programação orientada a objetos (POO) por meio do desenvolvimento do Jogo do Escapista. Para exemplificar o uso da gramática projetada na pesquisa o **Jogo do Escapista** será escrito de acordo com a mesma.

5.1 Estudo de Caso 01: Texto Narrativo Sem Problemas Estruturais

Fábula OCC-RDD: O Jogo do Escapista

O **Objetivo 01** da aula será consolidar os conceitos apresentados na aula da disciplina orientada a objetos. Para isto será utilizado como plano de fundo o jogo do escapista. A história inicia-se com o personagem Fubã conversando na lanchonete com o seu amigo Espec, relatando que na noite anterior ele foi ao cinema assistir ao filme Homem de Ferro. Fubã relata que uma das cenas que mais o impressionou foi quando o personagem ficou preso e precisou se libertar. Ainda pensando no filme e na cena que mais o impactou, Fubã decide criar um jogo onde o personagem está preso e precisa se libertar.

Como **Cena de Ligação 01** Fubã dirige-se até a biblioteca e começa a rascunhar uma contextualização do problema. Existe um personagem chamado Homem de Ferro e ele está preso. o objetivo do jogador é adivinhar a palavra secreta e a libertar o personagem. A cada letra incorreta uma energia é diminuída do personagem, caso chegue a 0 ele morrerá. A quantidade de algemas que o está prendendo é igual a quantidade de letras da palavra e a quantidade de energia é igual a duas vezes a quantidade de algemas. Contextualizando o problema, Fubã decide preparar um modelo comportamental

do problema.

Antes de preparar um modelo comportamental é importante lembrar os conceitos envolvidos no diagrama de sequência de mensagens. Para isto, é apresentado como **Contratempo 01** a figura abaixo com o objetivo de levar o estudante a identificar os elementos do diagrama.

Exercício: Identifique os elementos do DSM (Diagrama de Sequência de Mensagens)

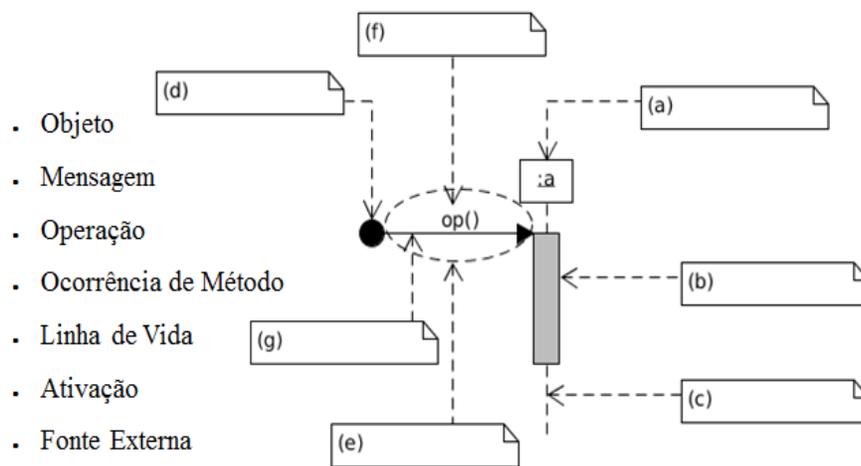


Figura 13: *Contratempo OCC-RDD: diagrama de sequência de mensagens.*

Após identificar os elementos do diagrama, Fubã rascunha um ICA (interface com ambiente) para ajudá-lo a identificar alguns requisitos da aplicação de *software*.



Figura 14: *ICA do Jogo do Escapista*

Durante o levantamento de requisitos Fubã identificou que um dos requisitos da

aplicação de *software* é a necessidade do jogador **tentar letra**. Para o funcionamento do jogo é necessário que o usuário informe uma letra e a partir dela irá diminuir a energia do personagem ou liberar uma algaema de acordo com erros ou acertos.

Como **Contratempo 02** será apresentado um diagrama contendo algumas lacunas. O aprendiz deverá analisar o diagrama de sequência e preencher com os nomes dos métodos faltantes.

Exercício: Identifique as operações faltantes no DSM do Fubã

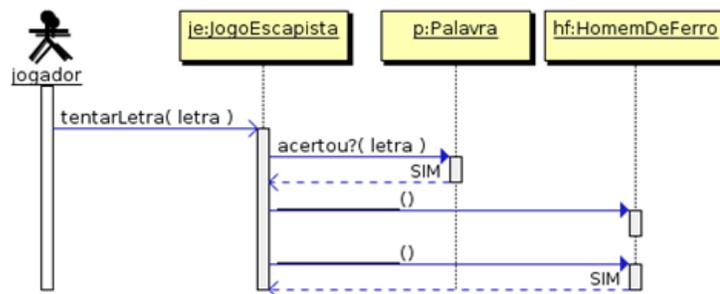


Figura 15: *Contratempo 2 da fábula do Jogo Escapista*

Após descobrir os métodos faltantes, Fubã encontra novamente o seu amigo Espec e mostra para ele o que desenvolveu. Espec avalia o diagrama e parabeniza o seu amigo e sugere a ele que elabore um diagrama de objetos (DOB) com o objetivo de revelar a estrutura da computação.

O **Contratempo 03** será um exercício onde o aprendiz precisará relembrar os conceitos envolvidos no diagrama de objeto.

Exercício: Identifique os elementos do Diagrama de Objetos (DOB)

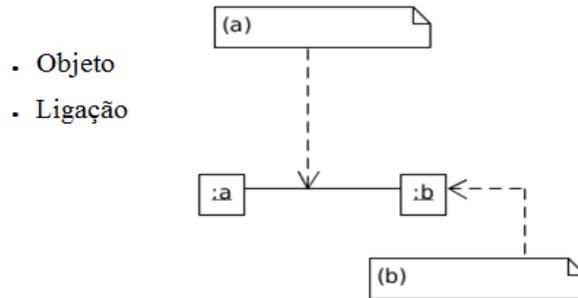


Figura 16: *Contratempo 3 da fábula do Jogo Escapista*

Após lembrar os conceitos envolvidos no diagrama de objetos o aprendiz seguirá em direção a primeira catástrofe da fábula. Na **Catástrofe 01** será verificado se o aprendiz realmente entendeu os diagramas e qual a relação entre o diagrama de sequência de mensagem (DSM) e o diagrama de objetos (DOB). Para isso, o aprendiz deverá, a partir do DSM, elaborar o DOB correspondente.

Exercício: A partir do DSM apresentado faça um DOB

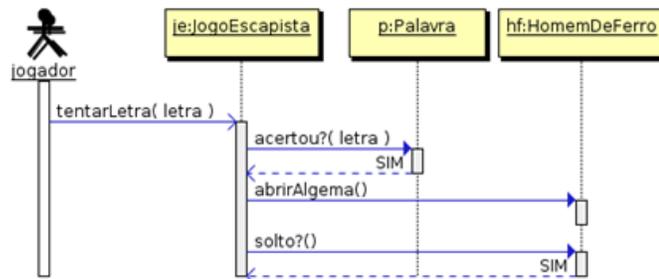


Figura 17: *Catástrofe 01 da fábula do Jogo Escapista*

Após elaborar o **DOB** o resultado do aprendiz deverá ser o mesmo da figura 18.

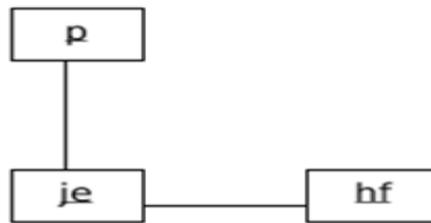


Figura 18: *Representação de objetos do exercício da catástrofe*

Após Fubã produzir o seu diagrama de objetos, novamente Espec aparece na biblioteca e olha o que seu amigo conseguiu fazer. Espec parabeniza o Fubã e o convence a fazer um diagrama de classe (DCL) para especificar a estrutura de seu programa. um novo **Objetivo 02** surge na história, agora será preciso utilizar um DCL para escrever o código-fonte do jogo do escapista.

Com o novo objetivo, surge também o **Contratempo 04** de lembrar a relação entre objeto e classe. Espera-se que o aprendiz lembre que numa definição simples, objeto é a instância de uma classe.

Ao lembrar a relação entre classe e objeto, o aprendiz será exposto a uma outra **Catástrofe 02**, com os diagramas elaborados, como programar o Jogo do Escapista?

Após preparar o texto narrativo, para verificar a existência de ciclos, ilhas ou *deadlock* deverá ser produzida uma Rede de Petri. Ao analisar o texto e encontrar as palavras reservadas a mesma começa a produzir os lugares e a sua transição. Ao encontrar, por exemplo, a palavra **contratempo**, de acordo com a estrutura narrativa, sabe-se que as únicas cenas possíveis será uma **cena de ligação**, ou uma cena de **contratempo** ou uma cena **catástrofe**. Encontrando a palavra **contratempo** e após uma cena **catástrofe**, sabe-se que existe um *lugar* chamado **contratempo** e uma transição até um *lugar* chamado **catástrofe**. Após realizar a leitura do texto e a construção da Rede de Petri, um modelo similar ao da figura 19 será produzido.

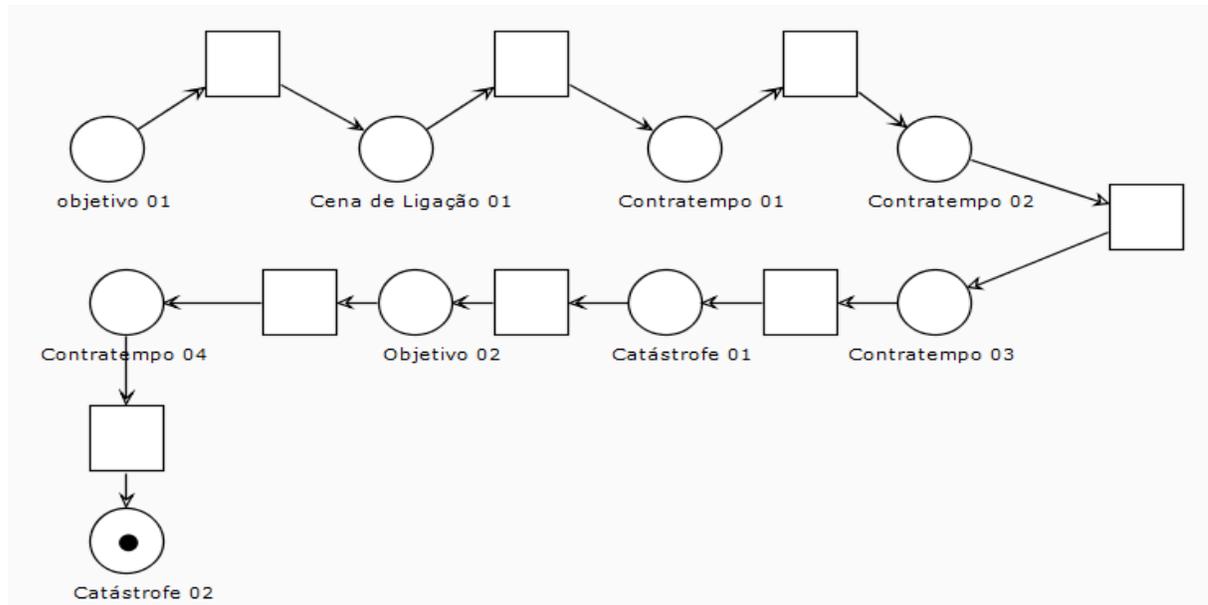


Figura 19: Rede de Petri da fábula OCC-RDD escrita

A análise do modelo envolverá uma outra ferramenta: WoPeD (**W**orkflow **P**etri **N**et **D**esigner). Esta ferramenta é *open-source* e foi desenvolvida na *Cooperative State University Karlsruhe*. O principal objetivo desta ferramenta é promover um ambiente fácil para modelagem, simulação e análise de redes. Após a construção da Rede de Petri a mesma é carregada nesta ferramenta e através dela gerada a árvore de alcançabilidade da rede.

Através desta árvore, a ferramenta WoPeD permite realizar uma análise e descobrir se a mesma possui alguma das propriedades indesejadas (ciclo, ilha e/ou *deadlock*)

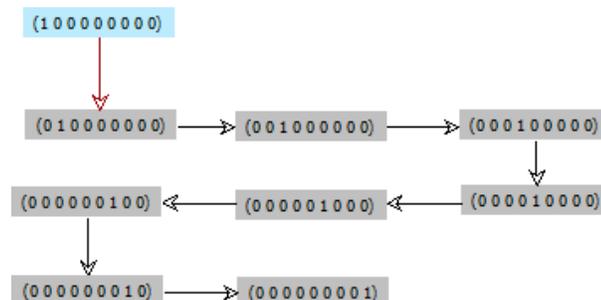


Figura 20: Árvore de Alcançabilidade da Rede de Petri da fábula OCC-RDD

Diante da árvore de alcançabilidade produzida, é possível fazer a seguinte análise:

- a) A fábula OCC-RDD não possui ciclos;
- b) Todos os estados são atingíveis, ou seja, não existem ilhas na fábula;
- c) Dado um estado com uma marca todos os estados possuem uma transição para o próximo estado, ou seja, não existe *deadlock*.

5.2 Estudo de Caso 02: Texto Narrativo com Ciclo

O segundo exemplo do texto narrativo apresenta um texto onde é possível encontrar um ciclo. Assim como nos exemplos anteriores o Jogo do Escapista será utilizado como plano de fundo para a escrita do estudo de caso.

Fábula OCC-RDD: O Jogo do Escapista

O **Objetivo 01** da aula será consolidar os conceitos apresentados na aula da disciplina orientada a objetos. Para isto será utilizado como plano de fundo o jogo do escapista. A história inicia-se com o personagem Fubã conversando na lanchonete com o seu amigo Espec, relatando que na noite anterior ele foi ao cinema assistir ao filme Homem de Ferro. Fubã relata que uma das cenas que mais o impressionou foi quando o personagem ficou preso e precisou se libertar. Ainda pensando no filme e na cena que mais o impactou, Fubã decide criar um jogo onde o personagem está preso e precisa se libertar.

Como **Cena de Ligação 01** Fubã dirige-se até a biblioteca e começa a rascunhar uma contextualização do problema. Existe um personagem chamado Homem de Ferro e ele está preso. o objetivo do jogador é adivinhar a palavra secreta e a libertar o personagem. A cada letra incorreta uma energia é diminuída do personagem, caso chegue a 0 ele morrerá. A quantidade de algemas que o está prendendo é igual a quantidade de

letras da palavra e a quantidade de energia é igual a duas vezes a quantidade de alge-
mas. Contextualizando o problema, Fubã decide preparar um modelo comportamental
do problema.

Antes de preparar um modelo comportamental é importante lembrar os conceitos
envolvidos no diagrama de sequência de mensagens. Para isto, é apresentado como
Contratempo 01 a figura abaixo com o objetivo de levar o estudante a identificar os
elementos do diagrama.

Exercício: Identifique os elementos do DSM (Diagrama de Sequência de Mensagens)

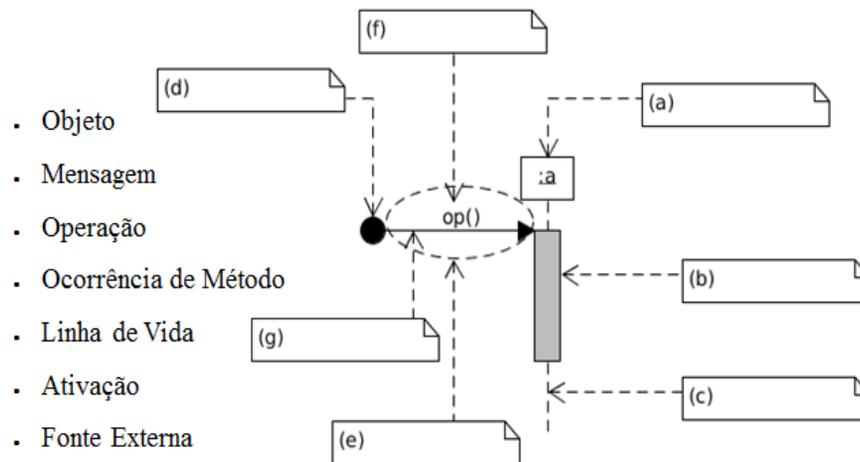


Figura 21: *Contratempo OCC-RDD: diagrama de sequência de mensagens.*

Após identificar os elementos do diagrama, Fubã retorna a biblioteca e descobre
que existe uma outra forma de representar um modelo comportamental, através do
Diagrama de Comunicação de Objetos (DCO). Neste diagrama são utilizados como
elementos de modelagem o objeto, ligação, mensagem, símbolo inicial e símbolo final.
Fubã também descobre que um DCO e um DSM são equivalentes, porém um apre-
senta o tempo em que a troca de mensagens ocorre. Fubã decide elaborar um modelo
comportamental utilizando o DSM, mas para isto é importante lembrar os conceitos
envolvidos no diagrama de sequência de mensagens. Para isto, é apresentado como

Contratempo 01 a figura abaixo com o objetivo de levar o estudante a identificar os elementos do diagrama.

Exercício: Identifique os elementos do DSM
(Diagrama de Sequência de Mensagens)

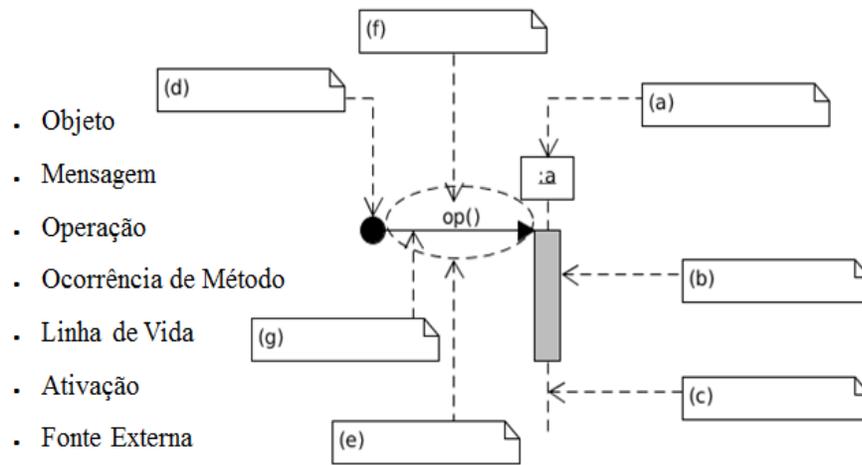


Figura 22: *Contratempo OCC-RDD: diagrama de sequência de mensagens.*

Na **Cena Final 01** Fubã apresenta a resolução do exercício, junto com os diagramas (DSM, DCO, DCL e DOB) da aplicação de *software*.

Ao analisar o texto acima, uma RP é gerada apresentando as cenas envolvidas nesta narrativa, porém é perceptível que a narrativa apresentada apresenta um ciclo, impossibilitando que chegue a cena final.

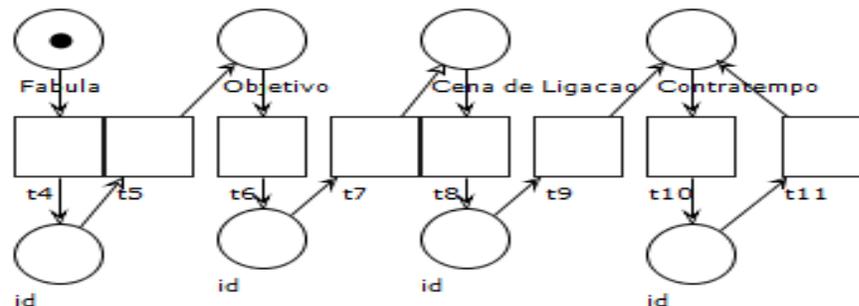


Figura 23: *Rede de Petri da narrativa a qual apresenta um ciclo em sua estrutura.*

A partir da análise da RP uma AA é gerada para a análise. Nesta árvore gerada fica evidente que a RP possui um ciclo e que, portanto, na interpretação de uma narrativa OCC-RDD a narrativa nunca alcançará a cena final da história, apresentando um problema em sua estrutura.

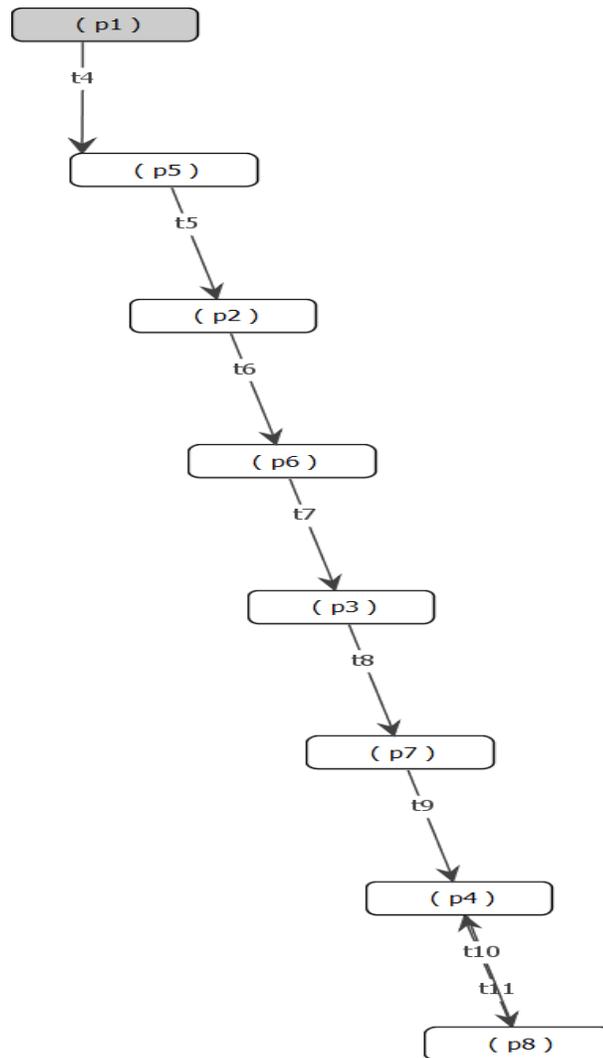


Figura 24: AA do texto narrativo com ciclos.

Observando a AA é possível visualizar o ciclo entre **p4** e **p8**, pois existe uma transição bidirecional entre eles.

5.3 Estudo de Caso 03: Texto Narrativo com Deadlock

Neste terceiro estudo de caso será preparado um exemplo de um texto narrativo OCC-RDD, porém, neste exemplo será inserida um dos possíveis problemas na construção deste texto narrativo, um *deadlock*.

Fábula OCC-RDD: O Jogo do Escapista

O **Objetivo 01** da aula será consolidar os conceitos apresentados na aula da disciplina orientada a objetos. Para isto será utilizado como plano de fundo o jogo do escapista. A história inicia-se com o personagem Fubã conversando na lanchonete com o seu amigo Espec, relatando que na noite anterior ele foi ao cinema assistir ao filme Homem de Ferro. Fubã relata que uma das cenas que mais o impressionou foi quando o personagem ficou preso e precisou se libertar. Ainda pensando no filme e na cena que mais o impactou, Fubã decide criar um jogo onde o personagem está preso e precisa se libertar.

Como **Cena de Ligação 01** Fubã dirige-se até a biblioteca e começa a rascunhar uma contextualização do problema. Existe um personagem chamado Homem de Ferro e ele está preso. o objetivo do jogador é adivinhar a palavra secreta e a libertar o personagem. A cada letra incorreta uma energia é diminuída do personagem, caso chegue a 0 ele morrerá. A quantidade de algemas que o está prendendo é igual a quantidade de letras da palavra e a quantidade de energia é igual a duas vezes a quantidade de algemas. Contextualizando o problema, Fubã decide preparar um modelo comportamental do problema.

Antes de preparar um modelo comportamental é importante relembrar os conceitos envolvidos no diagrama de sequência de mensagens. Para isto, é apresentado como **Contratempo 01** a figura abaixo com o objetivo de levar o estudante a identificar os elementos do diagrama.

Exercício: Identifique os elementos do DSM (Diagrama de Sequência de Mensagens)

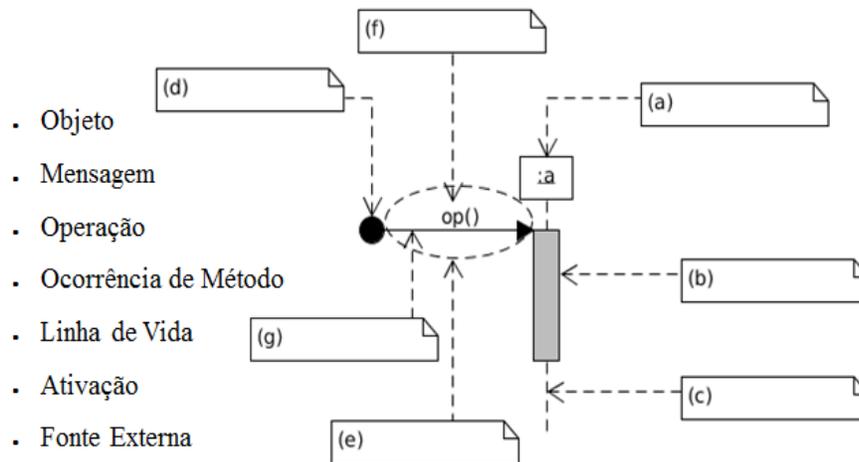


Figura 25: *Contratempo OCC-RDD: diagrama de sequência de mensagens.*

Após identificar os elementos do diagrama, Fubã rascunha um ICA (interface com ambiente) para ajudá-lo a identificar alguns requisitos da aplicação de *software*.

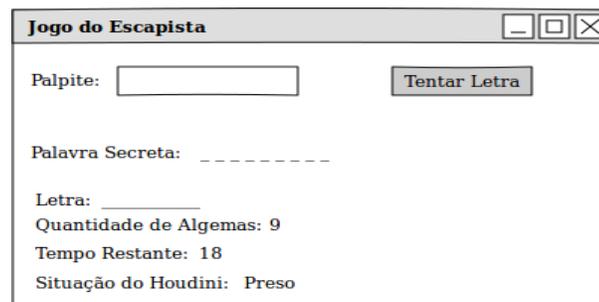


Figura 26: *ICA do Jogo do Escapista*

Durante o levantamento de requisitos Fubã identificou que um dos requisitos da aplicação de *software* é a necessidade do jogador **tentar letra**. Para o funcionamento do jogo é necessário que o usuário informe uma letra e a partir dela irá diminuir a energia do personagem ou liberar uma alga de acordo com erros ou acertos.

Como **Contratempo 02** será apresentado um diagrama contendo algumas lacunas. O aprendiz deverá analisar o diagrama de sequência e preencher com os nomes dos

métodos faltantes.

Exercício: Identifique as operações faltantes no DSM do Fubã

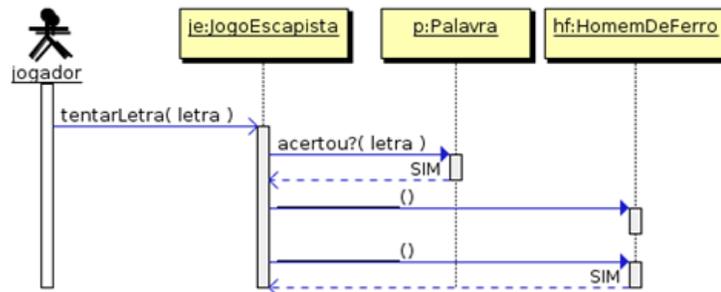


Figura 27: Contratempo 2 da fábula do Jogo Escapista

Após descobrir os métodos faltantes, Fubã encontra novamente o seu amigo Espec e mostra para ele o que desenvolveu. Espec avalia o diagrama e parabeniza o seu amigo e sugere a ele que elabore um diagrama de objetos (DOB) com o objetivo de revelar a estrutura da computação.

No texto narrativo acima após a cena do segundo contratempo a narrativa passará para um terceiro contratempo. Neste caso, a narração ainda não chegou na cena final e não existe uma próxima cena, portanto surge um *deadlock*.

O texto narrativo ao ser analisado produz a Rede de Petri da figura 28.

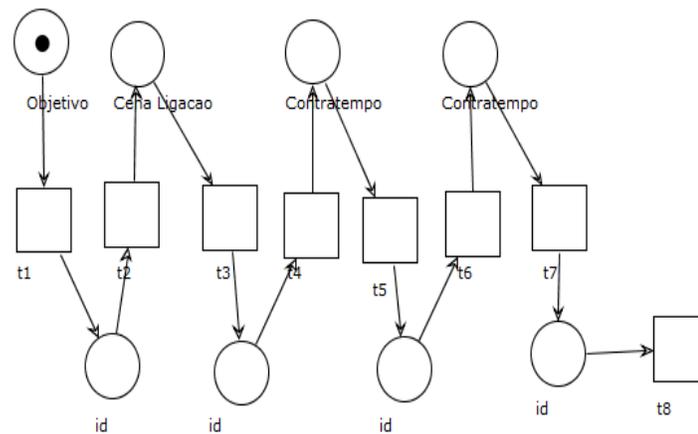


Figura 28: *Rede de Petri do texto narrativo com deadlock*

Após a criação da Rede de Petri a mesma é inserida na ferramenta WoPeD e através dela gerada a árvore de alcançabilidade da figura 29.

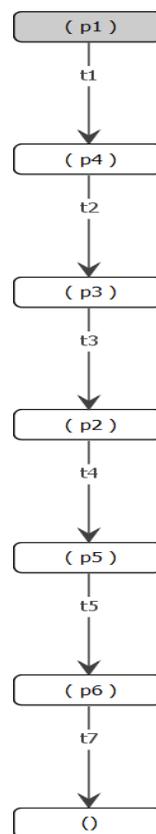


Figura 29: *Árvore de Alcançabilidade da Rede de Petri do texto narrativo com deadlock*

Através da árvore de alcançabilidade é possível verificar que o texto narrativo apresentado possui um problema estrutural chamado *deadlock*.

5.4 Estudo de Caso 04: Texto Narrativo com Ilha

Com o objetivo de demonstrar uma RP e uma AA a qual apresenta outra das propriedades estruturais indesejada (ilha). Foi construída uma narrativa a qual durante a sua construção foi inserida de modo proposital uma ilha. A inserção dela neste texto impossibilitará que a narrativa chegue até a cena final da história.

Fábula OCC-RDD: O Jogo do Escapista

O **Objetivo 01** da aula será consolidar os conceitos apresentados na aula da disciplina orientada a objetos. Para isto será utilizado como plano de fundo o jogo do escapista. A história inicia-se com o personagem Fubã conversando na lanchonete com o seu amigo Espec, relatando que na noite anterior ele foi ao cinema assistir ao filme Homem de Ferro. Fubã relata que uma das cenas que mais o impressionou foi quando o personagem ficou preso e precisou se libertar. Ainda pensando no filme e na cena que mais o impactou, Fubã decide criar um jogo onde o personagem está preso e precisa se libertar.

Como **Cena de Ligação 01** Fubã dirige-se até a biblioteca e começa a rascunhar uma contextualização do problema. Existe um personagem chamado Homem de Ferro e ele está preso. o objetivo do jogador é adivinhar a palavra secreta e a libertar o personagem. A cada letra incorreta uma energia é diminuída do personagem, caso chegue a 0 ele morrerá. A quantidade de algemas que o está prendendo é igual a quantidade de letras da palavra e a quantidade de energia é igual a duas vezes a quantidade de algemas. Contextualizando o problema, Fubã decide preparar um modelo comportamental do problema.

Antes de preparar um modelo comportamental é importante lembrar os conceitos envolvidos no diagrama de sequência de mensagens. Para isto, é apresentado como **Contratempo 01** a figura abaixo com o objetivo de levar o estudante a identificar os elementos do diagrama.

Exercício: Identifique os elementos do DSM (Diagrama de Sequência de Mensagens)

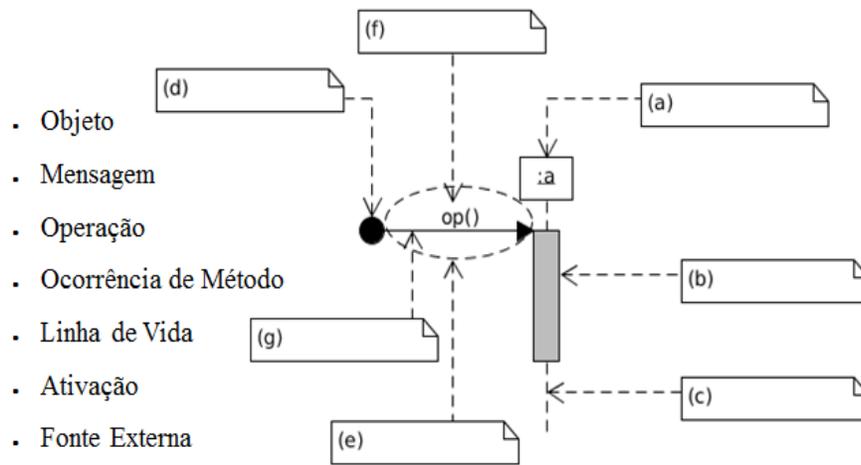


Figura 30: *Contratempo OCC-RDD: diagrama de sequência de mensagens.*

Após identificar os elementos do diagrama, Fubã rascunha um ICA (interface com ambiente) para ajudá-lo a identificar alguns requisitos da aplicação de *software*.

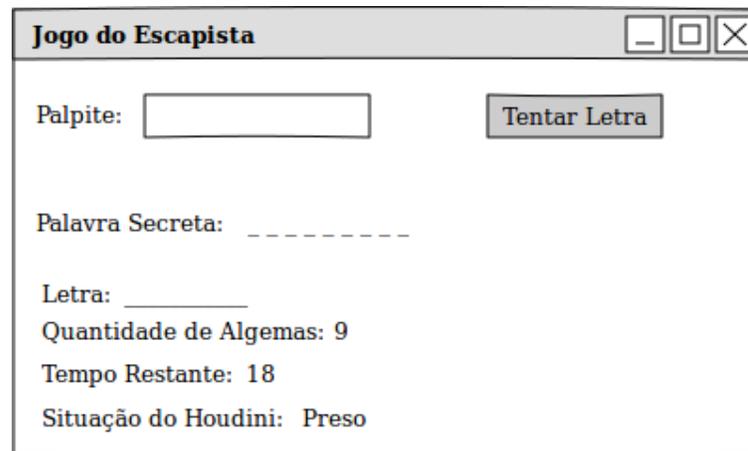


Figura 31: *ICA do Jogo do Escapista*

Durante o levantamento de requisitos Fubã identificou que um dos requisitos da aplicação de *software* é a necessidade do jogador **tentar letra**. Para o funcionamento do jogo é necessário que o usuário informe uma letra e a partir dela irá diminuir a energia do personagem ou liberar uma algamma de acordo com erros ou acertos.

Como **Contratempo 02** será apresentado um diagrama contendo algumas lacunas. O aprendiz deverá analisar o diagrama de seqüência e preencher com os nomes dos métodos faltantes.

Exercício: Identifique as operações faltantes no DSM do Fubã

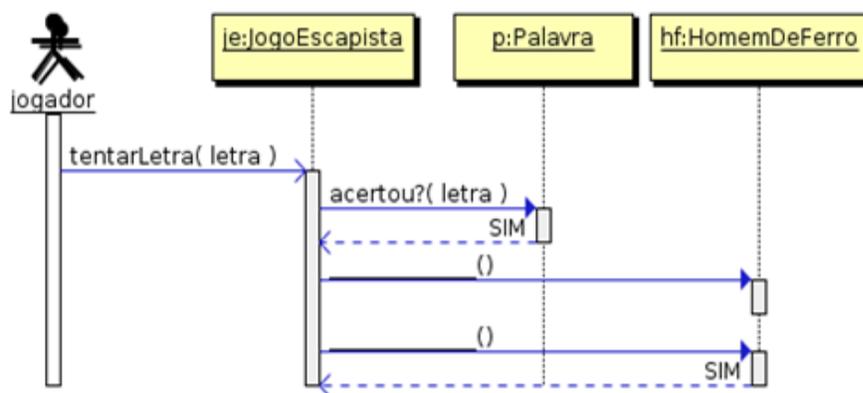


Figura 32: *Contratempo 2 da fábula do Jogo Escapista*

Após descobrir os métodos faltantes, Fubã encontra novamente o seu amigo Espec e mostra para ele o que desenvolveu. Na **Cena Final 01** da fábula, Fubã encontra Espec na quadra e explica que conseguiu compreender o diagrama que o mesmo apresentou.

Espec avalia o diagrama e parabeniza o seu amigo e sugere a ele que elabore um diagrama de objetos (DOB) com o objetivo de revelar a estrutura da computação.

O **Contratempo 03** será um exercício onde o aprendiz precisará relembrar os conceitos envolvidos no diagrama de objeto.

Exercício: Identifique os elementos do Diagrama de Objetos (DOB)

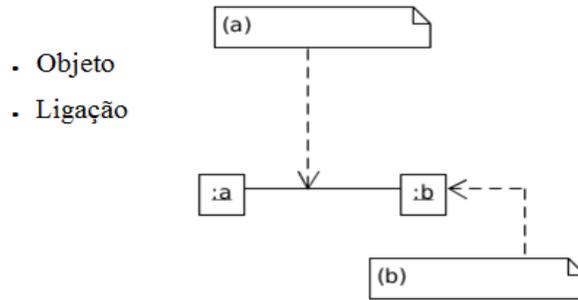


Figura 33: *Contratempo 3 da fábula do Jogo Escapista*

Após a cena de contratempo, de acordo com o encadeamento de cenas da Técnica, os únicos tipos de cenas que podem ser apresentadas são: cena de contratempo, cena de catástrofe ou a cena final da fábula. No caso do texto narrativo apresentado, após a cena de contratempo a história chega a sua cena final, porém ainda existe um contratempo no texto narrativo que não possuem ligação com o restante da narrativa.

Ao realizar a análise do texto é obtida uma Rede de Petri de acordo com a figura 34.

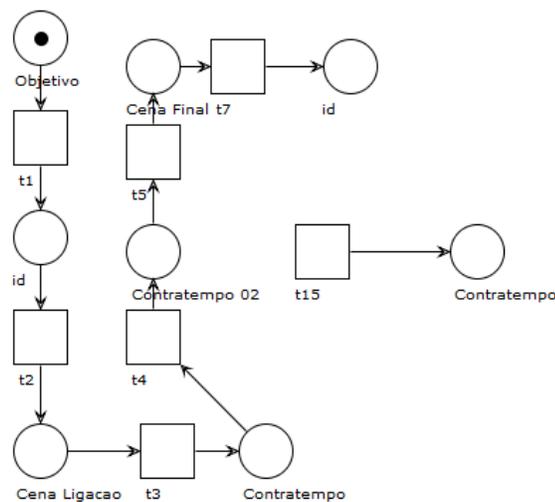


Figura 34: *Rede de Petri da narrativa com ilha.*

Nesta RP é possível observar que apesar de ter alcançado a cena final do texto narrativo, as cenas de catástrofe, o novo objetivo e o contratempo ficaram sem transição. Ao gerar a AA é possível verificar que neste texto narrativo existe ilha, pois a cena existe, porém não possui transição que leve até a mesma.

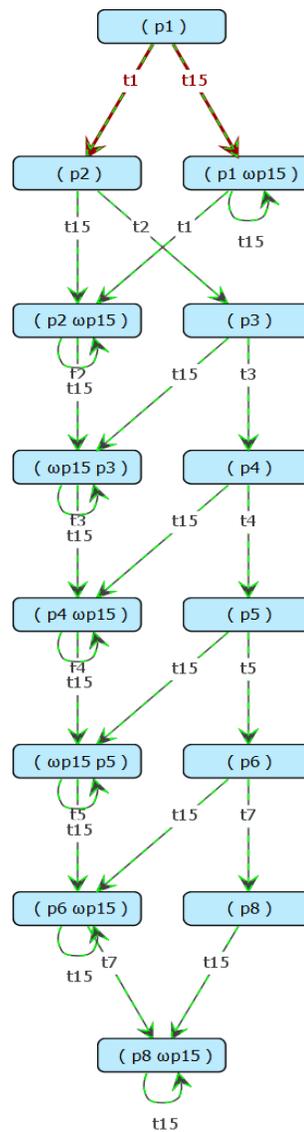


Figura 35: AA da narrativa com ilha.

6 CONCLUSÃO

A ideia da pesquisa surge na graduação ao presenciar o uso da técnica OCC-RDD em algumas disciplinas e em outras não. A diferença entre as aulas apresentadas era evidente. Nas aulas com a técnica OCC-RDD os alunos permaneciam interessados, focados e conseguiam reter mais o conteúdo do que nas outras disciplinas. Além disso, durante os encontros presenciais do grupo de pesquisa (GEMS), a cada encontro tornava-se mais evidente que o uso da técnica apresentava resultados bastantes positivos.

A proposta da pesquisa é elaborar uma gramática que reconheça textos narrativos OCC-RDD e que ao ser implementada junto a uma ferramenta auxilie o professor. É de conhecimento que, a partir de uma certa quantidade de informações, o ser-humano não consegue lembrar de tudo. Diante disso, na construção da narrativa pode acontecer de em algum momento surgir uma ilha, por exemplo.

A técnica ainda está em fase de experimentação e desenvolvimento. No TIDD — Tecnologia da Inteligência e Design Digital — pesquisas de mestrados e doutorados deram continuidade para a evolução da técnica.

A primeira parte iniciou-se com uma contextualização do problema. Nesta etapa foi apresentada a atual situação da educação não somente no país, mas também no mundo. Pesquisadores a um longo tempo já afirmavam que a educação não estava boa e pesquisadores recentemente continuam a afirmar que a situação permanece a mesma. Junto com a contextualização foi apresentado a proposta da pesquisa, junto com os objetivos e a metodologia utilizada.

Na segunda parte da pesquisa foi feito um estudo bibliográfico de temas relacionados a pesquisa. Nesta etapa, a fundamentação da técnica OCC-RDD foi estudada em profundidade, compreendendo quais os componentes da técnica e quais as dificuldades existentes na preparação de um texto narrativo para o ensino superior de computação. Uma das dificuldades encontradas foi

exatamente na preparação de um texto utilizando a Técnica. Em alguns momentos tornou-se complicado identificar cenas do tipo contratempo e cenas do tipo catástrofe, devido ao fato de que para algumas pessoas um contratempo pode se transformar numa catástrofe e para outras uma catástrofe pode ser um contratempo.

Levando em consideração que a pesquisa busca analisar a fábula e gerar um modelo de Rede de Petri, surge a necessidade de criar uma gramática que identifique os pontos relevantes da fábula e através deles gere o modelo que será analisado. Outro ponto importante destacar foi a necessidade de criar uma linguagem simples, similar a linguagem natural, mas que ao mesmo tempo fosse possível ser analisada e interpretada pelo computador. Para projetar a gramática com essas características foi necessário utilizar gramáticas ilhas.

Em relação aos desdobramentos futuros, a gramática projetada poderá ser implementada e então feito um estudo de caso utilizando a ferramenta. Outro possível desdobramento é a aplicação de outros tipos de Rede de Petri, como por exemplo a Rede de Petri colorida ou até mesmo a Rede de Petri adaptativa, para isso serão necessários estudos para saber se deve ser aplicado ou não no contexto da pesquisa e qual melhoria pode trazer para o projeto. Além dos estudos relativos as outras Rede de Petri que poderão ser utilizadas, poderá ser feito um estudo relacionado a em quais outras situações a técnica OCC-RDD poderá ser aplicada e quais os resultados que poderão ser obtidos.

Referências

- AHO, A. V. et al. *Compilers: Principles, Techniques, and Tools (2Nd Edition)*. Boston, MA, USA: Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., 2006. ISBN 0321486811.
- ARNOLDUS, J. et al. *Code Generation with Templates*. [S.l.]: Springer, 2012.
- BROOKS, F. P. J. No silver bullet essence and accidents of software engineering. *Computer*, v. 20, n. 4, p. 10–19, April 1987. ISSN 0018-9162.
- CHOMSKY, N. Three models for the description of language. *IRE Transactions on Information Theory*, v. 2, n. 3, p. 113–124, September 1956.
- EAD. *Expansao EAD no Brasil*. 2015. Disponível em: <http://www.ead.com.br/ead/expansao-ead-brasil.html>).
- EL-SATTAR, H. K. H. A. State of the art in interactive storytelling technology: An approach based on petri nets. *INTECH*, v. 1, n. 2, p. 283–298, 2012.
- FRANCES, C. R. L. Introducao as redes de petri. In: *LACA - Laboratorio de Computacao Aplicada - Universidade Federal do Para (UFPA)*. [S.l.: s.n.], 2003.
- GEMS. Gems - fabulas occ-rdd. Notas de aula do grupo de estudo em modelagem de software no dia 31/03/2014, apresentada pelo professor Italo Santiago Vega. 2014.
- GIRAFFA, L. M. M. S.; SANTOS, P. K. Evasao no ensino superior: um estudo sobre o censo da educacao superior no brasil. *Tercera conferencia sobre el abandono en la educacion superior (III CLABES)*, v. 0, n. 0, p. 0, 2013.
- GOYA, E. L. *FALCOM e ambientes de aprendizagem: Uma ferramenta interativa para potencializar a narracao de historias educacionais*. Dissertação (Mestrado) — Dissertacao (Mestrado) - Pontificia Universidade Catolica de Sao Paulo - PUC-SP, 2014.
- IBE. *Evasao na EAD e menor que no Ensino Presencial*. 2008. Disponível em: <http://www.institutoibe.com.br/nt/evasao-na-ead-e-menor-que-no-presencial>).
- JENSEN, K. H. High-level petri nets. in: A. pagnoni and g. rozenberg (eds): *Aapplication and theory of petri nets. Informatik-Dachberichte*, v. 66, p. 166–180, 1983.
- LEMES, D. *Narrativas Interativas*. 2014. Disponível em: <http://blog.pucsp.br/gems/2014/05/13/gems-180/>).
- MCCRAE, R.; JOHN, O. P. An introduction to the five-factor model and its application. In: *National Institute on Aging. NIH*. [S.l.: s.n.], 1991.
- MICHAELIS. *Dicionario Brasileiro da Lingua Portuguesa*. 2017. Disponível em: <http://michaelis.uol.com.br/>).
- MURATA, T. Petri nets: Properties, analysis and applications. *Proceedings of the IEEE*, v. 4, n. 77, p. 541–580, 1989.

NETO, J. J.; VEGA, I. S.; RAMOS, M. V. M. *Linguagens Formais: Teoria, Modelagem e Implementacao*. 1 edicao. ed. [S.l.]: Bookman, 2009.

PARR, T. *The Definitive ANTLR4 Reference*. [S.l.]: Pragmatic Bookshelf, 2012.

PETRI, A. C. *Communication with automata*. Dissertação (Mestrado) — Dissertacao (Mestrado) - Technical University Darmstadt, 1962.

PIMENTA, S. G.; ANASTASIOU, L. G. C. *Docencia no ensino superior*. [S.l.]: Cortez, 2008.

SHAW, M. We can teach software better. *Computing Research News*, v. 0, n. 0, p. 0, 1992.

SILVEIRA, D. T.; CORDOVA, F. P. *Metodos de Pesquisa*. 2009. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf>.

SIMONS, F. J. W. *Modelling and Analysis of Communication Protocols Using Numerical Petri Nets*. Tese (Tese de Doutorado) — Department of Electrical and Engineering Science, University of Essex, 1978.

TAKEDA, M. M. et al. A computational teaching approach through the use of a narrative technique and a comic strip. In: *2012 Ninth International Conference on Information Technology - New Generations*. [S.l.: s.n.], 2012. p. 445–451.

TANENBAUM, A. S. *Sistemas Operacionais Modernos*. [S.l.]: Pearson, 2010.

VANDERLEEK, R. *Implementation Strategies for Island Grammar*. Tese (Tese de Doutorado) — Delft University of Technology, Delft, The Netherlands, 2005.

WAZLAWICK, R. S. Uma reflexao sobre a pesquisa em ciencia da computacao a luz da classificacao das ciencias e do metodo cientefico. In: *Revista de Sistema de Informacao da FSMA*. [S.l.: s.n.], 2010.