

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS/UFAL
INSTITUTO DE COMPUTAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MODELAGEM COMPUTACIONAL DE
CONHECIMENTO

MARIA DO CARMO BISPO SILVA

METODOLOGIA PARA A ESPECIFICAÇÃO DE PROCESSOS ACADÊMICOS
USANDO PADRÕES DE *WORKFLOW* E REDES DE PETRI

MACEIÓ-AL

2017

MARIA DO CARMO BISPO SILVA

**METODOLOGIA PARA A ESPECIFICAÇÃO DE PROCESSOS ACADÊMICOS
USANDO PADRÕES DE *WORKFLOW* E REDE DE PETRI**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Modelagem Computacional de Conhecimento, Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Universidade Federal de Alagoas, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestra em Modelagem Computacional de Conhecimento.

Orientador: Prof. Dr. Arturo Hernández
Domínguez

Maceió – AL

2017

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Catálogo na fonte
Biblioteca Central

Bibliotecária Responsável: Helena Cristina Pimentel do Vale

S586m Silva, Maria do Carmo Bispo.
Metodologia para a especificação de processos acadêmicos usando padrões *workflow* e rede de Petri / Maria do Carmo Bispo Silva. – 2017.
126 f. : il.

Orientador: Arturo Hernández-Domínguez.
Dissertação (mestrado em Modelagem Computacional de Conhecimento) –
Universidade Federal de Alagoas. Centro de Ciências Exatas e da Natureza,
2017.

Bibliografia: f. 96-100.
Apêndices: f. 101-112.
Anexos: f. 113-126.

1. Padrões de workflow. 2. Processos acadêmicos. 3. Business process
model and notation. 4. Redes de Petri coloridas. 5. CPN Tools. I. Título.

CDU: 004.78:378



Membros da Comissão Julgadora da Dissertação de Mestrado de Maria do Carmo Bispo Silva, intitulada: "METODOLOGIA PARA A ESPECIFICAÇÃO DE PROCESSOS ACADÊMICOS USANDO PADRÕES DE *WORKFLOW* E REDES DE PETRI", apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Modelagem Computacional de Conhecimento da Universidade Federal de Alagoas, em 7 de novembro de 2017, às 9h00min, na sala dos professores do Instituto de Computação.

COMISSÃO JULGADORA

Prof. Dr. Arturo Hernández-Domínguez

Ufal - Instituto de Computação

Orientador

Prof. Dr. Fábio Paraguaçu Duarte da Costa

Ufal - Instituto de Computação

Examinador

Prof. Dr. Flávio Mota Medeiros

Ifal - Instituto Federal de Alagoas

Examinador

Maceió, novembro de 2017.

Dedico este trabalho ao meu esposo João Andrade e aos meus filhos Dayse, Regina e Leonardo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por tudo que ele me ensinou e iluminou o meu caminho.

Aos meus filhos Dayse, Regina e Leonardo pela força, compreensão e paciência nos momentos ausentes e especialmente, a João Andrade Vieira da Silva, esposo, amigo, sempre confiando em minha capacidade e um grande incentivo para a conclusão deste trabalho.

Ao meu orientador Prof. Dr. Arturo Hernández Domínguez pelo incentivo, apoio pela continuidade dos estudos, competência, confiança e contribuições para realização deste trabalho.

Aos professores Fábio Paraguaçu Duarte da Costa, Patrick Henrique da Silva Brito, Aydano Pamponet Machado, Cleide Jane de Sá Araújo Costa, Leandro Dias, Leonardo Viana Pereira, João Inácio Soletti e Carlos Alberto de Jesus Naput (in memoriam), pelas contribuições metodológicas e apoio com o sucesso de seus alunos.

Ao Professor Dr. Edson Barbosa Lisboa do Instituto Federal de Sergipe pelo incentivo e apoio.

A professora Dr^a Regina Célia Bastos de Andrade e Vitor M. Torres pela grande motivação e carinho, na condução das atividades gerenciais do programa Minter UFAL/IFBA/IFS.

Ao meu amigo Cláudio Luiz da Silva pelo apoio, pelas informações técnicas e, mais do que tudo isso, pela amizade.

Aos meus professores da FANESE, Miguel Melo, Márcio Santos Oliveira e Maria José de Azevedo Araújo pelo incentivo.

Ao meu colega Júlio Cesar Ramiro muito obrigada pelo apoio durante toda essa jornada.

A minha irmã Aparecida Bispo Costa e Leila Buarque Couto Matos pela revisão desse projeto.

"Aprendi que deveríamos ser gratos a Deus por
não dar tudo que lhe pedimos."

William Shakespeare

RESUMO

Este trabalho propõe uma metodologia para a especificação de Processos Acadêmicos que utiliza Padrões do tipo “WCP – *Workflow Control-Flow Patterns*”, e utiliza técnicas de modelagem através da notação de BPMN e de Redes de Petri Coloridas. A metodologia proposta está dividida em três fases, onde na primeira é feita a identificação do modelo padronizado de *workflow*, adequado ao processo a ser modelado, na segunda fase é modelado o processo utilizando a notação BPMN e na última fase o mesmo processo é modelado utilizando Redes de Petri Coloridas. Testamos as três fases da metodologia proposta, modelando 10 processos acadêmicos selecionados dos cursos superiores de Tecnologia, Bacharelado e Licenciatura Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – IFS. Em cada um desses processos, identificamos os padrões de *workflow* existentes, especificamos na notação BPMN e em Redes de Petri utilizando a ferramenta *CPN Tools*, sendo possível verificar a qualidade do trabalho através do formalismo matemático e da semântica de representação gráfica das Redes de Petri. Os padrões mais utilizados nos processos modelados foram WCP 1 - Sequencial, WCP 4 - Escolha Exclusiva e WCP 21- Laço Estruturado. Ficou constatado que a proposta metodológica apresentada atende simultaneamente os requisitos de facilidade na compreensão dos processos acadêmicos junto ao usuário final através da modelagem na notação BPMN dos padrões de *workflow* identificados, bem como de validação dos modelos, através da verificação da existência de erros e ambiguidades, por meio da sua implementação em forma de Redes de Petri Coloridas.

Palavras-Chave: Padrões de *Workflow*. Processos Acadêmicos. BPMN. Redes de Petri Coloridas. *CPN Tools*.

ABSTRACT

This work proposes a methodology for the specification of Academic Processes using WCP - Workflow Control - Flow Patterns, using modeling techniques through BPMN notation and Colored Petri Nets. The proposed methodology is divided into three phases, where the first is the identification of the standardized workflow model, appropriate to the process to be modeled, in the second phase the process is modeled using BPMN notation and in the last phase the same process is modeled using Colored Petri Nets. We tested the three stages of the proposed methodology, modeling 10 selected academic processes of the higher courses of Technology, Bachelor and Graduation of the Federal Institute of Education, Science and Technology - IFS. In each of these processes we identify the existing workflow patterns, we specify them in BPMN notation and in Petri Nets, using the CPN Tools, being possible to check the quality of the work, by the mathematical formalism and the semantics of graphic representation of the Networks of Petri. The most used patterns in the modeled processes were WCP 1 - Sequential, WCP 4 - Exclusive Choice and WCP 21 - Structure Loop. It was verified that the methodological proposal presented simultaneously meets the requirements of ease in understanding the academic processes with the end user through the modeling in BPMN notation of the identified workflow patterns, as well as validation of the models, by the verification of the existence of errors and ambiguities, through its implementation in the form of Colored Petri Nets.

Keywords: *Workflow* Patterns. Academic Processes. BPMN. Colored Petri Nets. CPN *Tools*.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Relacionamento entre a terminologia básica de <i>Workflow</i>	20
Figura 2.2 - Modelo de referência da <i>WfMC</i>	22
Figura 2.3 - Quatro tipos de elementos de uma Rede de Petri.....	26
Figura 2.4 - Modelagem de uma Rede de Petri de dois semáforos.....	27
Figura 2.5 - Os elementos de um modelo de uma Rede de Petri Colorida.....	29
Figura 5.1 - Metodologia com as três fases.....	47
Figura 5.2 - Processo Acadêmico de matrícula institucional ou matrícula inicial baseado no Padrão Sequencial.....	55
Figura 5.3 - Processo Acadêmico de matrícula institucional ou matrícula inicial com Redes de Petri Coloridas, utilizando a ferramenta <i>CPN Tools</i>	56
Figura 5.4 - Processo Acadêmico de pré-matrícula baseado no Padrão Sequencial.....	59
Figura 5.5 - Processo Acadêmico de pré-matrícula com Redes de Petri Coloridas, utilizando a ferramenta <i>CPN Tools</i>	60
Figura 5.6 - Processo Acadêmico de matrícula WEB através do Portal do Aluno baseado no Padrão Laço Estruturado – Repetição.....	62
Figura 5.7 - Processo Acadêmico de matrícula WEB através do Portal do Aluno com Redes de Petri Coloridas, utilizando a ferramenta <i>CPN Tools</i>	62
Figura 5.8 - Processo Acadêmico de cancelamento de curso baseado no Padrão Sequencial.....	65
Figura 5.9 - Processo Acadêmico de cancelamento de curso com Redes de Petri Coloridas, utilizando a ferramenta <i>CPN Tools</i>	66
Figura 5.10 - Processo Acadêmico de transferência para outra instituição baseado no Padrão Sequencial.....	68
Figura 5.11 - Processo Acadêmico de transferência para outra instituição com Redes de Petri Coloridas, utilizando a ferramenta <i>CPN Tools</i>	69
Figura 5.12 - Processo Acadêmico de licença maternidade baseado na combinação do uso dos Padrões "Sequencial" e "Escolha Exclusiva"	72
Figura 5.13 - Processo Acadêmico de licença maternidade com Redes de Petri Coloridas, utilizando a ferramenta <i>CPN Tools</i>	73
Figura 5.14 - Processo Acadêmico de exame de proficiência baseado na combinação do uso dos Padrões "Sequencial" e "Escolha Exclusiva".....	76

Figura 5.15 - Processo Acadêmico de exame de proficiência com Redes de Petri Coloridas, utilizando a ferramenta CPN <i>Tools</i>	77
Figura 5.16 - Processo Acadêmico de emissão de histórico escolar baseado no Padrão Sequencial.....	79
Figura 5.17 - Processo Acadêmico de emissão de histórico escolar com Redes de Petri Coloridas, utilizando a ferramenta CPN <i>Tools</i>	80
Figura 5.18 - Processo Acadêmico de colação de grau oficial baseado no Padrão Sequencial.....	82
Figura 5.19 - Processo Acadêmico de colação de grau oficial (coletiva) com Redes de Petri Coloridas, utilizando a ferramenta CPN <i>Tools</i>	83
Figura 5.20 - Processo Acadêmico de emissão de diploma de graduação baseado no Padrão Sequencial.....	85
Figura 5.21 - Subprocesso emissão de histórico escolar baseado no Padrão Sequencial.....	86
Figura 5.22 - Processo Acadêmico de emissão de diploma de graduação com Redes de Petri Coloridas, utilizando a ferramenta CPN <i>Tools</i>	87
Figura 5.23 - Subprocesso emissão de histórico escolar com redes de Petri Coloridas, utilizando a ferramenta CPN <i>Tools</i>	87

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 - Objetos de fluxo.....	34
Quadro 2.2 - Objetos de conexão.....	35
Quadro 2.3 - Objeto de <i>swimlanes</i>	36
Quadro 2.4 - Artefatos.....	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 - Padrões para Controle de Fluxo (<i>Workflow Control-Flow Patterns - WCP</i>).....	32
Tabela 4.1 - Processos Acadêmicos e suas regras.....	45
Tabela 5.1 - Modelo de atividades/padrões de <i>workflow</i>	49
Tabela 5.2 - Processo Acadêmico de matrícula institucional ou matrícula inicial.....	55
Tabela 5.3 - Marcação de uma Rede de Petri Colorida do Processo Acadêmico de matrícula institucional ou matrícula inicial.....	58
Tabela 5.4 - Processo Acadêmico de pré-matrícula através do Portal do Aluno.....	58
Tabela 5.5 - Marcação de uma Rede de Petri Colorida do Processo Acadêmico de pré- matrícula através do Portal do Aluno.....	61
Tabela 5.6 - Processo Acadêmico de matrícula WEB através do Portal do Aluno.....	61
Tabela 5.7 - Marcação de uma Rede de Petri Colorida do Processo Acadêmico de matrícula WEB através do Portal do Aluno.....	64
Tabela 5.8 - Processo Acadêmico de cancelamento de curso.....	64
Tabela 5.9 - Marcação de uma Rede de Petri Colorida do Processo Acadêmico de cancelamento de curso.....	67
Tabela 5.10 - Processo Acadêmico de transferência para outra instituição.....	68
Tabela 5.11 - Marcação de uma Rede de Petri Colorida do Processo Acadêmico de transferência para outra instituição.....	70
Tabela 5.12 - Processo Acadêmico de licença maternidade.....	71
Tabela 5.13 - Marcação de uma Rede de Petri Colorida do Processo Acadêmico de licença maternidade - Atendimento Domicílio.....	74
Tabela 5.14 - Processo Acadêmico de exame de proficiência.....	75
Tabela 5.15 - Marcação de uma Rede de Petri Colorida do Processo Acadêmico de exame de proficiência.....	78
Tabela 5.16 - Processo Acadêmico de emissão de histórico escolar.....	79
Tabela 5.17 - Marcação de uma Rede de Petri Colorida do Processo Acadêmico de emissão de histórico escolar.....	81
Tabela 5.18 - Processo Acadêmico de colação de grau oficial (coletiva).....	82
Tabela 5.19 - Marcação de uma Rede de Petri Colorida do Processo Acadêmico de colação de grau oficial.....	84
Tabela 5.20 - Processo Acadêmico de emissão de diploma de graduação.....	84
Tabela 5.21 - Subprocesso de histórico escolar.....	85

Tabela 5.22 - Marcação de uma Rede de Petri Colorida do Processo Acadêmico de emissão de diploma de graduação.....	90
Tabela 5.23 - Processos Acadêmicos Especificados.....	91
Tabela 5.24 - Síntese e comparação entre os trabalhos relacionados e a dissertação.....	92

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BPEL	<i>Business Process Execution Language</i>
BPM	<i>Business Process Management</i>
BPMN	<i>Business Process Model and Notation</i>
CP-NET	<i>Colored Petri Net</i> (Rede de Petri Colorida)
CPN	<i>Colored Petri Net</i> (Rede de Petri Colorida)
CRA	Coordenadoria de Registro Acadêmico
CRE	Coordenadoria de Registro Escolar
Coord_Curso	Coordenadoria de Curso
CRE_Atendimento	Coordenadoria de Registro Escolar - Atendimento
CRE_Arquivo	Coordenadoria de Registro Escolar - Arquivo
CRE_Cadastro	Coordenadoria de Registro Escolar - Cadastro
CRE_Protocolo	Coordenadoria de Registro Escolar - Protocolo
DPN	Diagrama de Processos de Negócio
IFS	Instituto Federal de Sergipe
OMG	<i>Object Management Group</i>
ROD	Regulamento da Organização Didática
RdPs	Redes de Petri
rdPc	Redes de Petri Coloridas
SGWf	Sistema de Gerenciamento de <i>Workflow</i>
UML	<i>Unified Modeling Language</i>
WAPI	<i>Application de Workflow Programming Interface</i>
WCP	<i>Workflow Control-Flow Patterns</i>
WfMC	<i>Workflow Management Coalition</i>
WfMS	<i>Workflow Management System</i>
WRP	<i>Workflow Resource Patterns</i>
WDP	<i>Workflow Data Patterns</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	Problema da Pesquisa	17
1.2	Objetivos	18
1.2.1	Objetivo Geral.....	18
1.2.2	Objetivos Específicos.....	18
1.3	Metodologia da Pesquisa	18
1.4	Organização do Trabalho	19
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	20
2.1	Workflow	20
2.1.1	Modelo de referência de <i>Workflow</i>	22
2.1.2	Tipos de <i>Workflow</i>	24
2.1.3	<i>Workflows</i> científicos.....	24
2.2	Redes Petri	26
2.2.1	Redes Petri Coloridas.....	28
2.2.2	Comparando uma Rede de Petri Clássica com uma Rede de Petri Colorida.....	30
2.3	Padrões Workflow	30
2.3.1	Padrões para Controle de Fluxo.....	31
2.4	BPMN	34
3	TRABALHOS RELACIONADOS	37
3.1	Aplicação de Redes de Petri para o gerenciamento de <i>workflow</i>	37
3.2	Gestão de controle acadêmico: mapeamento do conhecimento e modelagem através de Redes de Petri	37
3.3	Padrões de <i>workflow</i> para reuso em modelagem de processos de negócio	38
3.4	Formulação de uma metodologia de modelagem de processos de negócio para implementação de <i>workflow</i>	38
3.5	Analisando BPMN como notação de apoio ao desenvolvimento de software	39
3.6	Modelagem e análise dos processos de negócios em uma empresa do ramo automotivo através do formalismo das Redes de Petri	39
4	PROCESSOS ACADÊMICOS	40
4.1	Processo Acadêmico de matrícula institucional ou matrícula inicial – calouros	40
4.2	Processo Acadêmico de pré-matrícula através do Portal do Aluno	41
4.3	Processo Acadêmico de matrícula WEB através do Portal do Aluno	41

4.4	Processo Acadêmico de cancelamento de curso.....	41
4.5	Processo Acadêmico de transferência para outra instituição.....	42
4.6	Processo Acadêmico de licença maternidade.....	42
4.7	Processo Acadêmico de exame de proficiência.....	43
4.8	Processo Acadêmico de emissão de histórico escolar.....	43
4.9	Processo Acadêmico de colação de grau oficial (coletiva).....	44
4.10	Processo Acadêmico de emissão de diploma de graduação.....	44
4.11	Regras dos processos acadêmicos.....	45
4.12	Participantes.....	46
4.13	Artefatos.....	46
5	METODOLOGIA PARA A ESPECIFICAÇÃO DE PROCESSOS ACADÊMICOS USANDO PADRÕES DE WORKFLOW E REDE DE PETRI.....	47
5.1	A metodologia proposta.....	47
5.2	Especificação dos processos acadêmicos aplicando a metodologia proposta.....	54
5.2.1	Processo Acadêmico de matrícula institucional ou matrícula inicial.....	55
5.2.2	Processo Acadêmico de pré-matrícula através do Portal do Aluno.....	58
5.2.3	Processo Acadêmico de matrícula WEB através do Portal do Aluno.....	61
5.2.4	Processo Acadêmico de cancelamento de curso.....	64
5.2.5	Processo Acadêmico de transferência para outra instituição.....	68
5.2.6	Processo Acadêmico de licença maternidade.....	71
5.2.7	Processo Acadêmico de exame de proficiência.....	75
5.2.8	Processo Acadêmico de emissão de histórico escolar.....	78
5.2.9	Processo Acadêmico de colação de grau oficial (coletiva).....	81
5.2.10	Processo Acadêmico de emissão de diploma de graduação.....	84
5.2.11	Resultados e discussão da aplicação da metodologia proposta.....	90
5.3	Comparação entre os trabalhos relacionados e a metodologia proposta.....	91
6	CONCLUSÃO.....	93
6.1	Resultados obtidos.....	94
6.2	Contribuição.....	95
6.3	Trabalhos futuros.....	95
	REFERÊNCIAS.....	96
	APÊNDICES.....	101
	ANEXOS.....	113

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento tecnológico, social e econômico observado nas últimas décadas resultou em mudanças no comportamento das sociedades e organizações. Buscando a adaptação a essa nova realidade, as organizações devem buscar, constantemente, novas formas de ação que atendam essa nova demanda e assim, possam atender as necessidades presentes nesse novo contexto. Uma das principais características desta nova realidade é a diminuição do tempo necessário para que as informações necessárias ao bom desempenho sejam coletadas, analisadas e disponibilizadas, facilitando a tomada de decisões e possibilitando melhor eficiência e eficácia dos processos que envolvem o negócio de uma organização ou aprimorando seu produto ou serviço final. Este cenário indica que os processos que ocorrem em uma organização devem ser constantemente otimizados, uma vez que a realidade econômico-social está também em constante transformação; a não adaptação da organização às constantes mudanças em seu meio, podem conduzi-las a realizar operações que já não são interessantes ao ambiente, assim, devido ao desinteresse por seu produto ou serviço final podem ser forçadas a sair do mercado (OLIVEIRA, 2015).

Segundo Capote (2011), Negócio é um grupo de indivíduos interagindo para realizar um conjunto de atividades e entregar valor aos clientes (fins lucrativos ou não, e governamental). Processo é um conjunto definido de atividades ou comportamentos, realizado por pessoas ou máquinas para atingir um ou mais objetivos e Processo de Negócio é um trabalho realizado *fim-a-fim*, que ultrapassa qualquer fronteira funcional necessária, e que entrega valor aos clientes.

O significado do termo Processo consiste em transformar uma entrada para obter resultado. Tende-se a especificar em que ordem as atividades de um processo de negócio devem ser executadas, qual a pessoa que executa e qual tempo de execução. A tecnologia de *workflow* poderá auxiliar na melhoria do gerenciamento dessas atividades. *Workflow* refere-se à automatização de um processo de negócio, no todo ou em parte. Para isso, é necessário utilizar uma ferramenta de *workflow* permitindo que os processos sejam todos detalhados e organizados (AALST; STAHL, 2011).

No Brasil, as organizações estão também sujeitas à necessidade de identificação, controle, análise e disponibilização de informações que suportem o aprimoramento de seus processos, entre estas, está a Rede Federal de Ensino que congrega um conjunto de instituições federais que realizam atividades de ensino, pesquisas e extensão ligadas à educação, entre estas

instituições estão os Institutos Federais - IFs. Portanto, há uma transmissão de conhecimento, informações e esclarecimentos importantes à educação. Em cada uma dessas instituições, existe uma preocupação em melhorar a qualidade de ensino, ampliar a pesquisa, promover a extensão à comunidade e fazer com que os egressos dessas instituições possam desempenhar as atividades para as quais foram treinados como profissionais à altura das exigências do mercado. Para atingir tal objetivo é necessário otimizar seus processos de negócios.

A adaptação dos IFs ao meio ambiente é ressaltada pois estas instituições têm sua “razão de ser comprometidas com o desenvolvimento local e regional, está associada à conduta articulada ao contexto em que está instalada [...] e à aspectos que deverão estar consubstanciados no monitoramento permanente do perfil socioeconômico-político-cultural de sua região de abrangência” (BRASIL, 2008, p. 25). Além disto, estas instituições devem “atuar no sentido do desenvolvimento local e regional na perspectiva da construção da cidadania, sem perder a dimensão do universal, constitui um preceito que fundamenta a ação do Instituto Federal” (BRASIL, 2008, p. 24).

Analisando os processos acadêmicos vigentes no Instituto Federal de Sergipe - IFS, integrante da rede federal de ensino, que envolvem a participação das coordenações e dos professores, verifica-se que estes influenciam diretamente o desempenho, a vida acadêmica do estudante e a qualidade de ensino da instituição. No ambiente do IFS existem dificuldades para controlar todas as informações não estruturadas, como exemplo, em arquivos de texto, arquivos de *e-mail*, planilhas eletrônicas, dentre outros, pois não há padronização e um acúmulo de documentos importantes que não podem ser perdidos ou danificados. A maioria dos fluxos de trabalho está relacionada a documentos fornecidos aos alunos, como um conjunto de domínios específicos de atividades.

Diante deste cenário, observa-se a necessidade de uma metodologia que traga soluções que viabilizem o acesso às informações necessárias e disponibilize de forma fácil e eficaz o acesso aos dados necessários ao apoio e definição de resultados dos processos acadêmicos.

1.1 Problema da Pesquisa

Considerando a necessidade de uma metodologia adequada à problemática descrita no item anterior, formulou-se a questão que define os objetivos desse trabalho: Como devem ser especificados os Processos Acadêmicos?

A hipótese adotada neste trabalho para tratar este problema foi: especificar os processos acadêmicos utilizando uma metodologia baseada em Padrões de *Workflow*, modelados em BPMN e Redes de Petri Coloridas.

1.2 Objetivos

Nesta seção, serão apresentados o objetivo geral, os objetivos específicos, a metodologia da pesquisa e a organização do trabalho.

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral do presente trabalho é propor uma Metodologia para a Especificação de Processos Acadêmicos usando Padrões de *Workflow* e Redes de Petri.

1.2.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos propostos para este trabalho são:

- identificar padrões de *workflow* adequados para especificação de processos acadêmicos;
- modelar os processos acadêmicos usando padrões de *workflow*, através da notação BPMN (*Business Process Model and Notation*), utilizando a ferramenta Bizagi;
- representar formalmente os processos acadêmicos aplicando Redes de Petri Coloridas, utilizando a ferramenta CPN *Tools* (*Coloured Petri Net*).

1.3 Metodologia da Pesquisa

Para o desenvolvimento deste trabalho, inicialmente, foi efetuada uma revisão da literatura para identificar trabalhos na área de automação de *workflows* e seus padrões (HÜBLER, 2010). Foram realizados levantamentos na Coordenadoria de Registro Escolar do IFS, com o intuito de identificar os processos acadêmicos, subprocessos e tarefas realizadas, analisar documentos, identificar as regras de negócio, relacionamentos com outras áreas e entidades externas com relação às informações, relatar os problemas existentes, desvios de funções, improvisos e morosidade na tramitação de documentos, mapeamento e simulação dos processos acadêmicos.

Através do manual de rotinas e procedimentos da Coordenadoria de Registro Escolar foram selecionados 10 processos acadêmicos, dentre os mais relevantes e com maior frequência de utilização, identificando os padrões de *workflow*, especificando os processos acadêmicos na modelagem em BPMN e uma representação formal dos processos acadêmicos utilizando redes de Petri coloridas fazendo uma simulação para alcançar resultados satisfatórios.

1.4 Organização do Trabalho

Este trabalho está assim organizado:

- Na Introdução, observa-se a problemática abordada neste trabalho, a questão de pesquisa, o objetivo geral, os objetivos específicos e a metodologia da pesquisa.
- No Capítulo 2, Fundamentação Teórica, são apresentados conceitos sobre *workflow*, Redes de Petri Coloridas, Padrões de *Workflow* e BPMN;
- No Capítulo 3, serão apresentados os trabalhos relacionados;
- No Capítulo 4, Processos Acadêmicos, descreve-se um conjunto significativo dos processos acadêmicos e suas regras de negócio;
- No Capítulo 5, serão apresentados à metodologia proposta para a especificação de Processos Acadêmicos usando Padrões de *Workflow*, BPMN e a representação formal destes processos usando Redes de Petri Coloridas; aplica-se a metodologia proposta na especificação de cada um dos Processos Acadêmicos apresentados no capítulo 4 e uma comparação entre os trabalhos relacionados e a metodologia proposta;
- No Capítulo 6 apresentam-se conclusão, resultados obtidos, a contribuição do trabalho e trabalhos futuros;

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

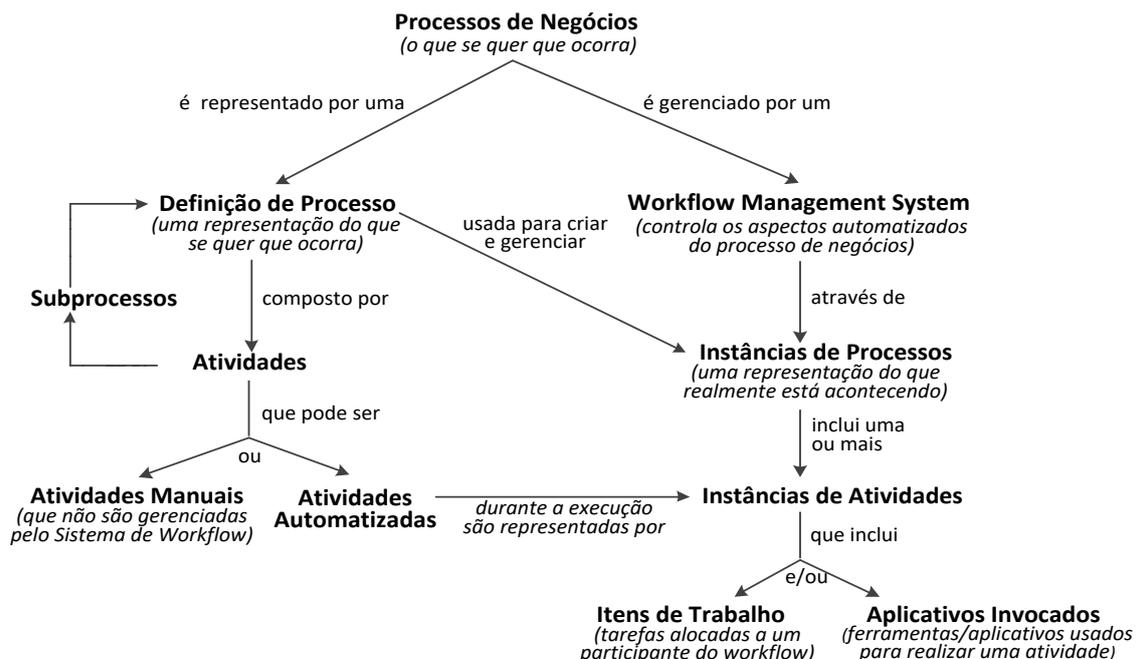
Neste capítulo são apresentados os conceitos sobre *workflow*, suas características e padrões de controle de fluxos e descreve sobre redes de Petri e BPMN.

2.1 *Workflow*

Segundo Kraemer (2004), *workflow* é uma interação entre processos, sistemas especializados, usuários e automatização de tarefas. Um processo é formado por um conjunto de atividades. Usuários, como fornecedores de dados, são contatados através de sistemas especializados e tem o papel de interferir no andamento das atividades.

De acordo com o WfMC (Workflow Management Coalition)¹, para o termo *workflow*, caracteriza este como a “automação de um processo de negócio, todo ou em parte, no qual documentos, informações e tarefas são passados de um participante para outro através de ações, de acordo com um conjunto de regras procedimentais” (WORKFLOW MANAGEMENT COALITION, 1999).

Figura 2.1 - Relacionamento entre a terminologia básica de *Workflow*



Fonte: *Workflow Management Coalition*, 1999 – Adaptada pela autora.

¹A *Workflow Management Coalition (WfMC)*, fundada em agosto de 1993, é uma organização internacional sem fins lucrativos, formada por vendedores, usuários, analistas e grupos de pesquisa em *Workflow*. Sua missão é promover e desenvolver o uso de *Workflow*.

Para entender a arquitetura de um sistema de *workflow*, é preciso conhecer uma série de conceitos. A Figura 2.1, extraída da publicação *WfMC Terminology & Glossary* (WORKFLOW MANAGEMENT COALITION, 1999), mostra o relacionamento entre a terminologia básica de *workflow*. Um processo de negócio é elaborado por meio da sua definição, ou seja, o que deve ocorrer quando da execução desse processo, e é gerenciado por um sistema específico que deve controlar os aspectos automatizados. A definição dos processos é composta por atividades que em um sistema de *workflow*, corresponde a uma etapa a ser executada de forma manual ou automatizada. As atividades automatizadas são gerenciadas pelo *SGWf*, armazenadas como instâncias das atividades.

Segundo Nicolao (2004), sistemas de *workflow* manipulam e monitoram a informação relativa ao fluxo de trabalho para gerenciar, coordenar e controlar o trabalho mais eficientemente, minimizando o problema da coordenação do trabalho nos processos de negócios. Dessa forma estes sistemas vêm ganhando força no mercado.

Segundo Gomide (2004), *workflow* é a automação de um processo de negócio no contexto da tecnologia de informação. O processo pode estar automatizado no todo ou em parte, o que significa que podem existir atividades, informações e documentos tratados manualmente durante o processo, com participantes e regras situadas fora do escopo da automação.

Workflow é uma ferramenta que tem por finalidade automatizar processos, componentes implícitos: organização e tecnologia (CRUZ, 2004).

Segundo Viero (2005), processo de negócio é o conjunto de uma ou mais atividades relacionadas que coletivamente atingem um objetivo de negócios, dentro do contexto de uma estrutura organizacional que define papéis funcionais e relacionamentos. A definição de processo consiste de uma rede de atividades e seus relacionamentos, critérios para indicar o início e o término do processo, informações sobre as atividades individuais, como participantes, aplicações de sistemas de informação e dados associados, etc. Um processo de negócios pode incluir subprocessos, definidos separadamente, mas que também fazem parte da definição de processo. As atividades são unidades de trabalho que representam um passo lógico dentro do processo. Essas atividades podem ser manuais, quando é necessário associá-las a um participante do *workflow* para que sejam executadas, ou automáticas, utilizando recursos de máquina. Um participante de *workflow* é o responsável pela execução total ou parcial de uma determinada instância de atividade. Um participante pode ser uma pessoa, um papel ou um programa.

O Sistema de Gerenciamento de *Workflow* (*WfMS - Workflow Management System*) é “um sistema que define, cria e gerencia a execução de *workflow* através do uso de *software*,

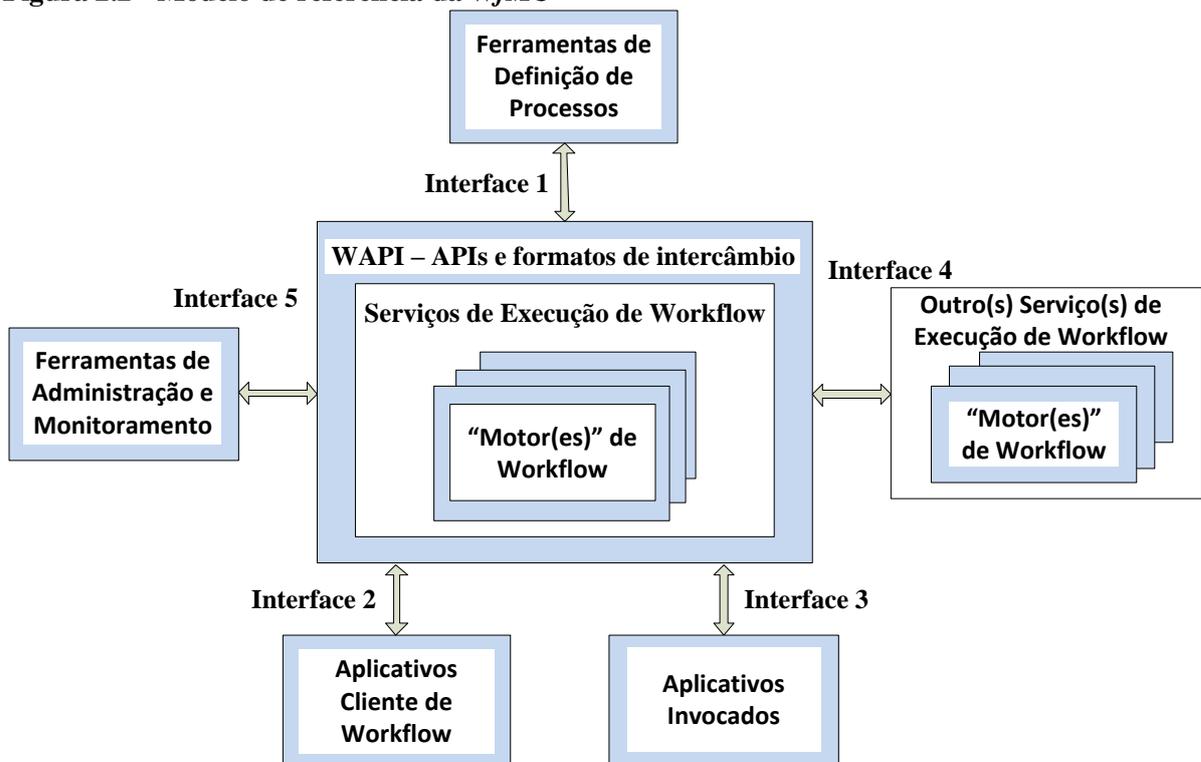
sendo capaz de interpretar definições de processo, interagir com os participantes do *workflow* e quando necessário, invocar o uso de ferramentas e aplicativos”. (HOLLINGSWORTH, 1995).

Quando um *WfMS* inicia a execução de um processo denomina-se uma instância de processo. Cada instância possui seus estados internos próprios, é unicamente identificada e processada de forma independente de qualquer outra instância de processo. Portanto, cada uma das atividades que formam a definição do processo, em determinado momento, é criada uma instância de atividade, que é executada pelo “motor” de *workflow*. (VIERO, 2005).

2.1.1 Modelo de referência de *Workflow*

A *WfMC* publicou em 1995 o seu Modelo de referência de *Workflow* (HOLLINGSWORTH, 1995) que descreve os principais componentes de uma arquitetura de *workflow* e identifica as interfaces que precisam ser padronizadas para permitir a interoperabilidade entre produtos em diversos níveis. A Figura 2.2 mostra o Modelo de Referência de *Workflow*.

Figura 2.2 - Modelo de referência da *WfMC*



Fonte: *Workflow Management Coalition*, 1995 – Adaptada pela autora.

A ferramenta de definição de processos pode referenciar um modelo organizacional e os papéis dentro da organização. Essa definição contém todas as informações necessárias que descrevem o processo de negócios a ser automatizado, critérios para o início e o final do processo e dados associados.

O serviço de execução de *workflow* é o principal componente de software da arquitetura. Ele é o responsável pelo gerenciamento do ambiente sob o qual um ou mais processos de negócios são executados. Dentro deste serviço encontra-se o “motor” de *workflow*, módulo que controla os processos e suas instâncias. Para executar suas funções, o “motor” de *workflow* altera e consulta dados de controle do *workflow*, que incluem informações sobre o estado interno de cada processo ou atividades em execução.

O aplicativo cliente de *workflow* é o componente que representa a interface com o usuário de um sistema de *workflow*. O participante poderá informar que a tarefa foi concluída ou solicitar sua realocação para outro participante.

A *WAPI (Application de Workflow Programming Interface)* inclui uma série de chamadas da API que é um conjunto de serviços que são oferecidos a um cliente através de um servidor para suportar funções entre um motor de *workflow* e aplicações ou outros componentes do sistema.

As ferramentas de administração e monitoramento é o componente que todo controle, configuração e otimização do *workflow* podem acontecer através de softwares especializados.

Aplicativos invocados são iniciados pelo serviço de ativação de *workflow*, a fim de executar uma tarefa específica.

O modelo da Figura 2.2 define ainda cinco interfaces entre os componentes:

A interface 1 envolve as ferramentas de definição de processo e o serviço de execução de *workflow*, ou seja, estabelece um formato para importação e exportação de definições de processo.

A interface 2 envolve os aplicativos cliente de *workflow*, que comunica-se com o “motor” de *workflow* através do gerenciador de lista de trabalho, deve ser suficientemente flexível para permitir vários tipos de implementações e que os utilizadores podem modificar.

A interface 3 trata de comunicação com aplicações externas, invocadas pelo serviço de execução de *workflow* para realização de atividades específicas.

A interface 4 trata da comunicação entre outros serviços de execução de *workflow*, quando envolvidos na administração de partes de um mesmo processo. Essa interface torna-se possível a execução de processo através de vários *WfMS* diferentes.

A interface 5 envolve as ferramentas de administração e monitoramento dos processos de *workflow*. Através dessa interface, pode-se construir uma ferramenta de administração que funcione sobre qualquer serviço de execução de *workflow* que implemente este padrão.

2.1.2 Tipos de *Workflow*

A identificação dos tipos de *workflow* permite maior segurança na escolha de modelos de ferramentas de modelagem para representação dos processos de negócios (CRUZ, 2000). Segundo McCready (1992), classificam-se os sistemas de *workflow* como: *ad-hoc*, administrativo e de produção. A classificação feita por Leymann e Roller (2000), acrescenta *workflows* colaborativos:

- *Workflow Ad-Hoc*: envolve processos de negócios onde não há um padrão pré-determinado de movimentação de informação de uma pessoa a outra. Sistemas de e-mail são exemplos de *workflow* ad-hoc, não é possível transformar processos passivos em processos ativos, mas apenas tirá-los do estado de desorganização comum a fluxo de trabalho baseado apenas em papéis.
- *Workflow Administrativo*: envolve processos de negócios repetitivos, com regras de coordenação de tarefas simples. O processamento de dados não é complexo e não requer acesso a múltiplos sistemas de informações externos.
- *Workflow de Produção*: envolve processos de negócios repetitivos e previsíveis como aprovação de empréstimos. Este tipo de *workflow* engloba um processamento de informações complexas envolvendo acesso a múltiplos sistemas de informações. É necessário um *WFMS* que permita a definição de relações complexas entre tarefas.
- *Workflows Colaborativos*: os sistemas de *workflow* colaborativo são adequados para processos que envolvam trabalho cooperativo realizado por equipes de pessoas com objetivos comuns, como os sistemas de *groupware* que, conforme Aalst e Kumar (2001) são sistemas que suportam esse estilo de trabalho. Podem ser adotados para automatizar processos empresariais críticos que não são orientados à transação. Esses processos podem ser executados poucas vezes.

2.1.3 *Workflows* científicos

Segundo Santos (2004), *workflows* científicos são voltados para as aplicações científicas que demandam alto poder computacional de áreas de pesquisa como física, astronomia,

biologia, geologia entre outras. *Workflows* científicos geralmente adquirem dados de diferentes experimentos como dados gerados de modelos computacionais ou obtidos após análises estatísticas sobre conjuntos de dados. Deelman et al. (2009), afirmam que a ciência da computação tem revolucionado o modo como a engenharia e a ciência são conduzidas, criando uma terceira via da ciência ao lado da teoria e da experimentação. O alto poder computacional disponível permite a simulação de grandes e complexas modelagens de sistemas físicos, envolvendo gigantescos volumes de dados, processados em repetitivos ciclos de execução.

Conforme Taylor et al. (2006), o objetivo de sistemas *workflows* científicos é, portanto, possibilitar um ambiente de programação especializada para simplificar os esforços investidos por cientistas na finalização de um experimento científico com suporte computacional.

Conforme Ludascher et al. (2006) e Weske, Vossen e Medeiros (1995) afirmam que muitas pesquisas sobre *workflows* científicos estão focadas na otimização de algoritmos, nos desempenhos dos sistemas e nos requisitos de memória.

Segundo Meyer et al. (2004) e Weske, Vossen e Medeiros (1995) *workflows* de negócio e *workflows* científicos apresentam muitas diferenças que são:

- *Workflows* de negócio são modelados para atender a um processo relativamente fixo enquanto os *workflows* científicos a definição do *workflow* envolve a tomada de diversas decisões, análises e trabalho em equipe;
- *Workflows* de negócio são orientados pelo fluxo de controle das atividades, e *workflow* científicos são orientados pelo fluxo de dados;
- *Workflows* de negócio requerem poucas mensagens de coordenação e troca de documentos e dados entre as atividades enquanto *workflows* científicos utilizam muitos dados e nenhum documento é modificado;
- *Workflows* científicos tanto as respostas positivas quanto as negativas precisam ser analisadas e por isso devem ser armazenadas;
- *Workflow* de negócio o modelo desenvolvido não é alterado durante a execução do *workflow* devido aos resultados obtidos após a execução de cada etapa enquanto *workflows* científicos é um processo dinâmico, influenciado muitas vezes por resultados obtidos durante a execução, gerando constantes mudanças no fluxo de execução.

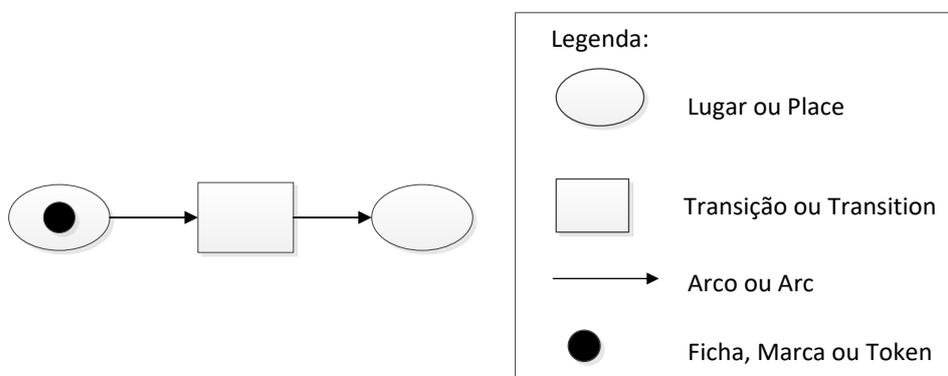
2.2 Redes de Petri

As Redes de Petri surgiram em um estudo realizado em 1962, por Carl Adam Petri, em sua tese de doutorado, em alemão, intitulada *Kommunikation mit Automaten* (em inglês *Communication with Automata*) (PETRI, 1962).

Segundo Aalst e Stahl (2011) a Rede de Petri tem várias vantagens como uma técnica de modelagem de processos. Redes de Petri têm uma forte base matemática e semântica permitindo aplicar várias técnicas de análise e uma representação gráfica intuitiva e são, portanto, acessíveis e utilizáveis por não especialistas.

A Rede de Petri é composta por lugares, transições, arcos e tokens. A Figura 2.3 mostra os quatro tipos de elementos de uma rede e descrevemos cada um deles.

Figura 2.3 - Quatro tipos de elementos de uma Rede de Petri



Fonte: Autora.

O papel de um *token* pode modelar várias coisas:

- Um objeto físico - um produto, um medicamento, ou uma pessoa;
- Um objeto de informações - uma mensagem, um sinal, ou um relatório;
- Uma coleção de objetos - um caminhão com produtos, um armazém com peças, ou um arquivo de endereço;
- Um indicador de estado - o indicador do estado em um processo de negócio ou o estado de um objeto, como um sinal de trânsito;
- Um indicador de uma condição: a presença de um token indica se uma determinada condição é satisfeita.

O papel de um lugar na estrutura de uma rede de Petri é, portanto, fortemente ligado com os *tokens* que ele pode conter.

Um lugar pode modelar:

- Um meio de comunicação - uma linha telefônica, ou uma rede de comunicação;
- Localização geográfica - um lugar em um armazém, em um escritório, ou em um hospital;
- Possível estado ou condição para o estado - o andar de um elevador, ou a condição de que um especialista está disponível.

Se um *token* representa um objeto físico ou um objeto de informação (ou um conjunto deles ou ambos), os lugares de tais tokens representam um meio, ou uma localização geográfica.

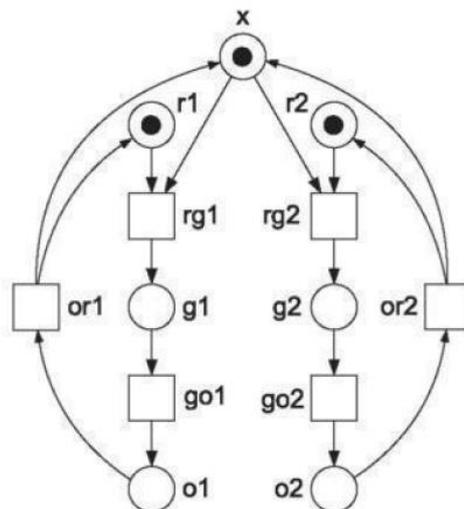
O papel de uma transição representa:

- Um evento - iniciar uma operação, solicitar um cancelamento de curso, uma mudança de estação, ou transformando de um semáforo de vermelho para verde;
- A transformação de objeto – reparar um produto, a atualização de um banco de dados, ou carimbar um documento;
- Um transporte de um objeto - transporte de mercadorias ou enviar um arquivo.

O papel de um arco representa:

- Liga um lugar a uma transição ou vice-versa, encadeando condições e eventos.

Figura 2.4 - Modelagem de uma Rede de Petri de dois semáforos.



Na figura 2.4 descrevemos os papéis de *tokens*, lugares e transições. Um semáforo tem três possíveis estados: **r** (vermelho), **g** (verde) e **o** (amarelo). O *token* no lugar **r1** mostra que a condição de "o primeiro semáforo é vermelho" está habilitada. Podemos dizer algo semelhante sobre o *token* no lugar **r2**. O *token* em lugar **x** mostra que as condições de "ambos os semáforos são vermelhos" estão habilitadas. Podemos interpretar os *tokens* em lugares **r1** e **r2** como indicadores dos estados dos semáforos. Lugares **r1**, **g1**, e **o1** representam os estados possíveis do primeiro semáforo enquanto que lugares **r2**, **g2**, e **o2** representam os estados possíveis do segundo semáforo. As transições **rg1**, **go1** e **or1** representam os eventos do primeiro semáforo e as transições **rg2**, **go2** e **or2** representam os eventos do segundo semáforo.

2.2.1 Redes de Petri Coloridas

Uma Rede de Petri colorida é uma rede de Petri em que cada lugar tem um tipo, e cada símbolo tem um valor (ou seja, uma cor) que está em cada tipo de lugar. Um arco em uma rede de Petri colorida pode ter uma inscrição de arco. Uma inscrição de arco é uma expressão com algumas variáveis que avaliam a um multiconjunto. Uma transição pode ter uma guarda. A guarda é uma expressão booleana, e pode ter variável, exatamente da mesma forma que as inscrições de arco. O disparo de uma transição não só altera a distribuição de *tokens* (fichas) na rede, mas pode mudar o valor de fichas (AALST; STAHL, 2011).

O comportamento de uma rede de Petri é definido pela marcação inicial e o disparo de transição. Uma transição está habilitada e pode disparar se há fichas suficientes em seus lugares de entrada.

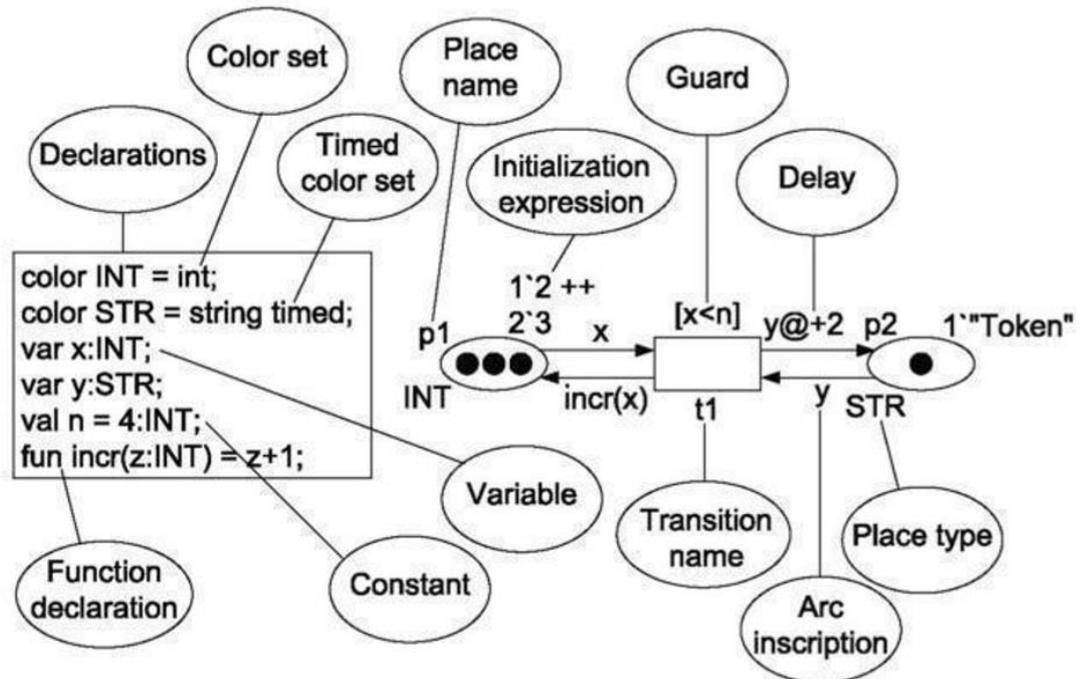
Para descrever a marcação de uma rede de Petri colorida e tempo, deve-se especificar para cada lugar o valor e a marca tempo de cada token. Pode acontecer atraso dependendo dos valores das fichas consumidas.

Um modelo de CPN (*Colored Petri Net*) consiste em duas partes: estrutura de rede que é constituída em lugares, transições e arcos, e declarações são definidas usando a linguagem CPN², tipos de lugares, constantes, variáveis e funções.

A Figura 2.5 apresenta um resumo dos principais elementos de um modelo de rede de Petri colorida.

²Linguagem CPN é uma linguagem gráfica que nos permite expressar a estrutura da rede e a descrição de um modelo de rede de Petri com cor e tempo em termos de um diagrama.

Figura 2.5 - Os elementos de um modelo de uma Rede de Petri Colorida



Fonte: Aalst e Stahl. *Modeling business processes a Petri Net-Oriented Approach*, 2011.

Lugar (*Place name*) - cada lugar tem um nome p1 e p2. Ao lado tem uma inscrição que determina o conjunto de cores de *tokens* (valores de dados) e o tipo de lugar INT, STR.

Expressão de inicialização (*Initialization expression*) - cada símbolo na marcação inicial deve ter uma cor que pertence ao conjunto de cores.

Inscrição arco (*Arc inscription*) é usado para definir entrada e saída. Primeiro define a variável x do tipo int e segundo a variável y do tipo string.

```

var x:INT;
var y:STR;
  
```

Guarda (*Guard*) - é uma expressão booleana que está associada com uma transição. É uma condição adicional que precisa ser satisfeita para permitir a transição. A notação gráfica é fechada por colchetes $[x < n]$ para variáveis x e n do tipo int.

Inscrição arco e guarda define o comportamento da transição em uma rede de Petri colorida. A linguagem CPN oferece constantes, variáveis e operadores sobre os tipos básicos e tipo de construtores para definir inscrições arcos e guardas. Define-se expressões mais complexas usando funções e também suporta a extensão de redes de Petri com o tempo e fornece uma sintaxe para descrever a marca de tempo de *tokens* e atrasos (*delay*).

Transição (*Transition*) - o disparo de uma transição em uma Rede de Petri colorida não só muda a distribuição de fichas nos lugares, mas também altera os valores das fichas que fluem através da estrutura de rede.

2.2.2 Comparando uma Rede de Petri Clássica com uma Rede de Petri Colorida

Redes de Petri coloridas estendem redes de Petri, adicionando dados (AALST; STAHL, 2011). As redes de Petri são um caso especial de redes de Petri coloridas. A marcação de uma rede de Petri (clássica ou colorida) é uma distribuição de *tokens* (fichas) sobre os lugares da rede. Em uma rede de Petri, os *tokens* são indistinguíveis e graficamente representados como pontos pretos. Por isso, cada lugar de uma rede de Petri tem o mesmo tipo de lugar, pontos pretos e tem o universo $U = [\text{pontos pretos}]$ contendo um único valor. As redes de Petri coloridas podem ter vários tipos lugares, portanto, vários universos.

As redes de Petri não possuem inscrições de arco, porque apenas tokens (fichas) do mesmo valor circulam pela rede. Para definir uma rede de Petri colorida, precisa-se atribuir uma inscrição de arco a cada arco. As redes de Petri coloridas têm uma expressividade maior do que redes de Petri ou seja, existem sistemas, que não podem ser modelados como uma rede de Petri, mas podem ser modelados como uma rede de Petri colorida.

Concluimos que redes de Petri colorida é uma rede de Petri estendida por adição de dados. Considerando a complexidade de uma rede de Petri é codificada na estrutura da rede, a complexidade de uma rede de Petri colorida é codificada nos tipos de lugares e expressões.

2.3 Padrões de *Workflow*

Diversas atividades dentro de um *workflow* podem ser analisadas sob o enfoque de padrões, demonstrando comportamentos comuns em cenários de processos de negócios ou científicos. Aalst et al. (2003) propuseram segundo à natureza das operações a serem realizadas, as seguintes categorias de padrões para *workflow*:

- Padrões para Controle de Fluxo (*Workflow Control-Flow Patterns – WCP*): apresentam cenários de sequência de execução das etapas de um *workflow*. Foram identificados quarenta e três padrões agrupados em oito subcategorias (RUSSELL et al., 2006);
- Padrões para Recursos (*Workflow Resource Patterns – WRP*): representam entidades (recursos) capazes de realizar algum trabalho (RUSSELL et al., 2005). São classificados como humanos e não-humanos, em função da dependência de pessoas. Por exemplo,

um supervisor que aprova uma tarefa é um Recurso Humano, enquanto threads de execução são Recursos Não-Humanos;

- Padrões para Dados (*Workflow Data Patterns – WDP*): descrevem de que modo os dados podem ser representados e utilizados em *workflow*. Russell et al. (2006) descrevem trinta e nove padrões, agrupados em quatro grupos distintos;
- Padrões para Exceções (*Exception Handling Patterns*): descrevem como as exceções são manipuladas e qual a ação de recuperação deve ser empregada. Russell et al. (2006).

Neste trabalho trataremos apenas os Padrões para Controle de Fluxo (*Workflow Control-Flow Patterns – WCP*).

2.3.1 Padrões para Controle de Fluxo

Os padrões para Controle de Fluxo (*Workflow Control-Flow Patterns – WCP*) compõem um conjunto proposto em Aalst et al. (2003) de vinte padrões encontrados na execução das etapas de um *workflow*. Russell et al. (2006) fizeram uma revisão e identificaram diversas especializações desses padrões, e criaram novos padrões, totalizando quarenta e três padrões distintos, organizados em oito categorias:

- Padrões Básicos: essa classe de padrões captura os aspectos elementares de controle de fluxo e são semelhantes às definições desses conceitos inicialmente propostos pela *Workflow Management Coalition - WfMC* (1999);
- Padrões Avançados para Ramificações e Sincronizações: segundo Nardi (2009), esses padrões detalham diversas possibilidades para execução de ramificações como discriminadores e junções parciais, incluindo tratamento de atividades pendentes;
- Padrões para Múltiplas Instâncias: conforme Nardi (2009), descrevem situações onde são executadas, sobre uma mesma atividade, diversas instâncias. Todas as atividades são instâncias de uma mesma atividade – representa uma especialização de padrões para ramificação e sincronização;
- Padrões Baseados em Estado: de acordo com Nardi (2009), “quando a relação entre atividades a serem executadas dependerem de estado, o controle do fluxo deve prever situações de concorrência e ordem de execução”;
- Padrões para Cancelamento e Conclusão Forçada: alguns padrões avançados para ramificação e sincronização utilizam o conceito de cancelamento de atividades

quando um conjunto de atividades tenha sido concluído. Nesta categoria são tratados os padrões de cancelamento isoladamente, úteis para o tratamento de exceções;

- Padrões de Iterações: esses padrões utilizam de um ponto onde uma ou mais atividades pode ser feita repetidamente, incluindo a recursão;
- Padrões de Terminações: esses padrões são usados para determinar quando uma instância de processo acaba de acordo as condições de negócios desejados, seja implícita ou explícita;
- Padrões para Gatilhos: são padrões de fluxo de controle para os casos em que um sinal externo informa o prosseguimento ou não do fluxo, ocasionando ou não o início da próxima atividade.

A Tabela 2.1 relaciona todos os quarenta e três padrões, identificados no trabalho de Russell et al. (2006), agrupados nas oito categorias acima citadas.

Tabela 2.1 - Padrões para Controle de Fluxo (*Workflow Control-Flow Patterns - WCP*)

(contina)

Categorias	Denominações dos Padrões
Padrões Básicos	WCP 1 - Sequencial WCP 2 - Divisão Paralela WCP 3 - Sincronização WCP 4 - Escolha Exclusiva WCP 5 - Fusão Simples
Padrões Avançados para Ramificações e Sincronizações	WCP 6 - Escolha Múltipla WCP 7 - Fusão Sincronizada Estruturada WCP 8 - Fusão Múltipla WCP 9 - Discriminador Estruturado WCP 28 - Discriminador com Bloqueio WCP 29 - Discriminador com Cancelamento WCP 30 - Junção Parcial Estruturada WCP 31 - Junção Parcial com Bloqueio WCP 32 - Junção Parcial com Cancelamento WCP 33 - Junção AND Generalizada WCP 37 - Fusão Sincronizada Local WCP 38 - Fusão Sincronizada Geral WCP 41 - Fusão de Segmento WCP 42 - Divisão de Segmento

Tabela 2.1 Padrões para Controle de Fluxo (*Workflow Control-Flow Patterns - WCP*)

(conclusão)

Categorias	Denominações dos Padrões
Padrões para Múltiplas Instâncias	WCP 12 - Múltiplas Instâncias sem Sincronização WCP 13 - Múltiplas Instâncias com o Conhecimento em Tempo de Projeto WCP 14 - Múltiplas Instâncias com o Conhecimento em Tempo de Execução WCP 15 - Múltiplas Instâncias sem o Conhecimento em Tempo de Execução WCP 34 - Junção Parcial Estática para Múltiplas Instâncias WCP 35 - Cancelamento de Junção Parcial de Múltiplas Instâncias WCP 36 - Junção Parcial Dinâmica para Múltiplas Instâncias
Padrões Baseados em Estados	WCP 16 - Escolha Adiada WCP 17 - Roteamento Paralelo Intercalado WCP 18 - Marco WCP 39 - Seção Crítica WCP 40 - Roteamento Intercalado
Padrões para Cancelamento e Conclusão Forçada	WCP 19 - Cancelar Atividade WCP 20 - Cancelar o Processo WCP 25 - Cancelar uma Região WCP 26 - Cancelar Múltiplas Instâncias de uma Atividade WCP 27 - Completar Múltiplas Instâncias de uma Atividade
Padrões de Interações	WCP 10 - Ciclos Arbitrários (não estruturados) WCP 21 - Loop Estruturado WCP 22 - Recursividade
Padrões de Terminações	WCP 11 - Terminação Implícita WCP 43 - Terminação Explícita
Padrões para Gatilhos	WCP 23 - Gatilhos Transitórios WCP 24 - Gatilhos Permanentes

Fonte: Autora.

Russell et al. (2006), representaram os padrões de *workflows* em Rede de Petri Coloridas, adotando-se uma notação em que os lugares são representados por elipse ou círculos, as transições por retângulos e os fluxos de controles por setas. Os lugares de entrada são rotulados por $i_1, i_2, i_3 \dots i_n$, os lugares internos são rotulados por $p_1, p_2, p_3 \dots p_n$ e os lugares de saída são rotulados por $o_1, o_2, o_3 \dots o_n$ e eles podem conter qualquer sequência de caracteres. As transições são rotulados por A...Z. As transições são destinadas a representar tarefas ou atividades de processos. O controle de fluxo são tipo CID (abreviação de “Caso de Identificador”) e o conjunto de cores contém o identificador de um dos conjuntos declarados. A expressão arco c deve corresponder ao conjunto de cores do lugar ligado ao arco; caso contrário, uma mensagem de erro aparece perto do arco durante a verificação de sintaxe.

No Anexo A deste trabalho estão representado sem redes de Petri os padrões de controle de fluxo identificados na fase 1 da Metodologia Proposta para os Processos Acadêmicos descritos no capítulo 4, quais sejam:

- WCP1 - Sequencial
- WCP 4 - Escolha Exclusiva

- WCP 21 - Laço Estruturado

Estão também representados no anexo, os seguintes padrões de fluxo de controle, não presentes nos Processos Acadêmicos modelados:

- WCP 2 - Divisão Paralela
- WCP 3 - Sincronização
- WCP 5 - Simples Fusão
- WCP 6 - Múltipla Escolha
- WCP 7 - Sincronização Estruturada Merge
- WCP 8 - Múltipla Merge
- WCP 9 - Discriminador Estruturado

2.4 BPMN

Para especificar o Processo Acadêmico usando os Padrões de *Workflow* e BPMN, uma linguagem de diagramação para processos de negócios (SILVER, 2011), para diagramar e documentar processos que permite a visualização, controle e melhoria de todos os processos em tempo real.

BPMN possui cinco categorias básicas de elementos: Objetos de fluxo (*Flow Objects*), Objetos de conexão (*Connecting Objects*), *Swimlanes*, Artefatos (*Artifacts*) e Data, que são utilizados para representar símbolos dos diversos eventos que ocorrem em cada processo.

De acordo com Object Management Group - OMG (2011), os objetos de fluxo são os principais elementos gráficos que definem o comportamento de um processo de negócio. Tipos de objetos de fluxo são Eventos (*Events*), Atividades (*Activities*) e Decisões (*Gateways*). O Quadro 2.1 representa Objetos de fluxo.

Quadro 2.1 - Objetos de fluxo

(continua)

Elemento	Descrição	Notação
Evento	É algo que ocorre durante um processo de negócio. Estes eventos afetam o fluxo do processo e geralmente têm uma causa (gatilho) ou um impacto (resultado). Existem três tipos de eventos: Início, onde começa o processo; Intermediário, que acontece durante o processo; e Final, em que termina todo ou parte do processo.	

Quadro 2.1 - Objetos de fluxo

(conclusão)

Elemento	Descrição	Notação
Atividades	É um termo genérico para um trabalho que uma organização executa. Uma atividade pode ser atômica ou composta. Os tipos de atividades são Tarefas, Subprocesso e Processo.	
Decisões	Gateways são utilizados para controlar a convergência ou divergência dos fluxos de sequências. Os tipos de gateways são: Exclusivo e Paralelo. Marcas internas indicarão o tipo de comportamento do controle.	

Fonte: *OBJECT MANAGEMENT GROUP (OMG)*, 2011 – Adaptado pela autora.

Existem três maneiras de conectar os objetos do fluxo: fluxo de sequência, fluxo de mensagem e fluxo de associação. O Quadro 2.2 representa Objetos de conexão.

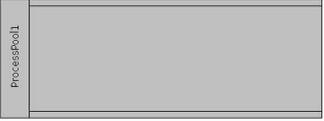
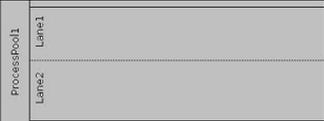
Quadro 2.2 - Objetos de conexão

Elemento	Descrição	Notação
Fluxo de Sequência	É usado para mostrar a ordem (sequência) com que as atividades serão executadas em um processo, é um conector de linha sólida que liga atividades, gateways e eventos.	
Fluxo de Mensagem	É usado para mostrar o fluxo das mensagens entre dois participantes diferentes que os emitem e recebem.	
Fluxo de Associação	É usada para associar dados, texto e outros artefatos com os objetos de fluxo. As associações são usadas para mostrar as entradas e as saídas das atividades.	

Fonte: *OBJECT MANAGEMENT GROUP (OMG)*, 2011 – Adaptado pela autora.

A notação BPMN utiliza o conceito conhecido de *swimlanes* como um mecanismo para organizar atividades em categorias separadas visualmente, com o fim de ilustrar as diferentes funcionalidades e responsabilidades. Existem dois tipos de *swimlanes*: Pools e Lanes. O Quadro 2.3 representa *swimlanes*.

Quadro 2.3 - Objetos de swimlanes

Elemento	Descrição	Notação
Pool	Um Pool representa um participante em um Processo. Ele também atua como um container gráfico para particionar um conjunto de atividades de outros Pools. A representação de um pool é uma caixa retangular, que pode estar posicionada na horizontal ou na vertical.	
Lane	Um Lane ou raia representa a divisão de um processo. São usados para organizar e categorizar atividades. A notação BPMN não apresenta regras sobre o cruzamento de fronteiras de uma Lane para fluxos de sequência ou mensagem.	

Fonte: *OBJECT MANAGEMENT GROUP - OMG*, 2011 – Adaptado pela autora.

Os artefatos são elementos que permitem complementar o modelo com informações adicionais sobre o processo. Não são relacionados diretamente aos Fluxos de Sequência ou Mensagens. Existem três tipos de artefatos: Objeto de Dados, Anotação e Grupos (*OBJECT MANAGEMENT GROUP*, 2011). O Quadro 2.4 representa artefatos.

Quadro 2.4 – Artefatos

Elemento	Descrição	Notação
Objeto de Dados	Representa um documento, dado ou algum outro objeto utilizado, produzido ou alterado no Processo.	
Anotação	É o mecanismo que fornece informação textual adicional para o leitor de um diagrama BPMN.	
Grupo	É representado por um retângulo com bordas arredondadas, desenhado com linhas tracejadas. Mecanismo visual utilizado para agrupar informalmente elementos de um diagrama.	

Fonte: *OBJECT MANAGEMENT GROUP (OMG)*, 2011. Adaptado pela autora.

3 TRABALHOS RELACIONADOS

Os trabalhos relacionados a proposta desta dissertação, envolve a utilização de padrões de *workflow*, BPMN e formalismos de representação de processos em especial redes de Petri.

3.1 Aplicação de Redes de Petri para o gerenciamento de *workflow*

Aalst (1998) apresenta uma aplicação de Redes de Petri para o gerenciamento de *workflow*. O principal objetivo de um sistema de gerenciamento de *workflow* é o apoio da definição, execução, registro e controle de processos. Existem pelo menos três boas razões para utilização de redes de Petri na modelagem e análise de *workflow*:

- Possuem tanto semântica formal quanto natureza gráfica;
- Podem modelar explicitamente estados do sistema;
- Há variedade e disponibilidade de técnicas de análise.

A dissertação desenvolvida está relacionada com o trabalho de Aalst (1998) por trabalhar com *workflow* e Redes de Petri.

3.2 Gestão de controle acadêmico: mapeamento do conhecimento e modelagem através de Redes de Petri

Marcos (2007), apresenta uma metodologia utilizando as Redes de Petri (RdPs) no contexto *workflow*, que avaliam e validam o modelo de controle acadêmico em uma instituição de ensino superior permitindo que sejam realizadas especificações do sistema a ser desenvolvido. Através das Redes de Petri é gerado um modelo de negócio de fácil entendimento para todas as pessoas envolvidas no processo. O uso dessa metodologia é a semântica formal e de representação gráfica, que resultam na eliminação das ambiguidades, diversificação das técnicas de análise e permissão de um raciocínio sobre as propriedades de um determinado procedimento. Utilizou-se técnicas de análise em redes de Petri para analisar *workflows* com a ajuda dos *softwares* *Woped* (2006), *Woflan* (2001) e *Yasper* (2005).

O relacionamento do trabalho desenvolvido pelo autor com a desta dissertação está, apenas na utilização de um formalismo matemático (redes de Petri coloridas), com semântica formal, tendo uma representação gráfica padronizada e de fornecedor independente.

3.3 Padrões de *workflow* para reuso em modelagem de processos de negócio

Thom, Chiao e Iochpe (2007), afirmam que automatização dos processos de negócio executados na organização, reduz os custos, tempos, erros e redundância na execução dos processos. Os autores apresentam e classificam um conjunto de padrões de *workflow* para modelagem de processos. Cada padrão representa uma função recorrente em processos de negócio. Através da mineração de 190 processos de *workflow* de mais de 10 organizações diferentes pode-se constatar que a maioria dos padrões existem com alta probabilidade de reuso nos processos de *workflow* analisados. Depois, o estudo mostrou que o conjunto de padrões é suficiente e necessário para modelar todos os 190 processos investigados.

Os autores destacam-se a classificação dos Padrões de *Workflow* realizada com base em características específicas dos processos:

- Padrões com base em aspectos da estrutura organizacional;
- Padrões com base no domínio de aplicação;
- Padrões com base em funções recorrentes em processos de negócio.

O Visual Paradigm para a UML *Community Edition*, o qual tem como base a UML 2.0 foi utilizado como editor para a modelagem dos padrões.

O relacionamento do trabalho desenvolvido pelo autor com a desta dissertação está, apenas na utilização de padrões de *workflow*.

3.4 Formulação de uma metodologia de modelagem de processos de negócio para implementação de *workflow*

Costa (2009), apresenta uma formulação de uma metodologia para modelagem de processos que apoie a implantação do *workflow* em empresas de serviços. O estudo inicia-se com uma revisão bibliográfica onde são tratados os conceitos envolvidos no gerenciamento de processos de negócio, modelagem e otimização de processos e sistemas de automação de processos via *workflow*. A partir da observação das características específicas das empresas do setor de serviços, assim como da adequação das metodologias utilizadas por diversos autores, apresenta-se uma rota metodológica para modelagem de processos. O trabalho finaliza com um exemplo de validação onde a metodologia é aplicada em uma empresa prestadora de serviços no setor de energia nuclear, na modelagem de processos com vistas à implementação de um sistema de *workflow*.

O relacionamento do trabalho desenvolvido pelo autor com a desta dissertação está, apenas na utilização de *workflow*.

3.5 Analisando BPMN como notação de apoio ao desenvolvimento de software

Ramos (2014), afirma que o Mapeamento de Processo de Negócio (MPN) traz notações para ajudar nessa busca por melhor qualidade através do mapeamento de processo, aqui especificamente vamos descrever a BPMN (*Business Process Model and Notation*). Inicia-se tudo em sua história, evolução, elementos e uma análise de sua aplicação através da opinião de profissionais de TI que analisaram modelos de processos e responderam as questões sobre a validade de usar BPMN como notação de apoio ao desenvolvimento de software. É uma notação que agrega valor a documentação de um projeto a ser automatizado por *software*, pois é muito simples de ser aplicada e facilita o entendimento dos envolvidos naquilo que se está desenvolvendo.

3.6 Modelagem e análise dos processos de negócios em uma empresa do ramo automotivo através do formalismo das Redes de Petri

Okayama (2007), afirma que a descrição do conhecimento da empresa através de modelos formais baseados em RDP permite o suporte na concepção de um sistema de gestão de processos de negócio. O uso de métodos formais oriundos dos sistemas a eventos discretos garante um rigor matemático nas representações dos processos. As RDP fornecem, além deste rigor, uma representação gráfica simples facilitando tanto a criação, quanto a interpretação do que está sendo modelado. Algumas extensões da RDP, como as RDP Coloridas e as *Workflow-nets* (*WF-nets*), permitem uma organização adequada e uma representação dinâmica da informação dos processos. A *WF-net* é uma extensão da rede de Petri com propriedades específicas para os processos de modelagem *workflow*. Com o formalismo disponibiliza-se uma análise do processo e não apenas do fluxo do processo e acredita-se que há um grande campo de aplicação a ser explorado. Através do modelo formal, puderam-se investigar algumas propriedades e verificações, como por exemplo, que o processo de negócio dispense maior tempo em um “tempo de espera”, seja espera em um processo interno ou externo, sendo este o maior motivo para o processo ter um longo período para sua finalização. Com este estudo foi possível identificar um sistema de gestão de processos de negócio dispondo uma visão holística para a organização através da modelagem formal de seus processos.

4 PROCESSOS ACADÊMICOS

Neste trabalho considera-se processos acadêmicos³ todos os processos que envolvem, na área acadêmica do Instituto Federal de Sergipe, atividades pedagógicas, técnicas e no apoio administrativo. Eles estão relacionados aos alunos dos cursos superiores de Tecnologia, Bacharelados e Licenciaturas com o objetivo de identificar e mapear as principais atividades para obter um resultado positivo de forma ágil com as informações documentadas e facilitando o atendimento ao aluno.

Os setores que envolvem esses processos são a Coordenadoria de Registro Escolar (CRE), que está dividida nos serviços de CRE_Atendimento, CRE_Cadastro, CRE_Protocolo e CRE_Arquivo, Coordenadoria de Registro Acadêmico (CRA), Coordenadorias de Cursos, Protocolo, Diretoria de Campus, Gerência de Ensino e Gabinete da Reitoria e Reitoria.

A maioria dos processos inicia-se com a solicitação do aluno por meio de requerimento formal, que lhe é apresentado na Coordenadoria de Registro Escolar ou no site da instituição, do qual constam os campos para preenchimento de todos os seus dados acadêmicos (Anexos B - Requerimento).

4.1 Processo Acadêmico de matrícula institucional ou matrícula inicial - calouros

Após o processo seletivo e observado o calendário acadêmico, o aluno que for aprovado e classificado efetuará a matrícula na Coordenadoria de Registro Escolar (CRE) do Campus para o qual se inscreveu, no endereço descrito no edital.

O aluno entrega todos os documentos solicitados no Edital para a montagem do processo. O servidor da CRE certifica-se de que o aluno consta da lista de aprovados emitida pela Comissão de Apuração do Processo Seletivo. Em seguida, organiza os documentos de acordo com o Edital, monta o processo acadêmico com os documentos entregues, cadastra o aluno no Sistema Acadêmico vinculando a um curso e matriz curricular, contendo os seguintes dados: ano, período de ingresso, descrição do curso, turno, cpf, data de nascimento, nome do aluno, e-mail, telefone residencial, telefone celular, nome do pai e nome da mãe. O Sistema Acadêmico emite o Comprovante de Matrícula contendo os seguintes dados: nome do aluno, ano, período de ingresso, descrição do curso, turno, assinatura e carimbo do servidor e a data. O aluno também pode retirá-lo diretamente do Portal do Aluno. Se não entregar todos os

³http://www.ifs.edu.br/images/1Documentos/2014/3-Mar%C3%A7o/Proen/CS_14_-_Aprova_o_Manual_de_rotinas_e_procedimentos_da_CRE.pdf

documentos, ficam registrados aqueles que estão faltando no Sistema. Arquia-se uma via dos documentos na pasta do aluno. Finalmente, ele receberá um Comprovante de Matrícula.

4.2 Processo Acadêmico de pré-matrícula através do Portal do Aluno

Antes que o período letivo atual termine, os alunos manifestam, pela internet, o desejo de continuar na instituição realizando os estudos no próximo período.

Cada estudante deverá entrar na internet, acessar o módulo no sistema acadêmico com o *login*, digitando a matrícula e a senha, e fazer a sua renovação de matrícula em que receberá um comprovante de renovação de matrícula confirmada.

Quando o fechamento do período atual ocorrer, o aluno que solicitou a pré-matrícula terá o período letivo criado já com a situação "Matriculado", apto para realizar a matrícula on-line, caso contrário, fica com a situação "Em Aberto".

4.3 Processo Acadêmico de matrícula WEB através do Portal do Aluno

A solicitação de matrícula será feita por meio do Portal do Aluno, no qual tem acesso através do login digitando a matrícula e a senha.

Ao acessar o Sistema Acadêmico na página inicial, o aluno escolhe as disciplinas disponíveis para o período. Em seguida, verifica-se o horário disponível para cada disciplina, observando para não haver choque de horário, e depois, confirma a matrícula. O sistema fará o processamento on-line, indicando possíveis conflitos existentes como, por exemplo, choque de horários. O processamento é baseado em regras pré-estabelecidas e dividido em duas etapas, sendo a primeira solicitação de matrícula e a segunda reformulação. No final do processamento, os alunos estão matriculados nas disciplinas solicitadas.

Os prazos para a realização da matrícula são definidos pela Gerência de Ensino. Qualquer problema que houver na *WEB*, será solucionado pela Gerência.

4.4 Processo Acadêmico de cancelamento de curso

A descrição desse processo se inicia quando um aluno solicita o cancelamento do curso, e pode ser feita a qualquer momento.

O aluno preenche um requerimento, ou um responsável, em caso de aluno menor de idade. Entrega a documentação na Coordenadoria de Registro Escolar para conferência.

A CRE_Atendimento monta a pasta do processo e encaminha ao setor de Protocolo para incluir no sistema de cadastro de processos, obtendo um número de processo em que o aluno

recebe um comprovante. Em seguida, o processo será encaminhado para CRE_Cadastro, na Coordenadoria de Registro Escolar, onde será efetuado o cancelamento do curso no Sistema Acadêmico. O aluno receberá uma notificação do cancelamento do curso e esse processo deve ser arquivado na pasta dele.

4.5 Processo Acadêmico de transferência para outra instituição

Ao solicitar uma transferência para outra instituição, é necessário que o aluno pertença ao mesmo curso, ou ainda para cursos afins, desde que haja compatibilidade de disciplinas e vagas. Ele entra em contato com a instituição para saber quando é o período de transferência. Assim que se iniciar a transferência, o discente ou responsável preenche um formulário com os dados: número da matrícula, nome, curso, telefone residencial, telefone celular e e-mail, solicita a transferência na CRE_Atendimento, monta a pasta do processo, encaminha para o Protocolo registrar os dados do aluno e entrega um comprovante com um número de processo ao aluno. Em seguida, o Protocolo encaminha para a CRE_Cadastro imprimir o Histórico que será enviado para a Gerência de Ensino assinar, posteriormente, vai para a CRE_Cadastro efetuar a transferência, entrega ao aluno uma guia de transferência e o processo deve ser arquivado na pasta do aluno.

4.6 Processo Acadêmico de licença maternidade

A lei nº 6.202, de 17 de abril de 1975, atribui à estudante em estado de gestação o regime de exercícios domiciliares instituído pelo Decreto-lei nº 1.044, de 1969, e dá outras providências (BRASIL, 1969, 1975).

A aluna solicita licença maternidade, preenche um requerimento, anexando documento (laudo médico ou certidão de nascimento da criança), entrega os documentos na CRE_Atendimento, monta o processo, registra os dados da aluna obtendo um número interno na CRE_Protocolo, em que ela recebe um comprovante.

Esse processo será encaminhado para a CRE_Cadastro, observando que se a aluna optar para trancamento do curso, deve registrar no Sistema Acadêmico abono de faltas e o processo será arquivado na pasta da aluna. Caso prefira o atendimento domiciliar, deve registrar as justificativas de faltas no Sistema Acadêmico e será encaminhado para a Coordenadoria de Curso tomar providências, em seguida, para a CRE_Arquivo arquivar na pasta da aluna.

4.7 Processo Acadêmico de exame de proficiência

O regulamento do Exame de Proficiência foi aprovado pelo Conselho Superior do IFS, Resolução nº 27/2011/CS/IFS (BRASIL, 2011).

O aluno solicita exame de proficiência. O prazo para solicitação é de 8 dias úteis, a partir do início das aulas, conforme Resolução nº 36/2015/CS/IFS de 20 de março de 2015, Regulamentação de Organização Didática - ROD 2015 (BRASIL, 2015). O aluno preenche um requerimento e anexa documento comprobatório da experiência ou conhecimento na disciplina, concluída com êxito. Será aceito conhecimento do mesmo nível de curso ou superior e não será válido o simples relato manuscrito. O aluno entrega a documentação na CRE_Atendimento, monta a pasta do processo e encaminha ao setor de Protocolo, registra os dados do aluno e será entregue um comprovante que consta o número do processo, logo depois, encaminha o processo para a Coordenadoria de Curso que dá um parecer circunstanciado sobre o objeto do requerimento do aluno. Se o processo for indeferido, o discente pode pedir revisão do processo. Caso seja deferido, encaminha à Direção de Ensino, acompanhado da indicação de dois docentes vinculados à Área da Disciplina para compor a comissão de aplicação de Exame de Proficiência, se o pleito proceder.

A Direção de Ensino encaminhará o processo para a emissão de portaria pela Reitoria. Após a publicação da portaria, cabe à Banca Examinadora a concepção, elaboração, aplicação, correção e emissão de parecer a respeito do exame realizado, a definição do local, data e horário para a realização das provas. A Banca Examinadora comunica ao aluno cinco dias úteis antes, por escrito, informando o dia, local, horário e conteúdo (quais os assuntos/tópicos contidos na ementa que serão exigidos no exame) e forma da avaliação (escrita, oral, escrita/oral, teórica, prática, teórica/prática).

A Banca Examinadora encaminha o resultado para a CRE_Cadastro registrar no Sistema Acadêmico e comunicar ao aluno o resultado aprovado ou reprovado, em seguida, arquivar o processo na pasta do aluno.

4.8 Processo Acadêmico de emissão de histórico escolar

O processo inicia-se com a solicitação do aluno para emissão do Histórico Escolar e é concluído com a entrega no prazo de cinco dias úteis ao solicitante. O estudante deve ter concluído o curso, incluindo a regularização do estágio, solicitar a expedição do documento mencionado, junto à Coordenadoria de Registro Escolar do respectivo campus. Essa solicitação é realizada por meio de requerimento formal, que lhe é apresentado nessa coordenadoria ou no

site da instituição, do qual constam os campos para preenchimento de todos os dados acadêmicos.

Anexados ao requerimento, deve ter o seguinte documento: cópia do documento oficial de identificação, autenticado por um servidor da CRE_Atendimento.

Após o devido preenchimento de todos os campos do requerimento, o aluno solicita a emissão do histórico final à CRE_Atendimento onde confere a documentação, monta o processo anexando a documentação exigida. A CRE_Atendimento encaminha o processo para o protocolo incluir no sistema de cadastro de processos, obtendo um número de processo. Ao aluno, é entregue um comprovante de que ele protocolou o requerimento. Em seguida, o processo será encaminhado para a CRE_Cadastro, emite o Histórico Escolar, que será assinado pelo coordenador. Posteriormente, o processo é encaminhado à Gerência de Ensino, para assinatura do gerente que também deverá constar no Histórico Escolar. A partir de então, o histórico será entregue ao aluno. Em casos de históricos em que necessite recorrer ao arquivo geral, o prazo de entrega será de 15 dias úteis.

4.9 Processo Acadêmico de colação de grau oficial (coletiva)

O aluno solicita colação de grau através de requerimento na CRE_Atendimento, em que monta o processo interno (ver modelo do processo interno Capa), encaminha para a

Coordenadoria de Curso, o coordenador verifica no Sistema Acadêmico se está concluído o curso analisando carga-horária, atividades complementares, estágio. Em seguida, o processo será encaminhado para a CRE_Atendimento, comunica ao aluno que está apto para colar grau e o processo será arquivado na CRE_Arquivo.

4.10 Processo Acadêmico de emissão de diploma de graduação

O processo é iniciado com a solicitação do aluno para emissão do diploma de graduação e é concluído com a entrega do diploma no prazo de 30 dias úteis ao aluno solicitante. O aluno concludente, após a cerimônia de colação de grau, solicita a expedição do documento mencionado, junto à Coordenadoria de Registro Escolar do respectivo campus. Tal solicitação é realizada por meio de requerimento formal, que lhe é apresentado nessa Coordenadoria ou no site da instituição, em que constam os campos para preenchimento de todos os dados acadêmicos.

Anexados ao requerimento, devem estar os seguintes documentos: cópia de Certidão de Nascimento ou Casamento, cópia do documento de identidade, com foto, contendo nº do

Registro Geral, Certidão de Quitação Eleitoral, cópia do Certificado de Conclusão de Ensino Médio ou cópia do Histórico Escolar do Ensino Médio.

Após o devido preenchimento de todos os campos de seu requerimento, o aluno solicita a emissão de diploma de graduação à CRE_Atendimento onde confere toda a documentação, monta o processo anexando a documentação exigida. A CRE_Atendimento encaminha o processo para o protocolo incluir no sistema de cadastro de processos, obtendo um número de processo. Ao aluno, é entregue um comprovante de que ele protocolou o requerimento. Em seguida, o processo será encaminhado para a CRE_Cadastro, emite o Histórico Escolar, que será assinado pelo coordenador. Posteriormente, o processo é encaminhado à Gerência de Ensino Superior, para a assinatura do gerente, que também deverá constar no Histórico Escolar. O processo segue para a Coordenadoria de Registro Acadêmico onde será impresso o diploma e registrado, no Sistema Acadêmico, o Livro de Registro. Encaminha-se para a Diretoria de Campus e, depois, ao Gabinete da Reitoria para assinatura. A partir de então, a CRA entrega ao aluno, mediante apresentação da cédula de identidade, para conferência e assinatura do diploma e do comprovante de entrega.

4.11 Regras dos processos acadêmicos

As regras de negócios são parte integrante do negócio das organizações. Os chamados motores de regra (*Business Rules Engine ou BRE*) avaliam informações de acordo com as regras previamente definidas. A tabela 4.1 mostra os processos acadêmicos e suas regras.

Tabela 4.1 - Processos Acadêmicos e suas regras

(continua)

Processos Acadêmicos	Regras
1. Processo Acadêmico de matrícula institucional ou matrícula inicial – calouros	O aluno, que for aprovado e classificado, efetuará a matrícula na Coordenadoria de Registro Escolar (CRE) do Campus para o qual se inscreveu, no endereço descrito no edital.
2. Processo Acadêmico de pré-matrícula através do Portal do Aluno	O aluno acessa o módulo do sistema acadêmico com login digitando a matrícula e a senha e fazer a sua renovação de matrícula.
3. Processo Acadêmico de matrícula WEB através do Portal do Aluno	O aluno acessa o módulo do sistema acadêmico com login digitando a matrícula e a senha. Escolher disciplina disponível para o período e verificar horário disponível.

Tabela 4.1- Processos Acadêmicos e suas regras

(conclusão)

Processos Acadêmicos	Regras
4. Processo Acadêmico de cancelamento de curso	O aluno solicita o cancelamento do curso a qualquer momento. Será incluído no sistema de cadastro de processos, obtendo um número de processo e efetuará o cancelamento do curso no sistema acadêmico.
5. Processo Acadêmico de transferência para outra instituição	Para efetuar uma transferência para outra instituição, é necessário que o aluno pertença ao mesmo curso, ou ainda para cursos afins, desde que haja compatibilidade de disciplinas e haja vagas.
6. Processo Acadêmico de licença maternidade	A aluna solicita licença maternidade, onde registra os dados da aluna obtendo um número interno na CRE_Protocolo e observando que se a aluna optar para trancamento do curso, deve registrar no Sistema Acadêmico abono de faltas. Caso prefira o atendimento domiciliar, deve registrar as justificativas de faltas no Sistema Acadêmico e tomar providências.
7. Processo Acadêmico de exame de proficiência	O prazo para solicitação é de 8 dias úteis, a partir do início das aulas, conforme Regulamentação de Organização Didática - ROD 2015. Se o processo for indeferido, o discente pode pedir revisão do processo. Caso seja deferido, encaminha à Direção de Ensino, acompanhado da indicação de dois docentes vinculados à Área da Disciplina para compor a comissão de aplicação de Exame de Proficiência, se o pleito proceder.
8. Processo Acadêmico de emissão de histórico escolar	O aluno deve ter concluído o curso, incluindo a regularização do estágio. O prazo para entrega é de cinco dias úteis.
9. Processo Acadêmico de colação de grau oficial (coletiva)	O Coordenador do curso verifica no Sistema Acadêmico se o aluno concluiu o curso, analisando carga-horária, atividades complementares e o estágio.
10. Processo Acadêmico de emissão de diploma de graduação	O aluno deve primeiramente colar grau, para só então solicitar a expedição do diploma. O prazo para entrega do diploma da instituição ao aluno é de trinta dias úteis.

Fonte: Autora.

4.12 Participantes

Os participantes são identificados durante a definição do processo e podem ser: humano, máquina, regra ou unidade organizacional.

A partir das descrições dos estudos de caso, identificou-se os seguintes participantes: aluno, Coordenadoria de Registro Escolar - CRE que está dividida nos serviços de CRE_Atendimento, CRE_Cadastro, CRE_Protocolo e CRE_Arquivo, Coordenadorias de cursos, Protocolo, Diretoria de Campus, Gerência de Ensino, Gabinete da Reitoria e Reitoria.

4.13 Artefatos

Os artefatos são usados para fornecer informações adicionais sobre o processo.

No Anexo B, estão apresentados os principais artefatos envolvidos nos processos acadêmicos que são: documentos do aluno, BD Acadêmico, comprovante de matrícula, comprovante de aluno, requerimento preenchido, comprovante de renovação de matrícula, histórico do aluno, diploma do aluno, recibo de entrega do diploma.

5 METODOLOGIA PARA A ESPECIFICAÇÃO DE PROCESSOS ACADÊMICOS USANDO PADRÕES DE *WORKFLOW* E REDE DE PETRI

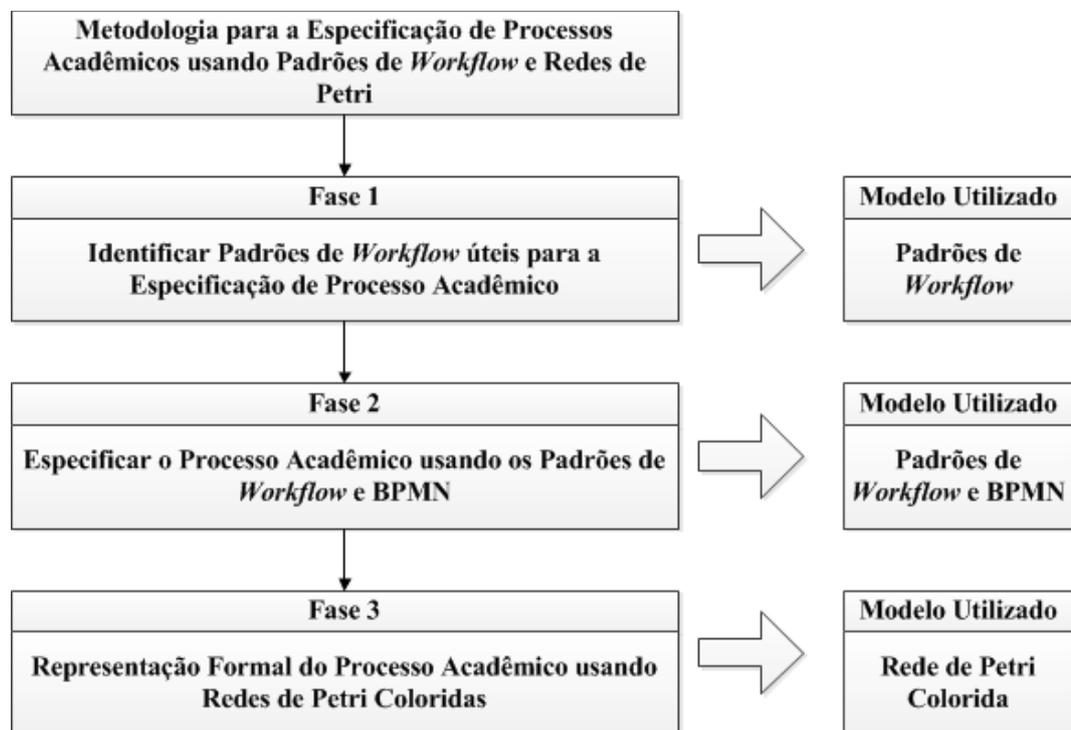
Neste capítulo é apresentada a metodologia proposta para especificação de processos acadêmicos, bem como aplicação da metodologia para especificação do conjunto de processos acadêmicos descritos no capítulo 4.

5.1 A metodologia proposta

Nesta seção, apresenta-se a metodologia proposta que será utilizada para a especificação de processos acadêmicos no contexto dos Padrões de *Workflow*, BPMN e Redes de Petri Coloridas.

A Figura 5.1 apresenta a metodologia com três fases distintas, citando os modelos utilizados em cada uma das fases, para especificação dos processos acadêmicos.

Figura 5.1 - Metodologia com as três fases



Fonte: Autora.

Na Fase 1 da metodologia, a partir da descrição em linguagem natural do processo acadêmico a ser especificado, identifica-se os Padrões de *Workflow* existentes, tendo como referência os padrões descritos na tabela 2.1, apresentada no item 2.3.1.

Na Fase 2 da metodologia os processos acadêmicos são especificados utilizando os Padrões de *Workflow* identificados na fase 1, através da notação de BPMN.

Na Fase 3 da metodologia, as especificações modeladas na fase 2 são representadas sob a forma de rede de Petri colorida, permitindo a verificação das suas propriedades, evitando erros formais e ambiguidades.

Fase 1: Identificar Padrões de *Workflow* úteis para a especificação do processo acadêmico.

O objetivo dessa Fase 1 é identificar padrões de *workflow* existentes nos processos acadêmicos a serem especificados, tendo como referência os padrões propostos por Aalst et al. (2003), revisto por Russell et al. (2006), conforme descritos na tabela 2.1, com o propósito de especificá-los na Fase 2, utilizando a notação de BPMN.

Os citados padrões de *workflow* foram estabelecidos com o objetivo de identificar e descrever situações recorrentes que surgem na modelagem dos processos organizacionais Aalst (2003). Com a identificação dos padrões de *workflow* obtêm-se múltiplas vantagens, entre as quais:

- Uma maior eficiência no esforço de modelagem, pois, com um conjunto reduzido de padrões de *workflow* é possível modelar uma grande variedade de processos;
- A reutilização dos padrões de *workflow* garante maior probabilidade de correção na automatização dos processos organizacionais;
- A aplicabilidade em diferentes níveis de abstração, podendo ser úteis tanto para a modelagem dos processos de negócios, como ao nível da sua implementação.

Através da análise e particionamento de cada processo a ser modelado, pesquisas evidenciaram que os padrões propostos representam um conjunto necessário e suficiente de construtores para a modelagem de todos os processos organizacionais. Tais padrões, evidentemente, simplificam o processo de modelagem, visto que possuem semântica simples e bem definida, podendo ainda, serem utilizados para testes e validação da qualidade do modelo elaborado.

Nesta Fase1 da metodologia proposta, temos as seguintes atividades:

1. **Identificação das principais atividades do processo** – Tendo como referência a descrição do processo acadêmico, em linguagem natural, bem como o acesso aos documentos, normas, formulários e demais artefatos que documentam o processo, faz-se a extração das principais atividades que compõem o processo;

2. **Descrição das atividades identificadas** – utilizando como modelo a Tabela 5.1, descreve-se cada uma das atividades identificadas, associando-as aos seus respectivos participantes (responsáveis pela execução parcial ou total de uma atividade);
3. **Identificação do padrão de *workflow***– tendo como referência os padrões de *workflow* relacionados na tabela 2.1, identifica-se os possíveis tipos de padrões que o processo contém, cujas atividades serão executadas.

Tabela 5.1 – Modelo de atividades/padrões de *workflow*

Participante	Atividade	Descrição	Padrão de <i>workflow</i>

Fonte: Autora.

Descrição:

- Participante: Nome da entidade que executa a atividade;
- Atividade: Nome da atividade;
- Descrição: Definição da atividade em si;
- Padrão de *workflow*: Nome do padrão de *workflow* presente nas atividades do processo, conforme notação descrita na tabela 2.1

As entradas e saídas desta fase são:

- **Entradas:** Descrição dos processos acadêmicos, em linguagem natural, conforme descrito no capítulo 4 deste trabalho e os padrões de *workflow* agrupados conforme tabela 2.1.
- **Saídas:** Tabela com as principais atividades do processo acadêmico, conforme modelo acima, com a identificação dos padrões de *workflow* encontrados nas principais atividades pertencentes ao processo em referência.

Como resultado desta fase, a metodologia propõe a produção de uma lista de padrões de *workflow* existentes em cada um dos processos acadêmicos a serem especificados.

Fase 2: Especificar o Processo Acadêmico usando os Padrões de *Workflow* e BPMN.

O objetivo dessa Fase 2 é especificar os processos acadêmicos usando os padrões de *workflow* identificados na Fase 1, modelando-os utilizando a notação BPMN.

Os processos acadêmicos assim modelados nesta fase, servirão de referência na Fase 3 para representá-los na forma de Redes de Petri colorida.

Antes de começar a modelar um processo, é crucial entender por que estamos modelando-o. Primeiro é entender o processo e compartilhar a nossa compreensão dele com as pessoas que estão envolvidas diariamente. Os participantes normalmente executam atividades bastante especializadas em um processo. Portanto, modelagem de processos ajuda a entendê-lo melhor, identificar e evitar problemas. Para a modelagem de processos, utiliza-se a linguagem BPMN (MARLON et al., 2013).

Nesta Fase 2 da metodologia proposta, temos as seguintes atividades:

- **Mapeamento do processo** – o mapeamento do processo é o levantamento detalhado das informações sobre o processo, objetivando a identificação de melhorias na execução do mesmo. É uma atividade de comunicação que tem a finalidade de ajudar a melhorar os processos existentes ou de implantar uma nova estrutura voltada para processos.

Consiste em reunir os documentos que regulamentam o processo e todos os artefatos necessários. A realização de entrevistas com os principais participantes do processo, fornece os elementos para uma melhor compreensão das atividades e fluxos de informações do processo.

- **Modelagem do processo** – a modelagem do processo, utilizando a linguagem BPMN, através de diagramas, facilita o entendimento, descrevendo as características de cada ação ou atividade, resultados esperados e caminhos a serem seguidos. É uma forma de comunicação, facilitando o entendimento do processo por todas as pessoas envolvidas, diretamente ou indiretamente com a realização das atividades e tarefas, e aquelas com interesse nos resultados gerado pelo processo.

Durante esta etapa deve-se ter o cuidado de documentar o estado atual do processo, ou seja, como as atividades ocorrem naquele momento, e não como deveriam ser. Sugestões de mudanças devem ser anotadas para uso na próxima etapa – na análise do processo, onde o foco é identificar e projetar melhorias no processo atual.

Em complemento ao diagrama de BPMN do processo, deve ser detalhado em documento separado, as ações a serem executadas por cada uma das atividades mapeadas, as entradas e saídas e as regras de negócio do processo.

- **Análise do processo** – envolve a compreensão do processo de negócio modelado, incluindo sua eficiência e eficácia para atendimento dos objetivos para os quais foram desenhados. Deve-se explorar ao máximo as atividades de decomposição do processo. O foco desta atividade é compreender o processo atual (“AS IS”).

A validação do modelo construído nesta etapa é fundamental para garantir que a modelagem esteja o mais próximo possível do real.

- **Desenho do processo** – é a especificação de como funcionará o processo que está sendo modelado, envolvendo o redesenho das atividades e seus relacionamentos. O foco desta atividade é o modelo futuro do processo de negócio (“TO BE”).

Tendo como base as melhorias identificadas nas etapas anteriores serão definidas as novas características e funcionalidade do processo. Deve-se dar atenção aos tempos de execução das atividades do processo – aquelas que demandam mais tempo, o efeito de uma possível otimização pode ser bem maior. A revisão e finalização da modelagem do processo, incorporando as melhorias sugeridas, analisadas e aprovadas pelos participantes, gera o novo modelo que será objeto de implementação.

A diagramação do processo deve seguir à risca os padrões de *workflow* identificados na fase 1 da metodologia e utilizar a notação de modelagem de processos BPMN.

Para a modelagem é importante considerar alguns importantes critérios:

- Formalismo apresentado pelo modelo – descrição da modelagem dos processos, o que garante uma interação correta dos participantes, a consistência dos dados e um processo seguro;
- Formalismo na definição dos papéis – associar uma atividade à uma pessoa ou grupo de pessoas, demonstrando a possibilidade de agrupar participantes, e também representar adequadamente a definição dos papéis de cada participante do processo;

- Representação de tarefas automáticas – representação das atividades automáticas, ou seja, que não precisam da intervenção humana;
- Formalismo na representação das atividades – monitoramento do processo de *workflow* com relação as características que permitem determinar o início, o andamento e o término das atividades;
- Representação da estrutura do fluxo de controle – definir as dependências entre atividades através de uma relação de causalidade (predecessor e sucessor) ou envolver a sucessão de caminhos alternativos;
- Representação de aspectos relacionados com o tempo – considerar o fator tempo que pode determinar situações de disparo automático de atividades. Podem ser definidos atributos como: data de início ou data limite de início de uma atividade, prazos limites, dentre outros;
- Representação do tratamento de exceções – especificar quais ações devem ser tomadas caso uma tarefa falhe ou um *workflow* não consiga ser completado.

As entradas e saídas desta fase são:

- **Entradas:**
 - Tabela com as principais atividades do processo acadêmico, elaborada na Fase 1, com a identificação dos padrões de *workflow* encontrados nas principais atividades pertencentes ao processo em referência;
 - Descrição dos processos acadêmicos, em linguagem natural, conforme descrito no capítulo 4 deste trabalho;
- **Saídas:**
 - Modelagem em BPMN do processo em referência, utilizando os padrões de *workflow* identificados.
 - Demais especificações do processo modelado e dos seus componentes.

Fase 3: Representação formal do processo acadêmico usando Redes de Petri Coloridas

O objetivo dessa Fase 3 é representar formalmente os processos acadêmicos modelados na Fase 2, utilizando Redes de Petri coloridas. Essa representação é feita através da modelagem dos Padrões de *Workflow* especificados na Fase 2, utilizando redes de Petri coloridas.

A regularidade, a eficácia e a eficiência dos processos de negócio suportados pelo sistema são vitais para a organização. Um processo de *workflow* que contém erros pode levar a

clientes insatisfeitos, reclamações, danos e perda de valor para o negócio. Pode também levar a altos tempos de execução, baixos níveis de serviços e necessidades equivocadas de ampliação de recursos. Por isso é importante a análise dos processos mapeados para:

- Efetuar testes de validação para verificar se o processo se comporta conforme projetado;
- Comprovar a exatidão dos *workflows* e seus resultados;
- Avaliar o desempenho das atividades previstas, verificando a capacidade de atender às exigências no que diz respeito aos tempos de processamento, níveis de serviços e utilização de recursos.

É com este objetivo de fortalecimento do processo de verificação da qualidade da modelagem do processo de negócio que propomos nesta metodologia a utilização de Redes de Petri nesta Fase 3, para a modelagem dos processos acadêmicos.

O formalismo matemático das Redes de Petri possibilita a análise precisa do modelo; verificações de propriedades inerentes aos sistemas concorrentes, tais como relações de precedência entre eventos, sincronização e existência ou não de bloqueios e falhas no modelo elaborado. São também indicadas na modelagem e simulação dinâmica de processos de negócios, permitindo identificar com clareza o comportamento do processo desenhado.

Nesta Fase 3 da metodologia proposta, temos as seguintes atividades:

- Modelagem em Redes de Petri Coloridas do processo desenhado na Fase 2 desta metodologia, fazendo as associações entre os componentes do modelo de BPMN e os respectivos componentes da modelagem em Redes de Petri. Deve-se utilizar os padrões de modelagem dos *workflows* identificados na Fase 1.
- Verificação da correção do modelo elaborado, utilizando a ferramenta de modelagem escolhida neste trabalho - software *CPN Tools*. O modelo elaborado pode ser simulado e verificado seu formalismo e correção.

As entradas e saídas desta fase são:

- **Entradas:**
 - Modelagem em BPMN do processo em referência, elaborado na Fase 2, utilizando os padrões de *workflow* identificados.
 - Demais especificações do processo modelado e dos seus componentes.
- **Saídas:**

- Modelagem em Redes de Petri Coloridas do processo em referência, utilizando os padrões de *workflow* identificados.
- Modelagem validada do processo, quanto a sua correção e atendimento do *workflow* conforme projetado.

Como ferramenta para modelagem de Redes de Petri, neste trabalho, utilizamos o software *CPN Tools*⁴. Este software é uma ferramenta para editar, simular e analisar redes de Petri coloridas (rdPc). A ferramenta CPN é desenvolvida pelo Grupo de CPN na Universidade de Aarhus, Dinamarca de 2000 a 2010 e transferida para o grupo AIS, Eindhoven Universidade de Tecnologia, Holanda.

As três razões para escolher a linguagem desenvolvida por Kurt Jensen e suporte ferramenta CPN;

- É uma linguagem gráfica que nos permite expressar a estrutura da rede e adicionar descrições de um modelo de rede de Petri colorida em termos de diagrama;
- A linguagem CPN tem semântica formal, cada conceito é definido de forma completa;
- Métodos de análise são disponíveis para CPNs, além de produtos de software como ferramentas CPN que apoia a modelagem e modelos de análise de CPN.

A linguagem CPN é baseada na linguagem funcional ML Padrão. Portanto herda os tipos básicos, tipos de construtores, funções básicas, operadores e expressões do Padrão ML, mas também fornece construções adicionais.

5.2 Especificação dos processos acadêmicos aplicando a metodologia proposta.

Nesta sessão, a metodologia proposta é exemplificada, fase a fase, através da especificação do conjunto de processos acadêmicos descritos no capítulo 4, sumarizados na tabela 4.1.

⁴*CPN Tools*- Para obter mais informações (<<http://www.cpntools.org>>) e o livro de Jensen e Kristensen (2009).

5.2.1 Processo Acadêmico de matrícula institucional ou matrícula inicial

Fase 1: Identificar padrões de *workflow* úteis para a especificação do Processo Acadêmico de matrícula institucional ou matrícula inicial.

A Tabela 5.2 mostra que as atividades deste processo são realizadas de forma sequencial, portanto o padrão de *workflow* é WCP 1 – Sequencial

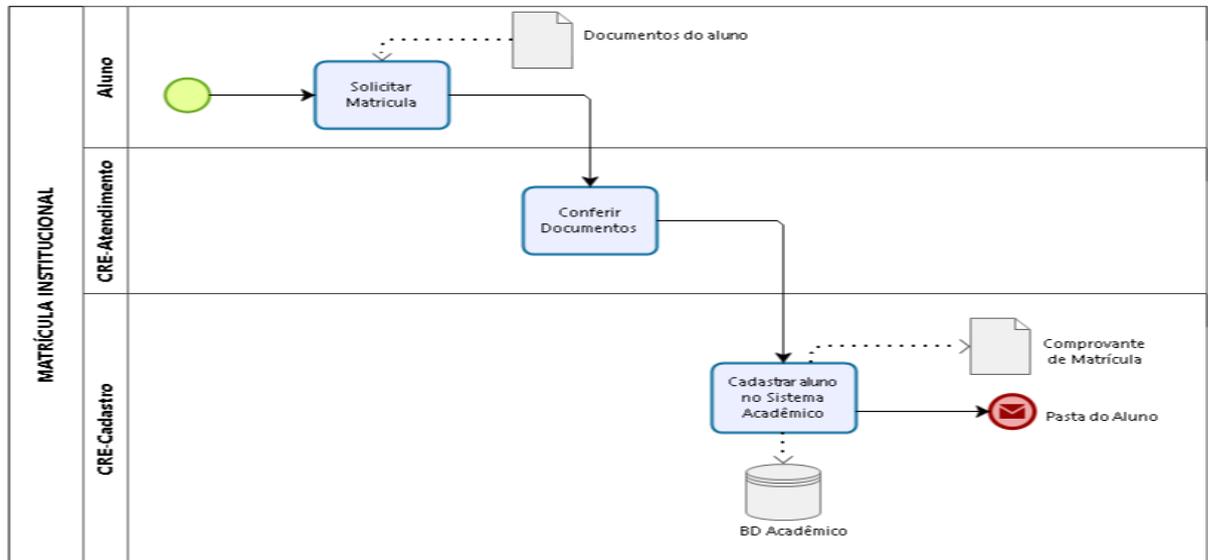
Tabela 5.2 - Processo Acadêmico de matrícula institucional ou matrícula inicial

Participante	Atividade	Descrição	Padrão de Workflow
Aluno	Solicitar Matrícula	O aluno preenche um formulário com os dados: ano, período de ingresso, descrição do curso, turno, cpf, data de nascimento, nome do aluno, e-mail, telefone residencial, telefone celular, nome do pai e nome da mãe.	Sequencial
CRE_Atendimento	Conferir Documentos	O servidor da CRE_Atendimento confere os documentos do aluno.	
CRE_Cadastro	Cadastrar aluno no Sistema Acadêmico	O servidor da CRE_Cadastro cadastra os dados do aluno no Sistema Acadêmico, o aluno recebe um comprovante de matrícula e os documentos vão para a pasta do aluno.	

Fonte: Autora.

Fase 2: Especificar o Processo Acadêmico de matrícula institucional ou matrícula inicial usando os padrões de *workflow* e BPMN.

Figura 5.2 - Processo Acadêmico de matrícula institucional ou matrícula inicial baseado no Padrão Sequencial

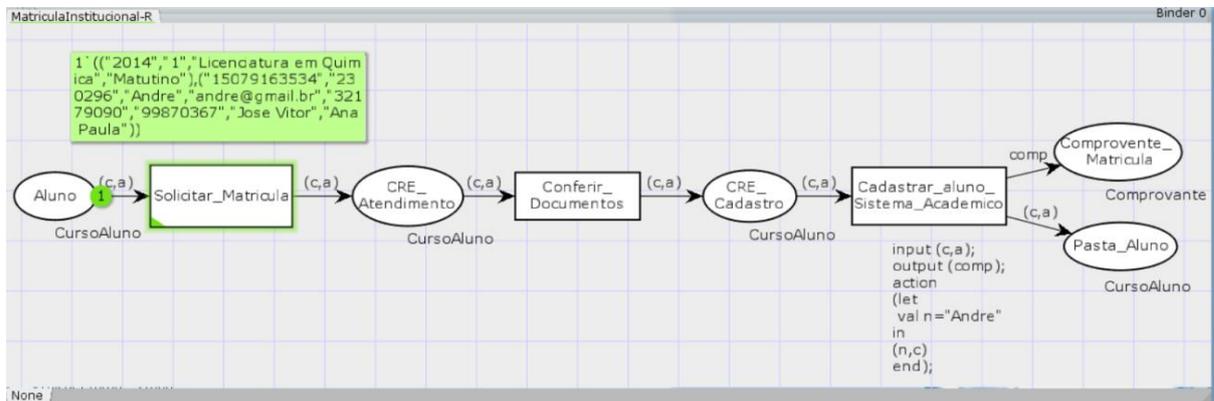


Fonte: Autora.

A Figura 5.2 mostra uma sequência simples de atividades de modelagem de um processo acadêmico de matrícula institucional. Esse processo se inicia com os documentos do aluno. A primeira atividade realizada é **Solicitar Matrícula**, em seguida, vai para CRE_Atendimento realizar a próxima atividade **Conferir Documentos**, e depois para CRE_Cadastro realizar a atividade **Cadastrar aluno no Sistema Acadêmico**, os dados do aluno. Após o cadastro, o aluno receberá um Comprovante de Matrícula e os documentos vão para a Pasta do Aluno completando assim o processo.

Fase 3: Representação formal do Processo Acadêmico matrícula institucional ou matrícula inicial usando Redes de Petri Coloridas

Figura 5.3 - Processo Acadêmico de matrícula institucional ou matrícula inicial com Redes de Petri Coloridas, utilizando a ferramenta CPN Tools



Fonte: Autora.

A Figura 5.3 mostra uma rede de Petri colorida de Processo Acadêmico de matrícula institucional ou matrícula inicial com Lugares: Aluno, CRE_Atendimento, CRE_Cadastro, Comprovante_Matrícula e Pasta_Aluno.

Os lugares e os *tokens* (fichas) de uma rede de Petri colorida estão relacionados aos modelos de dados. Portanto, os tipos de lugares são classes e os *tokens* representam valores.

Transições: Solicitar_Matricula, Conferir_Documentos e Cadastrar_aluno_Sistema_Acadêmico.

Considerando o arco conectando transição **Solicitar_Matricula** com seus lugares de entrada Aluno e saída CRE_Atendimento. O arco de inscrição contém duas variáveis: **c** e **a**. As variáveis **(c,a)** são do tipo CursoAluno. A transição **Solicitar_Matricula** está habilitada se existir um *token* no lugar Aluno, cujo valor pode ser atribuído às variáveis **(c,a)**. Se a transição **Solicitar_Matricula** disparar, o *token* de lugar Aluno atribuído às variáveis **(c,a)** é consumido, e um *token* com valor **(c,a)** é produzido no lugar CRE_Atendimento.

Na figura 5.3 cada lugar de entrada de transição **Solicitar_Matricula** contém apenas um *token*. Portanto, existe uma ligação de transição **Solicitar_Matricula**. Para indicar o tipo de lugar, apresenta-se a sintaxe Produto Cartesiano:

Curso = Ano x Período de ingresso x Descrição x Turno.

Curso = c

c = (2014, 1, Licenciatura em Química, Matutino);

Aluno = CPF x Dnasc x Nome x E-mail x TelRes x TelCel x NomePai x NomeMae.

A marcação utilizada no disparo das transições foi simulada na ferramenta CPN *Tools*.

Aluno = a

a = (15079163534, 230296, Andre, andre@gmail.br, 32179090, 99870367, "Jose Vitor" e "Ana Paula").

A marcação obtida após o disparo da transição **Solicitar_Matricula**: ((2014, 1, Licenciatura em Química, Matutino), (15079163534, 230296, Andre, andre@gmail.br, 32179090, 99870367, “Jose Vitor”, “Ana Paula”)) no lugar CRE_Atendimento.

Se a transição **Conferir_Documentos** disparar, o *token* de lugar CRE_Atendimento atribuído às variáveis (**c,a**) é consumido, e um *token* com valor(**c,a**) é produzido no lugar CRE_Cadastro. Cada símbolo transporta um valor.

O possível valor é ((2014, 1, Licenciatura em Química, Matutino), (15079163534, 230296, Andre, andre@gmail.br, 32179090, 99870367, “Jose Vitor”, “Ana Paula”)).

Se a transição **Cadastrar_aluno_Sistema_Academico** disparar, o *token* de lugar CRE_Cadastro atribuído às variáveis (**c,a**) é consumido, e um *token* com valor (**c,a**) é produzido no lugar Comprovante_Matricula com o tipo de lugar Comprovante e no lugar Pasta_Aluno.

A marcação obtida após o disparo da transição **Cadastrar_aluno_Sistema_Academico**:

(Andre, (2014, 1, Licenciatura em Química, Matutino)).

((Andre, (2014, 1, Licenciatura em Química, Matutino), (15079163534, 230296, Andre, andre@gmail.br, 32179090, 99870367, “Jose Vitor”, “Ana Paula”)).

Podemos descrever a marcação de uma Rede de Petri Colorida dando o número de *token* para cada lugar e os valores.

A Tabela 5.3 representa a marcação de uma Rede de Petri Colorida do Processo Acadêmico de matrícula institucional ou matrícula inicial onde as informações estão contidas no *token* consumido.

Tabela 5.3 - Marcação de uma Rede de Petri Colorida do Processo Acadêmico de matrícula institucional ou matrícula inicial

Lugar	Valor
Aluno	((2014, 1, Licenciatura em Química, Matutino) (15079163534, 230296, Andre, andre@gmail.br, 32179090, 99870367, “Jose Vitor”, “Ana Paula”))
CRE_Atendimento	((2014, 1, Licenciatura em Química, Matutino), (15079163534, 230296, Andre, andre@gmail.br, 32179090, 99870367, “Jose Vitor”, “Ana Paula”))
CRE_Cadastro	((2014, 1, Licenciatura em Química, Matutino), (15079163534, 230296, Andre, andre@gmail.br, 32179090, 99870367, “Jose Vitor”, “Ana Paula”))
Comprovante_Matricula	(Andre, (2014, 1, Licenciatura em Química, Matutino))
Pasta_Aluno	((2014, 1, Licenciatura em Química, Matutino), (15079163534, 230296, Andre, andre@gmail.br, 32179090, 99870367, “Jose Vitor”, “Ana Paula”))

Fonte: Autora.

Formalmente, as inscrições e guardas são expressões. Uma expressão pode ter constantes e variáveis. Podemos calcular o valor de uma expressão ao atribuir a cada variável de uma expressão um valor. A diferença entre uma inscrição de arco e uma guarda é que o valor de uma inscrição de arco é sempre um multiconjunto e o valor de uma guarda é um booleano (verdadeiro ou falso).

5.2.2 Processo Acadêmico de pré-matrícula através do Portal do Aluno

Fase 1: Identificar padrões de *workflow* úteis para a especificação do Processo Acadêmico de pré-matrícula através do Portal do Aluno.

Tabela 5.4 - Processo Acadêmico de pré-matrícula através do Portal do Aluno

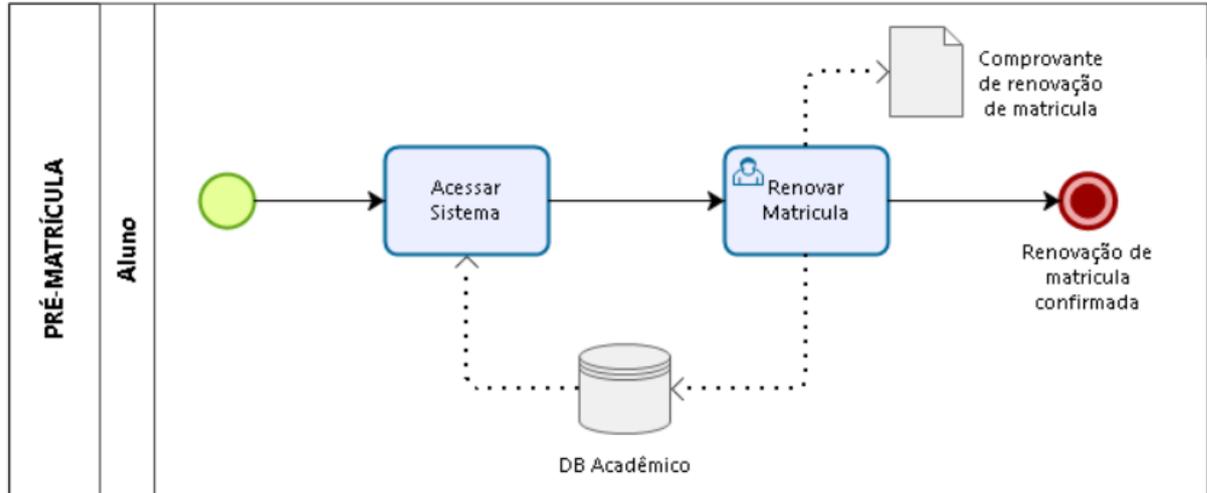
Participante	Atividade	Descrição	Padrão de <i>workflow</i>
Aluno	Acessar Sistema	O aluno acessa o Sistema Acadêmico digitando a matrícula e a senha.	Sequencial
	Renovar Matrícula	O aluno renova a matrícula e recebe um comprovante de renovação de matrícula confirmada.	

Fonte: Autora.

A tabela 5.4 mostra que as atividades deste processo são realizadas de forma sequencial, portanto o padrão de *workflow* é WCP 1 – Sequencial.

Fase 2: Especificar o Processo Acadêmico de pré-matrícula através do Portal do Aluno usando os padrões de *workflow* úteis e BPMN.

Figura 5.4 - Processo Acadêmico de pré-matrícula baseado no Padrão Sequencial

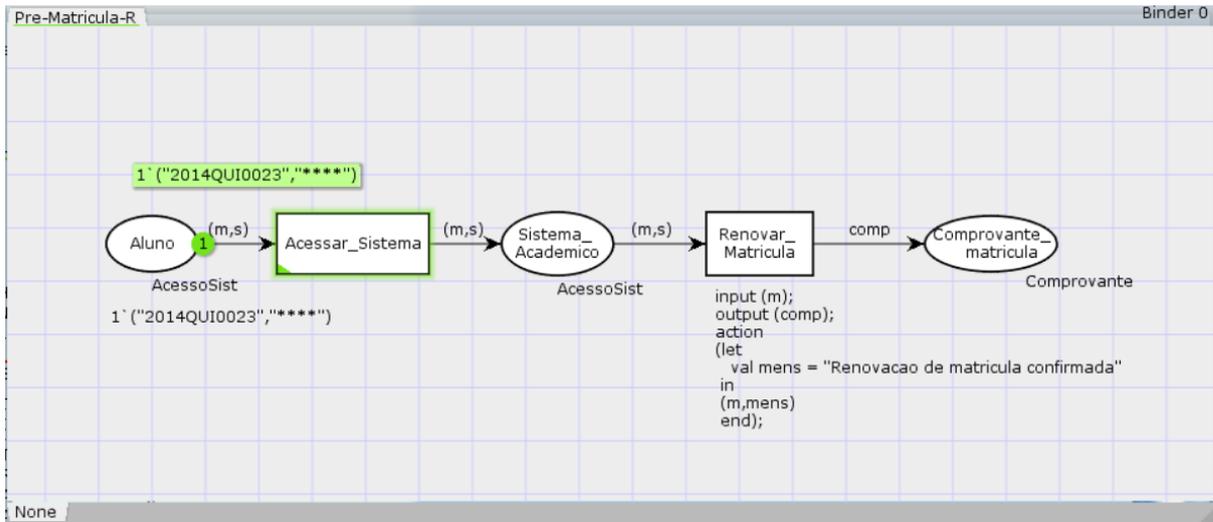


Fonte: Autora.

A Figura 5.4 mostra uma sequência simples de atividades de modelagem de um processo acadêmico de pré-matrícula. Esse processo se inicia com o aluno acessando o sistema. A primeira atividade realizada é **Acessar Sistema**, digitando a matrícula e a senha, buscando as informações no Sistema Acadêmico, em seguida, vai para a próxima atividade, **Renovar Matrícula**, o aluno receberá um comprovante de renovação de matrícula e finaliza o processo renovação de matrícula confirmada.

Fase 3: Representação formal do Processo Acadêmico de pré-matrícula através do Portal do Aluno usando Rede de Petri Colorida.

Figura 5.5 - Processo Acadêmico de pré-matrícula com Redes de Petri Coloridas, utilizando a ferramenta CPN Tools



Fonte: Autora.

A Figura 5.5 mostra uma rede de Petri colorida de Processo Acadêmico de pré-matrícula com Lugares: Aluno, Sistema_Academico e Comprovante_matricula.

Transições: **Acessar_Sistema** e **Renovar_Matricula**.

Considerando o arco conectando transição **Acessar_Sistema** com seus lugares de entrada Aluno e saída Sistema_Academico. O arco de inscrição contém duas variáveis: **m** e **s**. As variáveis (**m,s**) são do tipo AcessoSist. A transição **Acessar_Sistema** está habilitada se existir um *token* no lugar Aluno, cujo valor pode ser atribuído às variáveis (**m,s**). Se a transição **Acessar_Sistema** disparar, o *token* de lugar Aluno atribuído às variáveis (**m,s**) é consumido, e um *token* com valor (**m,s**) é produzido no lugar Sistema_Academico.

Na figura 5.5 cada lugar de entrada de transição **Acessar_Sistema** contém apenas um *token*. Portanto, existe uma ligação de transição **Acessar_Sistema**. Para indicar o tipo de lugar, apresenta-se a sintaxe Produto Cartesiano:

AcessoSist = matricula x senha

A marcação utilizada no disparo das transições foi simulada na ferramenta CPN Tools.

m = matricula e s = senha

O possível valor é (2014QUI0023, ****).

A marcação é obtida após o disparo da transição **Acessar_Sistema**: (2014QUI0023, ****).

Se a transição **Renovar_Matricula** disparar, o *token* de lugar Sistema_Academico atribuído às variáveis (**m,s**) é consumido, e um *token* com valor (**m,s**) é produzido no lugar Comprovante_matricula.

A marcação obtida após o disparo da transição **Renovar_Matricula**:
(2014QUI0023, Renovação de matrícula confirmada).

Podemos descrever a marcação de uma Rede de Petri Colorida dando o número de *token* para cada lugar e os valores.

Tabela 5.5 - Marcação de uma Rede de Petri Colorida do Processo Acadêmico de pré-matricula através do Portal do Aluno

Lugar	Valor
Aluno	(2014QUI0023, ****)
Sistema_Academico	(2014QUI0023, ****)
Comprovante_matricula	(2014QUI0023, Renovação de matrícula confirmada)

Fonte: Autora.

5.2.3 Processo Acadêmico de matrícula WEB através do Portal do Aluno

Fase 1: Identificar padrões de *workflow* úteis para a especificação do Processo Acadêmico de matrícula WEB através do Portal do Aluno.

Tabela 5.6 - Processo Acadêmico de matrícula WEB através do Portal do Aluno

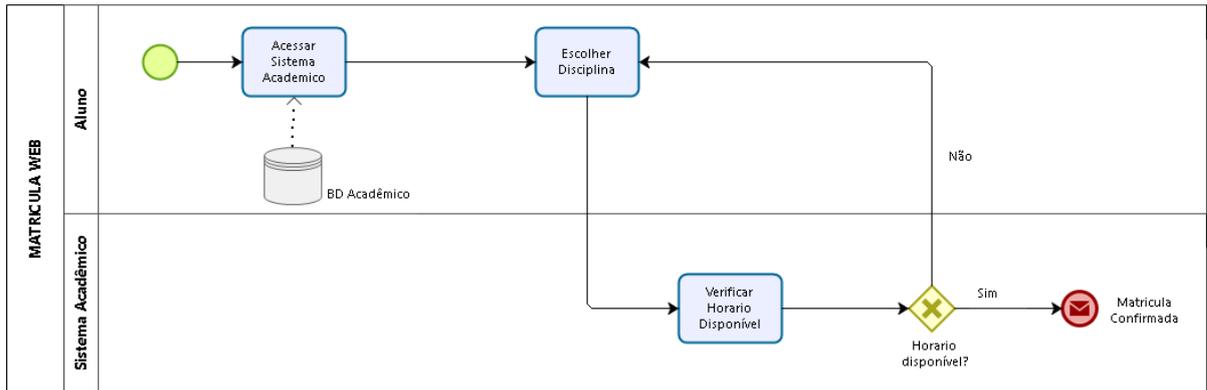
Participante	Atividade	Descrição	Padrões de <i>workflow</i>
Aluno	Acessar Sistema	O aluno acessa o Sistema Acadêmico digitando a matrícula e a senha.	Laço Estruturado - Repetição que tem uma condição pós-teste
	Escolher Disciplina	O aluno escolhe disciplina disponível para o período.	
Sistema Acadêmico	Verificar Horário Disponível	Verifica-se o horário disponível, o aluno receberá uma mensagem matrícula confirmada, senão repetir atividade até a condição verdadeira.	

Fonte: Autora.

A Tabela 5.6 mostra que as atividades deste processo são realizadas de forma laço estruturado - repetição, portanto o padrão de *workflow* é WCP 21 –Laço Estruturado.

Fase 2: Especificar o Processo Acadêmico de matrícula WEB através do Portal do Aluno usando os padrões de *workflow* úteis e BPMN

Figura 5.6 - Processo Acadêmico de matrícula WEB através do Portal do Aluno baseado no Padrão Laço Estruturado - Repetição

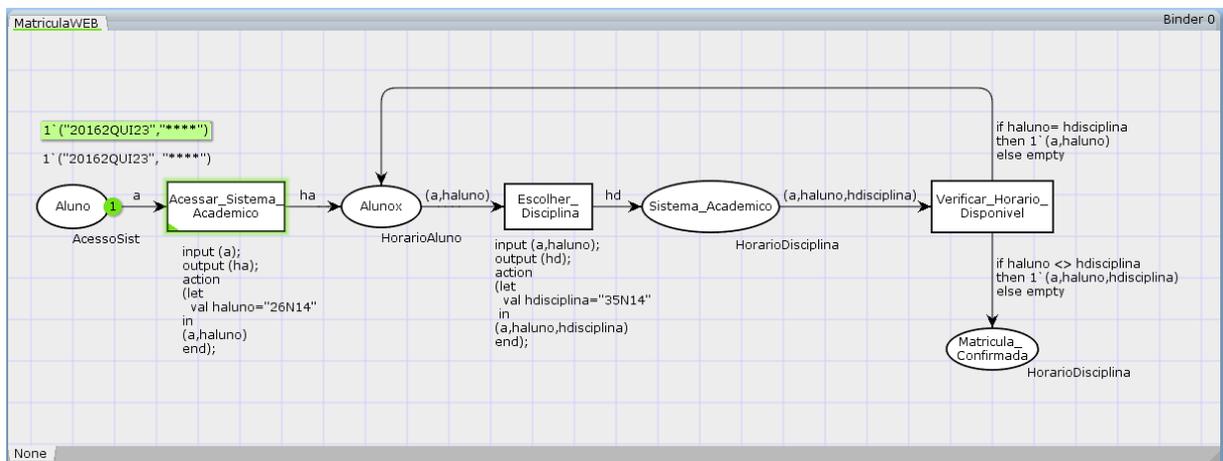


Fonte: Autora.

A Figura 5.6 mostra laço estruturado que tem uma condição pós-teste associado a ele. Esse processo se inicia com o aluno acessando o sistema. A primeira atividade realizada é **Acessar Sistema Acadêmico**, digitando a matrícula e a senha. Em seguida, **Escolher Disciplina**, disponível para o período, a próxima atividade **Verificar Horário Disponível**. Se horário estiver disponível, o aluno receberá uma mensagem matrícula confirmada, senão repetir atividade até a condição verdadeira e finaliza o processo.

Fase 3: Representação formal do Processo Acadêmico de matrícula WEB através do Portal do Aluno usando Rede de Petri Colorida

Figura 5.7 - Processo Acadêmico de matrícula WEB através do Portal do Aluno com Redes de Petri Coloridas, utilizando a ferramenta CPN Tools



Fonte: Autora.

A Figura 5.7 mostra uma rede de Petri colorida de Processo Acadêmico de matrícula WEB com Lugares: Aluno, Alunox, Sistema_Academico, Matricula_Confirmada.

Transições: **Acessar_Sistema_Academico**, **Escolher_Disciplina** e **Verificar_Horario_Disponivel**.

Considerando o arco conectando transição **Acessar_Sistema_Academico** com seus lugares de entrada Aluno e saída Alunox. O arco de inscrição contém uma variável **a**. A variável **a** é do tipo Acesso Sist. A transição **Acessar_Sistema_Academico** está habilitada se existir um *token* no lugar Aluno, cujo valor pode ser atribuído a variável **a**. Se a transição **Acessar_Sistema_Academico** disparar, o *token* de lugar Aluno atribuído a variável **a** é consumido, e um *token* com valor **ha** é produzido no lugar Aluno x.

Na figura 5.7 cada lugar de entrada de transição **Acessar_Sistema_Academico** contém apenas um *token*. Portanto, existe uma ligação de transição **Acessar_Sistema_Academico**. Para indicar o tipo de lugar, apresenta-se a sintaxe Produto Cartesiano:

AcessoSist = matricula x senha

A marcação utilizada no disparo das transições foi simulada na ferramenta CPN *Tools*.

a = matricula x senha

O possível valor é (20162QUI0023, ****).

A transição **Acessar_Sistema_Academico** acrescenta-se uma inscrição input (a); output (ha); action (let val haluno = “26N14” in (a,haluno) end);

a = Aluno, ha = HorarioAluno, haluno = Ahorario.

A transição **Escolher_Disciplina** acrescenta-se uma inscrição input (a,haluno); output (hd); action (let val hdisciplina = “35N14” in (a,haluno,hdisciplina) end);

a = Aluno, hd = HorarioDisciplina, haluno = Ahorario.

A transição **Verificar_Horario_Disponivel** tem uma condição que usamos uma guarda de transição. A guarda define uma restrição adicional que deve ser feita antes de uma transição está ativada. A variável haluno é do tipo HorarioAluno e a variável hdisciplina é do tipo Horario Disciplina. O loop de repetição permite a execução de uma atividade de um ou mais vezes.

Podemos descrever a marcação de uma Rede de Petri Colorida dando o número de *token* para cada lugar e os valores.

A Tabela 5.7 representa a marcação de uma Rede de Petri Colorida do Processo Acadêmico de matrícula WEB através do Portal do Aluno onde as informações estão contidas no *token* consumido.

Tabela 5.7 - Marcação de uma Rede de Petri Colorida do Processo Acadêmico de matrícula WEB através do Portal do Aluno

Lugar	Valor
Aluno	(20162QUI0023, ****)
Alunox	((20162QUI0023, ****), 26N14)
Sistema_Academico	((20162QUI0023, ****), 26N14, 35N14)
Matricula_Confirmada	((20162QUI0023, ****), 26N14, 35N14)

Fonte: Autora.

5.2.4 Processo Acadêmico de cancelamento de curso

Fase 1: Identificar padrões de *workflow* úteis para a especificação do Processo Acadêmico de cancelamento de curso.

Tabela 5.8 - Processo Acadêmico de cancelamento de curso

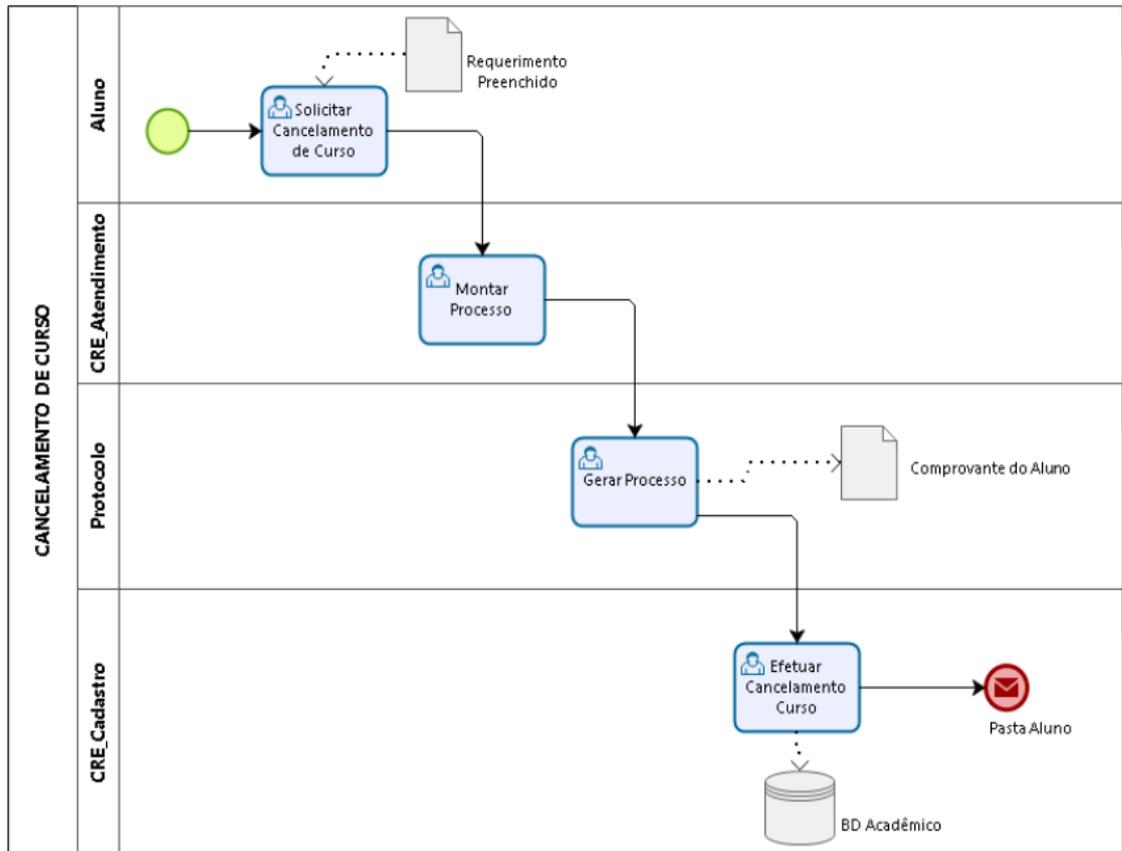
Participante	Atividade	Descrição	Padrão de <i>workflow</i>
Aluno	Solicitar Cancelamento de Curso	O aluno preenche um formulário com os dados: ano, período de ingresso, descrição do curso, turno, cpf, data de nascimento, nome do aluno, e-mail, telefone residencial, telefone celular, nome do pai e nome da mãe.	Sequencial
CRE_Atendimento	Montar Processo	O servidor da CRE_Atendimento monta a pasta do processo.	
Protocolo	Gerar Processo	O servidor do Protocolo cadastra os dados do aluno e gera um número de processo e comprovante do aluno.	
CRE_Cadastro	Efetuar Cancelamento Curso	O servidor da CRE_Cadastro efetua o cancelamento do curso no Sistema Acadêmico e o processo deve ser arquivado na pasta do aluno.	

Fonte: Autora.

A Tabela 5.8 mostra que as atividades deste processo são realizadas de forma sequencial, portanto o padrão de *workflow* é WCP 1 – Sequencial.

Fase 2: Especificar o Processo Acadêmico de cancelamento de curso usando os padrões de *workflow* e BPMN.

Figura 5.8 - Processo Acadêmico de cancelamento de curso baseado no Padrão Sequencial

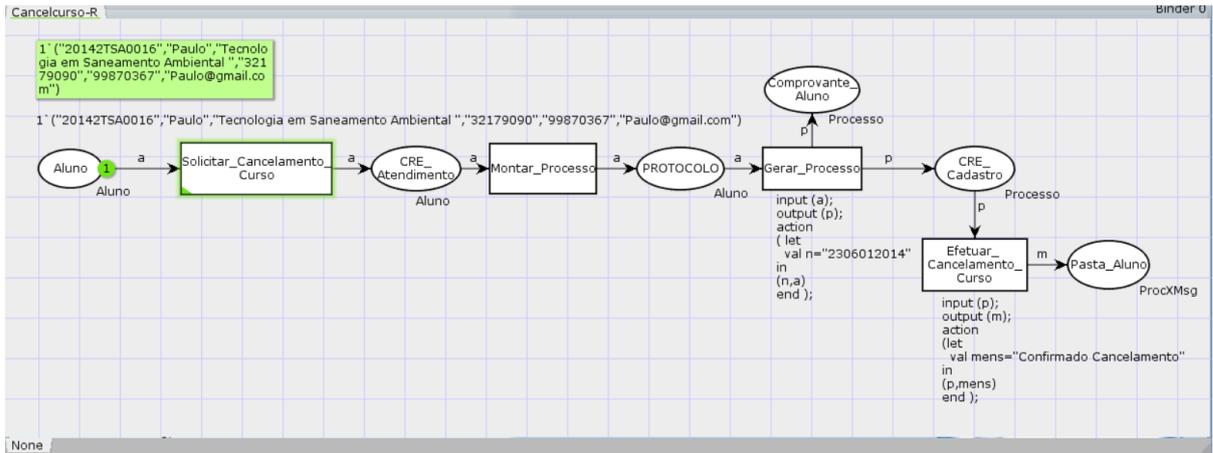


Fonte: Autora.

A Figura 5.8 mostra uma sequência simples de atividades de modelagem de um processo acadêmico de cancelamento de curso. Ele se inicia com um requerimento preenchido de um aluno. A primeira atividade realizada é **Solicitar Cancelamento de Curso**. Depois, vai para CRE_Atendimento, realizar a próxima atividade, **Montar Processo**, e encaminha ao setor de Protocolo **Gerar Processo**, em que o aluno recebe um comprovante. Em seguida, o processo será encaminhado para CRE_Cadastro realizar atividade **Efetuar Cancelamento Curso**, que será registrado no Sistema Acadêmico, e o processo é arquivado na pasta do aluno.

Fase 3: Representação formal do Processo Acadêmico de cancelamento de curso usando Rede de Petri Colorida.

Figura 5.9 - Processo Acadêmico de cancelamento de curso com Redes de Petri Coloridas, utilizando a ferramenta CPN Tools



Fonte: Autora.

A Figura 5.9 mostra uma rede de Petri colorida de Processo Acadêmico de cancelamento de curso com seus Lugares: Aluno, CRE_Atendimento, Protocolo, Comprovante_Aluno, CRE_Cadastro e Pasta_Aluno.

Transições: **Solicitar_Cancelamento_Curso**, **Montar_Processo**, **Gerar_Processo** e **Efetuar_Cancelamento_Curso**.

Considerando o arco conectando transição **Solicitar_Cancelamento_Curso** com seus lugares de entrada Aluno e saída CRE_Atendimento. O arco de inscrição contém uma variável **a**. A variável **a** é do tipo Aluno.

A transição **Solicitar_Cancelamento_Curso** está habilitada se existir um *token* no lugar Aluno, cujo valor pode ser atribuído à variável **a**. Se a transição **Solicitar_Cancelamento_Curso** disparar, o *token* de lugar Aluno atribuído à variável **a** é consumido, e um *token* com valor **a** é produzido no lugar CRE_Atendimento.

Na figura 5.9 cada lugar de entrada de transição **Solicitar_Cancelamento_Curso** contém apenas um *token*. Conseqüentemente, existe apenas uma ligação de transição **Solicitar_Cancelamento_Curso**. Para indicar o tipo de lugar, apresenta-se a sintaxe Produto Cartesiano:

Aluno = Amatr x Anome x Acurso x Atelres x Atelcel x Ae-mail.

A marcação utilizada no disparo das transições foi simulada na ferramenta CPN Tools.

Aluno = a

a = (20142TSA0016, Paulo, Tecnologia em Saneamento Ambiental, 32179090, 99870367, paulo@gmail.com.br).

A marcação obtida após o disparo da transição **Solicitar_Cancelamento_Curso**:
(20142TSA0016, Paulo, Tecnologia em Saneamento Ambiental, 32179090, 99870367, paulo@gmail.com.br).

O *token* no lugar CRE_Atendimento representa que um aluno deve conter informações sobre ele. O possível valor é (20142TSA0016, Paulo, Tecnologia em Saneamento Ambiental, 32179090, 99870367, paulo@gmail.com.br).

Cada transição pode ter um segmento de código anexo, que contém o código ML. Segmentos de código são criados por adição/edição de uma inscrição para uma transição.

A transição **Gerar_Processo** acrescenta-se uma inscrição input (a); output (p); action (let val n = “23060012014” in (n,a) end); a = Aluno, p = Processo, n = Numproc.

A transição **Efetuar_Cancelamento_Curso** acrescenta-se uma inscrição input (p); output (m); action (let val mens = “Confirmado Cancelamento” in (p, mens) end);

p = Processo, m = ProcXMsg.

Pode-se descrever a marcação de uma rede de Petri colorida dando o número de *token* para cada lugar e os valores.

A Tabela 5.9 representa a marcação de uma Rede de Petri Colorida do Processo Acadêmico de cancelamento de curso em que há as informações contidas no token consumido.

Tabela 5.9 - Marcação de uma Rede de Petri Colorida do Processo Acadêmico de cancelamento de curso

Lugar	Valor
Aluno	20142TSA0016, Paulo, Tecnologia em Saneamento Ambiental, 32179090, 99870367, paulo@gmail.com.br
CRE_Atendimento	20142TSA0016, Paulo, Tecnologia em Saneamento Ambiental, 32179090, 99870367, paulo@gmail.com.br
Protocolo	20142TSA0016, Paulo, Tecnologia em Saneamento Ambiental, 32179090, 99870367, paulo@gmail.com.br
Comprovante_Aluno	((23060012014, (20142TSA0016, Paulo, Tecnologia em Saneamento Ambiental, 32179090, 99870367, paulo@gmail.com.br))
CRE_Cadastro	((23060012014, (20142TSA0016, Paulo, Tecnologia em Saneamento Ambiental, 32179090, 99870367, paulo@gmail.com.br))
Pasta_Aluno	((23060012014, (20142TSA0016, Paulo, Tecnologia em Saneamento Ambiental, 32179090, 99870367, paulo@gmail.com.br)), Confirmado Cancelamento)

Fonte: Autora.

5.2.5 Processo Acadêmico de transferência para outra instituição

Fase 1: Identificar padrões de *workflow* úteis para a especificação do Processo Acadêmico de transferência para outra instituição.

Tabela 5.10 - Processo Acadêmico de transferência para outra instituição

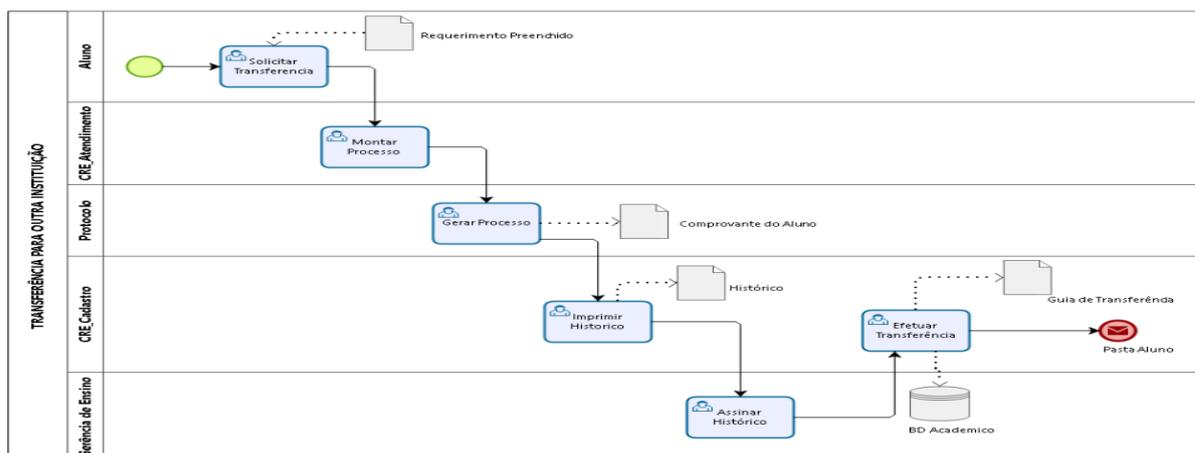
Participante	Atividade	Descrição	Padrão de <i>workflow</i>
Aluno	Solicitar Transferência	O aluno preenche um formulário com os dados: número da matrícula, nome, curso, telefone residencial, telefone celular e e-mail.	Sequencial
CRE_Atendimento	Montar Processo	O servidor da CRE_Atendimento monta o processo.	
Protocolo	Gerar Processo	O servidor do Protocolo cadastra os dados do aluno e gera um número de processo e um comprovante do aluno.	
CRE_Cadastro	Imprimir Histórico	O servidor da CRE_Cadastro imprime o histórico.	
Gerência de Ensino	Assinar Histórico	O gerente de ensino assina o histórico do aluno.	
CRE_Cadastro	Efetuar Transferência	O servidor da CRE_Cadastro efetua a transferência, entrega ao aluno uma guia de transferência e o processo deve ser arquivado na pasta do aluno.	

Fonte: Autora.

A Tabela 5.10 mostra que as atividades deste processo são realizadas de forma sequencial, portanto o padrão de *workflow* é WCP 1 – Sequencial.

Fase 2: Especificar o Processo Acadêmico de transferência para outra instituição usando os padrões de *workflow* úteis e BPMN.

Figura 5.10 - Processo Acadêmico de transferência para outra Instituição baseado no Padrão Sequencial

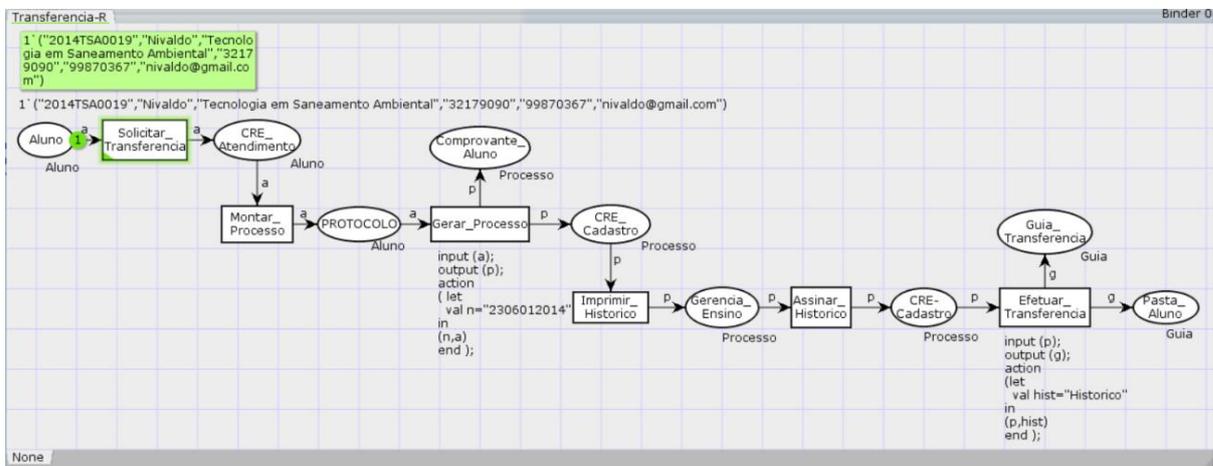


Fonte: Autora.

A Figura 5.10 mostra uma sequência simples de atividades de modelagem de um processo acadêmico de transferência para outra instituição. Ele é iniciado com um requerimento preenchido de um aluno. A primeira atividade realizada é **Solicitar Transferência**. Em seguida, vai para CRE_Atendimento realizar a próxima atividade, **Montar Processo**, e encaminha para o Protocolo realizar atividade **Gerar Processo**, em que o aluno recebe um comprovante. Após isso, segue para CRE_Cadastro **Imprimir Histórico** e, posteriormente, o processo será encaminhado para a Gerência de Ensino **Assinar Histórico**. Após assinatura, deverá enviar para CRE_Cadastro **Efetuar Transferência**, que será registrado, no Sistema Acadêmico. Entregar ao aluno uma guia de transferência e o processo deve ser arquivado na pasta dele.

Fase 3: Representação formal do Processo Acadêmico de transferência para outra instituição usando Rede de Petri Colorida.

Figura 5.11 - Processo Acadêmico de transferência para outra instituição com Redes de Petri Coloridas, utilizando a ferramenta CPN Tools



Fonte: Autora.

A Figura 5.11 mostra uma rede de Petri colorida de Processo Acadêmico de transferência para outra instituição com seus Lugares: Aluno, CRE_Atendimento, Protocolo, Comprovante_Aluno, CRE_Cadastro, Gerência_Ensino, Guia_Transferência e Pasta_Aluno.

Transições: **Solicitar_Transferencia**, **Montar_Processo**, **Gerar_Processo**, **Imprimir_Historico**, **Assinar_Historico** e **Efetuar_Transferencia**.

Considerando o arco conectando transição **Solicitar_Transferencia** com seus lugares de entrada Aluno e saída CRE_Atendimento. O arco de inscrição contém uma variável **a**. A variável **a** é do tipo Aluno. A transição **Solicitar_Transferencia** está habilitada se existir um token no lugar Aluno, cujo valor pode ser atribuído à variável **a**. Se a transição **Solicitar_Transferencia** disparar, o *token* de lugar Aluno atribuído à variável **a** é consumido,

e um *token* com valor **a** é produzido no lugar CRE_Atendimento. Na figura 5.11 um lugar de entrada de transição **Solicitar_Transferencia** contém apenas um *token*. Conseqüentemente, existe apenas uma ligação de transição **Solicitar_Transferencia**:

a = Aluno (Amatr, Anome, Acurso, Atelres, Atelcel, Ae-mail).

A marcação utilizada no disparo das transições foi simulada na ferramenta CPN *Tools*.

a = (20142TSA0019, Nivaldo, Tecnologia em Saneamento Ambiental, 32179090, 99870367, nivaldo@gmail.com).

A marcação obtida após o disparo da transição **Solicitar_Transferencia**:

(20142TSA0019, Nivaldo, Tecnologia em Saneamento Ambiental, 32179090, 99870367nivaldo@gmail.com).

A transição **Gerar_Processo** acrescenta-se uma inscrição input (a); output (p); action (let val n = “2306012014” in (n,a) end);

a = Aluno, p = Processo, n = Numproc.

A transição **Efetuar_Transferencia** acrescenta-se uma inscrição input (p); output (g); action (let val hist = “Historico” in (p, hist) end);

p = Processo, g = Guia

Podemos descrever a marcação de uma Rede de Petri Colorida dando o número de *token* para cada lugar e os valores.

A Tabela 5.11 representa a marcação de uma Rede de Petri Colorida do Processo Acadêmico de transferência para outra instituição em que há as informações contidas no *token* consumido.

Tabela 5.11 - Marcação de uma Rede de Petri Colorida do Processo Acadêmico de transferência para outra instituição

Lugar	Valor
Aluno	20142TSA0019, Nivaldo, Tecnologia em Saneamento Ambiental, 32179090, 99870367, nivaldo@gmail.com
CRE_Atendimento	20142TSA0019, Nivaldo, Tecnologia em Saneamento Ambiental, 32179090, 99870367, nivaldo@gmail.com
Protocolo	20142TSA0019, Nivaldo, Tecnologia em Saneamento Ambiental, 32179090, 99870367, nivaldo@gmail.com
Comprovante_Aluno	(2306012014, (20142TSA0019, Nivaldo, Tecnologia em Saneamento Ambiental, 32179090, 99870367, Nivaldo@gmail.com))
CRE_Cadastro	(2306012014, (20142TSA0019, Nivaldo, Tecnologia em Saneamento Ambiental, 32179090, 99870367, nivaldo@gmail.com))
Gerencia_Ensino	(2306012014, (20142TSA0019, Nivaldo, Tecnologia em Saneamento Ambiental, 32179090, 99870367, nivaldo@gmail.com))
Guia_Transferencia	(2306012014, (20142TSA0019, Nivaldo, Tecnologia em Saneamento Ambiental, 32179090, 99870367, nivaldo@gmail.com)), Historico
Pasta_Aluno	(2306012014, (20142TSA0016, Nivaldo, Tecnologia em Saneamento Ambiental, 32179090, 99870367, nivaldo@gmail.com)), Historico

Fonte: Autora.

5.2.6 Processo Acadêmico de licença maternidade

Fase 1: Identificar padrões de *workflow* úteis para a especificação do Processo Acadêmico de licença maternidade.

Tabela 5.12 - Processo Acadêmico de licença maternidade

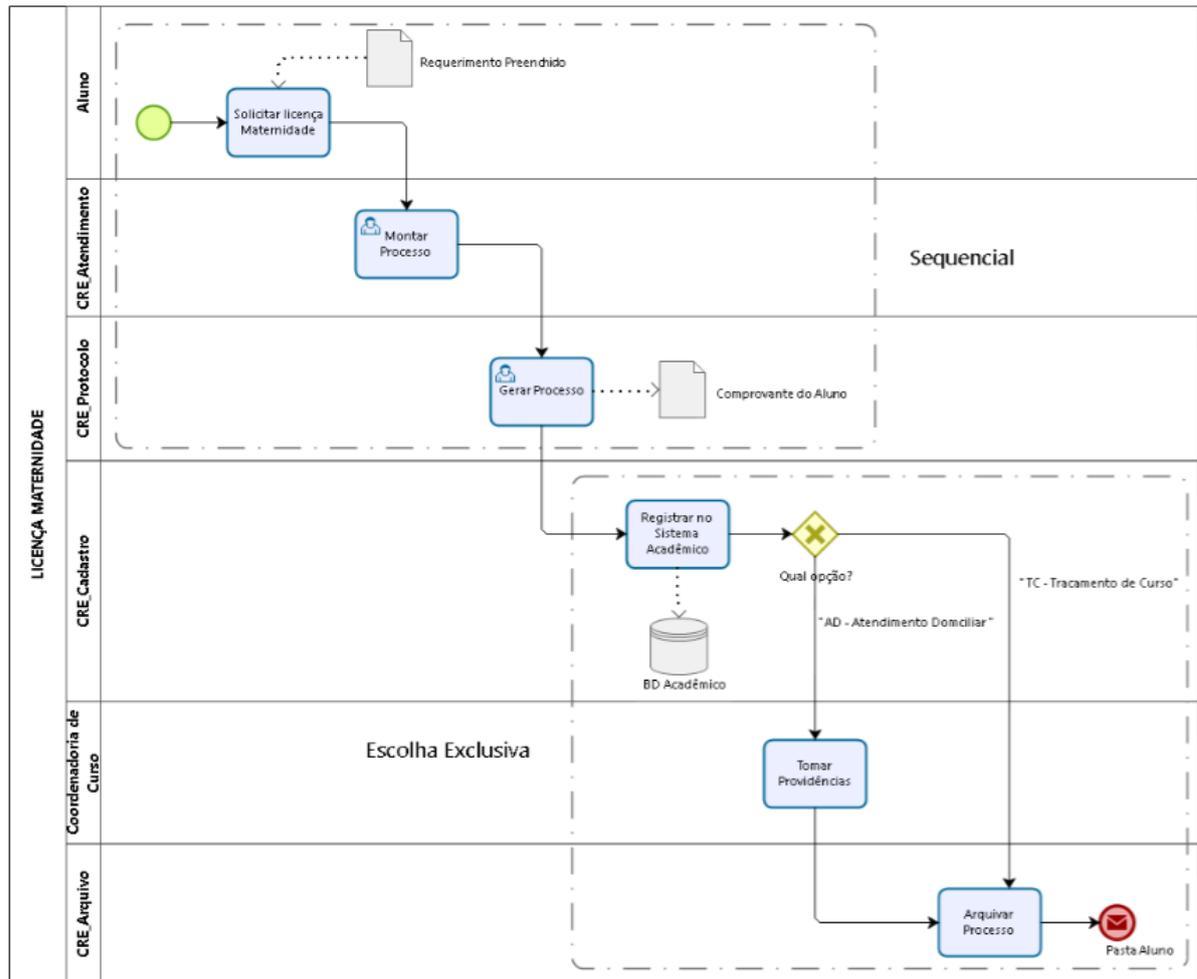
Participante	Atividade	Descrição	Padrão de <i>workflow</i>
Aluna	Solicitar Licença Maternidade	A aluna preenche um formulário com os dados: ano, período de ingresso, descrição do curso, turno, cpf, data de nascimento, nome do aluno, e-mail, telefone residencial, telefone celular, nome do pai e nome da mãe.	Sequencial
CRE_Atendimento	Montar Processo	O servidor da CRE_Atendimento monta o processo.	
CRE_Protocolo	Gerar Processo	O servidor da CRE_Protocolo cadastra os dados da aluna e gera um número de processo e comprovante da aluna.	
CRE_Cadastro	Registrar no Sistema Acadêmico	O servidor da CRE_Cadastro registra no Sistema Acadêmico se a opção foi pelo trancamento do curso ou atendimento domiciliar.	Escolha Exclusiva
Coordenadoria de Curso	Tomar Providências	Se na decisão da escolha for atendimento domiciliar.	
CRE_Arquivo	Arquivar Processo	O servidor da CRE_Arquivo arquivava o processo e também na decisão de trancamento do curso.	

Fonte: Autora.

A Tabela 5.12 mostra que as atividades deste processo são realizadas de forma conjunta com os padrões de *workflow* WCP 1 – Sequencial + WCP 4 – Escolha Exclusiva.

Fase 2: Especificar o Processo Acadêmico de licença maternidade usando os padrões de *workflow* úteis e BPMN

Figura 5.12 - Processo Acadêmico de licença maternidade baseado na combinação do uso dos Padrões "Sequencial" e "Escolha Exclusiva"



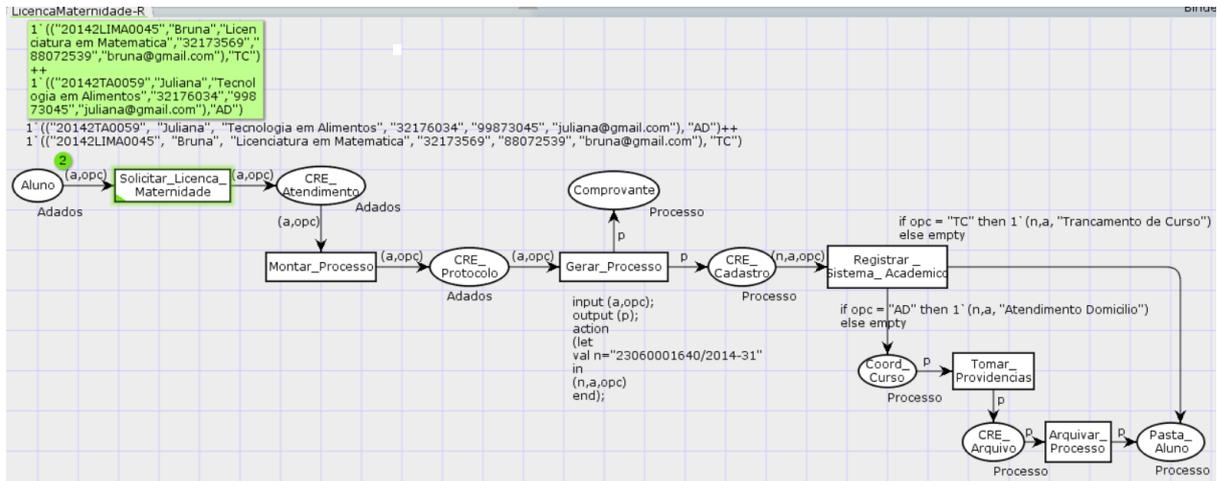
Fonte: Autora.

A Figura 5.12 mostra a utilização combinada dos padrões "Sequenciais" e "Escolha Exclusiva". Esse processo se inicia com um requerimento de uma aluna. Há uma sequência de atividades, sendo a primeira realizada **Solicitar Licença Maternidade**, em seguida, vai para CRE_Atendimento realizar a próxima atividade **Montar Processo**, e encaminha para CRE_Protocolo realizar atividade **Gerar Processo**, que obtém um comprovante para ser entregue à aluna. Na próxima atividade, vai para CRE_Cadastro onde tem um diferenciado sobre a escolha exclusiva **Registrar no Sistema Acadêmico** se a opção foi pelo trancamento do curso ou atendimento domiciliar. Na decisão da escolha "TC" (Trancamento do curso), registra abono de faltas e vai para CRE_Arquivo realizar atividade **Arquivar Processo** e o processo vai para a pasta da aluna. Caso contrário, o "AD" (Atendimento domiciliar) registra as justificativas de faltas e será encaminhado para a Coordenadoria do Curso **Tomar**

Providências e posteriormente envia para CRE_Arquivo realizar atividade **Arquivar Processo** e o processo vai para a pasta da aluna. Em qualquer caso, o processo é concluído.

Fase 3: Representação formal do Processo Acadêmico de licença maternidade usando Rede de Petri Colorida.

Figura 5.13 - Processo Acadêmico de licença maternidade com Redes de Petri Coloridas, utilizando a ferramenta CPN Tools



Fonte: Autora.

A Figura 5.13 mostra uma rede de Petri colorida de Processo Acadêmico de licença maternidade com seus Lugares: Aluno, CRE_Atendimento, CRE_Protocolo, Comprovante, CRE_Cadastro, Coord_Curso, CRE_Arquivo, Pasta_Aluno.

Transições: **Solicitar_Licenca_Maternidade**, **Montar_Processo**, **Gerar_Processo**, **Registrar_Sistema_Academico**, **Tomar_Providencias** e **Arquivar_Processo**.

Considerando o arco conectando transição **Solicitar_Licenca_Maternidade** com seus lugares de entrada Aluno e saída CRE_Atendimento. O arco de inscrição contém duas variáveis **a** e **opc**. As variáveis (**a,opc**) são do tipo Adados. A transição **Solicitar_Licenca_Maternidade** está habilitada se existir um *token* no lugar Aluno cujo valor pode ser atribuído à variável **a** e **opc**. Se a transição **Solicitar_Licenca_Maternidade** disparar, o *token* de lugar Aluno atribuído às variáveis **a** e **opc** é consumido, e um *token* com valores **a, opc** é produzido no lugar CRE_Atendimento.

Na Figura 5.13 um lugar de entrada de transição **Solicitar_Licenca_Maternidade** contém apenas um *token*. Conseqüentemente, existe apenas uma ligação de transição **Solicitar_Licenca_Maternidade**: **a** = Aluno (Amatr, Anome, Acurso, Atelres, Atelcel, Aemail); **opc** = opção.

A marcação utilizada no disparo das transições foi simulada na ferramenta CPN Tools.

A marcação obtida após o disparo da transição **Solicitar_Licenca_Maternidade**:
 ((20142TA0059, Juliana, Tecnologia em Alimentos, 32176034, 99873045, juliana@gmail.com), AD) e observa-se em outra instância a marcação:

((20142LIMA0045, Bruna, Licenciatura em Matematica, 32173569, 88072539, bruna@gmail.com), TC).

A transição **Gerar Processo** acrescenta-se uma inscrição input (a,opc); output (p); action (let val n = "23060001640/2014-31" in (n,a,opc) end);

a = Aluno, opc = opção p = Processo, n = Numproc.

Nesse processo, os arcos de inscrições não são suficientes para formalizar o comportamento de rede de Petri colorida. Para este modelo, tem uma condição que usamos uma guarda de transição. A guarda define uma restrição adicional que deve ser feita antes de uma transição está ativada. A variável opc é do tipo Adados. A guarda de transição opc é definida como "TC" ou "AD".

Podemos descrever a marcação de uma Rede de Petri Colorida dando o número de token para cada lugar e os valores.

A Tabela 5.13 representa a marcação de uma Rede de Petri Colorida do Processo Acadêmico de licença maternidade em que há as informações contidas no *token* consumido.

Tabela 5.13 - Marcação de uma Rede de Petri Colorida do Processo Acadêmico de licença maternidade - Atendimento Domicilio

Lugar	Valor
Aluno	((20142TA0059,Juliana, Tecnologia em Alimentos, 32176034, 9873045, juliana@gmail.com), AD).
CRE_Atendimento	((20142TA0059,Juliana, Tecnologia em Alimentos, 32176034, 9873045, juliana@gmail.com), AD).
CRE_Protocolo	((20142TA0059,Juliana, Tecnologia em Alimentos, 32176034, 9873045, juliana@gmail.com), AD).
Comprovante	(23060001640/2014-31, ((20142TA0059,Juliana, Tecnologia em Alimentos, 32176034, 9873045, juliana@gmail.com), AD)).
CRE_Cadastro	(23060001640/2014-31, ((20142TA0059, Juliana, Tecnologia em Alimentos, 32176034, 9873045, juliana@gmail.com), AD)).
Coord_Curso	(23060001640/2014-31, ((20142TA0059, Juliana, Tecnologia em Alimentos, 32176034, 9873045, juliana@gmail.com), Atendimento Domicilio)).
CRE_Arquivo	(23060001640/2014-31, ((20142TA0059,Juliana, Tecnologia em Alimentos, 32176034, 9873045, juliana@gmail.com), Atendimento Domicilio)).
Pasta_Aluno	(23060001640/2014-31, ((20142TA0059,Juliana, Tecnologia em Alimentos, 32176034, 9873045, juliana@gmail.com), Atendimento Domicilio)).

Fonte: Autora.

5.2.7 Processo Acadêmico de exame de proficiência

Fase 1: Identificar padrões de *workflow* úteis para a especificação do Processo Acadêmico de exame de proficiência.

Tabela 5.14 - Processo Acadêmico de exame de proficiência

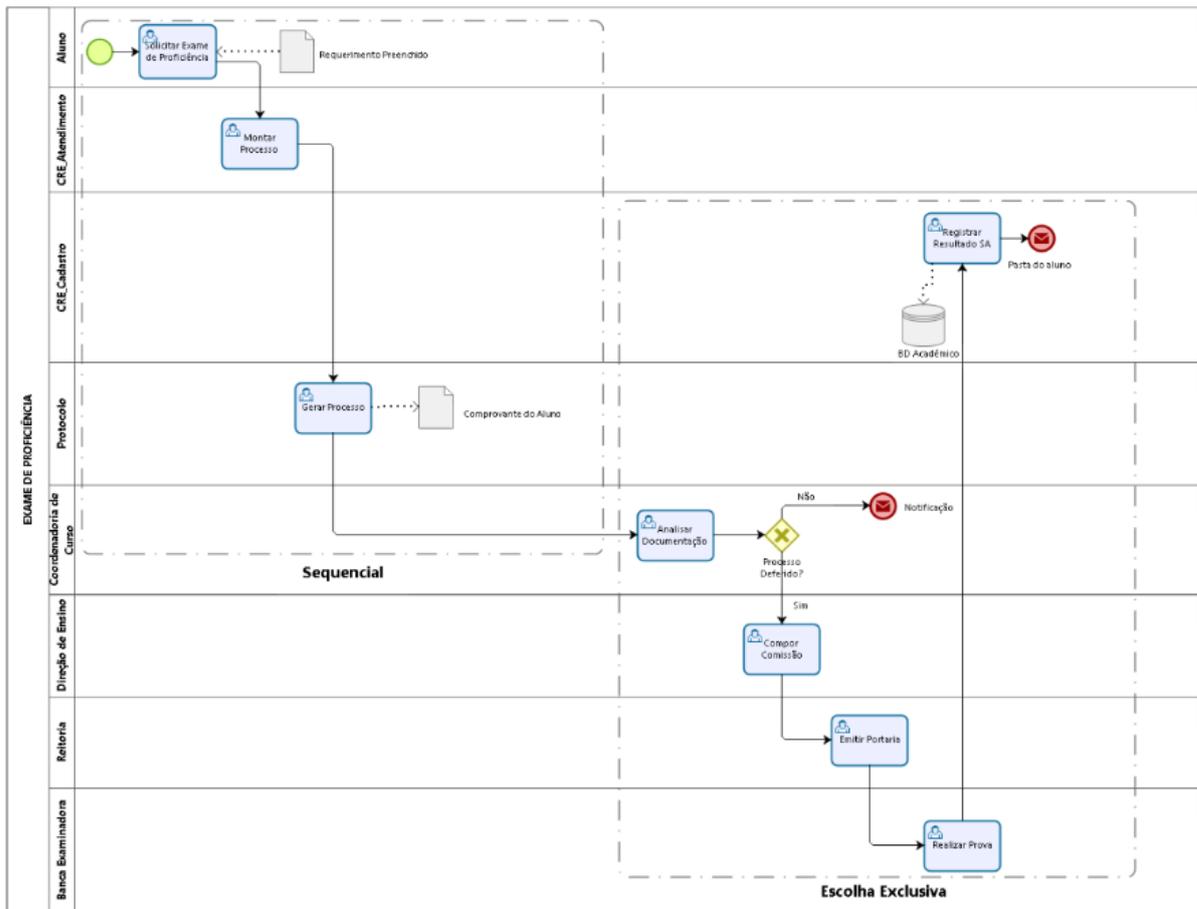
Participante	Atividade	Descrição	Padrão de <i>workflow</i>
Aluno	Solicitar Exame de Proficiência	O aluno preenche um formulário com os dados: ano, período de ingresso, descrição do curso, turno, cpf, data de nascimento, nome do aluno, e-mail, telefone residencial, telefone celular, nome do pai e nome da mãe.	Sequencial
CRE_Atendimento	Montar Processo	O servidor da CRE_Atendimento monta o processo.	
Protocolo	Gerar Processo	O servidor do Protocolo cadastra os dados do aluno e gera um número de processo e comprovante do aluno.	
Coordenadoria de Curso	Analisar Documentação	O coordenador de curso analisa toda a documentação do aluno. Se o processo for deferido encaminha para a Direção de Ensino.	Escolha Exclusiva
Direção de Ensino	Compor Comissão	O diretor de ensino vai compor uma comissão de três professores.	
Reitoria	Emitir Portaria	Será emitida uma portaria.	
Banca Examinadora	Realizar Prova	A Banca Examinadora realiza a prova e encaminha o resultado.	
CRE_Cadastro	Registrar Resultado SA	O servidor da CRE_Cadastro registra o resultado no Sistema Acadêmico e arquivar o processo na pasta do aluno.	

Fonte: Autora.

A Tabela 5.14 mostra que as atividades deste processo são realizadas de forma conjunta com os padrões de *workflow* WCP 1 – Sequencial + WCP 4 – Escolha Exclusiva.

Fase 2: Especificar o Processo Acadêmico de exame de proficiência usando os padrões de *workflow* úteis e BPMN.

Figura 5.14 - Processo Acadêmico de exame de proficiência baseado na combinação do uso dos Padrões "Sequencial" e "Escolha Exclusiva"

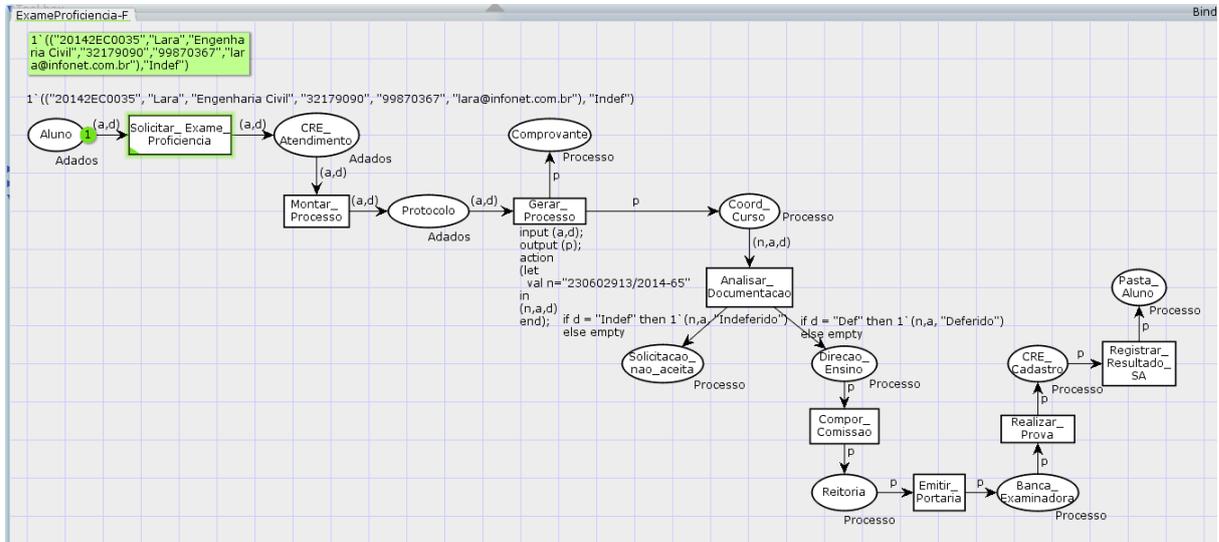


Fonte: Autora.

A Figura 5.14 mostra a utilização combinada dos padrões "Sequencial" e "Escolha Exclusiva". Esse processo se inicia com um requerimento de aluno. Há uma sequência de atividades em que a primeira é **Solicitar Exame de Proficiência**, em seguida, vai para CRE_Atendimento realizar a próxima atividade **Montar Processo**, e encaminha para o Protocolo realizar atividade **Gerar Processo**, que obtém um comprovante para ser entregue ao aluno. Na próxima atividade, vai para a Coordenadoria de curso **Analisar Documentação**. Se a documentação estiver irregular, o processo será indeferido. Caso seja deferido, encaminha à Direção de Ensino para realizar a atividade **Compor Comissão**, em seguida, segue para a Reitoria **Emitir Portaria**, depois, para a Banca Examinadora **Realizar Prova**, em que encaminhará o resultado para CRE_Cadastro, **Registrar Resultado SA** e depois todos os documentos gerados a partir do requerimento do exame de proficiência deverão ser juntados à pasta individual do aluno. Em qualquer caso, o processo é concluído.

Fase 3: Representação formal do Processo Acadêmico de exame de proficiência usando Rede de Petri Colorida.

Figura 5.15 - Processo Acadêmico de exame de proficiência com Redes de Petri Coloridas, utilizando a ferramenta CPN Tools



Fonte: Autora.

A Figura 5.15 mostra uma rede de Petri colorida de Processo Acadêmico de exame de proficiência com seus Lugares: Aluno, CRE_Atendimento, Protocolo, Comprovante, Coord_Curso, Solicitação_nao_aceita, Direcao_Ensino, Reitoria, Banca_Examinadora, CRE_Cadastro e Pasta_Aluno.

Transições: **Solicitar_Exame_Proficiencia**, **Montar_Processo**, **Gerar_Processo**, **Analisar_Documentacao**, **Compor_Comissao**, **Emitir_Portaria**, **Realizar_Prova** e **Registrar_Resultado_SA**.

Considerando o arco conectando transição **Solicitar_Exame_Proficiencia**, com seus lugares de entrada Aluno e saída CRE_Atendimento. O arco de inscrição contém duas variáveis **a** e **d**. As variáveis (**a,d**) são do tipo Adados. A transição **Solicitar_Exame_Proficiencia** está habilitada se existir um token no lugar Aluno, cujo valor pode ser atribuído à variável **a** e **d**. Se a transição **Solicitar_Exame_Proficiencia** disparar, o *token* de lugar Aluno atribuído às variáveis **a** e **d** é consumido, e um *token* com valores **a**, **d** é produzido no lugar CRE_Atendimento.

Na Figura 5.15 um lugar de entrada de transição **Solicitar_Exame_Proficiencia** contém apenas um *token*. Consequentemente, existe apenas uma ligação de transição Solicitar_Exame_Proficiencia: **a** = Aluno (Amatr, Anome, Acurso, Atelres, Atelcel, Ae-mail); **d** = def ou indef.

A marcação utilizada no disparo das transições foi simulada na ferramenta *CPN Tools*.

A marcação obtida após o disparo da transição **Solicitar_Exame_Proficiencia**:

((20142EC0035, Lara, Engenharia Civil, 32179090, 99870367, lara@infonet.com.br),
Indef).

A transição **Gerar Processo** acrescenta-se uma inscrição input (a,d); output (p); action (let val n = "23060002913/2014-65" in (n,a,d) end); a = Aluno, d = indef/def, p = Processo, n = Numproc.

Nesse processo, os arcos de inscrições não são suficientes para formalizar o comportamento de rede de Petri colorida. Para esse modelo, tem uma condição que usamos uma guarda de transição. A guarda define uma restrição adicional que deve ser feita antes de uma transição está ativada. A variável d é do tipo Adados. A guarda de transição d é definida como "Indef" ou "def".

A Tabela 5.15 representa a marcação de uma Rede de Petri Colorida do Processo Acadêmico de exame de proficiência em que há as informações contidas no token consumido.

Tabela 5.15- Marcação de uma Rede de Petri Colorida do Processo Acadêmico de exame de proficiência

Lugar	Valor
Aluno	((20142EC0035, Lara, Engenharia Civil, 32179090, 99870367, lara@infonet.com.br), Indef).
CRE_Atendimento	((20142EC0035, Lara, Engenharia Civil, 32179090, 99870367, lara@infonet.com.br), Indef).
Protocolo	((20142EC0035, Lara, Engenharia Civil, 32179090, 99870367, lara@infonet.com.br), Indef).
Comprovante	((230602913/2014-65), (20142EC0035, Lara, Engenharia Civil, 32179090, 99870367, lara@infonet.com.br), Indef).
Coord_Curso	((230602913/2014-65), (20142EC0035, Lara, Engenharia Civil, 32179090, 99870367, lara@infonet.com.br), Indef).
Solicitação_ nao_ aceita	((230602913/2014-65), (20142EC0035, Lara, Engenharia Civil, 32179090, 99870367, lara@infonet.com.br), Indeferido).
Direcao_Ensino	-
Reitoria	-
Banca_Examinadora	-
CRE_Cadastro	-
Pasta_Aluno	-

Fonte: Autora.

5.2.8 Processo Acadêmico de emissão de histórico escolar

Fase 1: Identificar padrões de *workflow* úteis para a especificação do Processo Acadêmico de emissão de histórico escolar.

Tabela 5.16 - Processo Acadêmico de emissão de histórico escolar

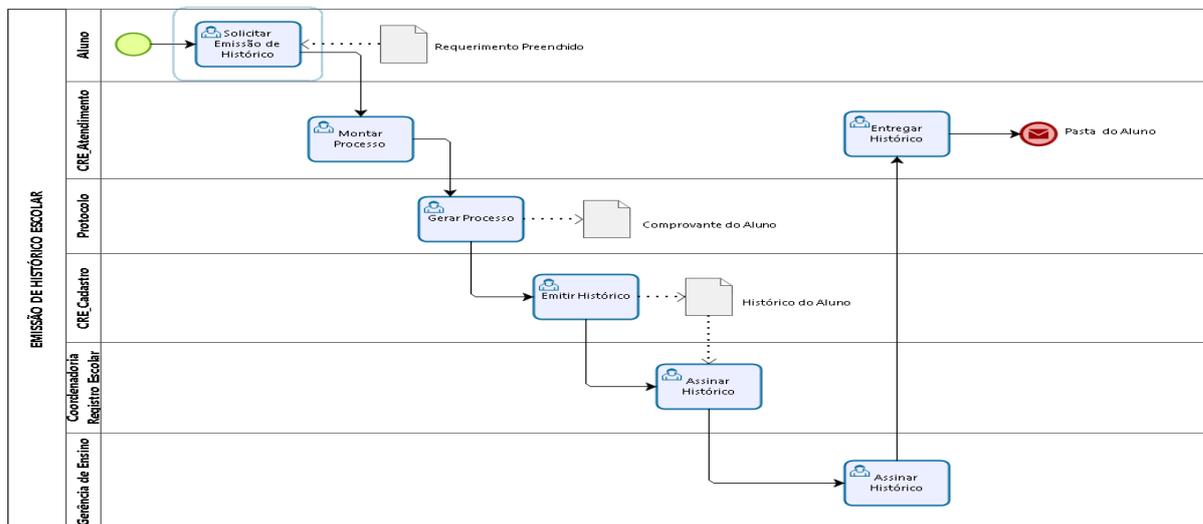
Participante	Atividade	Descrição	Padrão de <i>workflow</i>
Aluno	Solicitar Emissão de Histórico	O aluno preenche um formulário com os dados: ano, período de ingresso, descrição do curso, turno, cpf, data de nascimento, nome do aluno, e-mail, telefone residencial, telefone celular, nome do pai e nome da mãe.	Sequencial
CRE_Atendimento	Montar Processo	O servidor da CRE_Atendimento monta o processo.	
Protocolo	Gerar Processo	O servidor do Protocolo cadastra os dados do aluno e gera um número de processo e comprovante do aluno.	
CRE_Cadastro	Emitir Histórico	O servidor da CRE_Cadastro emite o histórico do aluno.	
Coordenadoria Registro Escolar	Assinar Histórico	O coordenador assina o histórico.	
Gerência de Ensino	Assinar Histórico	O gerente de ensino assina o histórico	
CRE_Atendimento	Entregar Histórico	O servidor da CRE_Atendimento entrega o histórico ao aluno e o processo vai para pasta do aluno	

Fonte: Autora.

A Tabela 5.16 mostra que as atividades deste processo são realizadas de forma sequencial, portanto o padrão de *workflow* é WCP 1 – Sequencial.

Fase 2: Especificar o Processo Acadêmico de emissão de histórico escolar usando os padrões de *workflow* úteis e BPMN.

Figura 5.16 - Processo Acadêmico de emissão de histórico escolar baseado no Padrão Sequencial

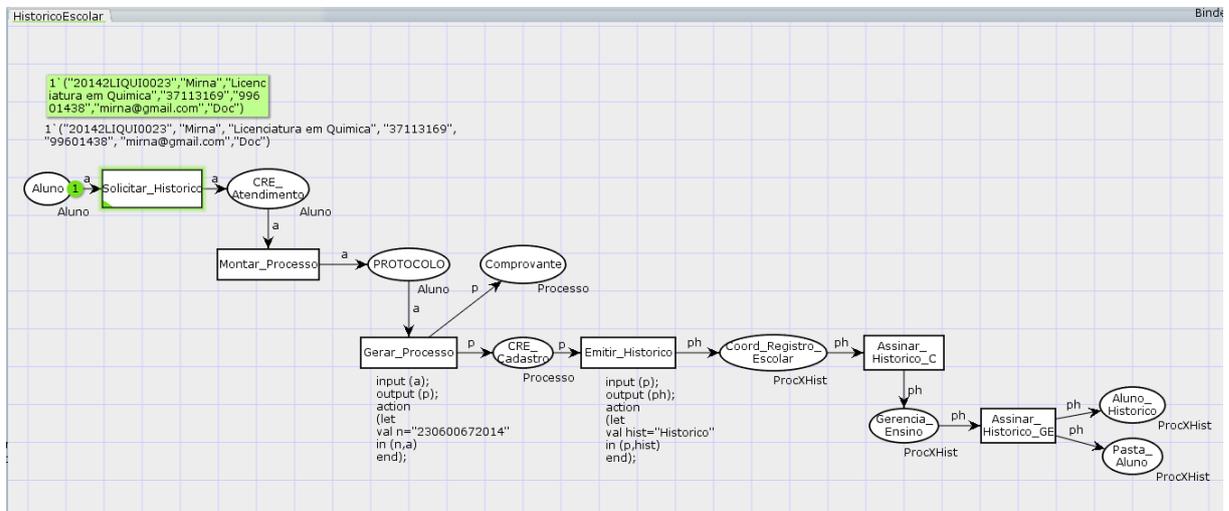


Fonte: Autora.

A Figura 5.16 mostra uma sequência simples de atividades de modelagem de um processo acadêmico de emissão de histórico escolar. O início dessa etapa se faz com um requerimento de um aluno. A primeira atividade realizada é **Solicitar Emissão de Histórico**. Em seguida, vai para a CRE_Atendimento realizar a próxima atividade **Montar Processo**, e encaminha para o Protocolo realizar atividade **Gerar Processo**, que obtém um comprovante para ser entregue ao aluno. Logo após, direciona para a CRE_Cadastro **Emitir Histórico**, o coordenador da Coordenadoria de Registro Escolar assina o histórico, o processo será encaminhado para a Gerência de Ensino **Assinar Histórico**, depois segue para a CRE_Atendimento **Entregar Histórico** e o processo vai para a pasta do aluno.

Fase 3: Representação formal do Processo Acadêmico de emissão de histórico escolar usando Rede de Petri Colorida.

Figura 5.17 - Processo Acadêmico de emissão de histórico escolar com Redes de Petri Coloridas, utilizando a ferramenta CPN Tools



Fonte: Autora.

A Figura 5.17 mostra uma rede de Petri colorida de Processo Acadêmico de emissão de histórico escolar com seus Lugares: Aluno, CRE_Atendimento, Protocolo, Comprovante, CRE_Cadastro, Coord_Registro_Escolar, Gerencia_Ensino, Aluno_Historico, Pasta_Aluno.

Transições: **Solicitar_Historico**, **Montar_Processo**, **Gerar_Processo**, **Emitir_Historico**, **Assinar_Historico_C**, **Assinar_Historico_GE**.

Considerando o arco conectando transição **Solicitar_Historico**, com seus lugares de entrada Aluno e saída CRE_Atendimento. O arco de inscrição contém uma variável **a**. A variável **a** é do tipo Aluno. A transição **Solicitar_Historico** está habilitada se existir um *token* no lugar Aluno, cujo valor pode ser atribuído à variável **a**. Se a transição **Solicitar_Historico**

disparar, o *token* de lugar Aluno atribuído à variável **a** é consumido, e um *token* com valores **a** é produzido no lugar CRE_Atendimento.

Na Figura 5.17, um lugar de entrada de transição **Solicitar_Historico** contém apenas um *token*. Consequentemente, existe apenas uma ligação de transição Solicitar_Historico:

a = Aluno (Amatr, Anome, Acurso, Atelres, Atelcel, Ae-mail, Doc).

A marcação utilizada no disparo das transições foi simulada na ferramenta CPN *Tools*.

A marcação obtida após o disparo da transição Solicitar_Historico: ((20142LIQUI0023, Mirna, Licenciatura em Quimica, 37113169, 99601438, mirna@gmail.com), Doc).

A Tabela 5.17 representa a marcação de uma Rede de Petri Colorida do Processo Acadêmico de emissão de histórico escolar em que há as informações contidas no *token* consumido.

Tabela 5.17 - Marcação de uma Rede de Petri Colorida do Processo Acadêmico de emissão de histórico escolar

Lugar	Valor
Aluno	(20142LIQUI0023, Mirna, Licenciatura em Quimica, 37113169, 99601438, mirna@gmail.com, Doc)
CRE_Atendimento	(20142LIQUI0023, Mirna, Licenciatura em Quimica, 37113169, 99601438, mirna@gmail.com, Doc)
Protocolo	(20142LIQUI0023, Mirna, Licenciatura em Quimica, 37113169, 99601438, mirna@gmail.com, Doc)
Comprovante	(230600672014, (20142LIQUI0023, Mirna, Licenciatura em Quimica, 37113169, 99601438, mirna@gmail.com, Doc))
CRE_Cadastro	(230600672014, (20142LIQUI0023, Mirna, Licenciatura em Quimica, 37113169, 99601438, mirna@gmail.com, Doc))
Coord_Registro_Escolar	((230600672014, (20142LIQUI0023, Mirna, Licenciatura em Quimica, 37113169, 99601438, mirna@gmail.com, Doc)), Historico)
Gerencia_Ensino	((230600672014, (20142LIQUI0023, Mirna, Licenciatura em Quimica, 37113169, 99601438, mirna@gmail.com, Doc)), Historico)
Pasta_Aluno	((230600672014, (20142LIQUI0023, Mirna, Licenciatura em Quimica, 37113169, 99601438, mirna@gmail.com, Doc)), Historico)

Fonte: Autora.

5.2.9 Processo Acadêmico de colação de grau oficial (coletiva)

Fase 1: Identificar padrões de *workflow* úteis para a especificação do Processo Acadêmico de colação de grau oficial.

Tabela 5.18 - Processo Acadêmico de colação de grau oficial (coletiva)

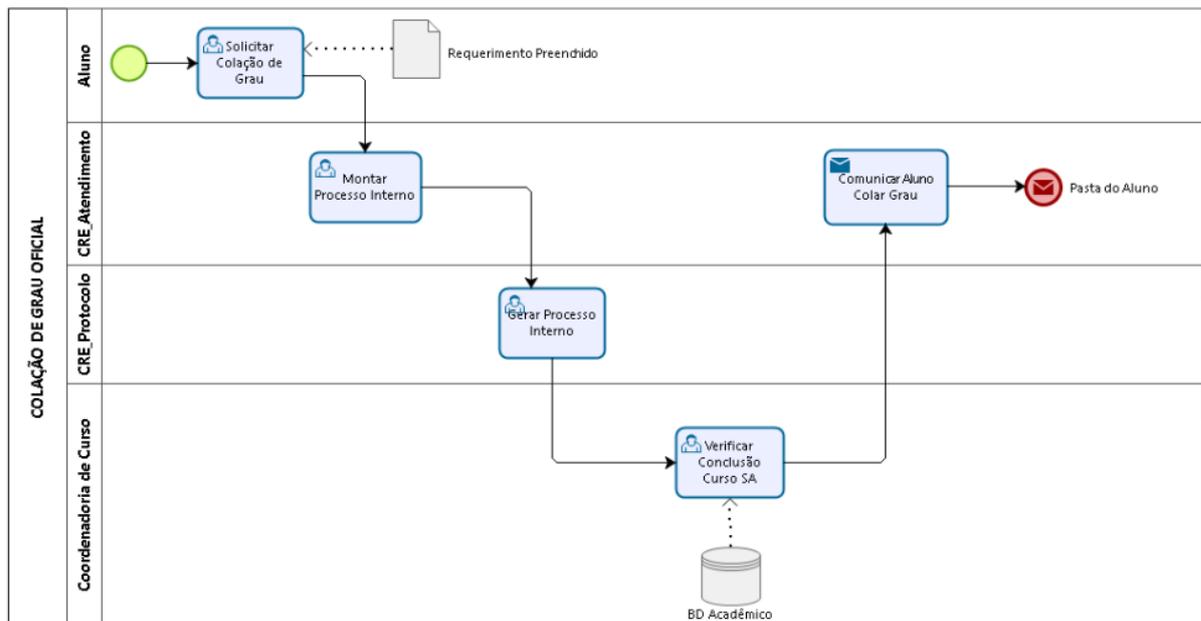
Participante	Atividade	Descrição	Padrão de <i>workflow</i>
Aluno	Solicitar Colação de Grau	O aluno preenche um formulário com os dados: ano, período de ingresso, descrição do curso, turno, cpf, data de nascimento, nome do aluno, e-mail, telefone residencial, telefone celular, nome do pai e nome da mãe.	Sequencial
CRE_Atendimento	Montar Processo Interno	O servidor da CRE_Atendimento monta o processo interno.	
CRE_Protocolo	Gerar Processo Interno	O servidor da CRE_Protocolo cadastra os dados do aluno e gera um número de processo. Este processo interno é da própria CRE.	
Coordenadoria de Curso	Verificar Conclusão Curso SA	O coordenador de curso verifica a conclusão do aluno no Sistema Acadêmico	
CRE_Atendimento	Comunicar Aluno Colar Grau	O servidor da CRE_Atendimento comunica ao aluno que está apto colar grau.	

Fonte: Autora.

Tabela 5.18 mostra que as atividades deste processo são realizadas de forma sequencial, portanto o padrão de *workflow* é WCP 1 – Sequencial.

Fase 2: Especificar o Processo Acadêmico de colação de grau oficial usando os padrões de *workflow* úteis e BPMN.

Figura 5.18 - Processo Acadêmico de colação de grau oficial baseado no Padrão Sequencial

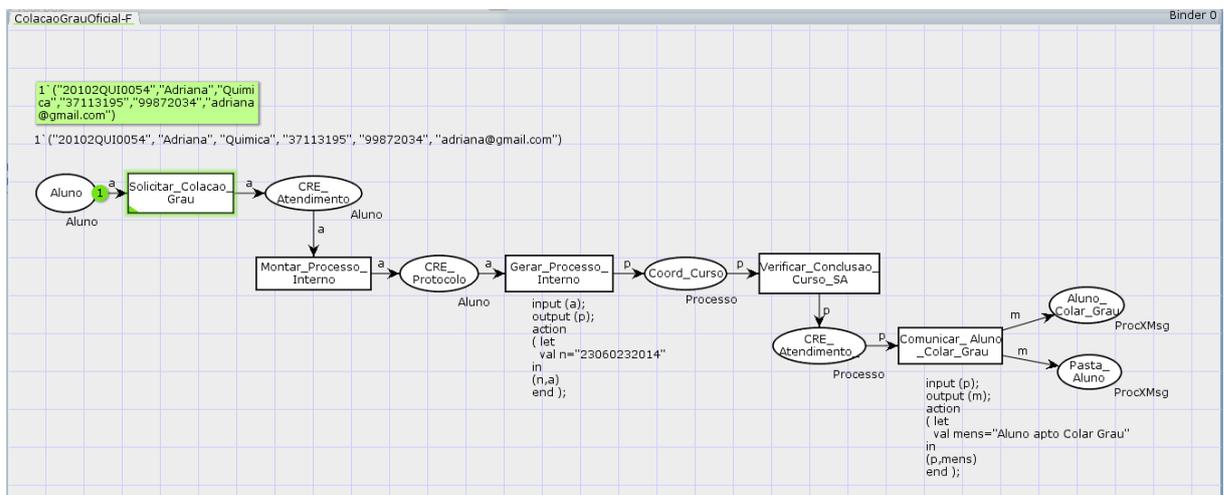


Fonte: Autora.

A Figura 5.18 mostra uma sequência simples de atividades de modelagem de um processo acadêmico de colação de grau oficial. Ele começa com um requerimento de um aluno. A primeira atividade realizada é **Solicitar Colação de Grau**. Em seguida, vai para a CRE_Atendimento realizar a próxima atividade **Montar Processo Interno**, e encaminha para a CRE_Protocolo realizar atividade **Gerar Processo Interno**, em seguida vai para a Coordenadoria de Curso **Verificar Conclusão Curso SA** e encaminha para a CRE_Atendimento **Comunicar Aluno Colar Grau** e o processo vai para a pasta do aluno.

Fase 3: Representação formal do Processo Acadêmico de colação de grau oficial usando Rede de Petri Colorida.

Figura 5.19 - Processo Acadêmico de colação de grau oficial (coletiva) com Redes de Petri Coloridas, utilizando a ferramenta CPN Tools



Fonte: Autora.

A Figura 5.19 mostra uma rede de Petri colorida de Processo Acadêmico de colação de grau oficial (coletiva) com seus Lugares: Aluno, CRE_Atendimento, CRE_Protocolo, Coord_Curso, Aluno_Colar_Grau, Pasta_Aluno. Transições: **Solicitar_Colação_Grau**, **Montar_Processo_Interno**, **Gerar_Processo_Interno**, **Verificar_Conclusão_Curso_SA**, **Comunicar_Aluno_Colar_Grau**.

Considerando o arco conectando transição **Solicitar_Colação_Grau**, com seus lugares de entrada Aluno e saída CRE_Atendimento. O arco de inscrição contém uma variável *a*. A variável *a* é do tipo Aluno. A transição **Solicitar_Colação_Grau** está habilitada se existir um *token* no lugar Aluno, cujo valor pode ser atribuído à variável *a*. Se a transição **Solicitar_Colação_Grau** disparar, o *token* de lugar Aluno atribuído à variável *a* é consumido, e um *token* com valores *a* é produzido no lugar CRE_Atendimento.

Na Figura 5.19 um lugar de entrada de transição **Solicitar_Colação_Grau** contém apenas um *token*. Portanto, existe apenas uma ligação de transição **Solicitar_Colação_Grau**:

a = Aluno (Amatr, Anome, Acurso, Atelres, Atelcel, Ae-mail, Doc).

A marcação obtida após o disparo da transição **Solicitar_Colação_Grau**:

(20102QUI0054, Adriana, Quimica, 37113195, 99872034, adriana@gmail.com).

A Tabela 5.19 representa a marcação de uma Rede de Petri Colorida do Processo Acadêmico de colação de grau oficial em que há as informações contidas no token consumido.

Tabela 5.19 - Marcação de uma Rede de Petri Colorida do Processo Acadêmico de colação de grau oficial

Lugar	Valor
Aluno	(20102QUI0054, Adriana, Quimica, 37113195, 99872034, adriana@gmail.com)
CRE_Atendimento	(20102QUI0054, Adriana, Quimica, 37113195, 99872034, adriana@gmail.com)
CRE_Protocolo	(20102QUI0054, Adriana, Quimica, 37113195, 99872034, adriana@gmail.com)
Coord_Curso	(23060232014, (20102QUI0054, Adriana, Quimica, 37113195, 99872034, adriana@gmail.com))
Aluno_Colar_Grau	((23060232014, (20102QUI0054, Adriana, Quimica, 37113195, 99872034, adriana@gmail.com)), Aluno apto Colar Grau)
Pasta_Aluno	((23060232014, (20102QUI0054, Adriana, Quimica, 37113195, 99872034, adriana@gmail.com)), Aluno apto Colar Grau)

Fonte: Autora.

5.2.10 Processo Acadêmico de emissão de diploma de graduação

Fase 1: Identificar padrões de *workflow* úteis para a especificação do Processo Acadêmico de emissão de diploma de graduação.

Tabela 5.20 - Processo Acadêmico de emissão de diploma de graduação

Participante	Atividade	Descrição	(continua) Padrão de <i>workflow</i>
Aluno	Solicitar Diploma	O aluno preenche um formulário com os dados: ano, período de ingresso, descrição do curso, turno, cpf, data de nascimento, nome do aluno, e-mail, telefone residencial, telefone celular, nome do pai e nome da mãe.	Sequencial
CRE_Atendimento	Montar Processo	O servidor da CRE_Atendimento monta o processo.	
Protocolo	Gerar Processo	O servidor do Protocolo cadastra os dados do aluno e gera um número de processo e comprovante do aluno.	
CRE_Cadastro	Emitir Histórico Escolar	O histórico escolar é um Subprocesso.	
Coordenadoria Registro Acadêmico	Imprimir Diploma	A CRA imprime o diploma e o recibo de entrega do diploma.	

Tabela 5.20 - Processo Acadêmico de emissão de diploma de graduação

Participante	Atividade	Descrição	(conclusão) Padrão de <i>workflow</i>
Diretoria de Campus	Assinar Diploma	O Diretor de Campus assina o diploma.	
Gabinete da Reitoria	Assinar Diploma	O Reitor assina o diploma.	
Coordenadoria Registro Acadêmico	Conferir Documentos	O coordenador da CRA conferi os documentos, o aluno assina o diploma e posteriormente recebe o diploma.	

Fonte: Autora.

A Tabela 5.20 mostra que as atividades deste processo são realizadas de forma sequencial, portanto o padrão de *workflow* é WCP 1 – Sequencial.

Tabela 5.21 - Subprocesso de histórico escolar

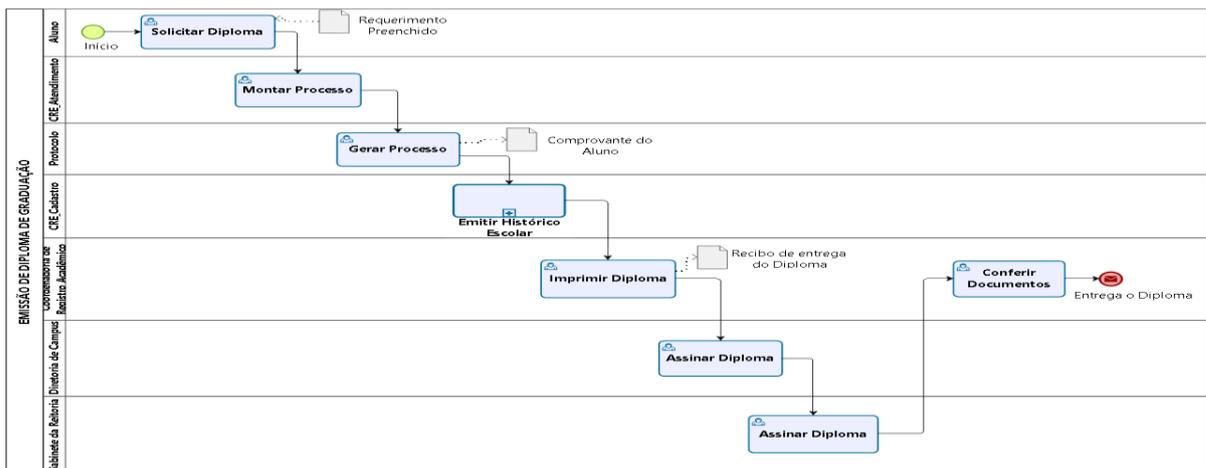
Participante	Atividade	Descrição	Padrão de <i>workflow</i>
CRE_Cadastro	Emitir Histórico	O servidor da CRE_Cadastro emite o histórico do aluno.	Sequencial
Coordenadoria Registro Escolar	Assinar Histórico	O coordenador da CRE assina o histórico.	
Gerência de Ensino Superior	Assinar Histórico	O gerente de ensino superior assina o histórico.	

Fonte: Autora.

A Tabela 5.21 mostra que as atividades deste subprocesso são realizadas de forma sequencial, portanto o padrão de *workflow* é WCP 1 – Sequencial.

Fase 2: Especificar o Processo Acadêmico de emissão de diploma de graduação usando os padrões de *workflow* úteis e BPMN.

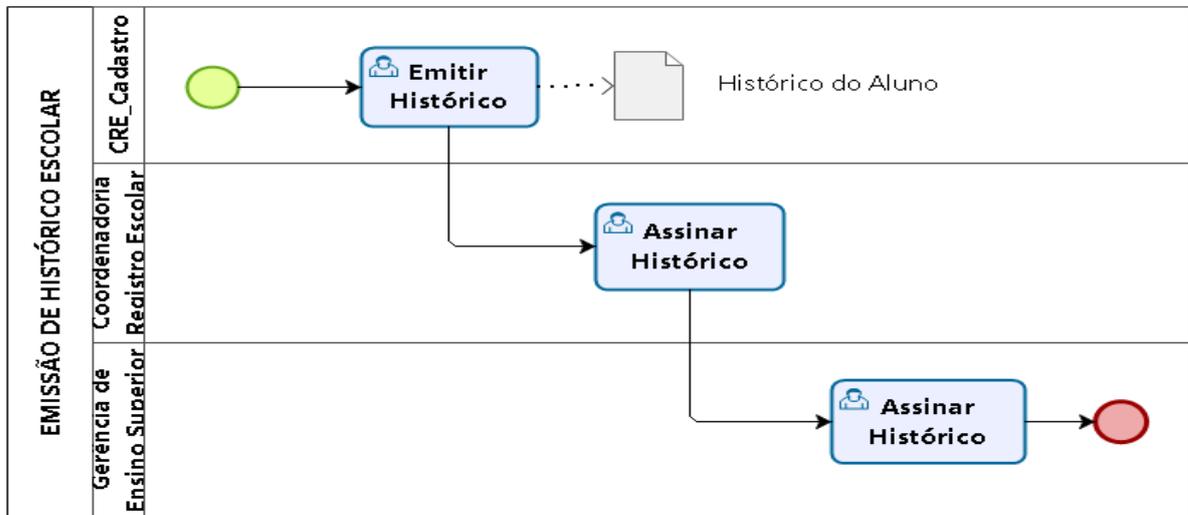
Figura 5.20 - Processo Acadêmico de emissão de diploma de graduação baseado no Padrão Sequencial



Fonte: Autora.

A Figura 5.20 mostra uma sequência simples de atividades de modelagem de um processo acadêmico de emissão de diploma de graduação. O início dessa etapa se faz com um requerimento de um aluno. A primeira atividade realizada é **Solicitar Diploma**. Em seguida, vai para a CRE_Atendimento realizar a próxima atividade **Montar Processo**, e encaminha para o Protocolo realizar atividade **Gerar Processo**, em que recebe um comprovante. Após isso, direciona para a CRE_Cadastro **Emitir Histórico Escolar** (Subprocesso), Figura 5.21. Em seguida o processo será encaminhado à Coordenadoria de Registro Acadêmico **Imprimir Diploma**, e o recibo de entrega do diploma e, posteriormente, será encaminhado para Diretoria de Campus **Assinar Diploma** e, depois, ao Gabinete da Reitoria **Assinar Diploma**. Após assinatura vai para a Coordenadoria de Registro Acadêmico **Conferir Documentos**, e entrega o Diploma ao aluno.

Figura 5.21 – Subprocesso emissão de histórico escolar baseado no Padrão Sequencial

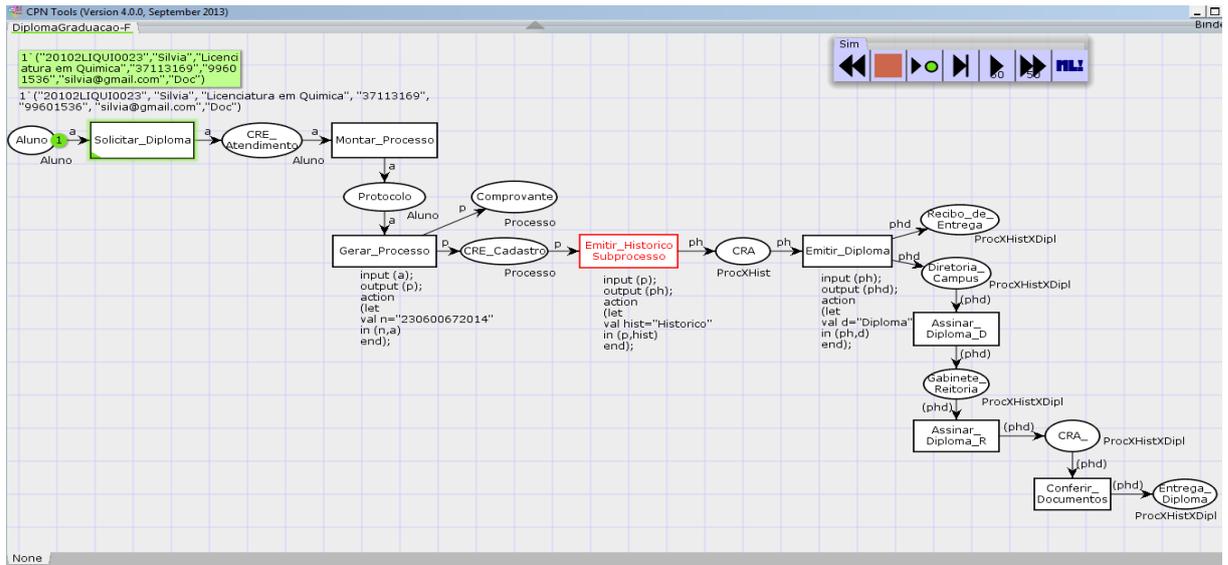


Fonte: Autora.

A Figura 5.21 é um subprocesso mostra uma sequência simples de atividades de modelagem de um processo acadêmico de emissão de diploma de graduação. Logo após, **Gerar Processo** direciona para a CRE_Cadastro **Emitir Histórico**, em seguida o processo será encaminhado para a Coordenadoria de Registro Escolar **Assinar Histórico** e depois para Gerência de Ensino Superior **Assinar Histórico**, e o processo vai para a Coordenadoria de Registro Acadêmico.

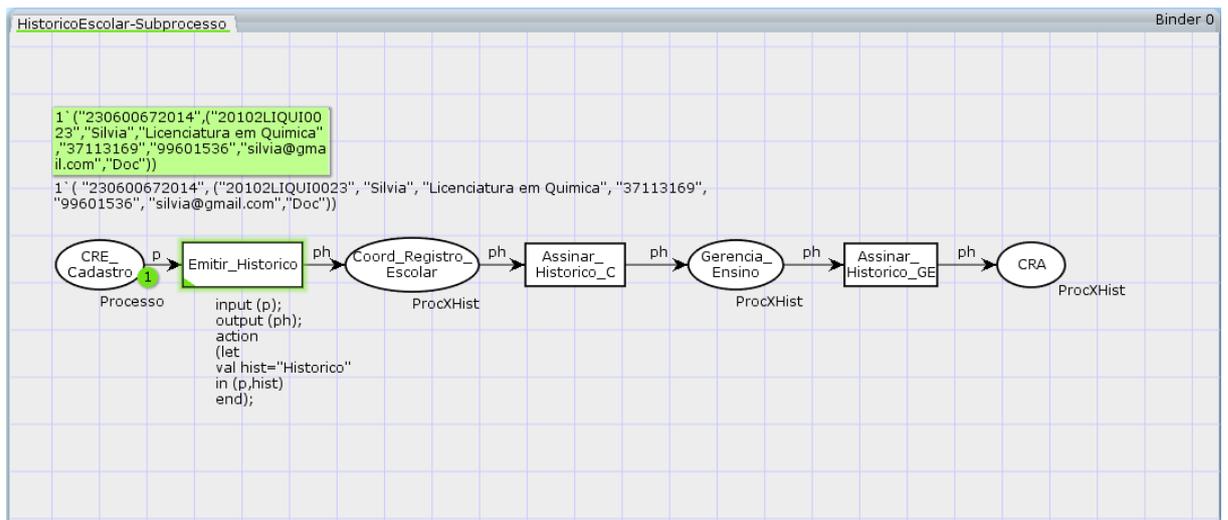
Fase 3: Representação formal do Processo Acadêmico de emissão de diploma de graduação usando Rede de Petri Colorida.

Figura 5.22 - Processo Acadêmico de emissão de diploma de graduação com Redes de Petri Coloridas, utilizando a ferramenta CPN Tools



Fonte: Autora.

Figura 5.23 - Subprocesso emissão de histórico escolar com Redes de Petri Coloridas, utilizando a ferramenta CPN Tools



Fonte: Autora.

A Figura 5.22 mostra uma rede de Petri colorida de Processo Acadêmico de emissão de diploma de graduação.

Lugares: Aluno, CRE_Atendimento, Protocolo, Comprovante, CRE_Cadastro, CRA, Diretoria_Campus, Gabinete_Reitoria, Entrega_Diploma e Recibo_de_Entrega.

Transições: **Solicitar_Diploma, Montar_Processo, Gerar_Processo, Emitir_Historico_SubProcesso, Emitir_Diploma, Assinar_Diploma_D, Assinar_Diploma_R, Conferir_Documentos.**

Considerando o arco conectando transição **Solicitar_Diploma**, com seus lugares de entrada Aluno e de saída CRE_Atendimento. O arco de inscrição contém uma variável **a**. A variável **a** é do tipo Aluno. A transição **Solicitar_Diploma** está habilitada se existir um *token* (ficha) no lugar Aluno, cujo valor pode ser atribuído à variável **a**. Se a transição **Solicitar_Diploma** disparar, o *token* de lugar Aluno atribuído à variável **a** é consumido, e um token com valores **a**, é produzido no lugar CRE_Atendimento.

O lugar de entrada da transição **Solicitar_Diploma** contém apenas um *token*. Consequentemente, existe apenas uma ligação de transição **Solicitar_Diploma**:

a = Aluno (Amatr, Anome, Acurso, Atelres, Atelcel, Ae-mail, Doc).

A marcação obtida após o disparo da transição Solicitar_Diploma:

(20102LIQUI0023, Silvia, Licenciatura em Quimica, 37113169, 99601536, silvia@gmail.com, Doc).

Este arco de inscrição **a** leva para a atividade **Montar_Processo** o que significa que o *token* (ficha) permite que esta atividade deve ser executada e encaminhado para saída arco de inscrição **a** uma vez que a atividade é concluída indo para o lugar Protocolo.

Os arcos conectando transição **Gerar_Processo** com a entrada **a** e saída de lugares contêm variáveis **p** como arcos de inscrições. Se transição **Gerar_Processo** dispara, o *token* de lugar Protocolo é consumido e um *token* é produzido nos respectivos lugares CRE_Cadastro e Comprovante.

A marcação utilizada no disparo das transições foi simulada na ferramenta CPN *Tools*.

As marcações obtidas após o disparo da transição **Gerar_Processo**:

Comprovante: ((230600672014), 20102LIQUI0023, Silvia, Licenciatura em Quimica, 37113169, 99601536, silvia@gmail.com, Doc).

CRE_Cadastro: ((230600672014), 20102LIQUI0023, Silvia, Licenciatura em Quimica, 37113169, 99601536, silvia@gmail.com, Doc).

A transição Emitir_Historico só é ativada se houver um *token* no lugar CRE_Cadastro.

Essa transição **Emitir_Histórico** é um subprocesso. Por sua vez, submetemos essa atividade passo a passo como mostra na Figura 5.23.

Se a transição **Emitir_Historico** disparar, o *token* no lugar CRE_Cadastro é consumido e um *token* é produzido no lugar Coord_Registro_Escolar no valor ph.

A marcação obtida após o disparo da transição **Emitir_Historico**:

Coord_Registro_Escolar: (((230600672014), 20102LIQUI0023, Silvia, Licenciatura em Quimica, 37113169, 99601536, silvia@gmail.com, Doc), Historico).

Se a transição **Assinar_Historico_C** disparar, o *token* no lugar `Coord_Registro_Escolar` é consumido e um *token* é produzido no lugar `Gerencia_Ensino` no valor `ph`.

A marcação obtida após o disparo da transição **Assinar_Historico_C**:

`Gerencia_Ensino: (((230600672014), 20102LIQUI0023, Silvia, Licenciatura em Quimica, 37113169, 99601536, silvia@gmail.com, Doc), Historico).`

Se a transição **Assinar_Historico_GE** disparar, o *token* no lugar `Gerencia_Ensino` é consumido e um *token* é produzido no lugar `CRA` no valor `ph`.

A marcação obtida após o disparo da transição **Assinar_Historico_GE**:

`CRA: (((230600672014), 20102LIQUI0023, Silvia, Licenciatura em Quimica, 37113169, 99601536, silvia@gmail.com, Doc), Historico).`

Depois da execução do subprocesso, dá continuidade ao Processo Acadêmico de emissão de diploma de graduação.

Se a transição **Emitir_Diploma** disparar, o *token* no lugar `CRA` é consumido e um *token* é produzido no lugar `Recibo_de_Entrega` e no lugar `Diretoria_Campus` no valor `phd`.

As marcações obtidas após o disparo da transição **Emitir_Diploma**:

`Recibo_de_Entrega: (((((230600672014), 20102LIQUI0023, Silvia, Licenciatura em Quimica, 37113169, 99601536, silvia@gmail.com, Doc), Historico), Diploma).`

`Diretoria_Campus: (((((230600672014), 20102LIQUI0023, Silvia, Licenciatura em Quimica, 37113169, 99601536, silvia@gmail.com, Doc), Historico), Diploma).`

A transição **Assinar_Diploma_D** só é ativada se houver um *token* no lugar `Diretoria_Campus`.

Se a transição **Assinar_Diploma_D** disparar, o *token* no lugar `Diretoria_Campus` é consumido e um *token* é produzido no lugar `Gabinete_Reitoria` no valor `phd`.

A marcação obtida após o disparo da transição **Assinar_Diploma_D**:

`Gabinete_Reitoria: (((((230600672014), 20102LIQUI0023, Silvia, Licenciatura em Quimica, 37113169, 99601536, silvia@gmail.com, Doc), Historico), Diploma).`

Se a transição **Assinar_Diploma_R** disparar, o *token* no lugar `Gabinete_Reitoria` é consumido e um *token* é produzido no lugar `CRA_` no valor `phd`.

A marcação obtida após o disparo da transição **Assinar_Diploma_R**:

`CRA_: (((((230600672014), 20102LIQUI0023, Silvia, Licenciatura em Quimica, 37113169, 99601536, silvia@gmail.com, Doc), Historico), Diploma).`

Se a transição **Conferir_Documentos** disparar, o *token* no lugar `CRA_` é consumido e um *token* é produzido no lugar `Entrega_Diploma` no valor `phd`.

A marcação obtida após o disparo da transição **Conferir_Documentos**:

Entrega_Diploma: (((230600672014), 20102LIQUI0023, Silvia, Licenciatura em Quimica, 37113169, 99601536, silvia@gmail.com, Doc), Historico), Diploma).

A Tabela 5.22 representa a marcação de uma Rede de Petri Colorida do Processo Acadêmico de emissão de diploma de graduação em que há as informações contidas no *token* consumido.

Tabela 5.22 - Marcação de uma Rede de Petri Colorida do Processo de emissão de diploma de graduação

Lugar	Valor
Aluno	(20102LIQUI0023, Silvia, Licenciatura em Quimica, 37113169, 99601536, silvia@gmail.com, Doc).
CRE_Atendimento	(20102LIQUI0023, Silvia, Licenciatura em Quimica, 37113169, 99601536, silvia@gmail.com, Doc).
Protocolo	(20102LIQUI0023, Silvia, Licenciatura em Quimica, 37113169, 99601536, silvia@gmail.com, Doc).
Comprovante	((230600672014), 20102LIQUI0023, Silvia, Licenciatura em Quimica, 37113169, 99601536, silvia@gmail.com, Doc).
CRE_Cadastro	((230600672014), 20102LIQUI0023, Silvia, Licenciatura em Quimica, 37113169, 99601536, silvia@gmail.com, Doc).
CRA	(((230600672014), 20102LIQUI0023, Silvia, Licenciatura em Quimica, 37113169, 99601536, silvia@gmail.com, Doc), Historico), Diploma).
Diretoria_Campus	(((230600672014), 20102LIQUI0023, Silvia, Licenciatura em Quimica, 37113169, 99601536, silvia@gmail.com, Doc), Historico), Diploma).
Gabinete_Reitoria	(((230600672014), 20102LIQUI0023, Silvia, Licenciatura em Quimica, 37113169, 99601536, silvia@gmail.com, Doc), Historico), Diploma).
Recibo_de_Entrega	(((230600672014), 20102LIQUI0023, Silvia, Licenciatura em Quimica, 37113169, 99601536, silvia@gmail.com, Doc), Historico), Diploma).
Entrega_Diploma	(((230600672014), 20102LIQUI0023, Silvia, Licenciatura em Quimica, 37113169, 99601536, silvia@gmail.com, Doc), Historico), Diploma).

Fonte: Autora.

5.2.11 Resultados e discussão da aplicação da metodologia proposta

A metodologia proposta foi aplicada para modelagem de um conjunto limitado dos processos acadêmicos – os mais comuns. A Tabela 5.23 mostra o resultados dos processos acadêmicos especificados com seus respectivos padrões de *workflow* utilizados.

Nestes processos, o padrão “WCP-1 Sequencial” foi o mais utilizado. Além do padrão sequencial, foram utilizados os padrões “WCP-4 Escolha Exclusiva” e “WCP-21 Loop Estruturado”. Houve necessidade de modelar em dois processos (Licença maternidade e Exame de proficiência) a junção dos padrões Sequencial e Escolha Exclusiva, permitindo avaliar este recurso, muito comum na diagramação de *workflow* mais complexos.

Tabela 5.23 - Processos Acadêmicos Especificados

Processos Acadêmicos	Padrões de Workflow utilizados	Qtd de Padrões Utilizados
1. Processo Acadêmico de matrícula institucional ou matrícula inicial - calouros	WCP1 - Sequencial	01
2. Processo Acadêmico de pré-matrícula através do Portal do Aluno	WCP1 - Sequencial	01
3. Processo Acadêmico de matrícula WEB através do Portal do Aluno	WCP21 Laço Estruturado	01
4. Processo Acadêmico de cancelamento de curso	WCP1 - Sequencial	01
5. Processo Acadêmico de transferência para outra instituição	WCP1 - Sequencial	01
6. Processo Acadêmico de licença maternidade	WCP1 - Sequencial WCP4 - Escolha Exclusiva	02
7. Processo Acadêmico de exame de proficiência	WCP1 - Sequencial WCP4 - Escolha Exclusiva	02
8. Processo Acadêmico de emissão de histórico escolar	WCP1 - Sequencial	01
9. Processo Acadêmico de colação de grau oficial (coletiva)	WCP1 - Sequencial	01
10. Processo Acadêmico de emissão de diploma de graduação	WCP1 - Sequencial	01

Fonte: Autora.

Foi modelado também um processo (emissão de diploma de graduação) com subprocesso associado (emissão de histórico escolar), dentro de um fluxo sequencial. O subprocesso foi modelado separadamente, tanto em BPMN como em Rede de Petri. Este recurso de criar subprocessos é útil para modelar processos grandes, facilitando a sua compreensão. Observou-se que a modelagem sob a forma de Rede de Petri Colorida implementou adequadamente esta importante funcionalidade.

Por possuir esta característica de processo/subprocesso, escolhemos o processo de emissão de diploma de graduação para apresentá-lo, no Apêndice A, como exemplo de simulação da modelagem em Rede de Petri Colorida, na ferramenta *CPN Tools*. Esta simulação está detalhadamente demonstrada, tela a tela, evidenciando a potencialidade do recurso de simulação interativa, feita diretamente na ferramenta, permitindo observar passo a passo a execução da sequência de transições de estado do processo modelado, facilitando a identificação de eventuais erros introduzidos na fase de modelagem.

5.3 Comparação entre os trabalhos relacionados e a metodologia proposta

A Tabela 5.24 a seguir apresenta uma análise dos trabalhos relacionados no capítulo 3, em comparação com a proposta da metodologia desta dissertação.

Uma característica que distingue esta dissertação dos trabalhos relacionados é propor uma metodologia que utiliza o formalismo da rede de Petri colorida aplicado aos padrões de *workflow* para a especificação dos processos acadêmicos, modelados através da notação BPMN, tornando possível a verificação formal de erros e a identificação de ambiguidades.

Tabela 5.24 - Síntese e comparação entre os trabalhos relacionados e a dissertação

		Padrões de <i>Workflow</i>	BPMN	Formalização em redes de Petri coloridas
Trabalhos Relacionados	3.1 Aplicação de redes de Petri para o gerenciamento de <i>workflow</i>	Análise de <i>workflow</i>	Não se aplica	Utiliza redes de Petri para representar graficamente seu padrão
	3.2 Gestão de Controle Acadêmico: Mapeamento do Conhecimento e Modelagem através de Redes de Petri	Não se aplica	Não se aplica	Utiliza redes de Petri coloridas para representar um sistema
	3.3 Padrões de <i>Workflow</i> para Reuso em Modelagem de Processos de Negócio	Análise de <i>workflow</i>	Não se aplica	Não se aplica
	3.4 Formulação de uma metodologia de modelagem de processos de negócio para implementação de <i>workflow</i>	Sistema de <i>workflow</i>	Não se aplica	Não se aplica
	3.5 Analisando BPMN como notação de apoio ao desenvolvimento de software	Não se aplica	Utiliza BPMN	Não se aplica
	3.6 Modelagem e Análise dos Processos de Negócios em uma Empresa do Ramo Automotivo através do Formalismo das Redes de Petri	Não se aplica	Não se aplica	Utiliza redes de Petri como um formalismo
Dissertação	Metodologia para Especificações de Processos Acadêmicos usando Padrões de <i>Workflow</i> e Redes de Petri	Usa Padrões de <i>Workflow</i>	Especificações em BPMN	Utiliza redes de Petri coloridas para representar graficamente os Padrões de <i>Workflow</i>

Fonte: Autora.

6 CONCLUSÃO

A utilização de *workflow* na modelagem de negócios via adoção de modelos padronizados, especialmente para representar os Fluxos de Trabalho, vem crescendo muito nas organizações. Porém, além de propiciar uma melhor compreensão do processo de negócio na fase de análise, torna-se necessário nestas técnicas, assegurar a correção e eficiência dos processos modelados antes de sua implementação, considerando os altos custos apresentados na correção de erros introduzidos na fase de modelagem, quando identificados nas etapas finais da fase de construção dos sistemas.

O formalismo matemático das redes de Petri, sua representação gráfica de simples compreensão e a possibilidade de realizar simulações e verificações, torna a Rede de Petri uma poderosa ferramenta de modelagem de processos de negócio. Como a Rede de Petri possui uma representação matemática formal é possível verificar a correção e checar as propriedades do modelo. Adicionalmente, a técnica permite o rastreamento minucioso e não ambíguo de cada etapa do processo.

A atual existência de softwares de modelagem para Redes de Petri, a exemplo do CPN *Tools*, com interfaces bastante amigáveis e recursos sofisticados de desenho e simulações reduziu enormemente a dificuldade da representação visual das Redes de Petri.

Contudo, mesmo com estes recursos computacionais, do ponto de vista dos usuários finais do negócio e outras pessoas não técnicas a apresentação visual das Redes de Petri é menos intuitiva e compreensiva quando comparada a outras técnicas de modelagem, especialmente uma das mais utilizadas que é a notação BPMN, padronizada pela OMG.

Neste trabalho propomos uma metodologia para modelagem de processos acadêmicos combinando a utilização de modelos padronizados de *workflow*, da notação BPMN e de Redes de Petri Coloridas, usufruindo assim, das vantagens de cada uma dessas técnicas.

Na abordagem metodológica proposta, fizemos na primeira fase a identificação do modelo padronizado de *workflow* adequado para o processo acadêmico que iremos modelar, partindo da descrição textual do mesmo, em seguida, na segunda fase, fizemos a modelagem do processo utilizando a notação BPMN, através do software Bizagi, e, na última fase, representamos esse mesmo processo utilizando Redes de Petri Colorida, através do software CPN *Tools*.

Para testar a metodologia proposta, utilizamos um conjunto de 10 (dez) processos acadêmicos (Tabela 4.1), relacionados ao atendimento dos alunos dos cursos superiores de Tecnologia, Bacharelados e Licenciaturas do Instituto Federal de Sergipe. Em todos esses

processos aplicamos as três fases da metodologia proposta, conforme demonstrado no capítulo 5. Desta forma, foi possível avaliar a aplicabilidade da metodologia num ambiente real de negócio.

6.1 Resultados Obtidos

A aplicação da metodologia proposta, em fases, para modelar processos acadêmicos, demonstrou-se adequada para atender simultaneamente a dois importantes requisitos da atividade de modelagem de processos, quais sejam:

- **Facilidade de compreensão pelos usuários finais** – a modelagem, na fase 2 da metodologia, utilizando a notação BPMN, com o formalismo dos padrões de *workflow* propostos em Aalst et al. (2003), permite que o modelo construído possa ser discutido e compreendido facilmente pelos usuários finais, de forma a capturar, em detalhes, todos os requisitos funcionais do processo, com a participação ativa dos usuários finais.
- **Verificação da correção do modelo** – a modelagem, na fase 3 da metodologia, em Redes de Petri Coloridas, a partir do modelo elaborado na fase 2, em BPMN, permite que o processo seja simulado, passo a passo, e verificado sua correção, pelo rastreamento minucioso e não ambíguo de cada uma de suas etapas.

Desta forma, a tripla combinação de padrões de *workflow*, notação BPMN e Redes de Petri Coloridas, produziu um resultado muito útil para modelagem de processos acadêmicos, especialmente naqueles de maior importância e de natureza mais crítica.

Considerando que a modelagem em Redes de Petri Coloridas em relação a modelagem em BPMN é mais complexa para ser construída e mais difícil de ser compreendida pelos usuários finais, entendemos que a fase 3 da metodologia proposta (modelagem em Redes de Petri) pode ser aplicada apenas para os processos mais críticos e complexos, onde a verificação formal da correção adiciona um componente de mais exatidão e compreensão na modelagem desses processos. Para os processos mais simples e não críticos, a metodologia pode parar na fase 2, com a elaboração do modelo em BPMN, de mais fácil elaboração e compreensão pelos usuários finais.

6.2 Contribuição

A principal contribuição da metodologia proposta neste trabalho está na identificação da viabilidade prática da utilização em conjunto de modelos padronizados de *workflow*, notação BPMN e Redes de Petri Coloridas, para modelagem de processos acadêmicos, permitindo usufruir das vantagens dessas técnicas de modelagem, obtendo como resultado um modelo mais exato, representativo e melhor compreendido das atividades identificadas em cada processo modelado.

Assim, mostramos a modelagem de processos acadêmicos do Instituto Federal de Sergipe, usando os padrões de *workflow*, nas técnicas de modelagem de BPMN e Redes de Petri Coloridas, evidenciando que elas podem ser utilizadas de forma complementar, especialmente quando, pelo grau de importância do processo para o negócio, for requerido a verificação formal de sua correção e simulações para obter-se uma melhor e mais exata compreensão do processo que está sendo modelado.

Diferentemente dos trabalhos relacionados, a metodologia proposta nesta dissertação utiliza ambas as abordagens de modelagem de processos – notação BPMN e Redes de Petri, além dos padrões de *workflow*, propostos em Aalst et al. (2003) e revisados Russell et al. (2006).

6.3 Trabalhos Futuros

Como sugestões de trabalhos futuros esta metodologia poderá ser estendida para analisar os tempos e o desempenho das atividades e calcular os retardos entre as atividades, funcionalidades estas possíveis de serem implementadas com o uso de Redes de Petri Coloridas na modelagem de processos de negócios. Além disto, um estudo comparativo entre o BPMN e Redes de Petri Coloridas para a modelagem dos demais padrões de *workflow* para controle de fluxo permitiria avaliar integralmente as vantagens e desvantagens dos dois métodos de modelagem de *workflows*.

A utilização nesta metodologia, dos padrões de *workflows* propostos por em Aalst et al. (2003) e revisados Russell et al. (2006), facilita que sejam desenvolvidas aplicações com o objetivo de automatizar a transformação dos modelos descritos na notação BPMN em modelos de Redes de Petri, para serem testados e validados em ferramentas que implementem esta modelagem (SOARES, 2008).

REFERÊNCIAS

- AALST, W.M. P. V. D. *The application of Petri Netsto Workflow management*. Eindhoven: Department of Mathematics and Computing Science, Eindhoven University of Technology, 1998. Disponível em: <<http://www.wis.win.tue.nl/~wvdaalst/publications/p53.pdf>>. Acesso em: abr. 2015.
- AALST, W. M. P. V. D.; HEE, K. M. V. *Workflow management: models, methods, and systems*. Cambridge: MIT Press, 2004. 384 p. (Information Systems).
- AALST, W. M. V. D.; KUMAR, A. A reference model for team-enabled work flow management systems. *Data & Knowledge Engineering*, Amsterdam, v. 38, n. 3, p. 335-363, Sept. 2001.
- AALST, W. M. P. V. D. et al. Work flow patterns. *Distributed and Parallel Databases*, [Berlin], v. 14, n. 1, p. 5-51, 2003.
- AALST, W. M. P. V. D.; STAHL, C. *Modeling business processes: a petri net-oriented approach*. Cambridge: MIT Press, 2011. 400 p. (Cooperative Information Systems Series).
- BRASIL. Decreto-Lei n. 1.044, de 21 de outubro de 1969. Dispõe sobre tratamento excepcional para os alunos portadores das afecções que indica. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 22 out. 1969. Retificado no *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, de 11 nov. 1969.
- BRASIL. Lei n. 6202, de 17 de abril de 1975. Atribui à estudante em estado de gestação o regime de exercícios domiciliares instituído pelo Decreto-lei nº 1.044, de 1969, e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 17 abr. 1975.
- BRASIL. Conselho Superior. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe. *Resolução nº 36/2015/CS/IFS, de 20 de março de 2015*. Aprova a reformulação do Regulamento da Organização Didática do IFS. Disponível em: www.ifs.edu.br. Acesso: mar. 2015.
- _____. *Resolução nº 27/2011/CS/IFS de 13 de julho de 2011*. Aprova o Regulamento do Exame de Proficiência. Aracaju, 2011. Disponível em: www.ifs.edu.br. Acesso em: jul. 2011.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. *Concepção e diretrizes dos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia*. Brasília, DF, 2008.
- BRAUER, W.; REISIG, W. Carl Adam Petri and “Petri nets: fundamental concepts in computer science. Singapura: Wold Scientific, 2009. p. 129-139. (Advances in Computer Science Engineering: Text, v. 3).
- CAPOTE, G. *Guia para formação de analistas de processos*. Rio de Janeiro: BPM, 2011.

COSTA, L. *Formulação de uma metodologia de modelagem de processos de negócio para implementação de workflow*. 2009. 130 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2009.

CRUZ, T. *Workflow a tecnologia que vai revolucionar processos*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

CRUZ, T. *Workflow II: a tecnologia que revolucionou processos*. Rio de Janeiro: E-Papers, 2004.

DEELMAN, E. et al. *Workflows and e-Science: an overview of workflow system features and capabilities*. *Future Generation Computer Systems*, Amsterdam, v. 25, n. 5, p. 528-540, 2009.

FOWLER, M. *Analysis patterns: reusable object models*. Boston: Addison-Wesley, 1996.

GAMMA, E. et al. *Design patterns: elements of reusable object-oriented software*. Boston: Addison-Wesley, 1995. (Addison-Wesley Professional Computing Series)

GOMIDE, C. F. *Desenvolvimento de workflow para administração pública em ambientes corporativos de engenharia de software*. 2004. 109 f. Dissertação (Mestrado em Informática) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/6239/000439219.pdf?sequence=1>>. Acesso em: set. 2012.

HAY, D. C. *Data model patterns: conventions of thought*. New York: Dorset House, 1995. 568 p.

HOLLINGSWORTH, D. The workflow reference model, TC00-1003, issue 1.1. In: _____. *Workflow Management Coalition*. Hampshire: The Workflow Management Coalition Specification, 1995. Chap. 3.

HÜBLER, P. N. *P-MIA: padrão múltiplas instâncias autoadaptáveis: um padrão de dados para workflows científicos*. 2010. 179 f. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010. Disponível em: <<http://tede2.pucrs.br/tede2/bitstream/tede/5119/1/428502.pdf>>. Acesso em: mar. 2015.

JENSEN, K.; KRISTENSEN, L. M. *Coloured Petri nets: modelling and validation of concurrent systems*. Berlin: Springer, 2009.

KRAEMER, A. *Sistema de Workflow em tempo real para usuários móveis utilizando recurso de voz*. 2004. 109 f. Dissertação (Mestrado em Informática Aplicada) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2004. Disponível em: <https://www.pggia.pucpr.br/pt/arquivos/mestrado/dissertacoes/2004/2004_alessandro_kraemer.pdf>. Acesso em: mar. 2015.

LEYMANN, F.; ROLLER, D. *Production workflow: concepts and techniques*. New Jersey: Prentice Hall, 2000. 479 p.

LUDÄSCHER, B. et al. Scientific *Workflow* management and the Kepler system. *Concurrency and computation: Practice & Experience*, New Jersey, v.18, n. 10, p. 1039-1065, 2006.

LUDÄSCHER, B. et al. Scientific *Workflows*: business as usual? In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF BUSINESS PROCESS MANAGEMENT, 7th., September 8-10, 2009, Germany. *Proceeding...* Berlin: Springer, 2009. p. 31-47. (Lecture Notes in Computer Science, v. 5701).

MARCOS, C. K. M. *Gestão de controle acadêmico: mapeamento do conhecimento e modelagem através de Redes de Petri*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) - Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2007.

MARLON, D. et al. *Fundamentals of business process management*. Berlin: Springer, 2013.

MCCREADY, S. C. There is more than one Kind of Workflow Software. *Computer World*, v. 26, p. 85-90, Nov. 2, 1992.

MEYER, S. L. et al. Parallelism in bioinformatics workflows. In: INTERNATIONAL CONFERENCE *VECPAR*, 6th., June 28-30 2004, Valencia. *Proceedings...* Berlin: Springer, 2004. p. 705–718.

NARDI, A. R. *Uma arquitetura de baixo acoplamento para execução de padrões de controle de fluxo em grades*. 2009. 162 f. Tese de (Doutorado em Ciência da Computação) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

NICOLAO, M.; RUIZ, D. D. A. *Workflow: conceitos, abrangência e sistemas de suporte*. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 7, 2004, Guaíba. [*Trabalho apresentado*]. Guaíba. [S.l: s.n.], 2004.

OBJECT MANAGEMENT GROUP (OMG). *Business process model and notation (BPMN) Version 2.0*. Needham, 2011. Disponível em: <<http://www.omg.org/spec/BPMN/2.0>>. Acesso em: março 2015.

OKAYAMA, B. K. *Modelagem e análise dos processos de negócios em uma empresa do ramo automotivo através do formalismo das redes de Petri*. Curitiba, 2007. 81 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) - Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2007.

OLIVEIRA, A. G. *Orientação para o mercado sustentável: um modelo de gestão para os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia Brasileiros*. 2015. Tese (Doutorado) - Universidade de Fortaleza, Fortaleza, 2015.

PETRI, C. A. *Kommunikation mit automaten*. Schriften des IIM Nr. 1961. 68 f. Dissertation (MSc in Informatik) -Fachbereich Informatik, Institut der Universität Bonn, Wegelerstr, 1962. Disponível em: <. http://edoc.sub.uni-hamburg.de/informatik/volltexte/2011/160/pdf/diss_petri_d.pdf>. Acesso em: mar. 2015.

RAMOS, V. E. *Analizando BPMN como notação de apoio ao desenvolvimento de software*. Itajaí: Centro de Educação do Alto Vale do Itajaí, 2014.

RUSSELL, N. et al. Workflow data patterns: identification, representation and tool support. In: DELCAMBRE, L. (Ed). *Proceedings of the 24th International Conference on Conceptual Modeling (ER 2005)*, October 24-28, 2005, Klagenfurt, Austria. Berlin: Springer, 2005. p. 353-368. (Lecture Notes in Computer Science, v. 3716)

RUSSELL, N. et al. Workflow resource patterns: identification, representation and tool support. In: PASTOR, O.; FALCAO, J. (Ed.). *Proceedings of the 17th Conference on Advanced Information Systems Engineering (CAiSE'05)*, 2005, Porto. Berlin: Springer, 2005. p. 216-232. (Lecture Notes in Computer Science, v. 3520).

RUSSELL, N. et al. *Workflow control-flow patterns: a revised view*. [S.l: s.n..], 2006. p. 6-22. (BPM Center Report, BPM-06-22). Disponível em: <
<http://www.workflowpatterns.com/documentation/documents/BPM-06-22.pdf> >. Acesso em: fev 2015

RUSSELL, N.; AALST, W. V. D.; TER HOFSTEDÉ, A. Workflow exception patterns. In: DUBOIS, E.; POHL, K. (Ed). *Proceedings of the 18th International Conference on Advanced Information Systems Engineering (CAiSE'06)*, June 5-9, 2006. Luxembourg. Luxembourg, 2006. p. 288-302. (Lecture Notes in Computer Science, v. 4001).

SANTOS, R. Y. *Ambiente 10+C para Definição e Execução de Workflows in silico através de serviços web*. 2004. Thesis (Master's thesis) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

SILVER, B. *BPMN methods and styles, with BPMN implementer's guide: a structured approach for business process modeling and implementation using BPMN 2.0*. [S.l.]: Cody-Cassidy Press, 2011.

SOARES, J. J. M. *Uma abordagem para a transformação da notação BPMN para a notação de Redes de Petri*. São Paulo: FEA-RP/USP, 2008.

TAYLOR, I. J. et al. (Ed.). *Workflows for e-Science: scientific workflows for grids*, Berlin: Springer-Verlag, 2006. 530p.

THOM, L. H.; CHIAO, C.; IOCHPE, C. Padrões de workflow para reuso em modelagem de processos de negócio. In: CONFERÊNCIA LATINO AMERICANA EM LINGUAGENS DE PROGRAMAÇÃO, SUGARLOAFPLOP, 2007, Porto de Galinhas. *Proceedings do SugarLoafPLoP...Recife: UFPE*, 2007.

VIERO, D. *Projeto de um sistema de gerenciamento de workflow baseado em padrões abertos e sua integração com um ambiente de educação à distância*. 2005. 97 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005. Disponível em: <
<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/17790/000723554.pdf?sequence=1> >. Acesso em: mar. 2016.

WESKE, M; VOSSEN, G.; MEDEIROS, C. B. Scientific workflow management: WASA architecture and applications. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON DATABASE AND EXPERT SYSTEMS APPLICATIONS (DEXA), 6th., 1995, London. *Proceedings...* London, 1995.

WORKFLOW MANAGEMENT COALITION. *Terminology & glossary*: WFMC-TC-1011, issue 3.0. Hampshire, 1999.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Modelo de execução do Processo Acadêmico de emissão de diploma de graduação em Redes de Petri Coloridas utilizando CPN *Tools*

A.1 - Simulação

O processo é iniciado com a solicitação do aluno para emissão do diploma de graduação e é concluído com a entrega do diploma no prazo de 30 dias úteis ao aluno solicitante. O aluno concludente, após a cerimônia de colação de grau, solicita a expedição do documento mencionado, junto à Coordenadoria de Registro Escolar do respectivo campus. Tal solicitação é realizada por meio de requerimento formal, que lhe é apresentado nessa Coordenadoria ou no site da instituição, em que constam os campos para preenchimento de todos os dados acadêmicos.

Anexados ao requerimento, devem estar os seguintes documentos: cópia de Certidão de Nascimento ou Casamento, cópia do documento de identidade, com foto, contendo nº do Registro Geral, Certidão de Quitação Eleitoral, cópia do Certificado de Conclusão de Ensino Médio ou cópia do Histórico Escolar do Ensino Médio.

Após o devido preenchimento de todos os campos de seu requerimento, o aluno solicita a emissão de diploma de graduação à CRE_Atendimento onde confere toda a documentação, monta o processo anexando a documentação exigida. A CRE_Atendimento encaminha o processo para o protocolo incluir no sistema de cadastro de processos, obtendo um número de processo. Ao aluno, é entregue um comprovante de que ele protocolou o requerimento. Em seguida, o processo será encaminhado para a CRE_Cadastro, emite o Histórico Escolar, que será assinado pelo coordenador. Posteriormente, o processo é encaminhado à Gerência de Ensino Superior ou equivalente, para a assinatura do gerente, que também deverá constar no Histórico Escolar. O processo segue para a Coordenadoria de Registro Acadêmico onde será impresso o diploma e registrado, no Sistema Acadêmico, o Livro de Registro. Encaminha-se para a Diretoria de Campus e, depois, ao Gabinete do Reitor para assinatura. A partir de então, a CRA entrega ao aluno, mediante apresentação da cédula de identidade, para conferência e assinatura do diploma e do comprovante de entrega.

A.2 CPN *Tools*

A execução de uma rede de Petri colorida é uma sequência de transições. A execução de simulação pode ser visto como um passeio aleatório no gráfico acessibilidade da rede de

Petri colorida a partir do nó inicial. A execução de simulação do modelo de processo é uma sequência de estados consecutivos.

Ferramentas CPN suporta dois tipos de simulação: interativa e automática. Em uma simulação interativa, o usuário está no controle completo e determina o indivíduo passos na simulação, escolhendo entre os eventos ativados no estado atual. As Ferramentas CPN mostra o efeito da execução de uma etapa selecionada na representação gráfica do modelo CPN. Em uma simulação automática, o usuário especifica o número de passos que devem ser executados e / ou define um número de critérios de paragem e os pontos de interrupção.

Este processo acadêmico de emissão de diploma de graduação utiliza-se uma simulação interativa oferecendo ao usuário a facilidade de poder trabalhar diretamente com o modelo de processo realizando experimentos.

Figura A.1 - CPN Tools

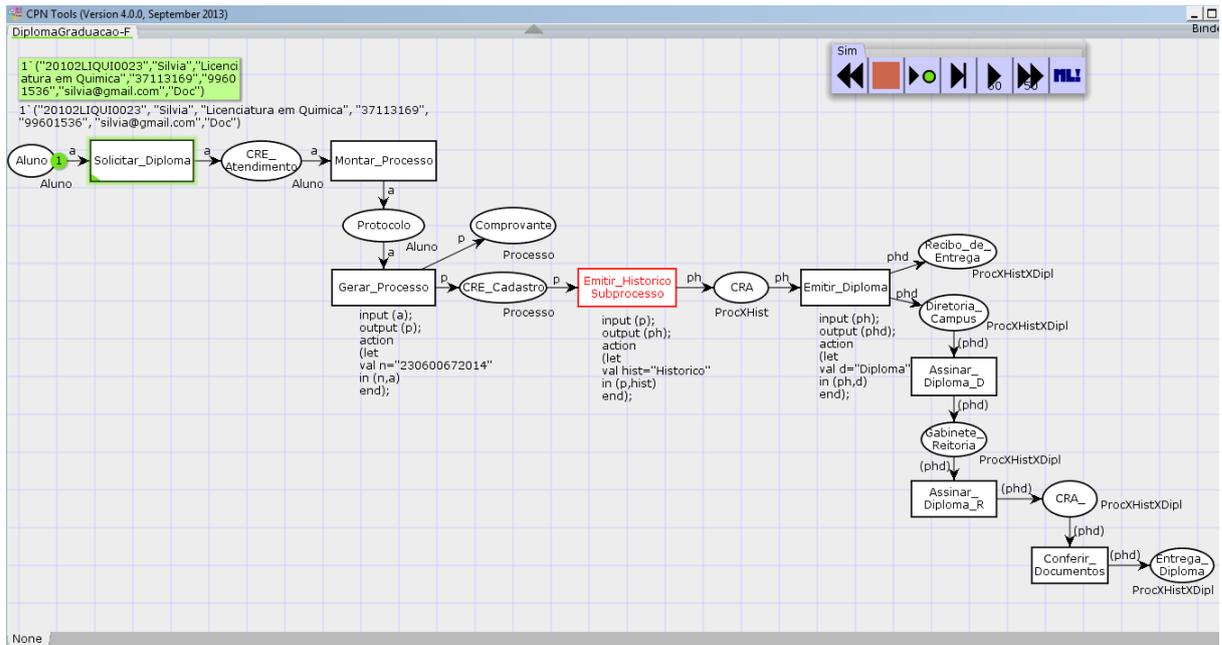
```

CPN Tools (Version 4.0.0, September 2013)
State space
Style
View
▶ Help
▶ Options
▼ DiplomaGraduacao-E.cpn
  Step: 0
  Time: 0
  ▶ Options
  ▶ History
  ▼ Declarations
    ▼ Standard priorities
      ▼ val P_HIGH = 100;
      ▼ val P_NORMAL = 1000;
      ▼ val P_LOW = 10000;
    ▼ Standard declarations
      ▼ colset STRING = string;
      ▼ colset UNIT = unit;
      ▼ colset INT = int;
      ▼ colset Amatr = string;
      ▼ colset Anome = string;
      ▼ colset Acurso = string;
      ▼ colset Atelres = string;
      ▼ colset Atelcel = string;
      ▼ colset Aemail = string;
      ▼ colset ARegistro = string;
      ▼ colset Doc = string;
      ▼ colset Numproc = string;
      ▼ colset Historico = string;
      ▼ colset Diploma = string;
      ▼ colset Aluno = product Amatr * Anome * Acurso * Atelres * Atelcel * Aemail * Doc;
      ▼ colset Processo = product Numproc * Aluno;
      ▼ colset ProcXHist = product Processo * Historico;
      ▼ colset ProcXHistXDipl = product ProcXHist * Diploma;
      ▼ var a:Aluno;
      ▼ var n:Numproc;
      ▼ var p:Processo;
      ▼ var ph:ProcXHist;
      ▼ var phd:ProcXHistXDipl;
      ▼ var h: Historico;
      ▼ var d: Diploma;
  ▶ Monitors
    DiplomaGraduacao-E
    New Page
  
```

Fonte: Autora.

A Figura A.1 mostra as declarações utilizadas em uma rede de Petri colorida de Processo Acadêmico de emissão de diploma de graduação.

Figura A.2 - Processo Acadêmico de emissão de diploma de graduação com Redes de Petri Coloridas utilizando a ferramenta CPN Tools



Fonte: Autora.

A Figura A.2 mostra uma rede de Petri colorida de Processo Acadêmico de emissão de diploma de graduação

Lugares: Aluno, CRE_Atendimento, Protocolo, Comprovante, CRE_Cadastro, CRA, Diretoria_Campus, Gabinete_Reitoria, Entrega_Diploma e Recibo_de_Entrega.

Transições: **Solicitar_Diploma**, **Montar_Processo**, **Gerar_Processo**, **Emitir_Historico_SubProcesso**, **Emitir_Diploma**, **Assinar_Diploma_D**, **Assinar_Diploma_R**, **Conferir_Documentos**.

No início da marcação Aluno com arco conectando a transição **Solicitar_Diploma**, com seus lugares de entrada Aluno e de saída CRE_Atendimento. O arco de inscrição contém uma variável **a**. A variável **a** é do tipo Aluno. A transição **Solicitar_Diploma** está habilitada se existir um *token* (ficha) no lugar Aluno, cujo valor pode ser atribuído à variável **a**. Se a transição **Solicitar_Diploma** disparar, o *token* de lugar Aluno atribuído à variável **a** é consumido, e um *token* com valores **a**, é produzido no lugar CRE_Atendimento.

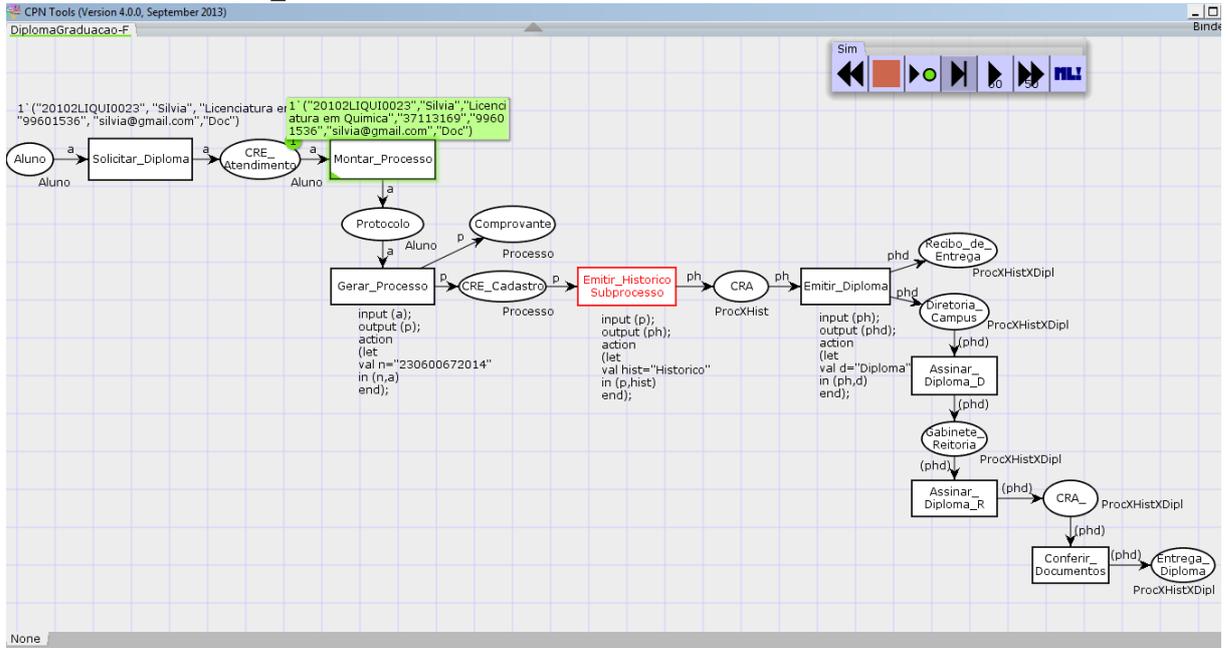
O lugar de entrada da transição **Solicitar_Diploma** contém apenas um *token*. Conseqüentemente, existe apenas uma ligação de transição **Solicitar_Diploma**:

$a = \text{Aluno} (\text{Amatr}, \text{Anome}, \text{Acurso}, \text{Atelres}, \text{Atelcel}, \text{Ae-mail}, \text{Doc}).$

A marcação obtida após o disparo da transição **Solicitar_Diploma**:

(20102LIQUI0023, Silvia, Licenciatura em Quimica, 37113169, 99601536, silvia@gmail.com, Doc).

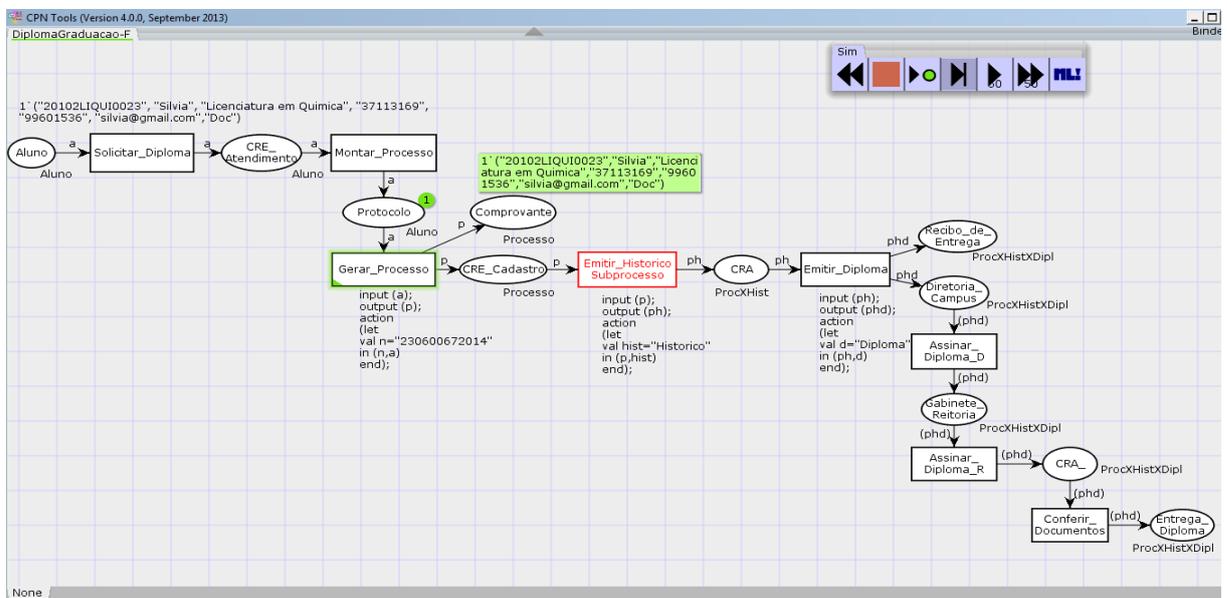
Figura A.3 - Processo Acadêmico de emissão de diploma de graduação com Redes de Petri Coloridas, utilizando a ferramenta CPN Tools disparo na transição Montar_Processo



Fonte: Autora.

Este arco de inscrição **a** leva para a atividade **Montar_Processo** o que significa que o *token* (ficha) permite que esta atividade deve ser executada e encaminhado para saída arco de inscrição **a** uma vez que a atividade é concluída indo para o lugar Protocolo.

Figura A.4 - Processo Acadêmico de emissão de diploma de graduação com Redes de Petri Coloridas, utilizando a ferramenta CPN Tools disparo na transição Gerar_Processo



Fonte: Autora.

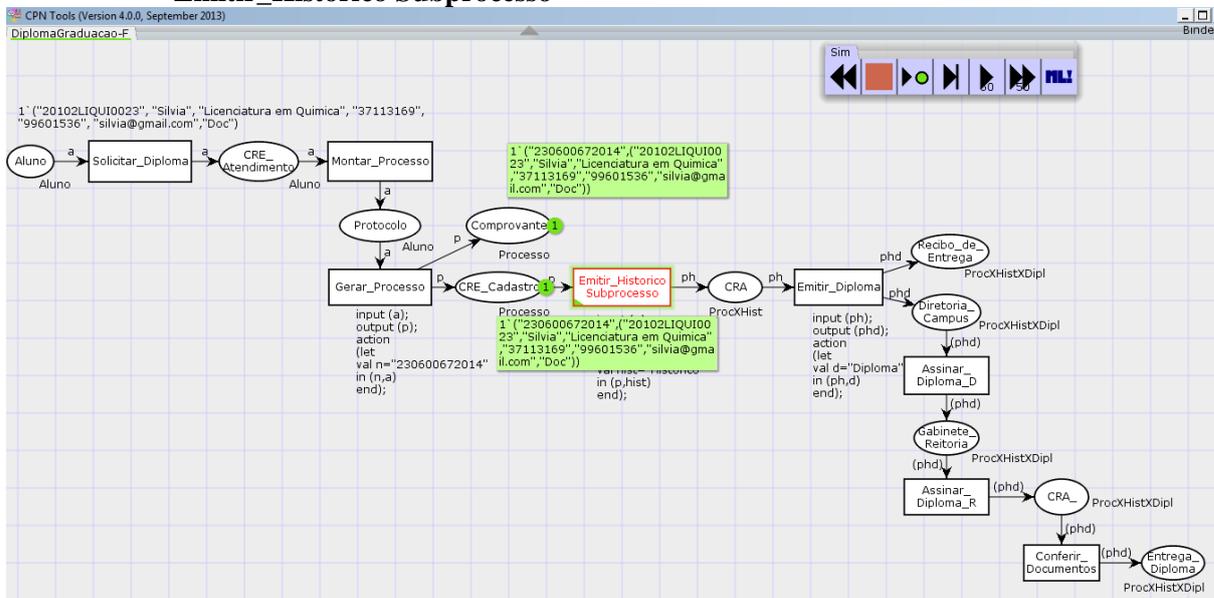
Os arcos conectando transição **Gerar_Processo** com a entrada **a** e saída de lugares contêm variáveis **p** como arcos de inscrições. Se transição Gerar_Processo disparar, o *token* de lugar Protocolo é consumido e um *token* é produzido nos respectivos lugares CRE_Cadastro e Comprovante.

As marcações obtidas após o disparo da transição **Gerar_Processo**:

Comprovante: ((230600672014), 20102LIQUI0023, Silvia, Licenciatura em Quimica, 37113169, 99601536, silvia@gmail.com, Doc).

CRE_Cadastro: ((230600672014), 20102LIQUI0023, Silvia, Licenciatura em Quimica, 37113169, 99601536, silvia@gmail.com, Doc).

Figura A.5 - Processo Acadêmico de emissão de diploma de graduação com Redes de Petri Coloridas, utilizando a ferramenta CPN Tools disparo na transição Emitir_Historico Subprocesso



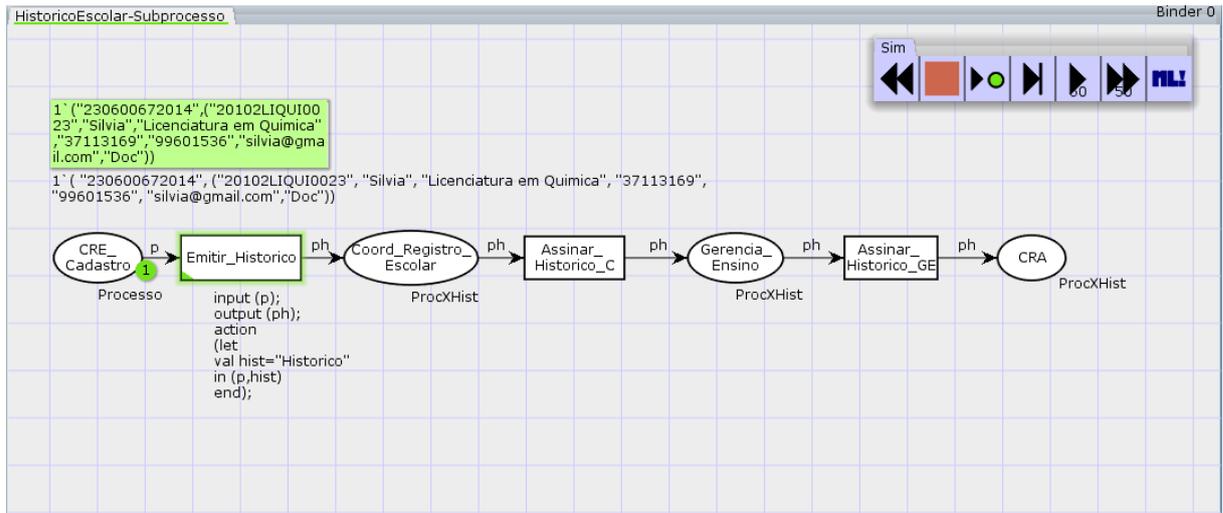
Fonte: Autora.

A transição Emitir_Historico só é ativada se houver um token no lugar CRE_Cadastro.

Se a transição **Emitir_Historico** disparar, o *token* no lugar CRE_Cadastro é consumido e um *token* é produzido no lugar CRA no valor ph.

Subprocesso emissão de histórico escolar

Figura A.6 - Subprocesso emissão de histórico escolar com Redes de Petri Coloridas, utilizando a ferramenta CPN Tools, disparo na transição Emitir_Historico



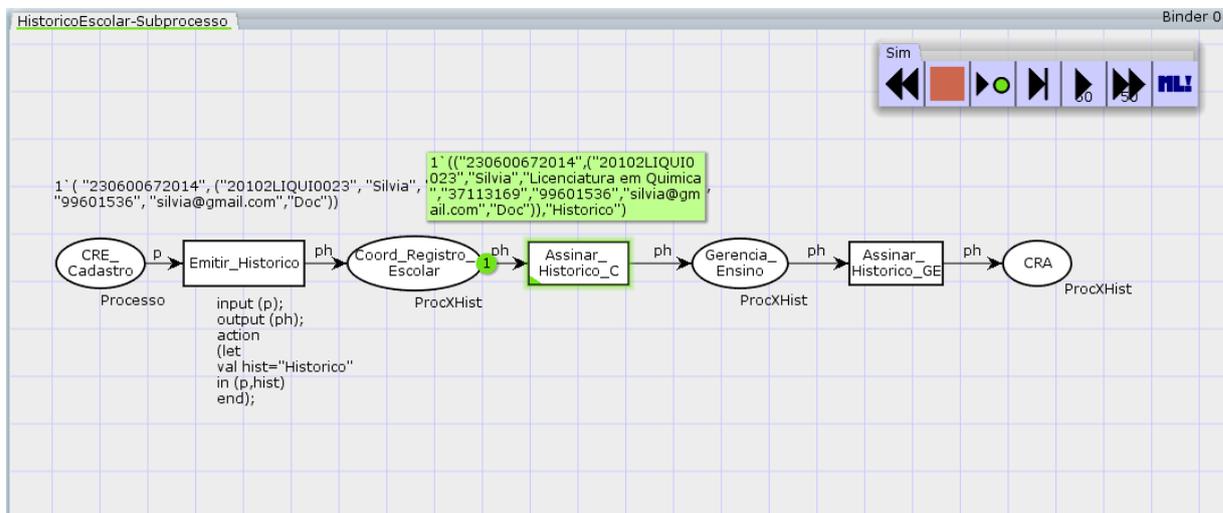
Fonte: Autora.

Se a transição **Emitir_Historico** disparar, o *token* no lugar CRE_Cadastro é consumido e um *token* é produzido no lugar **Coord_Registro_Escolar** no valor ph.

A marcação obtida após o disparo da transição **Emitir_Historico**:

Coord_Registro_Escolar: (((230600672014), 20102LIQUI0023, Silvia, Licenciatura em Quimica, 37113169, 99601536, silvia@gmail.com, Doc), Historico).

Figura A.7 - Subprocesso emissão de histórico escolar com Redes de Petri Coloridas, utilizando a ferramenta CPN Tools, disparo na transição Assinar_Historico_C



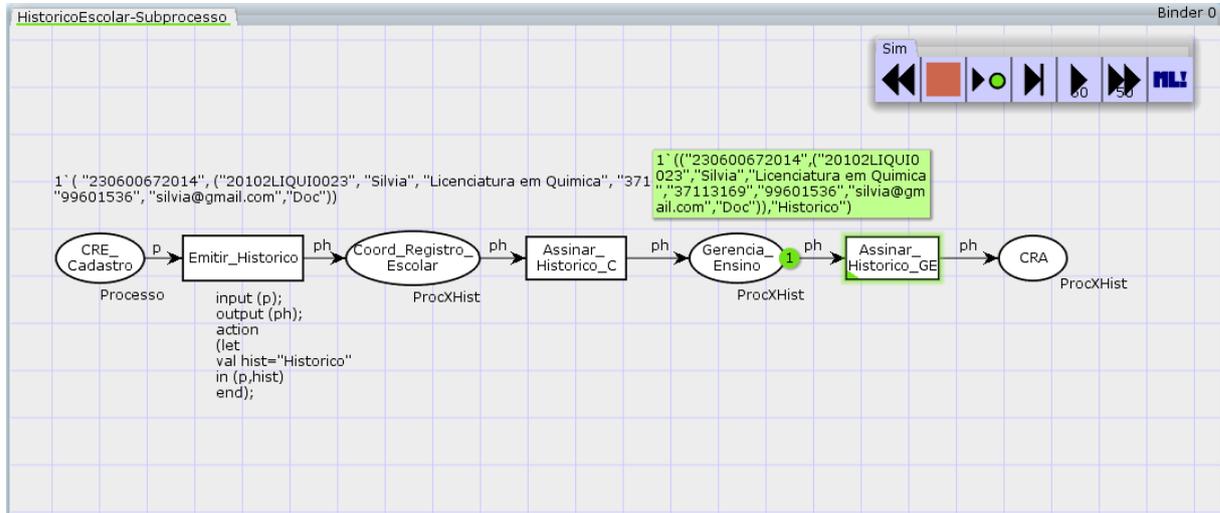
Fonte: Autora.

Se a transição **Assinar_Historico_C** disparar, o *token* no lugar Coord_Registro_Escolar é consumido e um *token* é produzido no lugar Gerencia_Ensino no valor ph.

A marcação obtida após o disparo da transição **Assinar_Historico_C**:

Gerencia_Ensino: (((230600672014), 20102LIQUI0023, Silvia, Licenciatura em Quimica, 37113169, 99601536, silvia@gmail.com, Doc), Historico).

Figura A.8 - Subprocesso emissão de histórico escolar com Redes de Petri Coloridas, utilizando a ferramenta CPN Tools, disparo na transição Assinar_Historico_GE



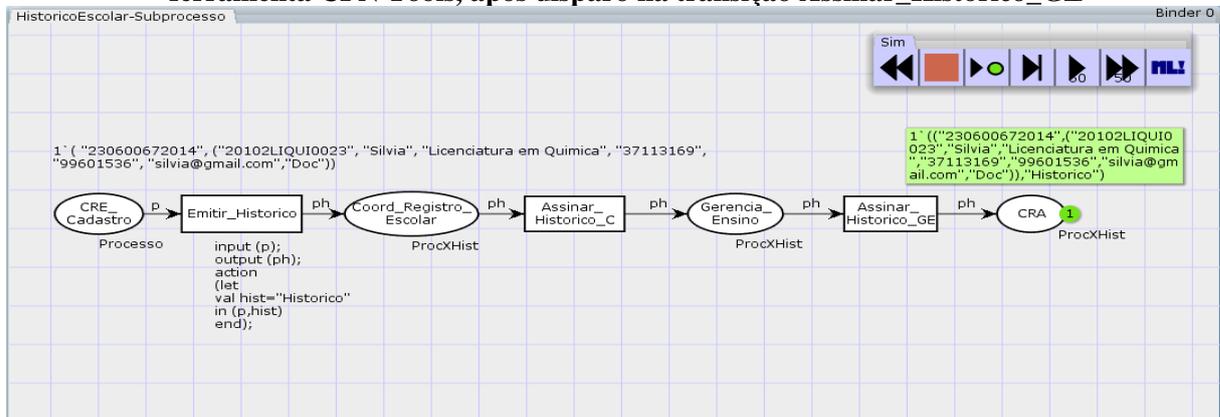
Fonte: Autora.

Se a transição **Assinar_Historico_GE** disparar, o *token* no lugar **Gerencia_Ensino** é consumido e um *token* é produzido no lugar **CRA** no valor *ph*.

A marcação obtida após o disparo da transição **Assinar_Historico_GE**:

CRA: (((230600672014), 20102LIQUI0023, Silvia, Licenciatura em Quimica, 37113169, 99601536, silvia@gmail.com, Doc)), Historico).

Figura A.9 - Subprocesso emissão de histórico escolar com Redes de Petri Coloridas, utilizando a ferramenta CPN Tools, após disparo na transição Assinar_Historico_GE

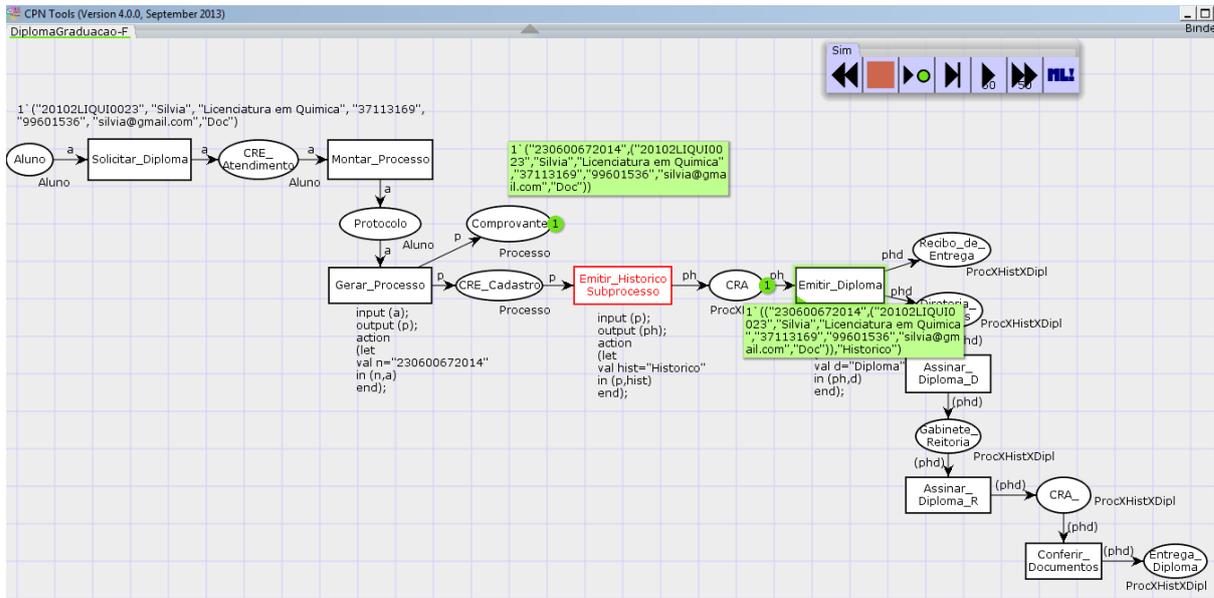


Fonte: Autora.

A marcação obtida após o disparo da transição **Emitir_Historico**:

CRA: (((230600672014), 20102LIQUI0023, Silvia, Licenciatura em Quimica, 37113169, 99601536, silvia@gmail.com, Doc), Historico).

Figura A.10 - Processo Acadêmico de emissão de diploma de graduação com Redes de Petri Coloridas, utilizando a ferramenta CPN Tools, disparo na transição Emitir_Diploma



Fonte: Autora.

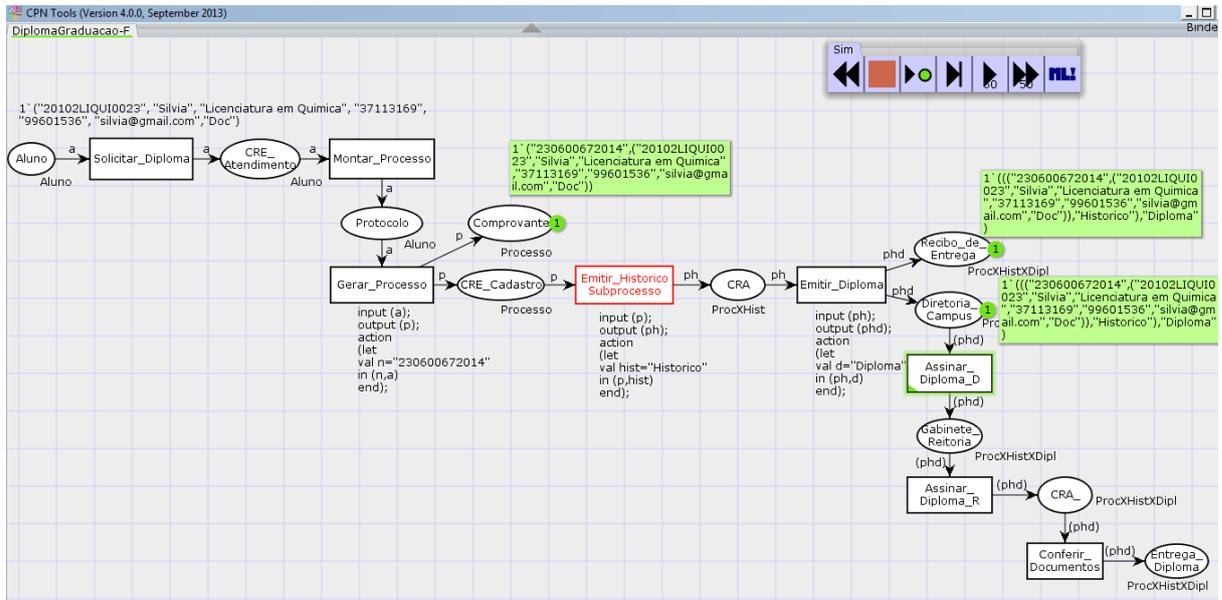
Se a transição **Emitir_Diploma** dispara, o token no lugar CRA é consumido e um *token* é produzido no lugar Recibo_de_Entrega e no lugar Diretoria_Campus no valor phd.

As marcações obtidas após o disparo da transição **Emitir_Diploma**:

Recibo_de_Entrega: (((230600672014), 20102LIQUI0023, Silvia, Licenciatura em Quimica, 37113169, 99601536, silvia@gmail.com, Doc), Historico), Diploma).

Diretoria_Campus: (((230600672014), 20102LIQUI0023, Silvia, Licenciatura em Quimica, 37113169, 99601536, silvia@gmail.com, Doc), Historico), Diploma).

Figura A.11 - Processo Acadêmico de emissão de diploma de graduação com Redes de Petri Coloridas, utilizando a ferramenta CPN Tools, disparo na transição Assinar_Diploma_D



Fonte: Autora.

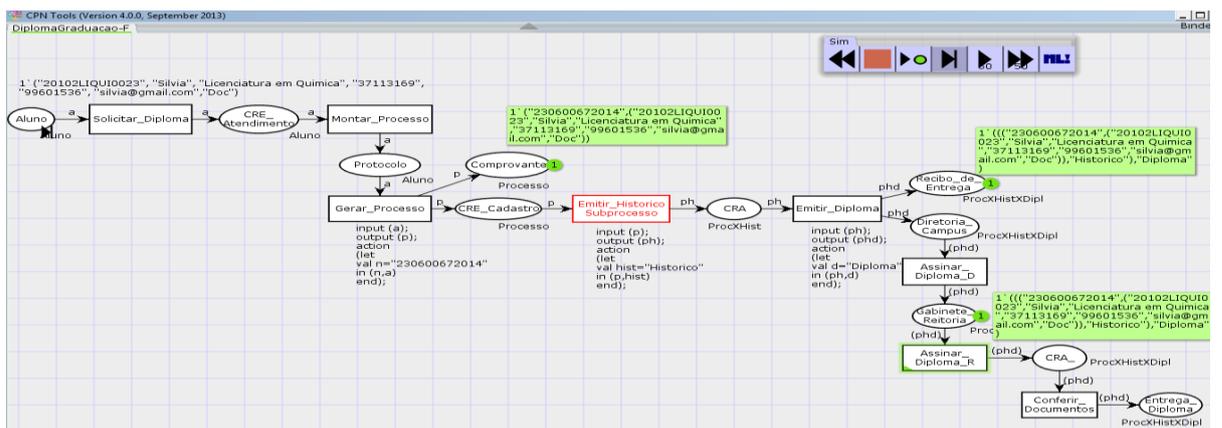
A transição Assinar_Diploma_D só é ativada se houver um *token* no lugar Diretoria_Campus.

Se a transição Assinar_Diploma_D disparar, o *token* no lugar Diretoria_Campus é consumido e um *token* é produzido no lugar Gabinete_Reitoria no valor ph.

A marcação obtida após o disparo da transição Assinar_Diploma_D:

Gabinete_Reitoria: (((((230600672014), 20102LIQUI0023, Silvia, Licenciatura em Quimica, 37113169, 99601536, silvia@gmail.com, Doc), Historico), Diploma).

Figura A.12 - Processo Acadêmico de emissão de diploma de graduação com Redes de Petri Coloridas, utilizando a ferramenta CPN Tools, disparo na transição Assinar_Diploma-R



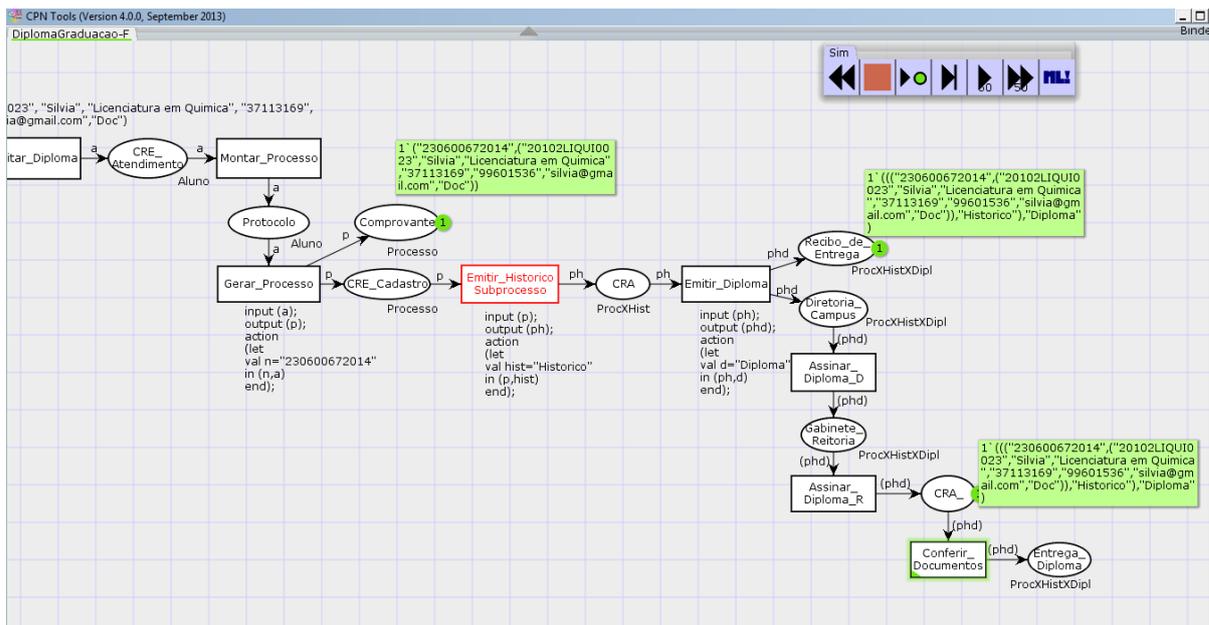
Fonte: Autora.

Se a transição **Assinar_Diploma_R** disparar, o *token* no lugar Gabinete_Reitoria é consumido e um *token* é produzido no lugar CRA_ no valor phd.

A marcação obtida após o disparo da transição **Assinar_Diploma_R**:

CRA-: (((230600672014), 20102LIQUI0023, Silvia, Licenciatura em Quimica, 37113169, 99601536, silvia@gmail.com, Doc), Historico), Diploma).

Figura A.13 - Processo Acadêmico de emissão de diploma de graduação com Redes de Petri Coloridas, utilizando a ferramenta CPN Tools, disparo na transição Assinar_Diploma_R



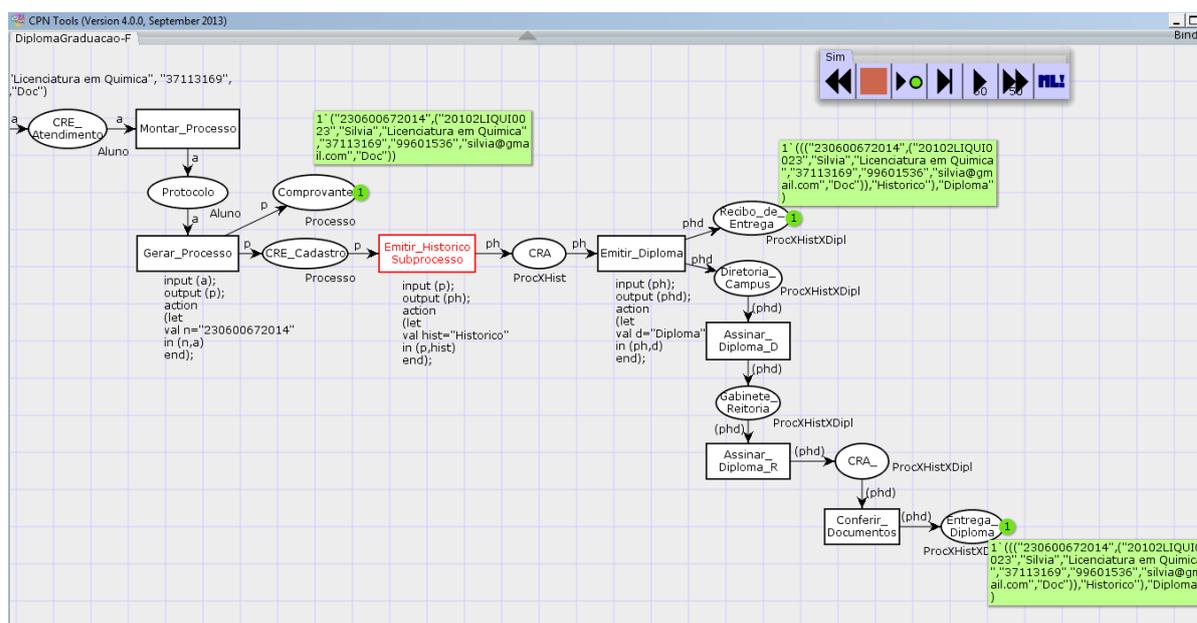
Fonte: Autora.

Se a transição **Conferir_Documentos** disparar, o *token* no lugar CRA_ é consumido e um *token* é produzido no lugar Entrega_Diploma no valor phd.

A marcação obtida após o disparo da transição **Conferir_Documentos**:

Entrega_Diploma: (((230600672014), 20102LIQUI0023, Silvia, Licenciatura em Quimica, 37113169, 99601536, silvia@gmail.com, Doc), Historico), Diploma).

Figura A.14 - Processo Acadêmico de emissão de diploma de graduação com Redes de Petri Coloridas, utilizando a ferramenta CPN Tools, após disparo na transição Conferir_Documentos



Fonte: Autora.

Tabela A.1- Marcação de uma Rede de Petri Colorida do Processo de emissão de diploma de graduação

Lugar	Valor
Aluno	(20102LIQUI0023, Silvia, Licenciatura em Quimica, 37113169, 99601536, silvia@gmail.com, Doc).
CRE_Atendimento	(20102LIQUI0023, Silvia, Licenciatura em Quimica, 37113169, 99601536, silvia@gmail.com, Doc).
Protocolo	(20102LIQUI0023, Silvia, Licenciatura em Quimica, 37113169, 99601536, silvia@gmail.com, Doc).
Comprovante	((230600672014), 20102LIQUI0023, Silvia, Licenciatura em Quimica, 37113169, 99601536, silvia@gmail.com, Doc).
CRE_Cadastro	((230600672014), 20102LIQUI0023, Silvia, Licenciatura em Quimica, 37113169, 99601536, silvia@gmail.com, Doc).
CRA	((((230600672014), 20102LIQUI0023, Silvia, Licenciatura em Quimica, 37113169, 99601536, silvia@gmail.com, Doc), Historico),Diploma).
Diretoria_Campus	((((230600672014), 20102LIQUI0023, Silvia, Licenciatura em Quimica, 37113169, 99601536, silvia@gmail.com, Doc), Historico),Diploma).
Gabinete_Reitoria	((((230600672014), 20102LIQUI0023, Silvia, Licenciatura em Quimica, 37113169, 99601536, silvia@gmail.com, Doc), Historico),Diploma).
Recibo_de_Entrega	((((230600672014), 20102LIQUI0023, Silvia, Licenciatura em Quimica, 37113169, 99601536, silvia@gmail.com, Doc), Historico),Diploma).
Entrega_Diploma	((((230600672014), 20102LIQUI0023, Silvia, Licenciatura em Quimica, 37113169, 99601536, silvia@gmail.com, Doc), Historico),Diploma).

Fonte: Autora.

ANEXOS

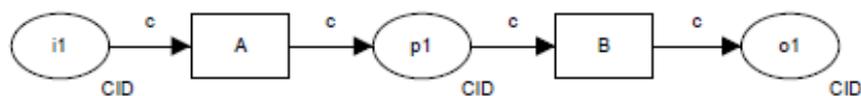
ANEXO A - Padrões de Controle de Fluxo (*Workflow Control-Flow Patterns – WCP*) (tradução nossa)

Os padrões diagramados a seguir, segundo Russel et al. (2006) são, aqueles identificados na FASE 1 da Metodologia Proposta, para os Processos Acadêmicos escolhidos no Capítulo 4. Além destes, outros padrões de controle de fluxo estão aqui apresentados.

1 WCP1 - Sequencial

Esse padrão de sequência em que uma atividade de um processo de fluxo de trabalho está habilitada após a conclusão de uma atividade anterior no mesmo processo. A Figura 1 representa o padrão de sequência.

Figura 1 - Padrão Sequencial

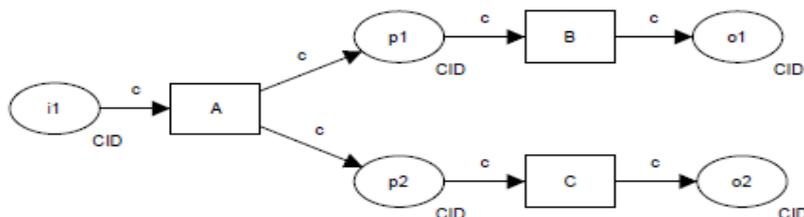


Fonte: Russel et al. (2006).

2 WCP2 - Divisão Paralela

Russel et al. (2006) definem esse padrão como sendo a divergência de um ramo em dois ou mais ramos paralelos, cada um executando concorrentemente. Esses ramos podem ou não ser sincronizados em algum momento do futuro. A Figura 2 representa o padrão divisão paralela. Após a atividade foi concluída, dois segmentos distintos de execução são iniciados e as atividades B e C pode proceder simultaneamente.

Figura 2 - Padrão Divisão Paralela

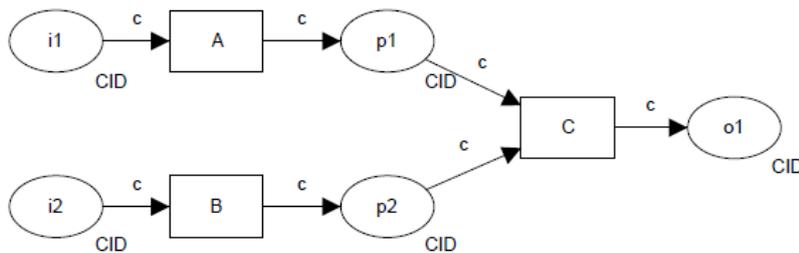


Fonte: Russel et al. (2006).

3WCP3 - Sincronização

Russel et al. (2006) definem esse padrão como sendo a convergência de dois ou mais ramos (caminhos de execução paralela) em um ramo único por onde passa o controle para as próximas ramificações e caminhos quando todos os demais ramos de entrada tiverem sido habilitados. A Figura 3 representa o padrão de Sincronização.

Figura 3 - Padrão Sincronização

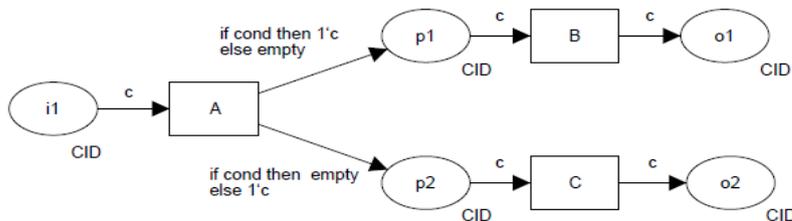


Fonte: Russel et al. (2006).

4WCP4 - Escolha Exclusiva

Russel et al. (2006) definem esse padrão como a divergência de um ramo em dois ou mais ramos por onde passa o controle para umas das ramificações. Dependendo dos resultados da condição da expressão é encaminhado para a atividade B ou C. A Figura 4 representa o padrão Escolha Exclusiva.

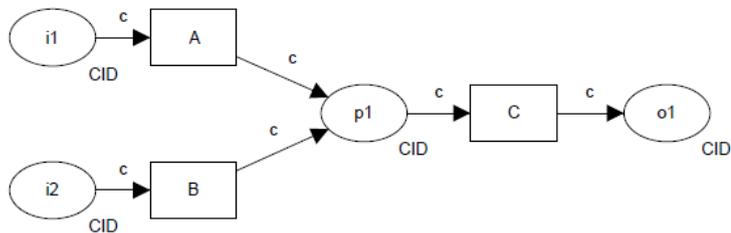
Figura 4 - Padrão Escolha Exclusiva



Fonte: Russel et al. (2006).

5WCP - 5 Simples Fusão

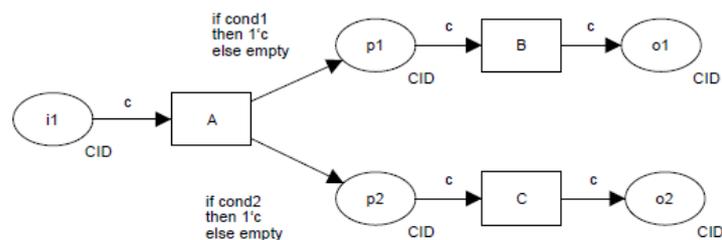
Russel et al. (2006) definem esse padrão como a convergência de dois ou mais ramos distintos sem sincronizá-los. A Figura 5 representa o Padrão Simples Fusão.

Figura 5 – Padrão Simples Fusão

Fonte: Russel et al. (2006).

6 WCP6 - Múltipla Escolha

Russel et al. (2006) definem esse padrão como um ponto no processo de fluxo de trabalho, onde uma série de ramos são escolhidos com base em uma decisão ou um conjunto de dados de controle de fluxo de trabalho.

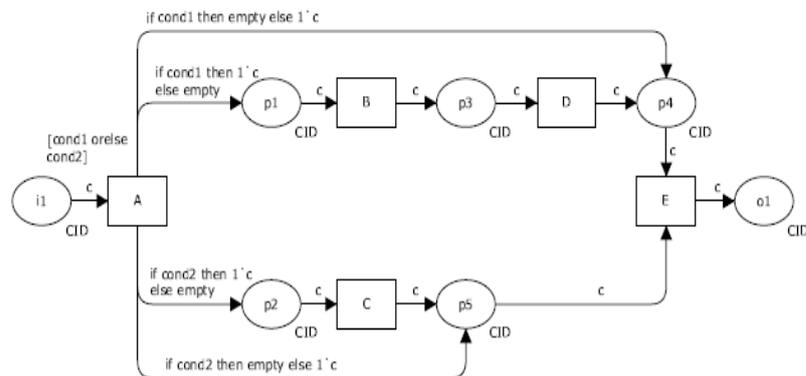
Figura 6 - Representa o Padrão Múltipla Escolha

Fonte: Russel et al. (2006).

7 WCP7 - Sincronização Estruturada Merge

Russel et al. (2006) definem esse padrão como a convergência de duas ou mais ramificações (o que divergiram no início do processo em um ponto unicamente identificável) em um único ramo subsequente. A linha de controle é passado para o ramo posterior, quando cada ramo de entrada ativa tem sido habilitado. A Figura 7 representa o Padrão Sincronização Estruturada Merge.

Figura 7 - Padrão Sincronizando Estruturado Merge

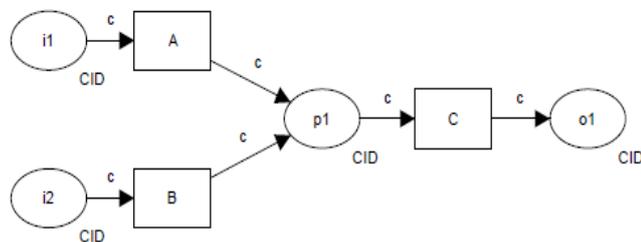


Russel et al. (2006).

8 WCP8 - Múltipla Merge

Russel et al. (2006), definem esse padrão como a convergência de dois ou mais ramos em um único caminho. Cada vez que um ramo de entrada é ativado o que resulta na ativação da atividade seguinte no processo. A Figura 8 representa o Padrão Múltipla Merge.

Figura 8 - Padrão Múltipla Merge

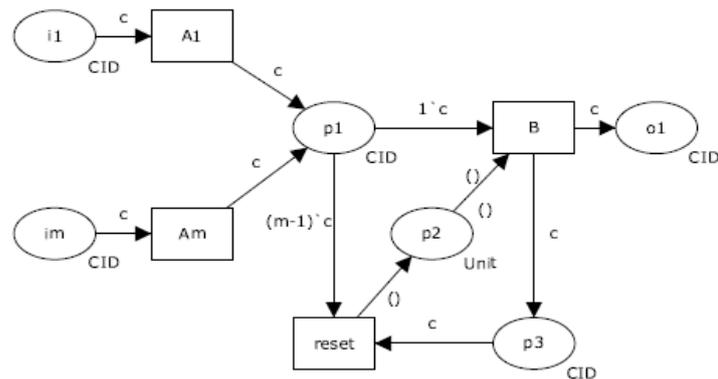


Fonte: Russel et al. (2006).

9 WCP9 - Discriminador Estruturado

Russel et al. (2006) definem esse padrão como a convergência de duas ou mais entradas em uma única saída. A linha de controle é passado para o ramo posterior quando o primeiro ramo de entrada foi ativado. A Figura 9 representa o Padrão Discriminador Estruturado.

Figura 9 - Padrão Discriminador Estruturado



Fonte: Russel et al. (2006).

10 WCP21 - Laço Estruturado

Russel et al. (2006) afirmam que esse padrão tem a capacidade de executar uma atividade ou subprocesso repetidamente. O laço tem uma condição pré-teste ou uma condição pós-teste associado a ele, que é avaliado tanto no início ou no final do laço para determinar se ele deve continuar. O laço tem uma estrutura simples de entrada e pontos de saída.

Existem duas formas gerais deste padrão: o loop while que equivale ao clássico, enquanto ...fazer construção de loop pré-teste usada na linguagem de programação e do laço de repetição, o que equivale à repeat ... until construção de loop pós-teste.

O loop while permite a execução sequencial repetida de uma atividade especificada ou um subprocesso de zero ou mais vezes proporcionando uma nomeada condição avaliada verdadeiro. A condição pré-teste é avaliada antes da primeira iteração do loop e é reavaliada antes de cada iteração subsequente. Uma vez que a avaliação a condição de pré-teste como falso, a linha de controle passa para a atividade imediatamente após o loop.

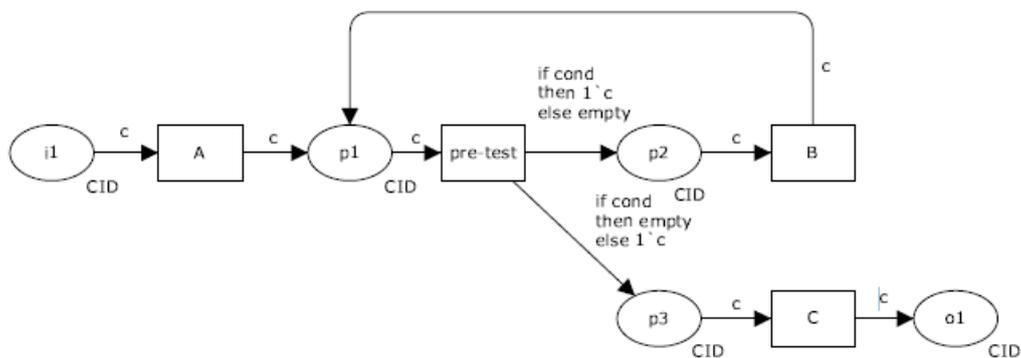
A estrutura de loop while garante que cada uma das atividades incorporadas dentro dela são executadas o mesmo número de vezes.

O loop de repetição permite a execução de uma atividade ou subprocesso de um ou mais vezes, continuando com a execução até que uma nomeada condição avaliada como verdadeira. A condição pós-teste é avaliada após a primeira iteração do loop e é reavaliada após cada iteração subsequente. Uma vez que a condição pós-teste avaliada verdade, a linha de controle passa para a atividade imediatamente após o loop.

A estrutura de loop de repetição garante que cada uma das atividades incorporadas no seu interior são executadas o mesmo número de vezes.

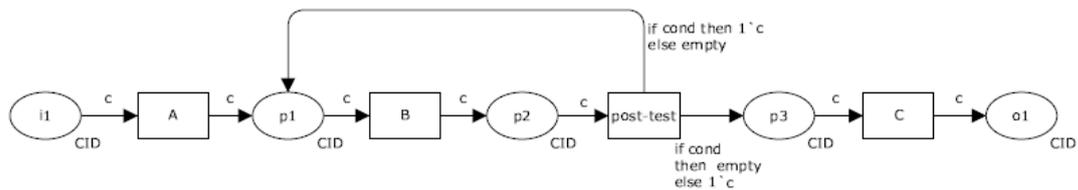
Apresenta-se duas estruturas loop deste padrão: o while ilustrada na Figura 10 e repeat ilustrada na Figura 11. Em ambos os casos, a atividade B é executada repetidamente.

Figura 10 - Padrão Laço Estruturado - enquanto (while) variante



Fonte: Russel et al. (2006).

Figura 11 - Padrão Laço Estruturado - repetição (repeat) variante



Fonte: Russel et al. (2006)

ANEXO B - Artefatos envolvidos nos Processos Acadêmicos

Figura B.1 – Formulário de matrícula de ingressantes



MATRÍCULA DE INGRESSANTES

INSTITUTO FEDERAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SERGIPE

Coordenadoria de Registro Escolar – IFS / Campus Aracaju

Av. Engº Gentil Tavares da Mota nº 1166 – Bairro Getúlio Vargas – Aracaju/SE Fone: (79) 3711-3156

Ano/ período de Ingresso: _____	Curso: _____ Turno: ()Matutino ()Vespertino ()Noturno
---------------------------------	---

CPF: ____/____/____-____	NASC ____/____/____
ALUNO: _____	
Email _____ Tel. Residencial: () _____ Tel. Celular: () _____	
Pai _____	
Mãe _____	

Assinatura do Aluno(a) _____
Assinatura do Responsável (quando menor) _____

A SER PREENCHIDO PELO SERVIDOR DA CRE

Documentos entregues: () RG	() CPF
() HISTÓRICO DO ENSINO MÉDIO	() DECLARAÇÃO DE CONCLUSÃO
() CERTIDÃO DE NASCIMENTO/ CASAMENTO	() RESERVISTA
() TÍTULO DE ELEITOR	() COMPROVANTE DE QUITAÇÃO ELEITORAL
() 2 FOTOS DATADAS	() COMPROVANTE DE RESIDÊNCIA

_____	____/____/____
Assinatura e carimbo do servidor	Data

 <p style="text-align: center;">Coordenadoria de Registro Escolar – IFS / Campus Aracaju</p> <p style="text-align: center;">COMPROVANTE DO ALUNO</p> <p>ALUNO: _____</p>	<div style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg); font-size: small;">Ass. e carimbo do servidor</p> <p style="text-align: center;">____/____/____</p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">Data</p> </div>		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 5px;">Ano/ período de Ingresso: _____</td> <td style="width: 50%; padding: 5px;">Curso: _____ Turno: ()M ()V ()N</td> </tr> </table>	Ano/ período de Ingresso: _____	Curso: _____ Turno: ()M ()V ()N	
Ano/ período de Ingresso: _____	Curso: _____ Turno: ()M ()V ()N		
<p>Prezado(a) aluno(a), o número de matrícula estará disponível no Site do IFS e no mural da CRE, em até 05 dias úteis após a entrega de documentos.</p>			

Figura B.2 – Formulário de requerimento

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SERGIPE
REQUERIMENTO

Nº de matrícula: _____

ALUNO: _____

CURSO: _____

FONE: () _____ CEL: () _____

E-MAIL: _____

DATA: ____/____/____

ASSINATURA E CARIMBO DO SERVIDOR

Marque APENAS uma opção.

<input type="checkbox"/>	Declaração Específica (verso)	<input type="checkbox"/>	Reabertura de Matrícula	<input type="checkbox"/>	Certidão de Tempo de Aluno
<input type="checkbox"/>	Matrícula em Disciplinas	<input type="checkbox"/>	Trancamento de Disciplinas	<input type="checkbox"/>	Declaração de Conclusão*
<input type="checkbox"/>	Justificativa de Faltas	<input type="checkbox"/>	Trancamento de Matrícula*	<input checked="" type="checkbox"/>	Guia de Transferência*
<input type="checkbox"/>	2º Chamada de Provas	<input checked="" type="checkbox"/>	Exame de Proficiência	<input type="checkbox"/>	Histórico Escolar Parcial
<input type="checkbox"/>	Revisão de Prova	<input type="checkbox"/>	Equivalência de Disciplina	<input checked="" type="checkbox"/>	Histórico Escolar Final*
<input type="checkbox"/>	Revisão de Nota/ Média	<input type="checkbox"/>	Ementa de Disciplinas	<input checked="" type="checkbox"/>	Cancelamento do Curso*
<input type="checkbox"/>	Mudança Total de Turno	<input checked="" type="checkbox"/>	Licença Maternidade	<input type="checkbox"/>	Outros (especificar no verso)

*obrigatório anexar cópia de documento oficial de identificação e declaração de nada consta da biblioteca.

Assinatura do Aluno(a) _____ Data ____/____/____

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SERGIPE
COMPROVANTE

Nº de matrícula: _____

ALUNO: _____

CURSO: _____

Válido APENAS com uma opção marcada.

<input type="checkbox"/>	Declaração Específica	<input type="checkbox"/>	Reabertura de Matrícula	<input type="checkbox"/>	Certidão de Tempo de Aluno
<input type="checkbox"/>	Matrícula em Disciplinas	<input type="checkbox"/>	Trancamento de Disciplinas	<input type="checkbox"/>	Declaração de Conclusão*
<input type="checkbox"/>	Justificativa de Faltas	<input type="checkbox"/>	Trancamento de Matrícula*	<input type="checkbox"/>	Guia de Transferência*
<input type="checkbox"/>	2º Chamada de Provas	<input type="checkbox"/>	Exame de Proficiência	<input type="checkbox"/>	Histórico Escolar Parcial
<input type="checkbox"/>	Revisão de Prova	<input type="checkbox"/>	Equivalência de Disciplina	<input type="checkbox"/>	Histórico Escolar Final*
<input type="checkbox"/>	Revisão de Nota/ Média	<input type="checkbox"/>	Ementa de Disciplinas	<input type="checkbox"/>	Cancelamento de Curso*
<input type="checkbox"/>	Mudança Total de Turno	<input type="checkbox"/>	Licença Maternidade	<input type="checkbox"/>	Outros (especificar no verso)

Obrigatório apresentar documento oficial de identificação.

ASSINATURA E CARIMBO DO SERVIDOR

Data do requerimento ____/____/____

PREVISÃO DE ENTREGA: _____ DIAS ÚTEIS

Figura B.3 – Informações no verso do Formulário de requerimento

<p>INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES</p> <table border="1"><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr></table>									
<p>PROCESSO FINALIZADO EM ____/____/____</p> <p>_____ Assinatura do servidor da CAE</p>									

<p>INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES</p> <table border="1"><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr></table>									

CONSULTE SEMPRE O REGULAMENTO DA ORGANIZAÇÃO DIDÁTICA

Figura B.4 - Capa de Processos Geral


SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Sergipe - IFS

Interessado: _____

Destino: _____

Expressão Chave: _____

Processo Nº

Figura B.6 - Formulário de Requerimento de Diploma/Certificado

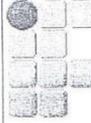
 INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SERGIPE REQUERIMENTO DE DIPLOMA / CERTIFICADO	
Nº DE MATRÍCULA: _____ ALUNO: _____ CURSO: _____ FONE: () _____ CEL: () _____ E-MAIL: _____	
DOCUMENTOS PARA REQUISIÇÃO DE DIPLOMAS / CERTIFICADOS <input type="checkbox"/> RG (Xerox autenticada pela CRE); <input type="checkbox"/> CPF (Xerox autenticada pela CRE); <input type="checkbox"/> CERTIDÃO DE NASCIMENTO / CASAMENTO (Xerox autenticada pela CRE); <input type="checkbox"/> HISTÓRICO ANTERIOR AO CURSO (Xerox autenticada pela CRE); <input type="checkbox"/> CERTIDÃO DE QUITAÇÃO ELEITORAL (Xerox autenticada pela CRE); <input type="checkbox"/> DECLARAÇÃO DE NADA CONSTA DA BIBLIOTECA (Xerox autenticada pela CRE); ABRIR O PROCESSO NO SETOR DE PROTOCOLO DO IFS.	COLAR ETIQUETA AQUI
Venho requerer o registro do () Diploma / () Certificado, por haver concluído o curso supracitado. Assinatura do Aluno (a): _____ Data ____/____/____	
 INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SERGIPE REQUERIMENTO DE DIPLOMA / CERTIFICADO	
Nº DE MATRÍCULA: _____ ALUNO: _____ CURSO: _____	
PRAZO DE ENTREGA: ATÉ 30 DIAS ÚTEIS. ACOMPANHE SEU PROCESSO PELO SITE: http://sipac.ifs.edu.br/public/jsp/portal.jsf	
COLAR ETIQUETA AQUI	

Figura B.7 - Renovação de Matrícula

RENOVAÇÃO DE MATRÍCULA

Renovação de matrícula

Deseja confirmar sua matrícula em 2012/2?

RENOVAÇÃO DE MATRÍCULA

Renovação de matrícula

Renovação de matrícula confirmada!

➔ Imprima aqui um comprovante da renovação mais recente.

INSTITUTO FEDERAL DE SERGIPE - CAMPUS ARACAJU

Av. Engº Gentil Tavares da Motta, 1166, Bairro Getúlio Vargas - Aracaju - SE, CEP. 49.055-260
Tel.: (79) 3711 3100

Comprovante de Renovação de Matrícula

Curso: Alimentos (2009/1) - Aracaju [Decreto Nº 5154] [Lei Nº11.741]

Nome: Adriana Santos de Souza

Matrícula: 20111ALM0052

Período Letivo: 2012/1

Data Renovação: 24/01/2012

Habilitação:
Módulo

Local e Data: Aracaju - SE, 01/08/2012 09:22:45

Autenticação:
=42772F7A6F6D6E32504E6347445079695A754038315130483661426F377A76654E7A3763686C2F5A4475633D=