

ROBSON ROSA BRANCO

**ONTOLOGIAS PARA LEVANTAMENTO E AVALIAÇÃO DE ASPECTOS E
IMPACTOS AMBIENTAIS ORIUNDOS DE EMPREENDIMENTOS DE
ENGENHARIA - PROPOSIÇÃO DE UM MODELO CONCEITUAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil. Área de Concentração: Gestão, Produção e Meio Ambiente; **Linha de Pesquisa:** Gestão Ambiental e Desempenho do Ambiente Construído.

Orientador: Prof. Carlos Alberto Pereira Soares, D.Sc.

**Niterói
2013**

Ficha Catalográfica elaborada pela Biblioteca da Escola de Engenharia e Instituto de Computação da UFF

B816 Branco, Robson Rosa.

Ontologias para levantamento e avaliação de aspectos e impactos ambientais oriundos de empreendimentos de Engenharia: proposição de um modelo conceitual / Robson Rosa Branco. – Niterói, RJ : [s.n.], 2013.
119 f.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal Fluminense, 2013.
Orientador: Carlos Alberto Pereira Soares.

1. Gestão Ambiental. 2. Impacto Ambiental. 3.Ontologia I. Título.

CDD 363.7

ROBSON ROSA BRANCO

**ONTOLOGIAS PARA LEVANTAMENTO E AVALIAÇÃO DE ASPECTOS E
IMPACTOS AMBIENTAIS ORIUNDOS DE EMPREENDIMENTOS DE
ENGENHARIA - PROPOSIÇÃO DE UM MODELO CONCEITUAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil. **Área de Concentração:** Gestão, Produção e Meio Ambiente; **Linha de Pesquisa:** Gestão Ambiental e Desempenho do Ambiente Construído.

Aprovada em 03 de abril de 2013.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Carlos Alberto Pereira Soares, D.Sc. – Orientador
Universidade Federal Fluminense, UFF

Prof. Gilson Brito Alves Lima, D.Sc
Universidade Federal Fluminense, UFF

Prof. Júlio Cesar de Faria Alvim Wasserman, D.Sc.
Universidade Federal Fluminense, UFF

Prof. Carlos Eduardo dos Santos Leal, D.Sc.
Universidade do Estado do Rio de Janeiro, UERJ

**Niterói
2013**

EPÍGRAFE:

*“Se o Senhor não edificar a casa, em vão
trabalham os que a edificam”*. Sl. 127.1

DEDICATÓRIA:

Ao Eterno e Soberano Deus, cuja presença transcende o entendimento humano, por renovar, sobre mim e sobre minha família, a cada manhã a sua presença, companhia, misericórdia, salvação e graça.

Aos eternamente amados, Gisele Nilda, Pedro Octávio e Matheus, esposa e filhos, pela paciência, carinho e compreensão em mais esta etapa, eles que são o motivo maior de todas as minhas conquistas.

À memória de meu saudoso Pai, José Lacerda Branco, e à minha amada Mãe, Helena Dalva de Oliveira Rosa Branco (minha primeira referência para palavra “Amor”), dos quais nunca me faltou estímulo para continuar progredindo.

AGRADECIMENTOS:

Aos professores do curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal Fluminense por todo o conhecimento a mim repassado, em especial ao meu orientador Carlos Alberto Pereira Soares, por todos os ensinamentos, ajudas, cobranças, pela paciência e respeito, e finalmente, por aceitar o desafio dessa dissertação. Muito Obrigado.

A todos os colegas e funcionários do curso de Mestrado, em especial a minha prezada Clarice.

Ao meu querido amigo e irmão Gilson Brito Alves Lima, por sua confiança, ajuda, e por ser o meu modelo de inspiração.

A Universidade Federal Fluminense por ter concedido a oportunidade de realizar esse sonho.

Minha gratidão a todos aqueles aqui e ali que sempre estiveram ao meu lado.

Robson Rosa Branco

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Tipos de ontologias.....	32
Quadro 2: Classificação de uma Propriedade quanto a sua Rigidez	40
Quadro 3: Classificação do conceito de Unidade.....	42
Quadro 4: Combinação das metapropriedades	46
Quadro 5: Ferramentas para construção, uso e edição de ontologias.....	49
Quadro 6: Ícone das classes no Protégé.	54
Quadro 7: Ícone dos slots no Protégé.	55
Quadro 8: Possibilidade de Valores para um slot no Protégé.	55
Quadro 9: Classificação metodológica do trabalho e das atividades realizadas.....	71
Quadro 10: Situações de ocorrência do aspecto	78
Quadro 11: Incidência do aspecto	78
Quadro 12: Critérios para pontuação da probabilidade de ocorrência do aspecto	79
Quadro 13: Classe do efeito do impacto no Meio Ambiente	79
Quadro 14: Temporalidade do impacto relativo ao nexos da atividade ou ocorrência do aspecto	80
Quadro 15: Abrangência quanto a delimitação do espaço físico.....	80
Quadro 16: Critérios para pontuação da probabilidade de ocorrência do impacto	81
Quadro 17: Severidade quanto a consequência real ou potencial do impacto.....	82
Quadro 18: Nível de Significância do Impacto com base na Importância	84

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Estrutura do Editor Protégé.....	51
Figura 2: Fluxo de trabalho típico para um projeto Protégé-Frames.....	53
Figura 3: Os Conceitos do domínio do LAAIA na Ontologia OntoClean	56
Figura 4: Fluxograma para enquadramento de Empreendimentos de Engenharia.....	58
Figura 5: Tipo de Pesquisa	64
Figura 6: Fluxo da Bibliometria	67
Figura 7: DER do LAAIA	88
Figura 8: Modelo lógico do LAAIA.....	89
Figura 9: DER do RELAP	112
Figura 10: Modelo lógico do RELAP	113
Figura 11: DER da Entidade.....	114
Figura 12: Modelo lógico da Entidade	115

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Alocação de Recursos por Área de Infraestrutura.....	59
Gráfico 2: Evoluções das Publicações por Palavras Chaves	69
Gráfico 3: Acumulado das Publicações por Palavras Chaves	70

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Tabela de atividades de Obras Civis potencialmente poluidoras ou utilizadoras de recursos naturais	60
Tabela 2: Resultados Quantitativos e Acumulados Anuais por Busca Bibliométrica.....	68
Tabela 3: Representação das entidades no domínio do LAAIA.....	90
Tabela 4: Representação dos relacionamentos no domínio do LAAIA	92
Tabela 5: Documentações dos conceitos no domínio do LAAIA	93

RESUMO

Em todas as áreas de conhecimento existe um vasto campo para aplicação de ontologias, metodologias e técnicas ligadas ao banco de dados. A área de gestão ambiental oferece uma grande possibilidade de aplicações destas técnicas, devido a complexidades dos processos e ao grande volume de armazenamento de seus dados em uso pelos sistemas de informação. Este trabalho propõe um modelo conceitual com auxílio de ontologias sobre Levantamento e Avaliação de Aspectos e Impactos Ambientais (LAAIA), no qual estão as informações determinantes para o sucesso na implantação de um sistema de gestão ambiental, conforme a NBR ISO 14001:2004 (ABNT, 2004). Dessa forma, as ontologias propostas nesse trabalho tem como finalidade a maior compreensão sobre o modelo de dados e processos relativos ao LAAIA; visto que o compartilhamento de conhecimentos e integração de dados é um dos maiores desafios da área de meio ambiente, essencial para contribuição de melhoria da qualidade e controle por parte dos empreendimentos de engenharia e nos mais variados setores quanto as dimensões dos aspectos e possíveis impactos - positivos ou negativos - relativos as suas atividades, produtos e serviços.

PALAVRAS-CHAVE: Ontologias; Levantamento e Avaliação; Aspectos e Impactos; Gestão Ambiental; Modelo Conceitual

ABSTRACT

In all areas of knowledge there is a vast field for application of ontologies, methodologies and techniques related to the database. The area of environmental management offers a wide scope of applications of these techniques, because of the complexities of the processes and the large volume storage of your data in use by information systems. This paper proposes a conceptual model of ontologies with the help of Survey and Evaluation of Environmental Aspects and Impacts (LAAIA), in which the information is crucial to the successful implementation of an environmental management system according to ISO 14001:2004 (ABNT , 2004). Thus, ontologies proposed in this work aims at a better understanding of the data model and processes relating to LAAIA; since knowledge sharing and integration of data is one of the biggest challenges in the area of environment, essential for contribution quality improvement and control by engineering enterprises in various sectors and as the dimensions of the aspects and potential impacts - positive or negative - on their activities, products and services.

KEYWORDS: Ontologies; Inventory and Evaluation; Aspects and Impacts, Environmental Management; Conceptual Model

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO	14
1.2	MOTIVAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA	17
1.3	PRINCIPAIS CONTRIBUIÇÕES DO TRABALHO	18
1.4	OBJETIVO	19
1.4.1	Objetivos Específicos.....	19
1.5	JUSTIFICATIVA	19
1.6	ESTRUTURA DO TRABALHO	20
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	21
2.1	MODELAGEM CONCEITUAL.....	21
2.1.1	Fundamentações Teóricas para Modelagem de Conceitos.....	22
2.1.1.1	Definição dos Conceitos na Modelagem Conceitual.....	23
2.1.1.2	Relações conceituais.....	24
2.1.1.3	Estruturação do domínio de conhecimento a ser modelado	26
2.1.1.4	Mecanismos de Representação de Conhecimento.....	27
2.2	ONTOLOGIA.....	29
2.2.1	Conceitos e Definições de Ontologia	29
2.2.2	Características de uma ontologia	30
2.2.3	Os Tipos de ontologia	31
2.2.4	Ontologia na Modelagem Conceitual.....	33
2.2.4.2	Ontologias Formais	33
2.2.4.2.1	<i>Ontologias de Nível Topo</i>	<i>34</i>
2.2.4.2.2	<i>Ontologias de Domínio</i>	<i>35</i>
2.2.5	Metodologia de construção	36
2.2.5.2	Metodologia Ontoclean	38
2.3	EDITORES DE ONTOLOGIA	46
2.3.1	Protégé: editor de ontologias e bases de conhecimento.....	49
2.3.1.2	Passos para o desenvolvimento de um projeto no Protégé.....	51
2.3.1.3	Termos Utilizados no Protégé	54
2.2	EMPREENDIMENTOS DE ENGENHARIA	56
2.2.1	O Mercado de Engenharia no Brasil	58
2.2.2	Aspectos e Impactos Ambientais em Empreendimentos de Engenharia	59
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	62
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	62
3.2	BIBLIOMETRIA	65
3.3	DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO	70
3.3.1	Descrição das etapas do estudo.....	71
3.3.1.1	Revisão literária.....	71

3.3.1.2	Estruturação da pesquisa	72
3.3.1.3	Fase Exploratória para a Concepção e Elaboração da Proposição	72
4	O DOMÍNIO LAAIA	73
4.1	LAAIA.....	73
4.1.1	Caracterização e Avaliação dos Aspectos.....	77
4.1.1.1	Situação	78
4.1.1.2	Incidência.....	78
4.1.1.3	Probabilidade Referente ao Aspecto.....	78
4.1.1.4	Classe.....	79
4.1.1.5	Temporalidade	79
4.1.1.6	Abrangência.....	80
4.1.1.7	Probabilidade Referente ao Impacto.....	80
4.1.1.8	Severidade	81
4.1.1.9	Partes Interessadas	82
4.1.1.10	Requisitos Legais e Outros	82
4.1.1.11	Importância.....	82
4.1.1.12	Significância	83
4.1.1.13	Nível de Significância do Impacto com base na Importância	84
4.1.1.14	Controles.....	84
4.1.1.15	Plano de Ação	85
4.1.1.16	Gerenciamento dos Aspectos e Impactos Levantados e Avaliados.....	85
4.1.1.17	Aspectos e Impactos Não Significativos	85
4.1.1.18	Aspectos e Impactos Significativos	85
4.1.1.19	Aspectos e Impactos Significativos.....	86
4.2	MODELOS CONCEITUAIS DO ONTOLAAIA.....	86
4.2.1	Modelo do LAAIA	87
4.2.1.1	Atribuição das metapropriedades às entidades do domínio do LAAIA	93
4.2.1.1.1	<i>Entidade “ECO_LAAIA”</i>	<i>93</i>
4.2.1.1.2	<i>Entidade “ECO_ENTIDADE”</i>	<i>94</i>
4.2.1.1.3	<i>Entidade “ECO_AREA”</i>	<i>95</i>
4.2.1.1.4	<i>Entidade “ECO_SETOR”</i>	<i>95</i>
4.2.1.1.5	<i>Entidade “ECO_LAAIA_ASPECTO_IMPACTO”.....</i>	<i>96</i>
4.2.1.1.6	<i>Entidade “ECO_ATIVIDADE”</i>	<i>96</i>
4.2.1.1.7	<i>Entidade “ECO_ASPECTO”</i>	<i>97</i>
4.2.1.1.8	<i>Entidade “ECO_IMPACTO”.....</i>	<i>97</i>
4.2.1.1.9	<i>Entidade “ECO_RELAP”</i>	<i>98</i>
5	CONCLUSÕES.....	99
5.1	CONTRIBUIÇÕES	101
5.2	TRABALHOS FUTUROS	102
6	REFERÊNCIAS	103
7	ANEXOS	111
7.1	MODELO DO SUBSISTEMA RELAP.....	112
7.2	MODELO DO SUBSISTEMA ENTIDADE	114
7.3	EXEMPLO DE RELATÓRIO DE LAAIA.....	115

INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A globalização tem feito com que a economia mundial passe por um profundo processo de mudança, fazendo com as empresas perceberam a necessidade de investir mais em pesquisa e desenvolvimento para apoiar a necessidade de se manter competitiva no mercado, através da diferenciação no lançamento de produtos e serviços, a capacidade de desenvolvê-los, de forma a melhor atender às crescentes necessidades, e expectativas dos clientes.

Além disso, as empresas têm procurado implementar estratégias para minimizar os impactos ambientais negativos de seus produtos e processos e, ao mesmo tempo, melhorar a sua competitividade. Minimizar o impacto sobre o meio ambiente tornou-se um fator decisivo para a engenharia, por meio de processos de produção mais limpo, competitivo e mais eficiente.

Por outro lado, as pressões legais, pressões dos consumidores, dos acionistas e da comunidade estão levando as organizações a um novo estado de conscientização e cultura organizacional, e apenas atender as legislações não é mais suficiente. As organizações precisam de algo mais para sobreviverem a um mercado globalizado, disputado e competitivo, e necessitam demonstrar para a sociedade e todas as partes interessadas que possuem um produto e serviço de qualidade e ambientalmente corretos. Com isso, as organizações, de forma voluntária, passaram a adotar padrões internacionais de controle das questões de qualidade, meio ambiente de suas atividades.

Essa ampla aceitação e adoção por parte das organizações começou com a norma de Sistema Gestão da Qualidade (NBR ISO 9001), quando lançada em 1987. Com o passar do tempo, as organizações passaram a implantar outros sistemas de gestão, tais como o Sistema de Gestão Ambiental (NBR ISO 14001:2004, ABNT, 2004). Essas normas estão

disseminadas por todo o mundo, e adotados por organizações que buscam a melhoria contínua das questões ambientais de suas atividades produtos e serviços.

Cada vez mais há uma tendência no mundo para tentar melhorar o processo de gestão ambiental ao qual, por sua vez, deixa de ser uma função complementar dentro das metas empresariais; fazendo com que as empresas se antecipem, passando a tratar a gestão ambiental como uma questão estratégica, e não somente uma questão de cumprimento dos requisitos legais; pois a NBR ISO 14001:2004 (ABNT, 2004)**Erro! Fonte de referência não encontrada.** proporciona um quadro contextual para a implantação dessa gestão ambiental estratégica.

O papel estratégico da NBR ISO 14001:2004 (ABNT, 2004)**Erro! Fonte de referência não encontrada.** está na forma como ela foi estruturada, e com isso mostrar através da ISO 14004 (que define os princípios do sistema de gestão ambiental (ISO 14004, 1996)): Comprometimento e política (o compromisso da alta administração, a realização de avaliação ambiental inicial e uma política ambiental); Planejamento (o desenvolvimento de um plano para a implementação da política ambiental, através da identificação e avaliação dos aspectos ambientais de impactos ambientais correlatos, caracterização das exigências legais envolvidas, a definição de critérios de desempenho internos, estabelecimento de objetivos e metas ambientais e de programas de gestão ambiental); Implantação (criação e capacitação de mecanismos de apoio à política, objetivos e metas); Medição e avaliação (a medição e monitoramento do desempenho ambiental, permitindo ações corretivas e preventivas e documentação do sistema de gestão e ambiente de gerenciamento de informações); Análise crítica e melhoria (que é mudar o sistema para a melhoria contínua do desempenho através da análise crítica).

Nesse contexto, o Levantamento e Avaliação de Aspectos e Impactos Ambientais (LAAIA) se apresenta como uma ferramenta preventiva utilizada na política e gestão ambiental, e como criar e manter este LAAIA está operacionalmente ligada a uma abordagem sistêmica, um pré-requisito para a certificação das organizações pela NBR ISO 14001:2004 (ABNT, 2004)**Erro! Fonte de referência não encontrada.**, onde os procedimentos para o LAAIA devem ser desenvolvidos de acordo com a abordagem da engenharia de sistemas (ES) (SEIFFERT, M.B.S., 2007)ⁱ.

As empresas, com o objetivo de desenvolverem seus produtos e serviços de forma mais eficiente, devem adaptar os seus sistemas de informação a essa nova realidade de consciência ambiental. Além disso, devido à crescente disponibilidade de recursos

tecnológicos, as fontes de informação tornaram-se mais abundantes e mais complexas de serem gerenciadas. O que se tornou fundamental, para o sucesso das empresas e de seus fornecedores, foi o fato de que a infraestrutura de tecnologia da informação fosse implementada de forma correta, eficiente e acessível, além de permitir a troca de informação nas interfaces dos seus processos (AMODIO et al., 2008)ⁱⁱ.

A partir dessas considerações, o presente estudo tem como objetivo desenvolver uma ontologia de domínio especificando conceitos e relações, extraídos de parte da série de normas NBR ISO 14001:2004 (ABNT, 2004)**Erro! Fonte de referência não encontrada..** As informações, contidas nestas normas devido ao seu reconhecimento, precisam de um suplemento com o uso de outras fontes; e os conceitos inerentes a este campo devem ser melhor difundidos, o que justifica seu compromisso na sua disseminação por meio da modelagem de conhecimento.

Para representar o domínio do LAAIA estruturado e formalizado, desenvolveu-se uma ontologia de domínio que preenche requisitos de abstração e significação dos conceitos (GUARINO, 1997). A utilização de modelagem com base em ontologia numa estrutura de conceitos, que definem as regras que governam a combinação e a relação entre os termos, para facilitar um entendimento e conhecimento do domínio comum de modo que possa ser compreendido e operado por pessoas e computadores (ALMEIDA, BAX, 2003).

A modelagem conceitual é uma fase do desenvolvimento de sistemas de informação, que tem por finalidade descrever a realidade, representando os processos de interesse para desenvolvimento de um sistema, que normalmente é desenvolvido em várias etapas, sendo uma delas a modelagem conceitual. Esta etapa tem a finalidade de descrever a realidade do domínio a ser modelado (OLIVEIRA et al., 2011).

Entretanto, esquemas conceituais bem modelados são, a princípio, difíceis de se obter. Nos últimos tempos, as ontologias de fundamentação têm sido usadas em sistemas de informação, de modo a validar e permitir a concepção de esquemas conceituais mais bem fundamentados (GUIZZARDI, 2005) e (GUIZZARDI et al., 2008). É nesse contexto que esse trabalho vem somar esforços buscando propor um esquema conceitual bem fundamentado.

Dadas as questões que envolvem a pesquisa e com o apoio de sua justificação, optar pela modelagem dos conceitos, com o uso de uma ontologia, levantou questões importantes a serem observadas para tornar isto viável, como a escolha do editor de ontologias e os conhecimentos necessários para a matéria a ser modelada. Como resultado, estabeleceu a

necessidade desenvolver uma metodologia que se adapte ao contexto vislumbrado, considerando que a fundamentação teórica do estudo será obtida através de pesquisas bibliográficas em diversas fontes, abordando o modelo conceitual, o uso de ontologias para representar conhecimento e a ferramenta para edição de ontologias Protégé, utilizada nesta modelagem e uma explanação sobre o domínio a ser estruturado para o Levantamento e Avaliação de Aspectos e Impactos Ambientais.

Dessa forma, procura-se saber: é possível estabelecer um modelo conceitual de dados, tendo como base as ontologias para Levantamento e Avaliação de Aspectos e Impactos Ambientais, que proporcione um gerenciamento mais eficiente para a organização? O uso desse modelo conceitual poderá facilitar o compartilhamento de conhecimentos e integração de dados entre outros LAAIA?

1.2 MOTIVAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

Integração de dados é um problema que advém de longa data e é amplamente explorado, principalmente no campo da gestão do meio ambiente. No entanto, o cenário atual de dados associados a gestão do meio ambiente não é muito promissor devido ao fato que muitos dos dados não são estruturados, e conseqüentemente difíceis de manipular, ou de fontes heterogêneas de difíceis integrações e política de interoperabilidade ineficiente (SILVA, 2012).

As abordagens tradicionais de integração de esquemas propõe a utilização de um esquema central global para mapear outros esquemas de dados. Com maior flexibilidade e descentralização é a arquitetura de mediação (WIEDERHOLD, 1992), em que os módulos chamados *wrappers* são responsáveis pelas transformações dos dados entre esquemas diferentes. Entretanto, essas abordagens são baseadas na sintaxe dos esquemas e possuem limitações, por não considerarem o significado por trás de cada entidade representada em esquemas desse tipo.

Propostas mais recentes (CALVANESE et al., 2007) e (SACRAMENTO et al., 2010) abordam a utilização de recursos semânticos, como ontologias para prover soluções mais promissoras para as questões de interoperabilidade. A abordagem de Calvanese e outros se baseia numa arquitetura de dois níveis com ontologias locais, que descreve fontes de dados locais, e ontologias de domínio, que contém as condições básicas de um domínio. O mapeamento entre as ontologias locais e de domínio são usados para realizar a interoperabilidade de dados. Semelhantemente, Sacramento e outros propõem um modelo

para a especificação de um vocabulário da ontologia correspondente, considerando seus esquemas como ontologias locais.

Embora as propostas acima facilitem a interoperabilidade entre ontologias locais, ainda falta clareza de como obter uma ontologia, porquanto que, em muito dos casos, o máximo existente é apenas um banco de dados lógico. Assim, a dificuldade da tarefa da interoperabilidade está na capacidade de entender e compreender o significado de cada conjunto de dados, pois o problema antigo e comum é a falta de documentação dos padrões dos dados desses bancos. Mesmo que os sistemas tenham um sistema de um nível mais abstrato, como um modelo conceitual, de acordo com (FONSECA e MARTIN, 2007), os esquemas conceituais e ontologias podem pertencer a diferentes níveis epistemológicos, e projetados com objetivos diferentes e, portanto, não podem ser considerados equivalentes.

Assim, por compromisso ontológico, no qual define uma posição da comunidade em relação aos conceitos reconhecidos por ela como essenciais, a relação entre eles e o modo como são caracterizados é descrito por Campos e outros (2011):

“[...] pode ser definido como um acordo firmado por uma comunidade sobre o significado que esta estabelece e é expressa em uma ontologia, tanto do ponto de vista da compreensão pelo homem quanto do tratamento pela máquina, através dos agentes de software. Isso implica em definir o vocabulário de uma forma que venha a minimizar ambiguidades, de modo que seu uso possa ser compartilhado para representar e recuperar conhecimento entre comunidades afins, que se proponham a estar comprometidas com o acordo adotado.”. (CAMPOS et al. 2011)**Erro! Fonte de referência não encontrada.**

Campos e outros (2011)**Erro! Fonte de referência não encontrada.** colocam que o compromisso ontológico pode ser representado através de modelos conceituais voltados para o entendimento humano, que refletem um método de raciocínio ou forma de pensar sobre uma dada realidade, e essa representação pode ser vista nas ontologias.

1.3 PRINCIPAIS CONTRIBUIÇÕES DO TRABALHO

Esperamos que este trabalho contribua no sentido de possibilitar a geração de uma representação bem fundamentada, com a utilização das ontologias para direcionar a compreensão, mapear e validar a construção de um modelo conceitual para Levantamento e Avaliação de Aspectos e Impactos Ambientais.

Como consequência imediata de uma representação mais elaborada, podemos ter como contribuição mais ampla uma representação de referência para o LAAIA e,

consequentemente, a facilitação da interoperabilidade dos existentes, com o propósito de construção de uma base de conhecimento de referência para elaboração de novos LAAIA.

1.4 OBJETIVO

Elaborar uma ontologia de domínio para desenvolver um modelo conceitual sobre LAAIA, com o intuito de fornecer informação estruturada a pesquisadores, industriais e demais interessados.

1.4.1 Objetivos Específicos

- 1) Apresentar um roteiro para construção da ontologia, instrumento a ser utilizado no modelo conceitual, descrevendo as etapas que podem compor este processo;
- 2) Construir e desenvolver uma ontologia, utilizando a ferramenta Protégé, para modelar o domínio de conhecimento LAAIA com base em conceitos fundamentais dispostos na série de normas NBR ISO 14001:2004 (ABNT, 2004)**Erro! Fonte de referência não encontrada.**, suplemento com o uso de outras fontes;
- 3) Disponibilizar o modelo conceitual obtido, tendo em vista seu acesso e utilização.

1.5 JUSTIFICATIVA

Os diferentes termos, expressões e linguagens empregadas para identificação dos assuntos levam as inconsistências, erros, perda de dados e baixa interoperabilidade entre sistemas de informação. De acordo com BAX (2003), e outras pesquisas relacionadas à interoperabilidade de informações, a utilização de ontologias tem se destacado como uma das mais promissoras soluções no sentido de organizar, categorizar e permitir a troca de dados considerando seus aspectos semânticos.

O uso de ontologias é uma das possibilidades promissoras para garantir a interoperabilidade semântica. Isto porque é a convenção adotada para expressar as informações explícitas e implícitas destas aplicações de forma estruturada, além de fornecer um vocabulário comum com uma semântica bem definida (FELICÍSSIMO, 2004). Contudo, atualmente não existem pesquisas propondo uma abordagem semântica com a aplicação de ontologias de referência para permitir a interoperabilidade entre sistemas de informação tão

heterogêneos quanto aqueles utilizados no Levantamento e Avaliação de Aspectos e Impactos Ambientais oriundos de empreendimentos de engenharia.

Os documentos, como a família de normas NBR ISO 14001:2004 (ABNT, 2004)**Erro! Fonte de referência não encontrada.**, trazem algumas informações necessárias sobre LAAIA, entretanto, ainda possui uma lacuna no conhecimento sobre essa metodologia, seus conceitos e abrangência. Esta necessidade informacional justifica o empenho na disseminação de conceitos, o que incita a modelagem de conhecimento dentro do domínio LAAIA. A utilização de ontologia, "especificação explícita de uma conceitualização" (GRUBER, 1993), para modelar o domínio em questão, expressa o formalismo de seus conceitos, relações, objetos e restrições de modo que possa viabilizar inferências semânticas. Ao definir os termos, utilizados para descrever e representar o conhecimento sobre LAAIA, pode se dizer que a ontologia a ser construída compor-se-á de um conjunto de regras que possibilitem a abstração de informações, oferecendo vantagens como: possibilitar o compartilhamento e a interoperabilidade do conhecimento, estruturar o domínio LAAIA, de forma que permita sua compreensão com maior clareza e objetividade, e permitir a reutilização de seus conceitos em outro domínio.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho foi organizado em 5 capítulos. O capítulo 1 apresenta a contextualização do problema a ser estudado, objetivo e justificativa. O capítulo 2 trata da revisão da literatura a respeito de sistemas de informação utilizados no Levantamento e Avaliação de Aspectos e Impactos Ambientais, criação de ontologias, interoperabilidade semântica e mapeamento de ontologias como estratégia de interoperabilidade. No capítulo 3 a pesquisa é caracterizada e são apresentados os procedimentos metodológicos adotados. O capítulo 4 apresenta os resultados da pesquisa, assim como uma análise e discussão dos resultados apresentados. No capítulo 5 são apresentadas as considerações finais. Por fim, seguem as referências bibliográficas e os apêndices.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Este capítulo apresenta os fundamentos teóricos necessários para atingir o objetivo do trabalho. Acontece que, a partir de uma abordagem sobre modelo conceitual, as teorias e os instrumentos, ou métodos de abstração, que permitem a representação do conhecimento inerente a conceitos. Depura-se o estudo com a escolha do uso de ontologias para a modelagem em questão, explorando sua definição, características e outros fatores que permitem atingir um bom desempenho na construção dos conceitos. Além disso, a ferramentas de edição de ontologias Protégé, utilizada na construção desse modelo, será apresentada colaborando com a realização técnica do estudo. Parte deste capítulo refere-se também ao domínio estruturado, Levantamento e Avaliação de Aspectos e Impactos Ambientais, e a definição sobre empreendimentos de engenharia.

2.1 MODELAGEM CONCEITUAL

A primeira definição necessária é a de Modelo. Para Ferreira (2009), modelo é a “representação simplificada e abstrata de fenômeno ou situação concreta, e que serve de referência para a observação, estudo ou análise”. Conforme o mesmo autor, também pode ser definida como a “descrição formal de objetos, relações e processos, que permite, variando parâmetros, simular os efeitos de mudanças de fenômeno que representa”. Entretanto, existe uma crítica a afirmativa do autor, no sentido de que nem sempre o modelo é uma representação simplificada, pois a natureza do modelo pode ser complexa ou simplificada. Dessa forma, o modelo é a representação, em escala reduzida, de uma realidade, utilizando-se da teoria como suporte conceitual, podendo ser descritivo, matemático, gráfico, dentre outros. Quando se cria um modelo, tenta-se criar um experimento que conduza a melhor visualização da realidade.

Assim, a representação do conhecimento, contido nas definições de forma sistêmica, apoia-se em alguns princípios comuns encontrados em instrumentos para a organização do

conhecimento, por exemplo: dicionário, tesouro, taxonomia e ontologia. Tais princípios advêm da Teoria do Conceito, Teoria da Classificação Facetada e Teoria Geral da Terminologia. Esta base teórica respalda a definição dos conceitos, a organização do domínio e o estabelecimento de relações conceituais (CAMPOS, 2004).

Com base na Teoria do Conceito de Ingetraut Dahlberg (1978), que define o conceito como sendo “a compilação de enunciados verdadeiros sobre determinado objeto, fixada por um símbolo linguístico”, parte da análise (características do conceito categorizadas) para a síntese (representação por um termo). Sendo assim, para a análise do conceito, é necessário extrair os enunciados verdadeiros sobre ele e suas características e, a partir delas, elaborar categorias gerais. Por sua vez, objeto é tudo aquilo que nos circunda e é designado, podendo ser individuais, caracterizados por tempo e espaço, ou gerais.

Diante das definições anteriormente citadas, concebendo modelagem conceitual, temos Le Moigne (1977)**Erro! Fonte de referência não encontrada.**, que em sua Teoria do Sistema Geral, também denominada Teoria da Modelização, afirma que “conhecer é modelizar, ou seja, o processo de conhecer equivale à construção de modelos do mundo/domínio a ser construído que permitem descrever e fornecer explicações sobre os fenômenos que observamos”. Este autor discorre sobre os princípios que possibilitam a modelagem ressaltando que o modelizador deve possuir flexibilidade e liberdade frente aos modelos.

Assim, a modelagem conceitual, permite a representação do conhecimento, que por sua vez é uma teoria fragmentada de raciocínio que especifica que inferências são válidas e quais são recomendadas. É motivada por alguma percepção de como as pessoas argumentam ou por alguma crença sobre o que significa raciocinar de forma inteligente (DAVIS et al, 1992)**Erro! Fonte de referência não encontrada.**

2.1.1 Fundamentações Teóricas para Modelagem de Conceitos

De acordo com Campos (2004)**Erro! Fonte de referência não encontrada.**, a Ciência da Computação com os modelos representacionais associados à modelagem de banco de dados, e a ontologia, que repensa as possibilidades representacionais e de organização de domínios de conhecimento e também pretendem auxiliar o modelizador em sua atividade. A autora discorre sobre a representação da informação e do conhecimento, e aborda outros estudiosos de diversas áreas como, por exemplo, a Ciência da Informação que, categoricamente, estuda a ordenação e representação de conhecimento e conta com a

indiscutível contribuição de Ranganathan (1967) e a Classificação Facetada; a Teoria do Conceito de Ingetraut Dahlberg (1978)**Erro! Fonte de referência não encontrada.**, voltada para a representação e definição de conceitos; Nedobity (1985, apud CAMPOS, 1994) que identifica nos princípios teóricos da terminologia aspectos que devem ser observados no desenvolvimento de sistemas especialistas e pesquisa na área de inteligência artificial, áreas que lidam com conceitos, sistemas de conceitos, ligações de conceitos, e outras áreas.

2.1.1.1 Definição dos Conceitos na Modelagem Conceitual

A definição dos conceitos dentro do domínio a ser estruturado, precede a formulação de axiomas a partir dos conceitos que originarão outros conceitos. Essa definição é parte fundamental na modelagem conceitual,

A Teoria do Conceito (de INGETRAUT DAHLBERG (1978)**Erro! Fonte de referência não encontrada.** esquematiza a definição de conceitos ao passo que define, estabelece sua composição e seus relacionamentos. Os princípios desta teoria que permeiam a modelagem conceitual procuram responder o que é o conceito, quais suas partes e para que serve. Segundo a autora, existem conceitos individuais e gerais, relativos aos diferentes tipos de objetos, conforme a citação:

É fácil verificar que o conceito é constituído de elementos que se articulam numa unidade estruturada. Sobre isto voltaremos a falar noutra oportunidade. É fácil também verificar que os elementos contidos nos conceitos gerais encontram-se também nos conceitos individuais, sendo, portanto, possível reduzir os conceitos individuais aos gerais e ordená-los de acordo com os conceitos gerais. (DAHLBERG, 1978)**Erro! Fonte de referência não encontrada.**

A característica de um conceito ou atributo, no âmbito de objeto, é apresentada em um enunciado pode ser sujeito de um novo enunciado até o estabelecimento de uma característica generalista considerada categoria. Tudo isso converge a uma representação semântica mais apurada.

Outras soluções para a formação e definição dos termos em uma estrutura conceitual, especificamente para classificações e tesouros, são advindas da Linguística, mas estas ficam apenas no campo da língua e não da representação dos conceitos (CAMPOS, 1994)**Erro! Fonte de referência não encontrada.** Leska (1981, apud CAMPOS, 1995), aponta na Terminologia princípios para expandir as referências lexicais e tornar os conceitos mais precisos e bem definidos, qualificando-os de acordo com seu relacionamento com outros descritores. Este terminólogo afirma ainda, que a atividade de desenvolvimento e

aperfeiçoamento do sistema de conceitos não fica fora da influência das regras gramaticais que governam os nomes que representam conceitos. Ainda, segundo Wüster, autor da Teoria Geral da Terminologia, (1981, apud CAMPOS, 1995**Erro! Fonte de referência não encontrada.**; LARA, 2004) a normalização terminológica é pertinente à elaboração de sistemas de conceitos, para alcançar a precisão e possibilitar a comunicação profissional sem ambiguidades.

2.1.1.2 Relações conceituais

De acordo com Campos (2004)**Erro! Fonte de referência não encontrada.**, o estabelecimento de relações conceituais em um dado contexto forma a estrutura conceitual deste contexto. A autora ainda declara: "As relações entre os objetos de um dado contexto formam a estrutura conceitual deste contexto e são de natureza diversa". A forma como o conhecimento é disposto e organizado no modelo constitui um todo coeso com as definições ligadas umas às outras até o ponto em que podem ser estabelecidos exemplos. Campos (2004)**Erro! Fonte de referência não encontrada.**, enumera alguns tipos de relações estabelecidas para associar conceitos:

- **Relação categorial** - aglutina, em um primeiro grande agrupamento, os objetos por sua natureza, isto é, as entidades, processos, entre outros. É uma classe de maior amplitude que permite uma classificação geral. Esta relação pode muitas vezes reduzir erros lógicos em ligar conceitos, porque determina a natureza do objeto.

Na Teoria do Conceito e na Teoria da Classificação Facetada se coloca como um elemento agregador que reúne os conceitos em um nível mais alto de uma dada taxonomia (RANGANATHAN, 1967**Erro! Fonte de referência não encontrada.**; DALHBERG, 1978**Erro! Fonte de referência não encontrada.**). A Teoria da Terminologia não possui esta relação, pois seu maior nível de agrupamento de conceitos, o sistema de conceitos, possui significado próprio representando uma classe de conceitos, e não a reunião de todas as classes.

- **Relação hierárquica** - permite relacionar objetos de uma mesma natureza ou não, dependendo da abordagem. A estrutura principal da relação a qualquer estrutura classificatória formando a coluna vertebral da mesma. Em processos definitórios de um conceito, como ontologia e terminologia formal, ela é essencial, e é estabelecido a partir dela o primeiro elemento de uma definição.

Na Teoria do Conceito, esta relação pode ser de abstração de gênero e espécie, que forma cadeias de conceitos, ou relação lateral, que forma ranques de conceitos. Para Dalhberg (1978), a relação hierárquica baseia-se em uma relação lógica de implicação, ou seja, nela os conceitos devem ser da mesma natureza. Entretanto, para Ranganathan (1967) **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, uma relação hierárquica possui conceitos que não estão somente em uma relação de generalização e especialização, mas também em uma relação parte-todo. Para o todo e suas partes, em muitos casos, os conceitos são de natureza diferentes. Na Teoria da Terminologia é uma relação lógica. Para a Terminologia, com o objetivo de evidenciar as relações entre os conceitos e não de especificar uma estrutura sistemática, esta relação é fundamental na elaboração de definições, pois permite a compreensão do conceito.

- **Relação partitiva** - recai sobre o que constitui o objeto, ou seja, quais são seus elementos e partes.

Esta relação, na maioria das teorias, é tratada simplesmente como a parte de um todo. Porém, a Terminologia apresenta uma tipologia das relações partitivas em que as possibilidades de coordenação e interseção entre os objetos auxiliam nesta distinção. A relação partitiva para a Teoria da Classificação é um tipo de relação hierárquica.

- **Relação entre categorias** - ocorre a partir da conexão prescritiva entre objetos de natureza diferente. Essa relação pode ser reconhecida por tornar evidente uma determinada demanda ou função, entre objetos do mundo fenomenal, não se destina a explicitar o objeto e suas propriedades. É a interseção daquilo que se deseja inferir.

Apresentada, na Teoria do Conceito, como relação funcional sintagmática, ou seja, relações que se estabelecem entre categorias, esta relação é mais flexível que as demais. A Teoria da Terminologia procura disciplinar este tipo de relação classificando-a como relação ontológica de encadeamento, que relaciona contiguidades no tempo, e relação ontológica de causalidade, que estabelece um elo sucessivo de causas. A Teoria da Classificação Facetada não apresenta esta relação, devido a sua estrutura evidentemente hierárquica com cadeias e renques especificando uma temática determinada.

- **Relação de equivalência** - encontrada na forma de como expressar conceitos no âmbito da denominação. Isso faz parte do plano e da representação gráfica que é mostrada em alguns modelos que compõem as relações entre os conceitos.

Representada, na maioria das vezes, nas teorias do Conceito e da Terminologia, diante da premissa comunicacional. Entretanto, na Teoria da Classificação facetada já foi citada por

Ranganathan (1967)**Erro! Fonte de referência não encontrada.** como pertencente ao plano verbal, pouco relevante na representação de conhecimento.

2.1.1.3 Estruturação do domínio de conhecimento a ser modelado

Ranganathan (1967)**Erro! Fonte de referência não encontrada.** desenvolveu a Teoria da Classificação Facetada visando potencialmente auxiliar a organização de conceitos hierarquicamente estruturados. A estrutura do domínio deve ser entendida como a exteriorização do conhecimento organizado conforme as inferências e abstrações pretendidas. A teoria encontra-se no âmbito da Ciência da Informação e propõe um conjunto de categorias capazes de identificar os conceitos de acordo com sua natureza, predeterminando a perspectiva a ser analisada. Ranganathan propõe que todo contexto de conhecimento pode ser dividido em até cinco categorias fundamentais:

- **Entidade** - personalidades relacionadas à definição e demais atributos;
- **Matéria** - característica ou propriedade do que está sendo descrito;
- **Energia** - referente aos processos envolvidos;
- **Espaço** - aspecto de localização;
- **Tempo** - aspecto temporal.

Dessa forma, o método parte da observação do universo de conhecimento em que se está inserido, de sua análise, determinando dentre as cinco categorias aquelas que representam aquele contexto, para só depois inserir os conceitos que fazem parte de cada categoria.

Na Teoria Geral da Terminologia (WÜSTER, 1981, apud CAMPOS, 2003) a principal contribuição para a estrutura dos conceitos está na sua ordem alfabética, não linear e associativa que, insuficiente para uma organização sistemática, não mais restritiva às estruturas hierárquicas. A terminologia, por causa de sua natureza sistemática, ao lado da classificação, tem contribuído para o desenvolvimento de outras áreas que, de alguma forma, trabalham com representação da informação. Estas teorias, Terminologia e Classificação, possuem uma complementaridade explicitada por Nedobity (1986/1987, apud CAMPOS, 1995)**Erro! Fonte de referência não encontrada.:**

As terminologias devem se apresentar de forma sistemática e não alfabética. Este aspecto tem levado à necessidade de empregar notação, aproximando a terminologia da classificação. O conteúdo de um conceito é estabelecido a partir da área de conhecimento e do propósito da terminologia. Por sua natureza sistemática, o "código de assunto é um dos elementos mais importantes na entrada dos bancos de

dados terminológicos... Uma lista alfabética não ajuda... Somente um esquema de classificação pode mostrar em que detalhe um campo de assunto que foi estruturado...” (NEDOBITY, 1986/1987, p. 12). [...].

2.1.1.4 Mecanismos de Representação de Conhecimento

Existem diferentes formas de organização do conhecimento resultantes da abstração e representação de um domínio específico. A representação possui características distintas que necessitam de instrumentos capazes de contemplar seus objetivos. Brachman (1979, apud CAMPOS, 2004)**Erro! Fonte de referência não encontrada.** classifica a representação do conhecimento de acordo com os tipos de primitivas oferecidas ao usuário, em quatro níveis: lógico, epistemológico, ontológico e conceitual:

O nível lógico é o nível da formalização. Não existe, entretanto, preocupação com a semântica em termos dos conceitos e de suas relações; na verdade, todo o foco está centrado em uma dada “sintaxe” que possibilite uma verdadeira ação do pensar. No nível epistemológico, a noção genérica de um conceito é introduzida como uma primitiva de estruturação de conhecimento; ele é o nível da estruturação. O nível ontológico tem por objetivo restringir o número de possibilidades de interpretação do conceito dentro de um dado contexto, a partir de um formalismo que pretende representar o conteúdo do conceito. No nível conceitual, independentemente de um formalismo, os conceitos possuem, a priori, uma interpretação definida. (BRACHMAN, 1979, apud CAMPOS, 2004)**Erro! Fonte de referência não encontrada.**

Os esquemas de representação do conhecimento, largamente utilizados, são processos que envolvem um objeto, alguma coisa que o representa e o efeito da representação, na ausência do objeto, na mente de um usuário (PIERCE, 1977). Partindo dos diferentes níveis de representação que podem ser buscados em uma modelagem conceitual, alguns exemplos de instrumentos e modelos são indicados a seguir:

Existem diferentes formas de organização do conhecimento resultantes da abstração e representação de um domínio específico, por meio de modelagem conceitual. A representação possui características distintas que necessitam de instrumentos capazes de contemplar a promover a organização da informação. O sistema de representação de conhecimento, amplamente utilizados, são os processos que envolvem um objeto, algo que representa, e o efeito da representação, na ausência do objeto, na mente de um utilizador. Assim, alguns exemplos de ferramentas e modelos são apresentados:

- **Terminologia** - "sistema denominacional que reflete a organização estruturada e delimitada de domínios específicos. A definição terminológica é classificadora, hierarquizante, estruturante; relaciona-se à definição da coisa [...]” (LARA,

2004)**Erro! Fonte de referência não encontrada.** Uma terminologia busca definir o conceito, e não um significado, estabelecendo relações entre estes;

- **Classificação** - conjunto de conceitos organizados de acordo com um critério específico (ISO TR 14177, 1994), (TRISTÃO et al, 2004), usualmente aplicada na organização física de documentos. Este método produz o encadeamento termos organizados a partir de notações para evidenciar grupos de termos afins.
- **Tesouro** - constitui um "vocabulário de termos relacionados genérica e semanticamente sobre determinada área do conhecimento" (MOTTA, 1987) (TRISTÃO et al, 2004)**Erro! Fonte de referência não encontrada.** É um sistema de conceitos no qual todos os conceitos relevantes devem encontrar seu lugar apropriado (LESKA, 1981 apud CAMPOS, 1995)**Erro! Fonte de referência não encontrada.** permitindo tanto a classificação de novos conceitos como a visualização do todo;
- **Taxonomia** - classificação de palavras, ou seja, organização de termos em categorias e subcategorias interconectadas com a função de restringir inferências. A taxonomia diferencia-se da ontologia justamente porque apenas classifica enquanto a ontologia possui, além de uma classificação implícita ou explícita, regras de relacionamento e restrições que permitem raciocínios sobre o universo do discurso. (GRUBER, 1996)**Erro! Fonte de referência não encontrada.;**
- **Ontologia** - estrutura de conceitos que define as regras que regulam a combinação e relação entre termos para viabilizar o entendimento comum e compartilhado de um domínio de conhecimento, de forma que o mesmo possa ser compreendido e explorado por pessoas e computadores (ALMEIDA e BAX, 2003)**Erro! Fonte de referência não encontrada.** Uma ontologia provê um vocabulário de termos e relações com os quais um domínio pode ser modelado (STAAB et al, 2001).

Em nosso contexto, o interesse apoia-se nos instrumentos e métodos que possibilitam a representação de domínios de conhecimento estruturado e formalizado, objetivando a modelagem do conhecimento através da definição dos conceitos e de seus relacionamentos. A construção de uma ontologia preenche os requisitos que circundam a abstração e significação dos conceitos e permite a representação formal do conhecimento (GUARINO, 1997)**Erro! Fonte de referência não encontrada.** Essas características determinam a escolha do método utilizado na modelagem conceitual do domínio explorado neste estudo e incita sua investigação, apresentada na próxima seção.

2.2 ONTOLOGIA

A palavra ontologia tem a sua origem nos pensamentos filosóficos de Aristóteles (PAULI, 1997), e posteriormente a disciplina de computação o resgatou, inserindo-o num novo contexto, apesar de próximo do significado original. A literatura sobre ontologias apresenta uma série de definições distintas. Essas diferentes definições apresentam pontos de vista distintos e até mesmo complementares para uma mesma realidade.

Guarino (1997)**Erro! Fonte de referência não encontrada.** discute o significado preciso do termo dentro da ciência da computação, visto que o seu significado preciso tende a variar de acordo com a finalidade do uso da ontologia. Uma ontologia, de acordo com o autor, é uma conceitualização compartilhada de um determinado domínio, que é essencialmente uma ideia conceitual do mundo que uma pessoa ou grupo de pessoas pode ter. Ele consiste de um conjunto de conceitos neste campo, eles são organizados como uma taxonomia, e as relações entre estes conceitos.

Ainda segundo Moreira (2003), o termo Ontologia passou a ser utilizado na Ciência da Computação, mais precisamente na subárea de Inteligência Artificial (IA), em projetos para organização de grandes bases de conhecimento, no início dos anos 90, quando houve um impulso para criação de bases de conhecimento compartilháveis e reutilizáveis.

Segundo Gruber (1993)**Erro! Fonte de referência não encontrada.**, uma ontologia é uma especificação formal e explícita de uma conceptualização compartilhada. Ela define um modelo abstrato que descreve conceitos e relacionamentos de algum domínio particular. A especificação é codificada em uma linguagem formal, onde definições e nomes explícitos são atribuídos aos conceitos e relacionamentos do modelo abstrato. Fornece uma descrição exata do conhecimento. Ao contrário da linguagem natural em que as palavras podem possuir semântica totalmente diferente conforme o seu contexto, a ontologia, por ser escrita em linguagem formal, não deixa espaço para a diferença semântica existente na linguagem natural.

2.2.1 Conceitos e Definições de Ontologia

O termo ontologia tem um significado especial na organização de informações, diferente do adotado na filosofia tradicional. Existem diferentes definições na literatura e há contradições. Uma das definições mais conhecidas é proposta por Gruber (1993)**Erro! Fonte de referência não encontrada.:**

Uma ontologia é uma especificação explícita de uma conceitualização. O termo é emprestado da filosofia, onde uma ontologia é um relato sistemático da Existência. [...] Em tal ontologia, definições associam nomes de entidades no universo do discurso (por exemplo, classes, relações, funções ou outros objetos, com textos que descrevem o que os nomes significam e os axiomas formais que restringem a interpretação e o uso desses termos. Formalmente, uma ontologia é a afirmação de uma teoria lógica. (GRUBER, 1996).

Entretanto, Guarino e Giaretta (1995) destacam questões sobre a interpretação do termo “conceitualização” na definição proposta por Gruber (1993)**Erro! Fonte de referência não encontrada..** De acordo com os autores, a definição permite entender que uma conceitualização é “um conjunto de relações extensionais que descrevem um estado particular das coisas”, no entanto uma interpretação satisfatória demonstra que a conceitualização de uma ontologia deve ser intencional, ou seja, uma conceitualização como “uma estrutura semântica intencional que codifica as regras implícitas restringindo a estrutura de um pedaço de realidade”. Dessa forma, permitiu que Guarino (1998) definisse uma ontologia como:

[...] uma teoria lógica correspondente ao significado pretendido de um vocabulário formal, ou seja, seu compromisso ontológico com uma conceitualização particular de mundo. Os modelos pretendidos de uma linguagem lógica usada como vocabulário são restritos pelo seu compromisso ontológico. Uma ontologia indiretamente reflete esse compromisso (e a conceitualização subjacente) pela aproximação desses modelos pretendidos. (GUARINO, 1998)**Erro! Fonte de referência não encontrada..**

Uma definição objetiva que será adotada neste trabalho é apresentada por Borst (1997), que define: ontologia é uma especificação formal e explícita de uma conceitualização compartilhada. Nessa definição, “formal” significa legível por computadores; “especificação explícita” diz respeito a conceitos, propriedades, relações, funções, restrições e axiomas claramente definidos; “compartilhado” quer dizer conhecimento consensual; e “conceitualização” diz respeito a um modelo abstrato de algum fenômeno do mundo real.

2.2.2 Características de uma ontologia

De acordo com Almeida e Bax (2003)**Erro! Fonte de referência não encontrada..**, as ontologias não apresentam sempre a mesma estrutura, mas existem características e componentes básicos comuns presentes em grande parte delas. Mesmo apresentando propriedades distintas, é possível identificar tipos bem definidos. Assim, uma ontologia define os termos, relacionamentos e demais elementos usados para descrever e representar uma temática formalizando o conhecimento do domínio e o que pode ser interpretado sobre o mesmo. Dessa forma, enumeram algumas características básicas para que a ontologia

possibilite realizar inferências e obter o conteúdo das informações, como: Definição e estruturação dos termos; Estabelecimento de propriedades inerentes ao conceito representado por um termo; Povoamento da estrutura através de exemplos que satisfaçam um conceito e as suas propriedades; Estabelecimento de relações entre os conceitos; Elaboração de sentenças para restringir inferências de conhecimento baseadas na estrutura.

Conforme Souza e Alvarenga (2004), existem ainda, as características consideradas comuns à maioria das ontologias e a generalidade do conceito, o que permite ser utilizada para expressar:

As ontologias se apresentam como um modelo de relacionamento de entidades e suas interações, em algum domínio particular do conhecimento ou específico a alguma atividade. O objetivo de sua construção é a necessidade de um vocabulário compartilhado para se trocarem informações entre os membros de uma comunidade, sejam eles humanos ou agentes inteligentes. (SOUZA e ALVARENGA, 2004)**Erro! Fonte de referência não encontrada.**

Em outras palavras, conforme coloca Souza e Alvarenga (2004)**Erro! Fonte de referência não encontrada.**, o “modelo de relacionamento de entidades”, também conhecido como entidade-relacionamento, traz a organização das ontologias em classes com definições claras de seus atributos e os objetos que possuem estes atributos e integram estas classes; “interações” remete à relação que pode existir entre os conceitos; “domínio particular do conhecimento ou específico a alguma atividade” à especificidade da conceitualização descrevendo um possível “estado das coisas”.

Conforme descreve Gruber (1996)**Erro! Fonte de referência não encontrada.**, os componentes básicos de uma ontologia são classes, que são organizadas em uma taxonomia; relações, que representam o tipo de interação entre os conceitos de um domínio; axiomas, que são usados para modelar sentenças sempre verdadeiras; e instâncias, utilizadas para representar elementos específicos, ou seja, os próprios dados.

2.2.3 Os Tipos de ontologia

De acordo com os levantamentos de Almeida e Bax (2003)**Erro! Fonte de referência não encontrada.**, existem diferentes aplicações, conteúdos e funções para as ontologias. Isto dificulta sua tipificação ao mesmo tempo em que aumenta a quantidade de abordagens utilizadas neste intuito. Entretanto os autores distinguem alguns tipos de ontologias classificadas quanto à sua função, ao grau de formalismo de seu vocabulário, à sua aplicação e à estrutura e conteúdo da conceitualização. O quadro 1, a seguir, sintetiza cada abordagem.

Abordagem	Classificação	Descrição	
Quanto a função	Ontologias de domínio	Reutilizáveis no domínio, fornecem vocabulário sobre conceitos, seus relacionamentos, sobre atividades e regras que os governam.	
	Ontologias de tarefa	Fornecem um vocabulário sistematizado de termos, especificando tarefas que podem ou não estar no mesmo domínio.	
	Ontologias gerais	Incluem um vocabulário relacionado a coisas, eventos, tempo, espaço, casualidade, comportamento, funções etc.	
Quanto ao grau de formalismo	Ontologias altamente informais	Expressa livremente em linguagem natural.	
	Ontologias semi-informais	Expressa em linguagem natural de forma restrita e estruturada.	
	Ontologias semiformais	Expressa em uma linguagem artificial definida formalmente.	
	Ontologia rigorosamente formal	Os termos são definidos com semântica formal, teoremas e provas.	
	Quanto à aplicação	Ontologias de autoria neutra	Um aplicativo é escrito em uma única língua e depois convertido para uso em diversos sistemas, reutilizando-se as informações.
		Ontologias como especificação	Cria-se uma ontologia para um domínio, a qual é usada para documentação e manutenção no desenvolvimento de softwares.
		Ontologias de acesso comum à informação	Quando o vocabulário é inacessível, a ontologia toma a informação inteligível, proporcionando conhecimento compartilhado dos termos.
Quanto à estrutura	Ontologias de alto nível	Descrevem conceitos gerais relacionados a todos os elementos da ontologia (espaço, tempo, matéria, objeto, evento, ação etc.) os quais são independentes do problema ou domínio.	
	Ontologias de domínio	Descrevem o vocabulário relacionado a um domínio, como, por exemplo, medicina ou automóveis.	
	Ontologias de tarefa	Descrevem uma tarefa ou atividade, como por exemplo, diagnósticos ou compras, mediante inserção de termos especializados na ontologia.	
Quanto ao conteúdo	Ontologias terminológicas	Especificam termos que serão usados para representar o conhecimento em um domínio (por exemplo, os léxicos).	
	Ontologias de informação	Especificam a estrutura de registros de bancos de dados (por exemplo, os esquemas de bancos de dados).	
	Ontologias de modelagem do conhecimento	Especificam conceitualizações do conhecimento, têm uma estrutura interna semanticamente rica e são refinadas para uso no domínio do conhecimento que descrevem.	
	Ontologias de aplicação	Contêm as definições necessárias para modelar o conhecimento em uma aplicação.	
	Ontologias de domínio	Expressam conceitualizações que são específicas para um determinado domínio do conhecimento.	
	Ontologias genéricas	Similares às ontologias de domínio, mas os conceitos que as definem são considerados genéricos e comuns a vários campos.	
	Ontologias de representação	Explicam as conceitualizações que estão por trás dos formalismos de representação do conhecimento.	

Quadro 1: Tipos de ontologias

Fonte: Adaptado de Almeida e Bax (2003)**Erro! Fonte de referência não encontrada.**

2.2.4 Ontologia na Modelagem Conceitual

Ontologias têm se tornado um tema de pesquisa popular e têm sido investigados por várias comunidades de Inteligência Artificial de investigação, incluindo processamento na engenharia do conhecimento, linguagem natural e representação do conhecimento. Ontologias atender a uma grande demanda nesses campos: eles estabelecer o entendimento comum e compartilhado de um domínio que pode ser comunicado entre pessoas e computadores (DARAI et al, 2010).

Ainda, de acordo com Darai et al (2010)**Erro! Fonte de referência não encontrada.**, dependendo do seu nível de generalidade, diferentes tipos de ontologias, que podem ser identificados, desempenham papéis diferentes no processo de construção de um sistema baseado em conhecimento. Entre outros, podemos distinguir os tipos de ontologias seguintes:

- 1.Ontologias de Domínio: capturar o conhecimento válido para um determinado tipo de domínio.
- 2.Ontologias genéricas ou de senso comum: visam capturar o conhecimento geral sobre o mundo e fornecer noções e conceitos básicos para coisas como tempo, espaço, estado, evento, dentre outros; e como consequência, eles são válidos em vários domínios.
- 3.Ontologias de representação: não se comprometem a qualquer domínio em particular. Ontologias como essas fornecem entidades de representação sem indicar o que deve ser representado.

Ontologias de domínio modelam informações relativas a domínios de conhecimento específicos, através da incorporação de termos pertencentes a estes em uma ontologia de nível topo. Nesse sentido, ontologias de domínio podem ser vistas como uma descrição detalhada da natureza de elementos pertencentes a domínios específicos, podendo ser utilizadas como fonte de conhecimento do domínio e, conseqüentemente, como ferramentas de suporte para a tarefa de modelagem conceitual de sistemas (BORTOLETO, S., 2010).

2.2.4.2 Ontologias Formais

De acordo com Moreira (2003)**Erro! Fonte de referência não encontrada.**, Ontologia Formal pode ser definida como o registro dos compromissos ontológicos feitos

através de uma linguagem formal, com uma semântica bem definida; e conforme Cocchiarella (1991) e Guarino (1995)**Erro! Fonte de referência não encontrada.**, Ontologia Formal é o desenvolvimento sistemático, formal, axiomático da lógica de todas as formas e modos de ser. Estuda as propriedades formais e as classificações das entidades do mundo (objetos físicos, eventos, etc.), e das categorias que modelam o mundo (conceito, propriedade, etc.). Guarino (1995)**Erro! Fonte de referência não encontrada.** complementa afirmando que o sentido formal é relacionado ao rigor imposto à descrição das formas do Ser, que em outras palavras significa dizer: expressividade semântica atribuída ao Ser.

Cabe ressaltar duas caracterizações dadas ao termo ontologia: ontologia de domínio e ontologia de nível topo. A ontologia de domínio é um vocabulário de representação para um domínio ou assunto. Esse tipo de ontologia é utilizado como base de conhecimento do domínio dando suporte à tarefa de modelagem conceitual para sistemas do referido domínio. Uma classificação superior seria a ontologia de nível topo que abrange termos gerais que formam o fundamento para a representação de conhecimento em todos os domínios (VILLELA, 2004). Dessa forma, ontologias formais podem abranger desde termos gerais, que formam o fundamento para a representação de conhecimento em todos os domínios - denominadas “Ontologias de Nível Topo”-, até termos que são restritos a domínios de conhecimentos específicos, denominadas “Ontologias de Domínio” (BORTOLETO, S., 2010)**Erro! Fonte de referência não encontrada.**

2.2.4.2.1 Ontologias de Nível Topo

De acordo com Villela (2004)**Erro! Fonte de referência não encontrada.**, Ontologias de nível topo são utilizadas para classificar os elementos de uma ontologia de domínio, aperfeiçoando, assim, o entendimento de suas estruturas e seus relacionamentos. Seu objetivo principal é fornecer um “framework” para organização dos objetos de qualquer domínio. Dessa forma, é possível utilizar ontologia de nível topo para auxiliar no processo de modelagem conceitual. Assim, este trabalho utiliza o termo ontologia referindo-se à ontologia de nível topo.

Guarino e Welty (2000) mostram como uma ontologia de nível topo pode ajudar na utilização correta de relações hierárquicas entre elementos de um domínio, o que depende de uma compreensão correta da natureza das propriedades do domínio correspondentes aos nós taxonômicos da ontologia. A fim de facilitar tal compreensão, os autores apresentam algumas

metapropriedades derivadas de noções filosóficas, que, combinadas de maneira sistemática, formam uma ontologia de nível topo.

O modelo ontológico apresentado por Bunge (1977, 1979) apud Villela (2004)**Erro! Fonte de referência não encontrada.**, consiste em uma ontologia de nível topo, por ter como o objetivo de fornecer uma ontologia exata e científica, uma vez que trabalha com elementos abstratos de alto nível que objetivam representar todos os fenômenos do mundo real. Tal modelo é baseado em tradições ontológicas provenientes da Filosofia e em pesquisas atuais, sendo elaborado por meio de conceitos matemáticos. A categoria mais geral neste modelo são “coisas” (things), que se referem a coisas concretas ou entidades reais do mundo. “Coisas” possuem propriedades. Uma propriedade pode ser “intrínseca”, o que significa que se aplica a apenas uma “coisa”, ou “mútua”, significando que depende de duas ou mais “coisas”. Um exemplo seria o “peso” de uma pessoa, que consiste em uma propriedade intrínseca, uma vez que depende apenas da existência da pessoa. Já a propriedade “ser um estudante” seria uma propriedade mútua, uma vez que depende da existência de uma pessoa e também de uma escola. Uma classe é definida por um conjunto de “coisas” que possuem uma propriedade em comum e um tipo é definido por um conjunto de propriedades. “Coisas” similares podem ser representadas pelo mesmo modelo, sendo que um modelo específico de uma “coisa” consiste num esquema funcional. “Coisas” podem interagir e podem também ser associadas, para formar uma outra “coisa”.

Conforme apresentado pelos autores Russell e Norvig (1995), os quais são citados por Villela (2004)**Erro! Fonte de referência não encontrada.**, uma ontologia de nível topo cujas categorias mais gerais são Objetos Abstratos e Eventos. Sendo os Objetos abstratos divididos em Conjuntos, Números, e Objetos Representacionais; e os Eventos são classificados em Intervalos, Lugares, Objetos Físicos e Processos. A classe de Categorias é uma subclasse da classe de Conjuntos. Esta ontologia inclui a relação de instanciação, identificada como “*membership*”, e a relação “parte de”. Um Evento consiste num acontecimento com extensão temporal e espacial. Um Intervalo é um evento que inclui como subeventos todos os eventos ocorridos em um dado período de tempo.

2.2.4.2.2 Ontologias de Domínio

De acordo com Villela (2004)**Erro! Fonte de referência não encontrada.**, ontologias de domínio modelam informações relativas a domínios de conhecimento específicos, através da incorporação de termos pertencentes a estes em uma ontologia de nível topo.

Nesse sentido, ontologias de domínio podem ser vistas como uma descrição detalhada da natureza de elementos pertencentes a domínios específicos, podendo ser utilizadas como fonte de conhecimento do domínio e, conseqüentemente, como ferramentas de suporte para a tarefa de modelagem conceitual de sistemas.

2.2.5 Metodologia de construção

As ontologias devem ser construídas, tendo como suporte metodologias, de forma a orientar a transposição do conhecimento adquirido para construções formais com base em um caminho orientado por regras e procedimentos.

Existem diferentes metodologias para a construção de uma ontologia. No entanto, a grande maioria dos desenvolvedores utiliza seus próprios critérios no processo de desenvolvimento de uma ontologia e isso pode acarretar problemas como (ALMEIDA e BAX, 2003):

- Inexistência de um modelo conceitual da ontologia;
- Dificuldade de reuso da ontologia;
- Dificuldade no entendimento do domínio ou escopo da ontologia;
- Dificuldade no desenvolvimento de ontologias complexas;
- A capacidade de descrição conceitual do domínio fica restrita à linguagem de implementação da ontologia.

Dessa forma, percebe-se a importância da adoção de uma metodologia para minimizar as dificuldades citadas. Segue abaixo um resumo de algumas metodologias são apresentadas:

- TOVE (Toronto Virtual Enterprise) - utiliza a lógica de primeira ordem para representar atividades, estados, tempo, recursos e custo em uma arquitetura de ambiente de integração (GRÜNINGER e FOX, 1995);
- ONIONS (Ontologic Integration Of Naive Sources) - consiste em um conjunto de métodos especialmente gerados para integrar múltiplas informações de origens diferentes, com ênfase em ontologias de domínio (GANGEMI ET AL., 1999);
- METHONTOLOGY - uma das mais conhecidas e mais maduras metodologias de construção de ontologias, sendo fortemente influenciada por metodologias de Engenharia de Software e de Engenharia do Conhecimento. Prevê um ciclo de vida baseado na prototipagem de ontologias, de acordo com a evolução do processo de

desenvolvimento (especificação, conceitualização, formalização, implementação e manutenção), inspirando-se em preceitos do ciclo de vida de software (LÓPEZ, 1999);

- UPON (United Process for Ontologies) - é uma metodologia baseada na abordagem UML (Unified Modeling Language). Baseia-se em casos de uso, é incremental e iterativa (DE NICOLA et al., 2009);
- OntoClean: é fundamentada por conceitos formais, que são gerais o suficiente para serem usados em qualquer ontologia, independentemente do domínio (GUARINO e WELTY, 2009). A base de desenvolvimento da OntoClean é composta por noções de identidade, essência, unidade e dependência, que sofreram um processo de combinação, gerando as metapropriedades utilizadas pela metodologia OntoClean. Estas metapropriedades visam facilitar a compreensão correta da natureza das propriedades pertencentes a um domínio;
- OTK (On-To-Knowledge) - é uma metodologia de desenvolvimento de ontologias fruto da cooperação de várias entidades europeias, tendo como intuito desenvolver ontologias para serem empregadas em Sistemas de Gestão do Conhecimento (Sure e Studer, 2002);
- Sensus - baseia-se na construção de ontologias a partir de outras ontologias, através da identificação de termos relevantes para o domínio ligando-os à ontologia mais abrangente (LÓPEZ, 1999);
- Método 101 - segundo Noy e McGuinness (2001), não existe um modo correto ou metodologia de desenvolvimento de ontologias. Por isso, os autores sugerem apenas um processo para tal, denominado *Ontology Development 101*. Este processo consiste em um guia de passos iterativos executados livremente no desenvolvimento de ontologia. Este método tem como objetivo guiar a construção de uma ontologia através de um roteiro, e destaca que não há apenas uma forma ou metodologia correta para o desenvolvimento de ontologias.
- UFO – é uma ontologia de fundamentação baseada em um número de teorias das áreas de Ontologias Formais, Lógica Filosófica, Filosofia da Linguagem, Linguística e Psicologia Cognitiva. Ela é composta por três partes principais, a UFO-A, UFO-B e UFO-C. A UFO-A é uma ontologia de *endurants*. Uma distinção fundamental dessa ontologia é entre as categorias de Indivíduo

(Individual) e Universal (Universal). Indivíduos são entidades que existem na realidade, possuindo uma identidade única. Universais, por sua vez, são padrões de características que podem ser instanciados em um número de diferentes indivíduos (GUIZZARDI, 2005)**Erro! Fonte de referência não encontrada.** A UFO-B é uma ontologia de *perdurants* (eventos) (GUIZZARDI, 2011), e por fim, a UFO-C é uma ontologia de entidades sociais (tanto *endurants* quanto *perdurants*), construída baseada na UFO-A e na UFO-B. Uma de suas principais distinções é entre os agentes e objetos. Os agentes são capazes de realizar ações com alguma intenção, enquanto que os objetos apenas participam de eventos.

Conforme o aprofundamento teórico desse trabalho quanto a metodologia de construção de ontologia para modelagem conceitual, e de acordo com o trabalho de Bortoleto (2010)**Erro! Fonte de referência não encontrada.**, que teve como fundamentação Villela (2004)³⁸; conclui que a metodologia que mais se aproxima da utilização e tratamento do modelo conceitual é a Ontoclean (GUARINO e WELTY, 2002) que permite validar o modelo através da rigidez, dependência, unidade e identidade, e que permite validar as entidades ao participarem do modelo e dos seus relacionamentos.

2.2.5.2 Metodologia Ontoclean

Guarino e Welty (2002)**Erro! Fonte de referência não encontrada.** propõem uma metodologia para construção de ontologias de domínios, denominada OntoClean, que tem como objetivo ser um guia na construção de ontologias, na qual os princípios empregados estão relacionados principalmente ao objetivo de melhorar o relacionamento taxonômico dentro da ontologia. Para isso, é necessário identificar de forma clara os conceitos empregados na construção da modelagem do domínio, verificando assim se tais relacionamentos estão sendo utilizados de forma correta. Nessa metodologia proposta pelos autores, as metapropriedades apresentadas representam o comportamento das propriedades, tendo como objetivo promover o entendimento das propriedades do domínio. O benefício da utilização da metodologia OntoClean é a capacidade de visualização das propriedades mais importantes. Com isso, é possível identificar quais relacionamentos taxonômicos estão sendo feitos de forma errada.

A metodologia OntoClean (GUARINO e WELTY, 2000, 2000**Erro! Fonte de referência não encontrada.**, 2000) é fundamentada por conceitos formais e abstratos, estando aptos a serem usados na concepção de qualquer ontologia, independentemente do

domínio. Esses conceitos definem um conjunto de metapropriedades que representam o comportamento das propriedades, tendo como objetivo promover o entendimento das propriedades do domínio, que por sua vez, são utilizados para caracterizar os aspectos relevantes das propriedades, das classes e das relações que compõem uma ontologia. Adicionalmente, diversas restrições são impostas à taxonomia de uma ontologia, colaborando na avaliação das escolhas feitas. Os conceitos básicos do OntoClean são:

- **Essência:** Uma propriedade é essencial quando ela ocorre como verdadeira de forma natural e não acidental.
- **Rigidez:** Propriedades consideradas rígidas são as reconhecidamente essenciais para todas as suas instâncias, que não poderá em nenhuma hipótese deixar de ser uma instância desta propriedade em um mundo diferente.
- **Identidade:** Este conceito se refere à capacidade de reconhecer individualmente as entidades no mundo como sendo as mesmas ou diferentes. Os critérios de identidade são condições usadas para determinar igualdade.
- **Unidade:** Uma Unidade refere-se à capacidade de reconhecimento de todas as partes que compõem uma entidade individual. Unidade refere-se ao problema de descrever a forma como as partes de um objeto estão ligadas, de forma, a saber, o que é parte do objeto e o que não é, e sob quais condições o objeto é um todo. Para algumas classes, todas as suas instâncias são todo, para outras nenhuma das suas instâncias são todo.

Dessa forma, a base de desenvolvimento da Onto Clean é composta por noções de identidade, essência, unidade e dependência, que sofreram um processo de combinação, gerando as metapropriedades utilizadas pela metodologia. Estas metapropriedades visam facilitar a compreensão correta da natureza das propriedades pertencentes a um domínio (BORTOLETO, 2010)**Erro! Fonte de referência não encontrada.**

A metapropriedade Rigidez é originada a partir da noção de Essência, quando uma propriedade se aplica a um elemento do domínio enquanto ele existir, ou seja, representa a classe de indivíduos com rigidez ontológica em todos os mundos possíveis, através do qual o indivíduo não deixa de pertencer à classe. Uma propriedade pode ser classificada, com relação à metapropriedade Rigidez, conforme quadro 2 a seguir:

Propriedade	Símbolo	Descrição
Rígida	+R	É sempre essencial para todas as suas instâncias, ou seja, qualquer elemento do domínio que instância tal propriedade permanecerá instanciando-a durante toda a sua existência.

Propriedade	Símbolo	Descrição
Não-Rígida	$-R$	É essencial para alguma de suas instâncias, ou seja, poderá existir alguma instância de um elemento do domínio que não permanecerá instanciando a propriedade durante toda a sua existência.
Antirrígida	$\sim R$	Não é essencial para todas as suas instâncias, ou seja, todas as instâncias de um elemento do domínio necessariamente não permanecerão instanciando a propriedade durante toda sua existência.
Semirrígida	$\neg R$	Propriedade não-rígida ($-R$), porém que não seja antirrígida ($\sim R$).

Quadro 2: Classificação de uma Propriedade quanto a sua Rigidez

Pode-se deduzir que uma propriedade antirrígida é também uma propriedade não-rígida, porém o primeiro conceito é mais forte que o último, uma vez que restringe todas as instâncias de uma propriedade, enquanto o último restringe no mínimo uma instância. Entretanto, a metapropriedade Rigidez não é herdada ao longo da hierarquia de propriedades, o que permite que uma propriedade rígida subjuguie uma propriedade não-rígida (VILLELA et al, 2004).

Pode-se considerar para melhor esclarecimento, por exemplo, as propriedades de PESSOA e PROFESSOR. Sabe-se que todas as instâncias de PROFESSOR são também instâncias de PESSOA. Porém, poderá haver uma instância de PROFESSOR, que pode vir a ser ou deixar do tipo de propriedade de PROFESSOR a qualquer momento, enquanto uma instância de PESSOA jamais deixará de ser do tipo de propriedade de PESSOA. Pode-se dizer então, que PROFESSOR é um tipo de propriedade antirrígida ($\sim R$), pois ela pode deixar de ser PROFESSOR. Já PESSOA é um tipo de propriedade rígida ($+R$), uma vez que ela nunca deixará de ser uma PESSOA.

Assim, pode afirmar que a propriedade rígida apresenta restrições de herança, ou seja, ($\sim R$) não pode especializar ($+R$).

A metapropriedade Dependência Externa é originada a partir da noção filosófica de Dependência, conforme descreve Guarino e Welty (2000**Erro! Fonte de referência não encontrada.**, 2000**Erro! Fonte de referência não encontrada.**, 2000**Erro! Fonte de referência não encontrada.**) a seguir:

Uma propriedade ϕ é externamente dependente, denotada pelo símbolo $+D$ ($-D$, caso contrário), de uma propriedade ψ , se, para todas as suas instâncias x , necessariamente deve existir alguma instância de ψ que não seja parte nem constituinte de x .

Em outras palavras, a dependência existirá (+D), quando o indivíduo é externamente dependente de outros indivíduos, ou seja, não é possível a existência de um indivíduo sem o outro, caso contrário, não existe dependência externa (-D). Pode-se considerar a dependência entre as propriedades, onde, as instâncias de uma propriedade X externamente dependente de Y, então, as instâncias de Y não podem ser partes e não podem constituir X.

Por exemplo, a propriedade MÃE, externamente dependente da propriedade FILHO, não é possível a existência de uma MÃE sem que exista um FILHO. Já a propriedade PESSOA não é externamente dependente de CORPO e CORAÇÃO, pois uma instância de PESSOA é constituída de um CORPO, e um CORAÇÃO é parte de uma PESSOA.

Para entendimento das metapropriedades baseadas na noção de Identidade, primeiro deve-se definir o conceito da mesma como sendo a capacidade de reconhecer as entidades individuais no mundo como sendo as mesmas ou diferentes, ou seja, relaciona-se ao problema de distinguir uma instância específica de certa classe de outras instâncias da mesma classe por meio de uma propriedade, que é única para cada instância. Assim, é preciso definir uma Condição de Identidade ou Critério de Identidade (CI) para uma propriedade, que consiste de uma relação que permite reconhecer uma instância específica dentre todas as instâncias dessa propriedade através de características inerente àquela instância, o que a torna única. A CI determina a igualdade das entidades individuais: elas são iguais (condições suficientes) se satisfazem a CI (condição necessária). Por exemplo, se duas pessoas P1 e P2 têm as mesmas impressões digitais, é condição suficiente para que elas sejam a mesma pessoa. Portanto ter a mesma impressão digital é condição suficiente para identificar uma pessoa. Por outro lado, se duas pessoas P1 e P2 são a mesma pessoa, elas precisam ter a mesma impressão digital (condição necessária). A CI envolve a análise de condições e características que permitem a identificação de um mesmo indivíduo em diferentes pontos no tempo. Uma definição mais formal de tal noção pode ser encontrada em (GUARINO e WELTY, 2002)**Erro! Fonte de referência não encontrada.** Uma propriedade executa ou carrega ou traz uma CI (será (+I) e caso contrário (-I), se existir em tempos distintos, instâncias que satisfazem à mesma CI, isto é, são iguais.

Além disso, uma propriedade que fornece uma CI, denotada pelo símbolo +O (-O, caso contrário), apenas se ela for rígida (+R), executar uma CI (+I), e esta não for executada por nenhuma propriedade que a subjogue. Isto significa que, uma classe que herda a propriedade, apenas executa o CI (+I), e não fornece a outros. Uma classe que possui uma metapropriedade não-rígida (-R), executa o CI (+I), se e somente se for herdada de uma classe

rígida (+R). CIs herdados de uma metapropriedade não-rígida (-R) podem executar CI se forem herdadas de uma propriedade rígida.

Neste caso pode-se utilizar como exemplo de propriedade PESSOA, PROFESSOR e MÃE. A propriedade PESSOA carrega o CI (+I), e também fornece CI (+O), enquanto PROFESSOR e MÃE apenas carregam o CI (+I) herdado por PESSOA. Neste caso, o CI pode ser a impressão digital, que é única para cada PESSOA. Em outro exemplo, a propriedade AMARELO não carrega (-I) ou fornece (-O) CI, pois não existe critério de identidade necessário e suficiente que identifique coisas verdes somente por serem verdes, pois propriedades que representam atributos, geralmente não possuem CI.

Dessa forma, pode afirmar que a identidade apresenta restrições de herança. Ou seja, (-I) não pode especializar (+I).

Para entendimento das metapropriedades baseadas na noção de Unidade, deve primeiro entender o significado, que é a capacidade de reconhecer todas as partes que formam uma entidade individual; como as partes estão ligadas, o que é parte e o que não é, e em quais condições ela é um todo. Para que isso ocorra, é necessário um conjunto de condições que determinem se as propriedades possuem instâncias ou indivíduos unitários e carregam o mesmo critério de unidade, chamada Critérios de Unidade ou Condições de Unidade (UC). Dessa forma, é necessário identificar as partes e limites dos objetos, analisando a composição das suas partes, quando ele é unitário ou é a soma de objetos unitários (LORENZATTI, 2009). O conceito de Unidade possui a seguinte classificação, conforme quadro 1:

Classificação	Símbolo	Descrição
Carrega Unidade	+U	Todas as instâncias são unárias e carregam o mesmo critério de unidade, ou seja, identificam suas partes e os limites de seus objetos são unários e possuem o mesmo UC;
Não Carrega Unidade	-U	Possuem instâncias unárias, porém carregam critérios de unidade diferentes, ou seja, identificam suas partes e os limites de seus objetos são unários, mas não possuem o mesmo UC;
Carrega Antiunidade	~U	Não possuem instâncias unárias, ou seja, não identificam suas partes e os limites de seus objetos não são unários (carrega antiunidade).

Quadro 3: Classificação do conceito de Unidade

Conforme é discutido por Guarino e Welty (2000)**Erro! Fonte de referência não encontrada.**, uma propriedade possui “antiunidade”, denotada pelo símbolo ~U, se cada uma

de suas instâncias não constitui todos intrínsecos; já uma propriedade “não possui unidade”, denotada pelo símbolo -U, se ela não executa uma UC comum para todas as suas instâncias, ou se suas instâncias não se constituem em todos intrínsecos ($\sim U$).

De acordo com Guarino e Welty (2002)**Erro! Fonte de referência não encontrada.**, através das combinações de rigidez, unidade, identidade e dependência, é possível se chegar a um conjunto de classes de propriedades, como: categorias, tipos, quase tipos, papéis formais, papéis materiais, sortais com fases, atribuições e mixins. Onde as categorias, dentro de uma taxonomia, não podem ser subjugadas por propriedades ordenáveis, pois estão geralmente no topo da taxonomia. Os autores discorrem que as categorias são propriedades rígidas (+R), porém não executam uma CI (-I). Dessa forma, elas não podem ser subjugadas por nenhuma propriedade ordenável, o que as leva a estarem presentes normalmente nos níveis mais altos em uma taxonomia, sendo utilizadas para fins classificatórios.

De acordo com as restrições vistas anteriormente, Categorias podem ser subjugadas por outras Categorias e Atribuições, e podem subjugar quaisquer tipos de propriedades. Conforme Guarino e Welty (2000)**Erro! Fonte de referência não encontrada.**, Categorias tendem a formar uma árvore, sendo recomendado que as categorias de nível mais alto sejam disjuntas. Exemplos de Categoria podem ser: Entidade, Entidade Concreta e Entidade Abstrata.

Tipos são propriedades rígidas (+R) e que fornecem sua própria CI (+O). Como eles são os únicos que fornecem CI, de acordo com o Princípio da Individualização Ordenável, cada elemento do domínio modelado deve instanciar pelo menos um Tipo. Assim, estes representam as propriedades mais importantes de um domínio. Em uma hierarquia, Tipos podem ser subjugados por Categorias, outros Tipos, Quase-Tipos e Atribuições. Eles podem subjugar quaisquer tipos de propriedades ordenáveis. Guarino e Welty (2000)**Erro! Fonte de referência não encontrada.** recomendam que Tipos sejam subjugados por, no mínimo, uma Categoria. Exemplos de Tipos são: Pessoa, Cachorro e Água.

Quase-Tipos são propriedade rígidas (+R) que apenas executam e não fornecem identidade (+I -O). Quase-Tipos podem ser utilizados para agrupar entidades do domínio, baseados em combinações de propriedades úteis que não afetam identidade. Pois em uma taxonomia, Quase- Tipos podem ser subjugados por Categorias, Atribuições e Mixins e devem ser subjugados por, pelo menos, um Tipo, a fim de herdar a CI que executa. Quase-Tipos podem subjugar quaisquer tipos de propriedades ordenáveis. Exemplos de Quase-Tipos

são: Animal Invertebrado e Herbívoro (GUARINO e WELTY, 2000)**Erro! Fonte de referência não encontrada.**

Papéis Formais consistem em propriedades que expressam a função desempenhada por uma entidade do domínio em relacionamento específico entre duas ou mais entidades. Todos os papéis são antirrígidos ($\sim R$) e dependentes (+D). Papéis Formais, adicionalmente, não executam CI (-I) e representam os papéis mais genéricos, que aparecem nos níveis mais altos da hierarquia de papéis. Em uma hierarquia, Papéis Formais podem ser subjugados apenas por outros Papéis Formais, Atribuições ou Categorias, e podem subjuar apenas outras propriedades não-rígidas e dependentes. Guarino e Welty (2000)**Erro! Fonte de referência não encontrada.** recomendam que Papéis Formais sejam utilizados apenas para organizar uma hierarquia de papéis, subjugando apenas Papéis Materiais. Exemplos de Papéis Formais são: Profissional e Instrumento, no sentido de ser um profissional ou instrumento de uma ação, desde que não exista nenhuma condição de identidade em comum para estes (pois podem ser objetos, pessoas ou outros animais).

Papéis Materiais consistem em propriedades antirrígidas ($\sim R$) e dependentes (+D), mas que executam CI (+I), herdada de algum Tipo que a subjuar. Papéis Materiais representam papéis que tipos particulares de entidades do domínio desempenham em um evento. Em uma hierarquia, Papéis Materiais podem ser subjugados por quaisquer tipos de propriedades, devendo ser obrigatoriamente subjugados por um Tipo, a fim de herdar a CI que executam. Eles podem subjuar outros Papéis Materiais e Mixins dependentes. A recomendação de Guarino e Welty (2000)**Erro! Fonte de referência não encontrada.** é que Papéis Materiais subjuem apenas outros Papéis Materiais, e que sejam subjugados apenas por papéis e outras propriedades rígidas. Um exemplo típico de Papel Material é Professor, que é subjugado pelo Tipo Pessoa e corresponde à participação desta em um evento Matrícula. Sortais com Fases representam entidades independentes com identidade, que podem mudar com o tempo (GUARINO e WELTY, 2002)**Erro! Fonte de referência não encontrada.**

Sortais com Fases consistem em propriedades que executam CI (+I), são antirrígidas ($\sim R$) e independentes (-D). Eles não fornecem uma CI global (O), pois fornecem apenas uma CI local, que corresponde a uma certa fase temporal de suas instâncias. Entidades deste tipo possuem CIs que mudam no decorrer do tempo e em fases discretas. Em uma hierarquia, Sortais com Fases podem ser subjugados por quaisquer propriedades independentes, devendo obrigatoriamente ser subjugados por um Tipo, a fim de herdar a CI que executam, e podem

subjugar propriedades não rígidas e que executem CI. Guarino e Welty (2000)**Erro! Fonte de referência não encontrada.** recomendam que Sortais com Fases sejam subjuguados apenas por propriedades rígidas e que subjuguem apenas outros Sortais com Fases e Papéis Materiais. Os autores também recomendam que os Sortais com Fases, que correspondem a todas as fases pelas quais passa uma determinada entidade do domínio, devem ser subjuguados por um Tipo ou Quase-Tipo, que subjuga apenas esses. Outra restrição é que um Sortal com Fases nunca deve aparecer sozinho, pois sempre deve existir pelo menos um outro Sortal com Fase que corresponda a uma outra fase pela qual ele passa. Exemplos típicos de Sortais com Fases são Lagarta e Borboleta, que correspondem a fases pelas quais passa um determinado inseto durante a sua existência.

Atribuições consistem em propriedades que não fornecem e nem executam CI (-O, -I) e são antirrígidas (~R) e não dependentes (-D) ou semirrígidas (-R). Elas representam os atributos ou qualidades das entidades de um domínio, como cor, forma, tamanho. Em uma hierarquia, Atribuições podem subjugar quaisquer tipos de propriedades e podem ser subjuguadas por quaisquer propriedades não ordenáveis. A recomendação de Guarino e Welty (2000)**Erro! Fonte de referência não encontrada.** é que Atribuições subjuguem apenas Mixins e outras Atribuições, e sejam subjuguadas apenas por categorias. Porém, no presente contexto, não faz sentido Atribuição fazer parte de uma hierarquia de propriedades, uma vez que representa qualidades pertencentes a elementos do domínio modelado. Exemplos de Atribuições seriam Vermelho, Grande e Macho.

Mixins consistem em propriedades que apenas executam CI (-O, +I) e são semirrígidas (-R). Estas propriedades representam várias combinações de propriedades rígidas e não-rígidas. Em uma hierarquia, Mixins podem ser subjuguados por quaisquer tipos de propriedades, um devendo obrigatoriamente ser subjuguados por, no mínimo, uma propriedade ordenável, e podem subjugar qualquer tipo de propriedade também ordenável. Mixins são pouco restringidos pelas metapropriedades vistas anteriormente, o que desencoraja, segundo Guarino e Welty (2000)**Erro! Fonte de referência não encontrada.**, seu uso em uma ontologia, uma vez que podem gerar mais confusão na ordem na mesma. Exemplos de Mixins são Gato-ou-Arma, subjugando o Tipo Gato e o Papel Arma.

Metapropriedades				Tipos de Propriedade		Ordem
+O	+I	+R	+D	Tipo	SORTAL	
			-D			
-O	+I	+R	+D	Quase-Tipo		

Metapropriedades				Tipos de Propriedade		Ordem
			-D			NÃO SORTAL
-O	+I	~R	+D	Papel Material		
-O	+I	~R	-D	Sortal com Fase		
-O	+I	~R	+D	Mixin		
			-D			
-O	-I	+R	+D	Categoria		
			-D			
-O	-I	~R	+D	Papel Formal		
-O	-I	~R	-D	Atribuição		
		~R	+D			
			-D			

Quadro 4: Combinação das metapropriedades

Fonte: Adaptada de Guarino e Welty (2000)**Erro! Fonte de referência não encontrada..**

A metodologia OntoClean descreve o processo de criação de ontologia, baseado em metapropriedade, que definem as características dos relacionamentos taxonômicos (GUARINO e WELTY, 2002)**Erro! Fonte de referência não encontrada..** É possível observar que o objetivo principal da metodologia OntoClean está no fato de que ela proporciona mecanismos de desenvolvimento e validação dos relacionamentos entre classes de uma ontologia e das classes em si também. A ideia apresentada pelas noções de identidade, unidade, essência e dependência possuem uma relação em que é possível desdobramentos com o conceito de banco de dados. Porém, o processo de construção do conhecimento apresentado pela metodologia OntoClean não contempla o ciclo de vida exigido para a construção de conhecimento a partir do modelo físico dos bancos de dados relacionais.

2.3 EDITORES DE ONTOLOGIA

Algumas ferramentas, que têm sido usadas como um auxiliar no desenvolvimento de ontologias fornecem concepção lógica de modelagem, enquanto permitindo a visualização dos conceitos e relações, e muitas vezes permitem os usuários interagir com o mundo através da representação de uma interface gráfica. Pois como declara Campos (2004)**Erro! Fonte de referência não encontrada.,** "um modelo conceitual deve ser visto, também, como um espaço comunicacional em que transpomos o mundo fenomenal para um espaço de representação".

De acordo com o trabalho de Bortoleto (2010)**Erro! Fonte de referência não encontrada.**, há hoje um grande número de ferramentas para ontologias com o objetivo de dar suporte ao processo de desenvolvimento de ontologias (construção, anotação e integração) e ao uso de ontologias em aplicações. Dentre as diversas ferramentas que são utilizadas para o desenvolvimento de ontologias, que inclui ambientes e suítes que podem ser usadas para construir novas ontologias ou reusar ontologias existentes. Além das funcionalidades comuns de edição e navegação, estas ferramentas também incluem funcionalidades para documentação, exportação e importação de diferentes formatos, diferentes visualizações da ontologia construída, bibliotecas de ontologias e máquinas de inferências. Segue abaixo no quadro 5, uma breve descrição de algumas ferramentas:

Ferramentas	Descrição
APECKS (Adaptive Presentation Environment for Collaborative Knowledge Structuring)	É um servidor de ontologias que permite trabalho cooperativo através da criação de ontologias pessoais pelos usuários. Estas ontologias podem ser comparadas com outras e é possível a discussão sobre as diferenças e similaridades entre elas (TENNISON e SHADBOLT, 1998) ⁱⁱⁱ , (BORTOLETO,2010) Erro! Fonte de referência não encontrada.
DOME (Domain Ontology Management Environment)	É um ambiente para a manipulação de ontologias, cujo o principal objetivo é proporcionar os ambientes nos quais os desenvolvedores de ontologias possam utilizar ferramentas para desenvolver ontologias ou executar processos de engenharia reversa sobre fontes de dados, e que usuários ou agentes de software possam utilizar as ontologias desenvolvidas para, dinamicamente, integrar múltiplos sistemas de informação (BRIAN e ZHAN, 2000) ^{iv} , BORTOLETO,2010) Erro! Fonte de referência não encontrada.
JOE (Java Ontology Editor)	Ontologias do ponto de vista dessa ferramenta são entidades-relacionamentos ou modelos de uma dada base de conhecimento. Essa ferramenta não tenta validar a ontologia nem checa falhas no design - estes tipos de funcionalidades estarão nos planos futuros. Quando constrói ontologias, suporta apenas estruturas ontológicas mínimas, como entidades, atributos e relações. Atualmente, o principal objetivo é prover uma interface gráfica para a representação de ontologias que podem ser usadas em um ambiente de código aberto (JOE, 2009) ^v , (BORTOLETO,2010) Erro! Fonte de referência não encontrada.
KMgen	É um ambiente de edição de ontologias, no qual é possível descrever um domínio de conhecimento específico através dos conceitos e relacionamentos existentes. Tal descrição deve ser realizada com a especificação dos termos e da semântica do domínio (KMGGEN, 2010) ^{vi} , (BORTOLETO,2010) Erro! Fonte de referência não encontrada.
HOZO	Esse ambiente possui um visualizador e editor de ontologias que permitem o controle de versionamento no desenvolvimento, e é assumido que as ontologias podem ser desenvolvidas numa atividade paralela, em que as ontologias podem ser dependentes umas das outras; em um ambiente de desenvolvimento distribuído e que permite a edição e a visualização da ontologia remotamente, mantendo uma dependência consistente entre as ontologias, além de mapear as dependências entre as ontologias (KOZAKI ET AL, 2007) ^{vii} , (BORTOLETO,2010) Erro! Fonte de referência não encontrada.
OntoGloss	É uma ferramenta de anotação de ontologias que usa conceitos pré-definidos em uma linguagem de marcação. A diferença entre anotações regulares e anotações baseadas em ontologias é que a anotação é um texto simples, que é coletado baseado na estrutura fixada. A anotação é um conjunto de instâncias de classes e relacionamentos baseado na ontologia de domínio (MOSTOWFI, FOTOUHI, ARISTAR, 2005) ^{viii} , (BORTOLETO, 2010) Erro! Fonte de referência não encontrada.
OntoGloss	É uma ferramenta de anotação de ontologias que usa conceitos pré-definidos em uma

Ferramentas	Descrição
	linguagem de marcação. A diferença entre anotações regulares e anotações baseadas em ontologias é que a anotação é um texto simples, que é coletado baseado na estrutura fixada. A anotação é um conjunto de instâncias de classes e relacionamentos baseado na ontologia de domínio (MOSTOWFI, FOTOUHI, ARISTAR, 2005) ^{ix} , (BORTOLETO, 2010) Erro! Fonte de referência não encontrada.
Oiled	E um editor de ontologias desenvolvido por Sean Beachhofer na Universidade de Manchester. O propósito do editor é dar suporte à edição de ontologias com o uso da linguagem OIL (BECHHOFER ET AL, 2001) ^x , (BORTOLETO,2010) Erro! Fonte de referência não encontrada. , e não tem a intenção de ser um ambiente de desenvolvimento de ontologias completo. Não oferecendo suporte ao desenvolvimento de ontologias em larga escala, à migração e à integração de ontologias, a versionamento e a várias outras atividades que são envolvidas com a construção de ontologias, oferece apenas as funcionalidades necessárias para permitir aos usuários construir ontologias e demonstrar como o FaCT (Fast Classification of Terminologies) pode ser usado para checar e enriquecer ontologias. FaCT, através da lógica de descrição, é utilizado na classificação dos conceitos em uma ontologia. (FACT, 2003) ^{xi} , (BORTOLETO,2010) Erro! Fonte de referência não encontrada.
ONTOEDITOR	É ferramenta capaz de representar graficamente as ontologias, assim como armazená-las em um banco de dados relacional, num formato aprovado pela Web Semântica (VASCONCELOS, 2003) ^{xii} , (BORTOLETO,2010) Erro! Fonte de referência não encontrada. É utilizada para edição de ontologias via Internet, que implementa as visualizações arbóreas (<i>folder-tree</i>), hiperbólica (<i>Hyperbolic Tree</i>) e de grafos (<i>TouchGraph</i>).
ONTOSTUDIO	É um ambiente de modelagem mais ampla comercialmente para a criação e manutenção de ontologias. Distingue-se através de funções globais na modelagem da ontologia intuitiva. Também tem a capacidade de importar muitas estruturas, esquemas e modelos. Entre as funções mais importantes, estão: a ferramenta de mapeamento, a regra do editor gráfico e ambiente de teste integrado. Com a ferramenta de mapeamento, é possível mapear estruturas heterogêneas em si de forma rápida e intuitiva. O editor gráfico para o ambiente de teste integrado garante a qualidade da modelagem (ONTOPRISE, 2013) ^{xiii} , (BORTOLETO,2010) Erro! Fonte de referência não encontrada.
OWL NeOn Toolkit	Software multiplataforma, desenvolvido em Java, utiliza-se do <i>framework</i> do Eclipse para a criação de ontologias, gerando um arquivo owl. Este software não contém conexão com banco de dados, e em sua versão comercial é possível utilizar a integração com banco de dados. Na especificação não consta com qual banco de dados é possível se conectar e a partir de qual banco é possível fazer importação (NeOn Toolkit, 2012) ^{xiv} , (BORTOLETO,2010) Erro! Fonte de referência não encontrada.
Protégé	Essa ferramenta permite a construção de ontologias de domínio, tornando possível a criação de bases de conhecimento guiadas por ontologias que representem o conhecimento. Seus módulos de visualização permitem a navegação por entre as classes do domínio e plug-ins auxiliam no desenvolvimento da ferramenta e acrescentam flexibilidade na manipulação das ontologias (PROTÉGÉ PROJECT, 2010) ^{xv} , (BORTOLETO,2010) Erro! Fonte de referência não encontrada.
RDote - Relational Databases to Ontology Transformation Engine	É uma ferramenta para edição de ontologias desktop que implementa a visualização arbórea e de grafos, e não depende de um software auxiliar, como um interpretador, sob o qual terá que ser executado. Construído sobre a tecnologia JAVA, é independente de plataforma, e suas funcionalidades são baseadas no mapeamento das informações relacionais e das estruturas ontológicas, e o programa importa tanto projetos criados pelo próprio programa quanto ontologias armazenadas em bases de dados ou arquivos do tipo OWL (VAVLIAKIS et all, 2010) ^{xvi} , (BORTOLETO,2010) Erro! Fonte de referência não encontrada.
Semantic Turkey	É uma ferramenta de código-fonte aberto destinada à organização semântica do conteúdo observado durante a navegação web. Ele está disponível sob a forma de umplug-in para o navegador Firefox. Substitui os marcadores tradicionais, inovando com a capacidade de anotar os dados do conhecimento e suas respectivas localizações (SEMANTIC TURKEY, 2013) ^{xvii} , (BORTOLETO,2010) Erro! Fonte de referência não encontrada.
TopBraid Composer	É uma coleção de soluções integradas para web semântica, visualizada na figura 18. Todos os componentes funcionam em multiplataforma e implementam os padrões W3C

Ferramentas	Descrição
WEBODE	(TOPBRAID COMPOSER, 2013) ^{xviii} , (BORTOLETO,2010) Erro! Fonte de referência não encontrada. Diversas formas de importação de ontologias disponíveis: XML, RDF e informações de banco de dados relacionais. O que chama atenção no software é a variedade de visualizações que ele fornece: diagramas de classe, código-fonte, mapas geográficos, visualização de instrução SPARQL e de classes no modelo hierárquico. É uma ferramenta para modelagem do conhecimento, baseada nos princípios da Methontology (CORCHO et al, 2002) ^{xix} , (BORTOLETO,2010) Erro! Fonte de referência não encontrada. Foi desenvolvido no contexto da necessidade de integrar a engenharia ontológica de banco de dados, suportando três grupos de atividades: Desenvolvimento ontológico, gerenciamento e atividades de população; serviços de middleware ontológico para permitir o fácil uso e integração de tecnologias ontológicas na informação de sistemas; e aplicações de conjuntos de bases ontológicas de desenvolvimento para facilitar a criação da Ontologia de aplicativos.

Quadro 5: Ferramentas para construção, uso e edição de ontologias

Fonte: Desenvolvido pelo Autor

2.3.1 Protégé: editor de ontologias e bases de conhecimento

Para a construção da ontologia do domínio LAAIA, denominada OntoLAAIA, foi escolhida, dentre as opções mencionadas, a ferramenta Protégé (2013), em sua versão 4.2. O Protégé foi desenvolvido pelo *Stanford Medical Informatics* na escola de medicina da Universidade de Stanford (Califórnia, EUA) com o apoio de diversos colaboradores. Esta ferramenta dispõe de uma interface gráfica para edição de ontologias e uma arquitetura para a criação de ferramentas baseadas em conhecimento. Pode ser usada tanto por desenvolvedores de sistema como por especialistas em domínio para criar bases de conhecimento, permitindo representar facilmente o conhecimento de uma área. Este editor é capaz de tratar classes, com sua definição e exemplos, simultaneamente (PROTÉGÉ USER GUIDE, 2013). Sua interface gráfica provê acesso a barra de menus e barra de ferramentas, além de apresentar cinco áreas de visualização (*views*) que funcionam como módulos de navegação e edição de classes, atributos, formulários, instâncias e pesquisas na base de conhecimento, propiciando a entrada de dados e a recuperação das informações.

A interface gráfica da ferramenta permite o acesso a todas as funções através de abas para edição. Um projeto desenvolvido em Protégé integra a modelagem de classe que descrevem um determinado tema, a criação de uma ferramenta para a aquisição de conhecimentos, a inclusão de exemplos específicos de dados que constituem a base de conhecimento e a implementação de várias aplicações. A base de conhecimento que resulta é usada para resolver problemas e responder perguntas a respeito do domínio. Uma aplicação é o produto final criado quando a base de conhecimento é usada para resolver um problema

específico. Finalmente, a ferramenta permite a reutilização de ontologias e aplicações uma vez desenvolvidos.

A escolha do editor de ontologias e bases de conhecimento Protégé, como ferramenta a ser utilizada neste trabalho, foi favorecida pelos seguintes aspectos (PROTÉGÉ USER GUIDE, 2013)**Erro! Fonte de referência não encontrada.:**

- Ferramenta gratuita e de código aberto, não apresentando custos financeiros para a sua utilização;
- Arquitetura modulada que permite a inserção de novos recursos através de *plug-ins* ou extensões desenvolvidas para sua customização;
- Desenvolvida em Java e, portanto, multiplataforma. Funciona em ambientes Windows, Mac OS X, Linux, e outros;
- Possui interface gráfica interativa e amigável, ou seja, de fácil utilização;
- É multiusuário. Permite que vários usuários editem simultaneamente uma mesma ontologia, promovendo maior interatividade durante a representação, o uso e a visualização de conhecimento;
- É extensível, facilitando a inclusão de gráficos, tabelas e mídias como, imagem, som e vídeo;
- Suporta diferentes tipos de formatos de armazenamento, tais como: OWL, RDF, XML e HTML, para serem utilizados de acordo com as aplicações, inclusive externas a ferramenta;
- É amplamente difundida e utilizada. Conta com uma comunidade ativa de usuários por todo mundo que realiza pesquisas e projetos que otimizam o uso da ferramenta.

A arquitetura do Protégé é ilustrada na figura 1. A interface do usuário é definida pelos *plug-ins* e *slots* que fazem a *interface* frente a base de conhecimento definida pelo Protégé, representada pelo núcleo do mesmo que faz a comunicação com a base de armazenamento que podem ser em formato de banco de dados ou arquivos.

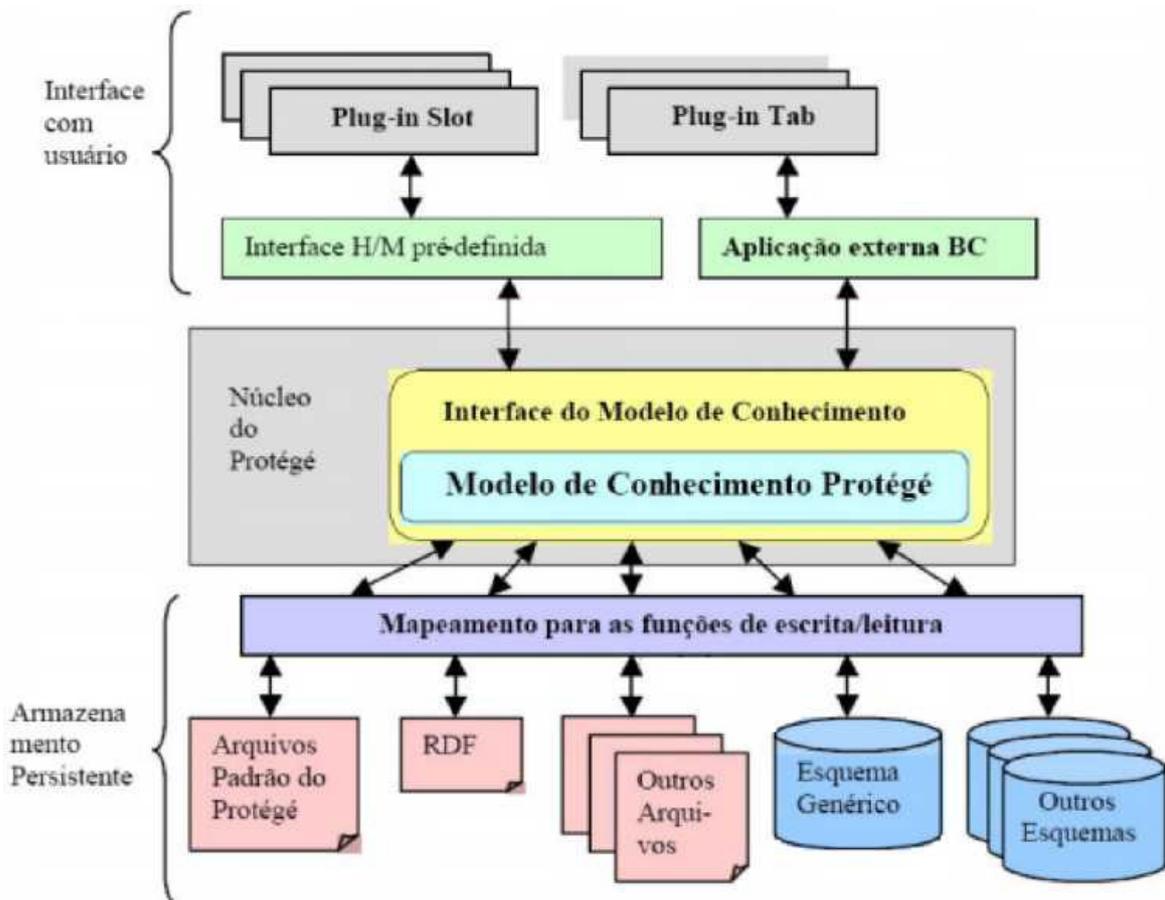


Figura 1: Estrutura do Editor Protégé.

Copyright © 2013 Stanford Center for Biomedical Informatics Research

Fonte: (PROTÉGÉ USER GUIDE, 2013)

A arquitetura do Protégé ajuda no crescimento da ferramenta, pois novos módulos são desenvolvidos preocupando-se somente com o módulo que se deseja, seja uma nova base de dados de armazenamento persistente ou um novo plug-in de interface com os usuários. Pois a sua estrutura está dividida em: interface com o usuário, núcleo do Protégé e armazenamento persistente.

2.3.1.2 Passos para o desenvolvimento de um projeto no Protégé

O sucesso de um projeto no Protégé conta com a boa elaboração das classes e da estrutura dos atributos. Ao construir uma ontologia deve-se balancear a intervenção de um especialista no domínio e de um desenvolvedor. Entretanto, o desenvolvimento da modelagem cabe a ambos, desde que se considere a clareza do domínio, o problema a ser resolvido e as potencialidades que a ontologia construída pode conter (PROTÉGÉ USER GUIDE, 2013).

Um projeto é um conjunto de arquivos que abriga classes e instâncias de uma ontologia. Este pode ser armazenado em um formato próprio da ferramenta ou padronizado para Bancos de Dados ou para linguagens específicas de ontologias, como OWL e RDF. Uma base de conhecimento para ser bem-sucedida e construída com Protégé é mais uma arte do que uma ciência (PROTÉGÉ USER GUIDE, 2013).

A ferramenta suporta o desenvolvimento iterativo, com ciclos de revisão da ontologia. Entretanto, os desenvolvedores não devem esperar a conclusão da ontologia sem considerar alguns aspectos do processo, os quais são sugeridos a partir de passos documentados no Guia online Protégé (2013) e servem para evitar alguns problemas possíveis no desenvolvimento de ontologias. Segue um breve resumo dos passos recomendados:

- 1°. Plano para a aplicação e uso esperados da base de conhecimento. Isso geralmente significa trabalhar com especialistas de domínio, que têm um conjunto de problemas que poderiam ser resolvidos com base de conhecimento de tecnologia. Devem ser levados em consideração os problemas que podem ser resolvidos com a construção de uma ontologia;
- 2°. Construir uma ontologia inicialmente pequena, com classes e atributos;
- 3°. Utilizar os formulários que o Protégé gera automaticamente. Estes formulários servem para povoar a base de conhecimento na medida em que são preenchidos os atributos de uma classe constituindo instâncias ou exemplos;
- 1°. Revisar a ontologia e seus formulários. É apropriado que especialistas no domínio ou usuários finais da modelagem conceitual façam isto. Grandes modificações na estrutura podem ser complicadas, por isso a importância da revisão que possibilita acompanhar a construção da ontologia evitando reconstruir alguma parte ou toda a base de conhecimento;
- 2°. Customizar os formulários de acordo com as necessidades e, se preciso retornar a edição da ontologia;
- 3°. Expandir a base de conhecimento com especialidade no domínio modelado para testar as aplicações desejadas;
- 4°. Testar a aplicação com os usuários finais. Esta etapa pode conduzir a revisões adicionais da ontologia.

A figura 2 mostra o fluxo de trabalho típico para um projeto Protege Quadros. As setas grandes indicam a progressão para frente através do processo, enquanto as setas pequenas mostram locais onde normalmente são necessárias revisões (tanto para a ontologia ou a ferramenta de aquisição de conhecimento).

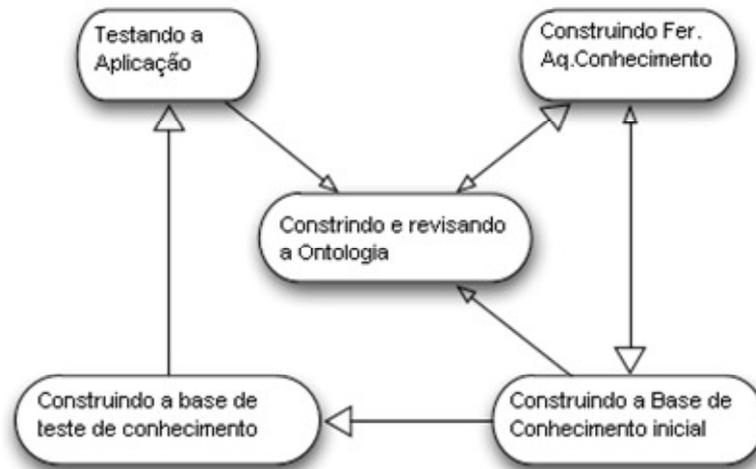


Figura 2: Fluxo de trabalho típico para um projeto Protégé-Frames

Fonte: Adaptado de Protégé User Guide (2013)

A plataforma Protégé possui duas principais formas de modelagem de ontologias (PROTÉGÉ USER GUIDE, 2013):

1. Editor de Frames do Protégé: permite ao usuário construir e preencher ontologias que são baseadas em frames de acordo com o protocolo OKBC (*Open Knowledge Base Connectivity*). Neste modelo, uma ontologia consiste em um conjunto de classes organizadas em uma classificação hierárquica para representar os conceitos importantes de um domínio, um conjunto de slots associados com as classes para descrever suas propriedades e relacionamentos, e um conjunto de instâncias destas classes - exemplares individuais dos conceitos que contém valores específicos para as suas propriedades.
2. Editor OWL do Protégé: permite aos usuários construir ontologias para a Web Semântica, em especial utilizando a linguagem OWL especificada pela W3C. Uma ontologia desenvolvida em OWL pode incluir descrições de classes, propriedades e suas instâncias. Dada uma determinada ontologia, a semântica formal da OWL

especifica como derivar suas consequências lógicas, isto é, fatos que não estão explicitamente presentes na ontologia, mas conferida pela semântica.

2.3.1.3 Termos Utilizados no Protégé

Conforme descrito Gruber (1996) na seção 2.2.2, o Protégé faz uso dos componentes básicos de uma ontologia, que para representar conceitos e as relações entre eles, trabalha com os seguintes elementos: *class* (classe), *slot* (atributo ou propriedade) e *instance* (instância); os quais carecem de melhor definição, e também uma explanação acerca dos formulários do Protégé.

Class (classe): Uma classe no Protégé é a representação abstrata de um conceito, identificado por um nome que o define. Conceito, por sua vez, tem atributos. Classes podem conter subclasses, ao mesmo tempo, uma classe tem pelo menos uma superclasse que contém até atingir o nível da superclasse *thing* que agrupa todas as demais. Vale ressaltar que uma classe que recebe os atributos de sua superclasse, e a eles são adicionados outros, esta função é chamada de herança múltipla. Logo, a hierarquia em que uma classe se insere complementa a definição de um conceito à medida que este herda propriedades, esta definição é complementada pelo estabelecimento de seus próprios atributos. Finalmente, um conceito pode ser ilustrado individualmente (ou instanciado).

Ícone Identificador	Papel (Role)	Descrição
	Classe concreta	Classe que pode ter instância direta.
	Classe abstrata	Classe que não pode ter instância direta.
	Classe concreta incluída de outro projeto	Classe concreta incluída a partir de outros projetos e que não pode ser editada e pode ter instância direta.
	Classe interna abstrata incluída de outro projeto	Classe concreta incluída a partir de outros projetos e que não pode ser editada e não pode ter instância direta.

Quadro 6: Ícone das classes no Protégé.

Fonte: (PROTÉGÉ USER GUIDE, 2013).

Slot (Atributo): Os atributos, ou propriedades, que individualizam ou qualificam uma classe são denominado *slots*, conforme ilustrados no quadro 7. Através destes é possível relacionar classes ou instâncias, conferindo a estas propriedades em comum. Os atributos são

herdados dentro de uma hierarquia de classes e podem ser reutilizados em mais de uma classe ao mesmo tempo, acumulando funções específicas em cada uma delas. A informação contida em um slot pode remeter a uma instância, a uma classe ou ter outro valor conforme o Quadro 5:

Ícone Identificador	Role (Papel)	Descrição
	Slot	Propriedade que individualiza ou qualifica a classe.
	Slot herdado	Propriedade herdada de uma superclasse.
	Slot overridden	Propriedade alterada para uma classe específica.
	Slot overridden herdado	Propriedade herdada alterada para uma classe específica.

Quadro 7: Ícone dos slots no Protégé.

Fonte: (PROTÉGÉ USER GUIDE, 2013).

Campo	Em português	Descrição
Name	Nome	Nome que identifica o slot
Value Type	Tipo de valor	Tipo de informação que o slot conterá.
Value	Qualquer	Qualquer um dos tipos abaixo.
Boolean	Lógico	Falso ou Verdadeiro.
Class	Classe	Associação com ou referência para outra Classe.
Float	Número racional	Número com casas decimais.
Instance	Instância	Associação com ou referência para outra Instância.
Integer	Número inteiro	Número sem casas decimais.
String	Alfanumérico	Cadeia de caracteres.
Symbol	Símbolo	Lista enumerada de cadeias de caracteres.
Minimum	Valor mínimo	Valor mínimo aceito para este slot.
Maximum	Valor máximo	Valor máximo aceito para este slot.
Documentation	Documentação	Descritivo a respeito do que o slot representa. (definição)
Cardinality Required at least	Ocorrências exigidas pelo menos	Se marcado, faz com que seja exigida uma quantidade mínima de elementos para este slot, especificada no campo at least.
Cardinality Multiple at most	Ocorrências múltiplas até no máximo	Se marcado, faz com que o slot aceite múltiplas ocorrências de elementos, sobretudo de instâncias, na quantidade máxima estipulada pelo campo at most.
Inverse Slot	Atributo inverso	Permite a criação de uma relação recíproca entre dois slots por meio do apontamento de um slot de uma para o slot da outra. Muito útil em casos que o preenchimento de um atributo de uma instância subentende uma contrapartida em um atributo de outra instância.
Template Value	Valor modelo	Faz com que o slot possua obrigatoriamente o valor descrito em Template Value.
Default Value	Valor padrão	Nos casos de múltipla escolha, apresenta um valor como o valor padrão.
Domain	Domínio	Uma ou mais classes nas quais o slot está sendo empregado.

Quadro 8: Possibilidade de Valores para um slot no Protégé.

Fonte: (PROTÉGÉ USER GUIDE, 2013).

Instance (Instância): A instância de uma classe é entendida como um exemplo individual que preenche os atributos desta classe. Vale lembrar que os atributos de uma classe

podem ser herdados de sua superclasse. As informações de uma instância são preenchidas em formulários onde os campos são atributos de uma classe, conseqüentemente o exemplo (ou instância) de uma classe é único devido às particularidades das informações contidas em seus atributos. Assim, as instâncias povoam a base de conhecimento à medida que são estabelecidas.

Form (Formulários): À medida que o usuário vai definindo as classes e seus respectivos *slots*, o Protégé automaticamente cria formulários para entrada de dados, ou seja, preenchimento de instâncias. Cada formulário está relacionado a apenas uma classe e é gerado a partir dos slots nela definidos. Os formulários são altamente personalizáveis, tanto a posição dos campos para entrada de dados quanto os valores destes dados, que representam um atributo e podem ser modificados.

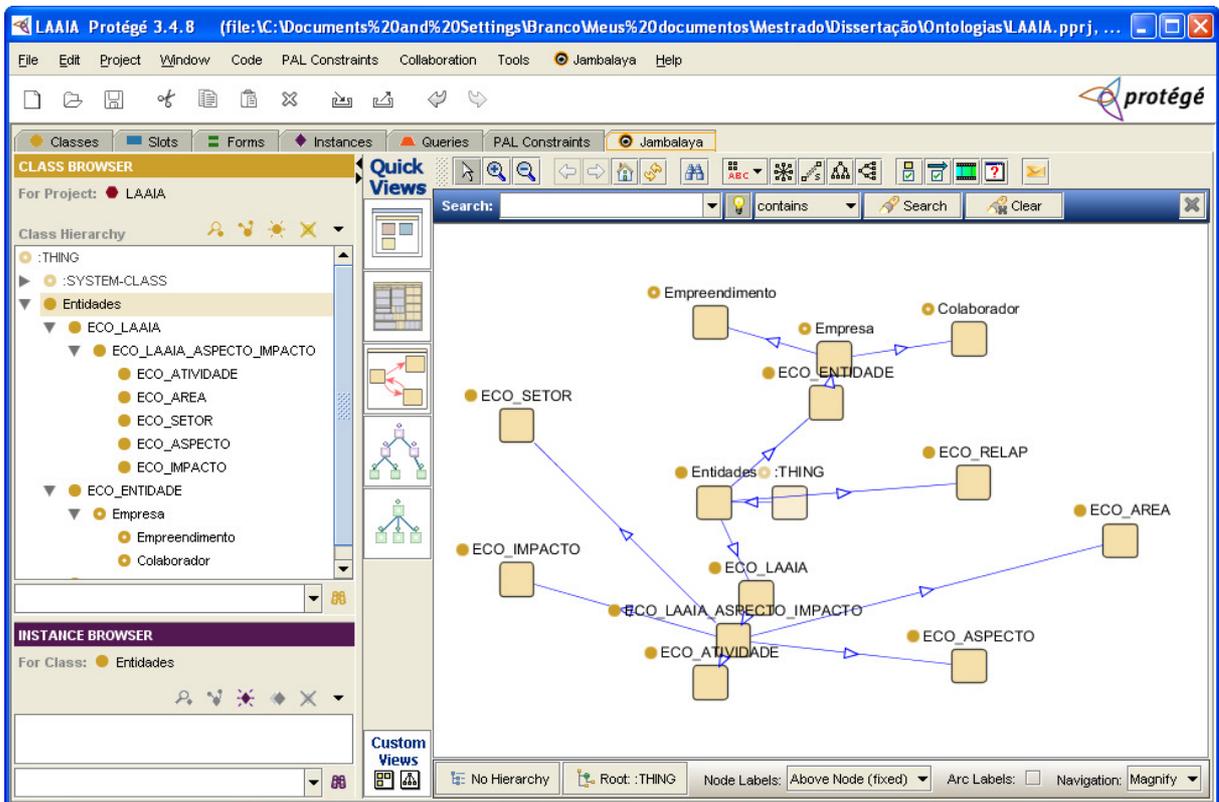


Figura 3: Os Conceitos do domínio do LAAIA na Ontologia OntoClean

2.2 EMPREENDIMENTOS DE ENGENHARIA

É necessária primeiramente a definição de Empreendimento, que para Ferreira (2009), empreendimento é a “Ação de empreender”, e empreender para o mesmo autor é “Tomar a resolução de fazer uma coisa (de certo vulto) e começá-la: empreender um trabalho”, e

engenharia é a “Ciência, técnica e arte da construção de obras de grande porte, mediante a aplicação de princípios matemáticos e das ciências físicas.”

A análise de enquadramento de Empreendimentos de Engenharia depende de conhecimento técnico específico em conformidade com a Lei Federal nº 5.194/66, que regula o exercício das profissões de Engenheiro, Arquiteto e Engenheiro-Agrônomo, e dá outras providências.

Por definição, empreendimento é uma atividade desenvolvida em uma determinada área física, podendo ser a atividade uma obra e/ou uma prestação de serviço de acordo com as seguintes definições:

- Obra: Toda construção, reforma, fabricação, recuperação ou ampliação realizada por execução direta ou indireta; (Inciso I, Art. 6º, da Lei Federal 8.666/93);
- Obra de Engenharia: É um empreendimento que envolve conhecimentos e técnicas de engenharia, com a aplicação e/ou emprego de mão de obra, materiais e equipamentos, perfeitamente distinto por sua individualidade ou por seu contrato de execução, sob responsabilidade técnica exclusiva de engenheiro, de profissão regulada pela Lei Federal nº 5.194/66;
- Serviço: Toda atividade destinada a obter determinada utilidade de interesse para a Administração, tais como: demolição, conserto, instalação, montagem, operação, conservação, reparação, adaptação, manutenção, transporte, locação de bens, publicidade, seguro ou trabalhos técnico-profissionais; (Inciso II, Art. 6º, da Lei 8.666/93);
- Serviço de Engenharia: Atividade intelectual e/ou física destinada a obter determinada utilidade que envolve trabalhos técnico-profissionais de engenharia, tais como assessoria, consultoria, vistoria técnica, perícia técnica, projeto, manutenção ou conservação, demolição e remoção de benfeitorias e de instalações, sob responsabilidade técnica exclusiva de engenheiro, de profissão regulada pela Lei Federal nº 5.194/66.

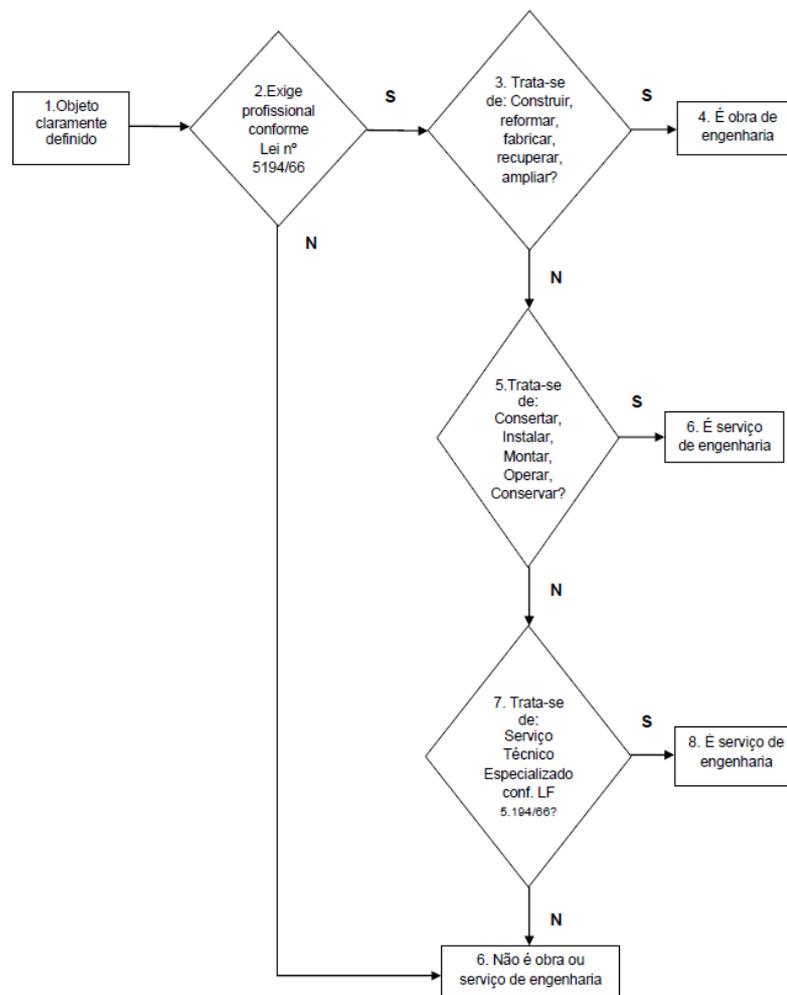


Figura 4: Fluxograma para enquadramento de Empreendimentos de Engenharia

Assim, constitui um empreendimento de engenharia o conjunto de atividades técnicas e administrativas utilizadas para desenvolver e/ou produzir bens e/ou serviços de bases tecnológicas.

2.2.1 O Mercado de Engenharia no Brasil

De acordo com o Plano Plurianual (PPA) 2012-2015 em grandes números, os investimentos público e privado para o período será no total de R\$ 1,2 trilhão em empreendimentos de engenharia, na qual a área de infraestrutura (Saneamento, Recursos Hídricos, Transportes, Energia, Habitação e Telecomunicações) concentra cerca de 26% recursos dos Programas Temáticos, que estão distribuídos, principalmente, entre os Programas Moradia Digna (R\$ 389,7 bilhões), Petróleo e Gás (R\$ 227,7 bilhões); Energia Elétrica (R\$ 177,2 bilhões), Combustíveis (R\$ 122,5 bilhões) e Transportes (R\$ 117,1

bilhões). O gráfico 1 a seguir ilustra a participação relativa dos principais grupos de Programas da área.

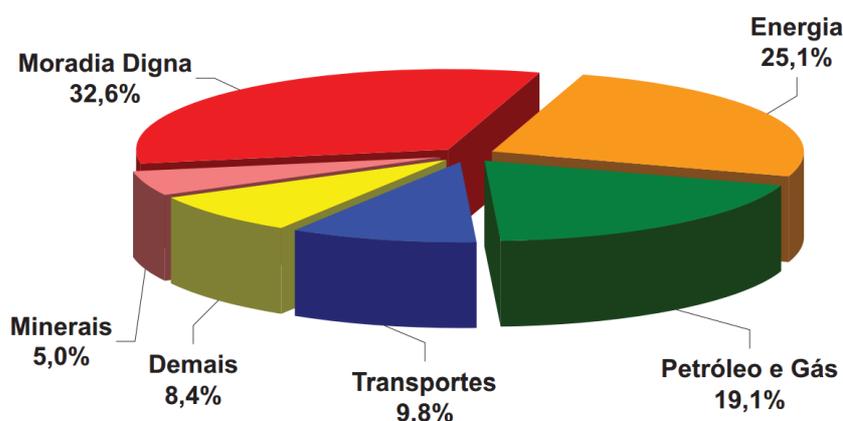


Gráfico 1: Alocação de Recursos por Área de Infraestrutura

Fonte: PPA 2012-2015, Ministério do Planejamento

2.2.2 Aspectos e Impactos Ambientais em Empreendimentos de Engenharia

No Brasil, com a promulgação da Lei nº. 6.938/1981, que discorre sobre a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), e estabelece um marco em matéria de legislação ambiental. Essa lei, além de instituir o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), formado por um conjunto de órgãos e instituições dos diversos níveis do Poder Público incumbido da proteção da natureza, a lei criou uma série de instrumentos com o fim de promover o desenvolvimento sustentável, através de uma gestão pública regulando a utilização dos recursos naturais.

De acordo com a Lei nº. 6.938/1981, acima citada, em seu art. 10, algumas atividades que tenham potencial relevante para causar degradação ou poluição ambiental e as que utilizam em demasia os recursos naturais, estão sujeitas a obrigatoriedade do uso dos instrumentos de prevenção em controle ambiental.

Com a promulgação da Constituição de 1988, o direito ao meio ambiente equilibrado foi consagrado constitucionalmente, sendo atribuído ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo. No seu art. 225, foi estabelecida uma nova dimensão jurídica ao meio ambiente, ao afirmar sua qualidade de bem de uso comum do povo e estabelece o princípio da prevenção, ao exigir, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação ambiental, os estudos e relatórios quanto aos aspectos e impactos relativos aos empreendimentos. Nesse contexto, no princípio da prevenção, o foco é

dirigido para as atividades cujas consequências já são identificadas como prejudiciais ao meio ambiente, e assim, por meio de medidas preventivas, buscam evitar danos ambientais já conhecidos e relacionados com determinadas atividades. Portanto, as políticas governamentais, a fim de identificar as melhores medidas, são elaborados estudos que buscam qualificar e quantificar as consequências ambientais da atividade.

A Resolução Conama nº 237/97 (CONAMA, 1997), que discorre sobre licenciamento ambiental, estabelece a observância de alguns aspectos como localização, instalação, ampliação e operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos naturais considerados efetivos ou potencialmente poluidores ou que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental. No art. 2º e parágrafo primeiro dessa resolução é mencionado o “Anexo 1” da mesma, no qual estão relacionadas as referidas atividades, nas quais são contemplados vários empreendimentos de engenharia.

O IBAMA, por meio da sua Instrução Normativa Nº 31, de 03 de dezembro de 2009 (IBAMA, 2009), na qual institui o Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Ambientais, estabelece em seu Anexo II (que tem como base o Anexo I da Resolução Conama nº 237/97) a tabela das atividades potencialmente poluidoras ou utilizadoras de recursos naturais, na qual consta a categoria de “Obras Civis” com seus respectivos código e grau de potencial poluidor ou de utilização de recursos ambientais, conforme tabela 1.

Tabela 1: Tabela de atividades de Obras Civis potencialmente poluidoras ou utilizadoras de recursos naturais

Código	DESCRICAÇÃO	Grau
22-1	Rodovias, ferrovias, hidrovias, metropolitanos	Médio
22-2	Construção de barragens e diques	Alto
22-3	Construção de canais para drenagem	Médio
22-4	Retificação de curso de água	Médio
22-5	Abertura de barras, embocaduras e canais	Médio
22-6	Transposição de bacias hidrográficas	Alto
22-7	Construção de obras de arte	Médio
22-8	Outras construções	Alto
22-9	Sondagem e perfuração de poços tubulares (artesianos)	Pequeno
22-10	Serviços especializados para construção	Médio

Conforme é estabelecido na tabela 1, a maioria das atividades de obras civis, que contemplam os empreendimentos de engenharia, tem de médio para alto o grau de potencial poluidor ou de utilização de recursos ambientais.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

O método pode ser definido de acordo com GIL (1999), como “caminho para se chegar a determinado fim”, e ainda define método científico como o “conjunto de procedimentos intelectuais e técnicos adotados para se atingir o conhecimento”. Esse mesmo autor, Gil (2002) afirma em outro trabalho que existem duas razões para se fazer pesquisa, a pesquisa por razões de ordem intelectual e razões de ordem prática. Onde a primeira se faz pelo próprio interesse em conhecer, e a segunda razão decorre do desejo de conhecer para aplicar na prática as contribuições desse conhecimento.

Diante das caracterizações de Gil (2002), pode-se destacar que este trabalho apresenta tanto razões de ordem intelectual como de ordem prática, uma vez que se pretende buscar conhecimento sobre um determinado assunto para que esse conhecimento seja aplicado na prática, através da busca do conhecimento e técnicas que auxiliem as organizações a melhor gerirem seus negócios.

A pesquisa pode ser definida conforme Marconi e Lakatos (2006), como “um procedimento formal com método de pensamento reflexivo que requer um tratamento científico e se constitui no caminho para se conhecer a realidade ou para descobrir verdades parciais”.

Entretanto, a pesquisa científica para Silva e Menezes (2005), pode ser classificada de quatro maneiras: quanto aos objetivos, quanto à forma de abordagem, quanto à natureza e quanto aos procedimentos adotados.

Quanto aos objetivos, o presente trabalho pode ser caracterizado como pesquisa exploratória, pois tem o objetivo de definir melhor o problema, proporcionar as chamadas intuições de solução, descrever comportamentos de fenômenos, identificar cursos relevantes de ação ou obter dados adicionais antes que se possa desenvolver uma abordagem, e é

significativa em qualquer situação na qual o pesquisador não dispõe de entendimento suficiente para prosseguir com o projeto de pesquisa, e ainda se caracteriza por flexibilidade e versatilidade com respeito aos métodos (MALHOTRA, 2006). Conforme Gil (2002), a pesquisa exploratória, assume, em geral, as formas de Pesquisas Bibliográficas e Estudos de Caso.

De acordo com Gressler (2003), a pesquisa apresenta duas grandes abordagens: a qualitativa e a quantitativa. A abordagem quantitativa pode ser caracterizada pela formulação de hipóteses, definições operacionais de variáveis, quantificação nas modalidades de coleta de dados e informações, e utilização de tratamentos estatísticos. Ainda de acordo com o autor, a abordagem quantitativa apoia suas conclusões em dados estatísticos. A abordagem qualitativa difere da quantitativa por não empregar instrumentos estatísticos como base para a análise. Utilizada para se descrever a complexidade de determinados problemas. Glazier e Powell (1992) descreve que a pesquisa qualitativa não é um conjunto de procedimentos que depende fortemente de análise estatística para suas inferências ou de métodos quantitativos para a análise. Nos estudos organizacionais, a pesquisa quantitativa permite a mensuração de opiniões, reações, hábitos e atitudes em um universo, por meio de uma amostra que o represente estatisticamente (HAYATI et al., 2006).

A partir dessas definições dos autores supra citadas, essa pesquisa pode ser classificada, quanto à forma de abordagem, como pesquisa qualitativa, uma vez que não são empregados instrumentos estatísticos.

Conforme explanado por Teixeira (2002), suas características principais são:

1. O pesquisador observa os fatos sob a ótica de alguém interno a organização;
2. A pesquisa busca uma profunda compreensão do contexto da situação;
3. A pesquisa enfatiza o processo dos acontecimentos, isto é, a sequência dos fatos ao longo do tempo;
4. O enfoque da pesquisa é mais desestruturado, não há hipóteses fortes no início da pesquisa. Isso confere à pesquisa bastante flexibilidade;
5. A pesquisa geralmente emprega mais de uma fonte de dados.

O presente trabalho, quanto à natureza, pode ser caracterizado como pesquisa aplicada, devido a intenção de servir como auxílio às práticas de gestão do meio ambiente das

organizações de uma forma geral através de sua aplicação, preservando as peculiaridades de cada aplicação (SILVA e MENEZES, 2001).

O presente estudo pode ser caracterizado a partir da classificação proposta de GIL (2002) **Erro! Indicador não definido.** como uma pesquisa bibliográfica, elaborada através de material publicado, principalmente como livros, dissertações, teses, artigos de periódicos, revistas especializadas e materiais na internet. O trabalho ainda pode ser caracterizado como um estudo de caso, através dos estudos dos diversos LAAIA de vários empreendimentos.

Conforme Mattos, Rosseto Junior e Blecher (2004), a pesquisa bibliográfica é considerada o primeiro passo de qualquer pesquisa científica, pois recolhe e seleciona conhecimentos prévios e informações acerca de um problema ou hipótese, já organizados e trabalhados por outro autor, colocando o pesquisador em contato direto com materiais e informações que já foram escritos anteriormente sobre determinado assunto.

Para Tachizawa e Mendes (1999), o estudo de caso “é uma análise específica da relação entre o caso real e hipóteses, modelos e teorias”. O estudo de caso é “circunscrito a uma ou poucas unidades, entendidas essas como pessoas, família, produto, empresa, órgão público, e tem caráter de profundidade e detalhamento, podendo ou não ser realizada em campo (VERGARA, 2005).



Figura 5: Tipo de Pesquisa

Fonte: Desenvolvido pelo Autor

3.2 BIBLIOMETRIA

A bibliometria, segundo Fonseca (1986), é uma técnica quantitativa e estatística de medição dos índices de produção e disseminação do conhecimento científico. Segundo Vanti (2002), a bibliometria é um conjunto de métodos de pesquisa em constante evolução, desenvolvido pela Biblioteconomia e pelas Ciências da Informação, que utiliza análises quantitativa, estatística e de visualização de dados não só para mapear a estrutura do conhecimento de um campo científico, mas também como uma ferramenta primária para a análise do comportamento dos pesquisadores em suas decisões na construção desse conhecimento. Para Araújo (2006), a área mais importante da bibliometria é a análise de citações, a qual contribui para o desenvolvimento da ciência, provém o necessário reconhecimento de um cientista por seus colegas, estabelecem os direitos de propriedade e prioridade da contribuição científica de um autor, constituem importantes fontes de informação, ajudam a julgar os hábitos de uso da informação e mostram a literatura que é indispensável para o trabalho dos cientistas (FORESTI, 1989).

A coleta das informações utilizadas nesta bibliometria foi feita pelo sistema *Web of Science* do índice de citações *ISI Citation Indexes*, o qual foi publicado pela primeira vez na imprensa em 1963, com dados de citações a partir de 1961 (Garfield, 1963). De acordo com Bar-Ilan (2010), em setembro de 2008 Thomson Reuters adicionou à *ISI Web of Science* as citações indexadas dos anais de conferências da área de Ciências, Ciências Sociais e Humanas. A *Web of Science* oferece acesso direto ao fluxo de informações multidisciplinar retrospectivas de cerca de 8.700 das revistas de grande prestígio, com alta relevância no mundo da pesquisa (Thomson Scientific, 2013). As referências de todos os itens indexados são extraídos, e a interface das referências citadas lista todas as citações de trabalhos às obras de um autor, independentemente dos itens citados serem indexados pelo *Web of Science* ou não (BAR-ILAN, 2008).

Com o objetivo de identificar a relevância tema-chave, foi realizado um levantamento bibliométrico através do Portal *Web of Science* **Erro! Indicador não definido.** (*Thomson Scientific / ISI Web Services*), sendo utilizados os descritores “*ontolog**”, “*environment**”, “*aspect**” e “*impact**”; restringido as categorias “*environmental**”, “*engineering**”, “*ecology*”, “*energy fuels*”, “*water resources*”, e “*geosciences multidisciplinary*”; e ano de publicação entre 1992 até 2012. Os dados foram obtidos no dia 15 de janeiro de 2013, através das seguintes buscas:

1. Radical “*ontolog**”, sem restrição de categoria (SC) e restrição do período de publicação: [TS=(ontolog*) AND PY=(1992-2012)] = 37381 publicações.
2. Radical “*ontolog**”, com restrição de categoria e ano de publicação: [TS=(ontolog*) AND WC= (ENVIRONMENT* OR ENGINEERING* OR ECOLOGY OR ENERGY FUELS OR WATER RESOURCES OR GEOSCIENCES MULTIDISCIPLINARY) AND PY=(1992-2012)] = 9094 publicações.
3. Radicais “*environment**” e “*aspect**”, com restrição de categoria e ano de publicação: [TS= (environment* AND aspect*) AND WC= (ENVIRONMENT* OR ENGINEERING* OR ECOLOGY OR ENERGY FUELS OR WATER RESOURCES OR GEOSCIENCES MULTIDISCIPLINARY) AND PY=(1992-2012)] = 22632 publicações.
4. Radicais “*environment**” e “*impact**”, com restrição de categoria e ano de publicação: [TS= (environment* AND impact*) AND WC= (ENVIRONMENT* OR ENGINEERING* OR ECOLOGY OR ENERGY FUELS OR WATER RESOURCES OR GEOSCIENCES MULTIDISCIPLINARY) AND PY=(1992-2012)] = 69800 publicações.
5. Radicais “*environment**”, “*aspect**” e “*impact**”, com restrição de categoria e ano de publicação: [TS= (environment* AND impact* AND aspect*) AND WC= (ENVIRONMENT* OR ENGINEERING* OR ECOLOGY OR ENERGY FUELS OR WATER RESOURCES OR GEOSCIENCES MULTIDISCIPLINARY) AND PY=(1992-2012)] = 4270 publicações.
6. Radicais “*ontolog**”, “*environment**” e “*impact**”, com restrição de categoria e ano de publicação: [TS= (ontolog* AND environment* AND impact*) AND WC= (ENVIRONMENT* OR ENGINEERING* OR ECOLOGY OR ENERGY FUELS OR WATER RESOURCES OR GEOSCIENCES MULTIDISCIPLINARY) AND PY=(1992-2012)] = 67 publicações.
7. Radicais “*ontolog**”, “*environment**” e “*aspect**”, com restrição de categoria e ano de publicação: [TS= (ontolog* AND environment* AND aspect*) AND WC= (ENVIRONMENT* OR ENGINEERING* OR ECOLOGY OR ENERGY FUELS OR WATER RESOURCES OR GEOSCIENCES MULTIDISCIPLINARY) AND PY=(1992-2012)] = 112 publicações.

8. Radicais “ontolog*”, “environment*”, “aspect*” e “impact*”, com restrição de categoria e ano de publicação: [TS= (ontolog* AND environment* AND aspect* AND impact*) AND WC= (ENVIRONMENT* OR ENGINEERING* OR ECOLOGY OR ENERGY FUELS OR WATER RESOURCES OR GEOSCIENCES MULTIDISCIPLINARY) AND PY=(1992-2012)] = 9 publicações.

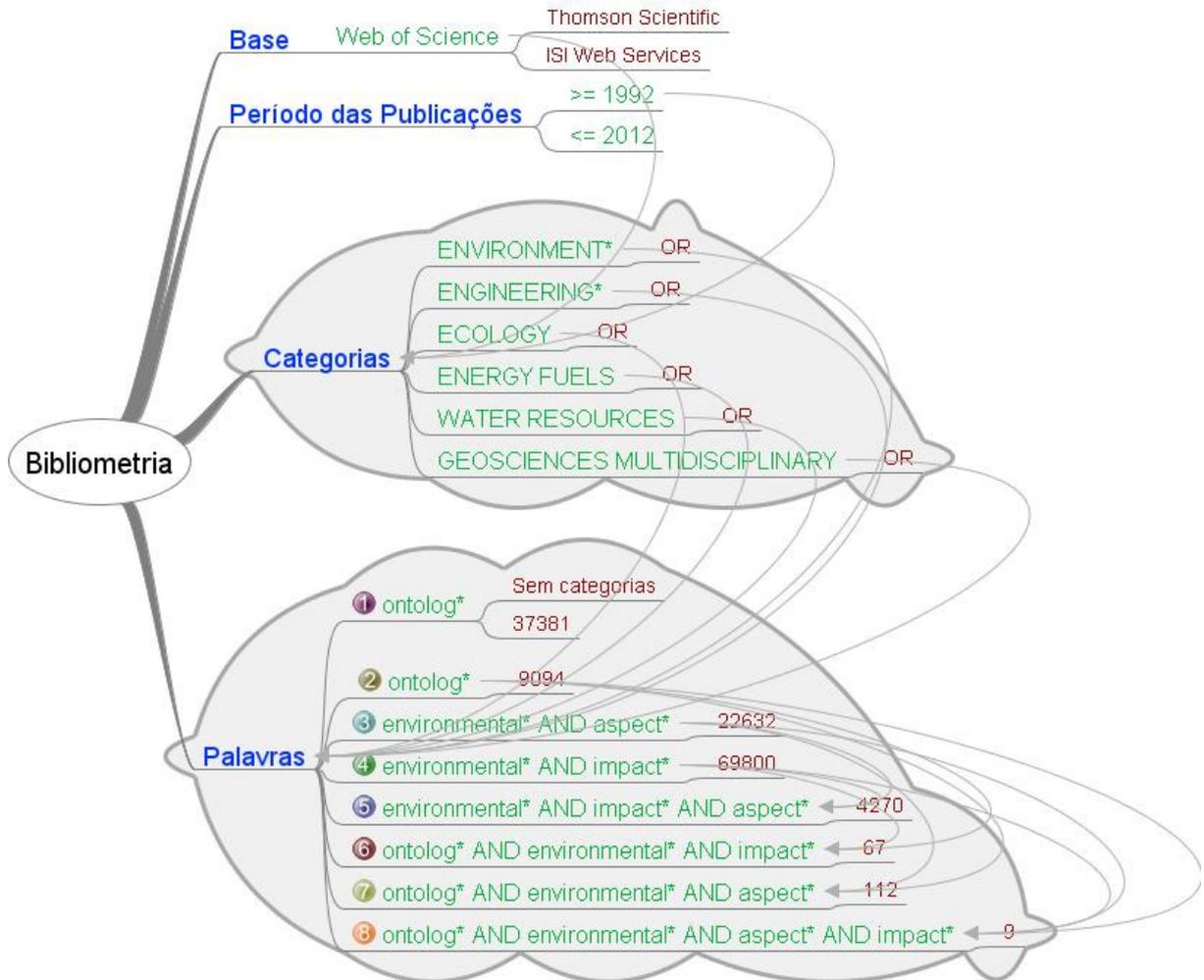


Figura 6: Fluxo da Bibliometria

Fonte: Desenvolvido pelo Autor

Tabela 2: Resultados Quantitativos e Acumulados Anuais por Busca Bibliométrica

Ano	ontolog* (SC)		ontolog*		environment* AND aspect*		environment* AND impact*		environment* AND impact* AND aspect*		ontolog* AND environment* AND impact*		ontolog* AND environment* AND aspect*		ontolog* AND environment* AND aspect* AND impact*	
	Qtde	Acum	Qtde	Acum	Qtde	Acum	Qtde	Acum	Qtde	Acum	Qtde	Acum	Qtde	Acum	Qtde	Acum
1992	158	158	9	9	273	273	629	629	26	26	0	0	0	0	0	0
1993	190	348	8	17	326	599	776	1405	46	72	0	0	0	0	0	0
1994	229	577	17	34	387	986	865	2270	45	117	0	0	0	0	0	0
1995	237	814	29	63	396	1382	1047	3317	65	182	0	0	0	0	0	0
1996	279	1093	25	88	575	1957	1346	4663	85	267	0	0	0	0	0	0
1997	339	1432	41	129	757	2714	1729	6392	101	368	0	0	0	0	0	0
1998	432	1864	52	181	863	3577	1973	8365	139	507	0	0	3	3	0	0
1999	458	2322	55	236	732	4309	1966	10331	105	612	0	0	0	3	0	0
2000	535	2857	75	311	933	5242	2346	12677	162	774	1	1	1	4	0	0
2001	579	3436	124	435	949	6191	2415	15092	155	929	2	3	3	7	0	0
2002	940	4376	237	672	911	7102	2470	17562	155	1084	2	5	1	8	0	0
2003	1367	5743	343	1015	1098	8200	3032	20594	197	1281	1	6	2	10	0	0
2004	1960	7703	316	1331	1034	9234	3073	23667	220	1501	2	8	6	16	1	1
2005	2743	10446	480	1811	1087	10321	3501	27168	212	1713	5	13	11	27	2	3
2006	3237	13683	588	2399	1287	11608	4028	31196	240	1953	4	17	7	34	1	4
2007	3830	17513	1375	3774	1686	13294	5017	36213	347	2300	7	24	12	46	0	4
2008	4416	21929	1517	5291	1833	15127	5641	41854	351	2651	6	30	16	62	2	6
2009	4795	26724	1574	6865	2119	17246	6698	48552	422	3073	12	42	23	85	2	8
2010	3679	30403	875	7740	1775	19021	6556	55108	374	3447	4	46	12	97	0	8
2011	3803	34206	773	8513	1836	20857	7263	62371	400	3847	12	58	11	108	0	8
2012	3175	37381	581	9094	1775	22632	7429	69800	423	4270	9	67	4	112	1	9
Total	37381		9094		22632		69800		4270		67		112		9	

Fonte: Desenvolvido pelo Autor

O Gráfico 2 apresenta as quantidades anuais das publicações conforme a busca das palavras-chave, onde destaca as quantidades expressivas de publicações sobre ontologias sem restrição de categoria, entretanto, ao acrescentar a restrição das categorias percebe-se uma vertiginosa queda nas publicações. Cabe ainda destacar a vultuosa quantidade de publicações referente a impactos ambientais, entretanto, ao combinar todas as palavras-chave, observa-se a carência de materiais publicado sobre o assunto tema dessa trabalho.

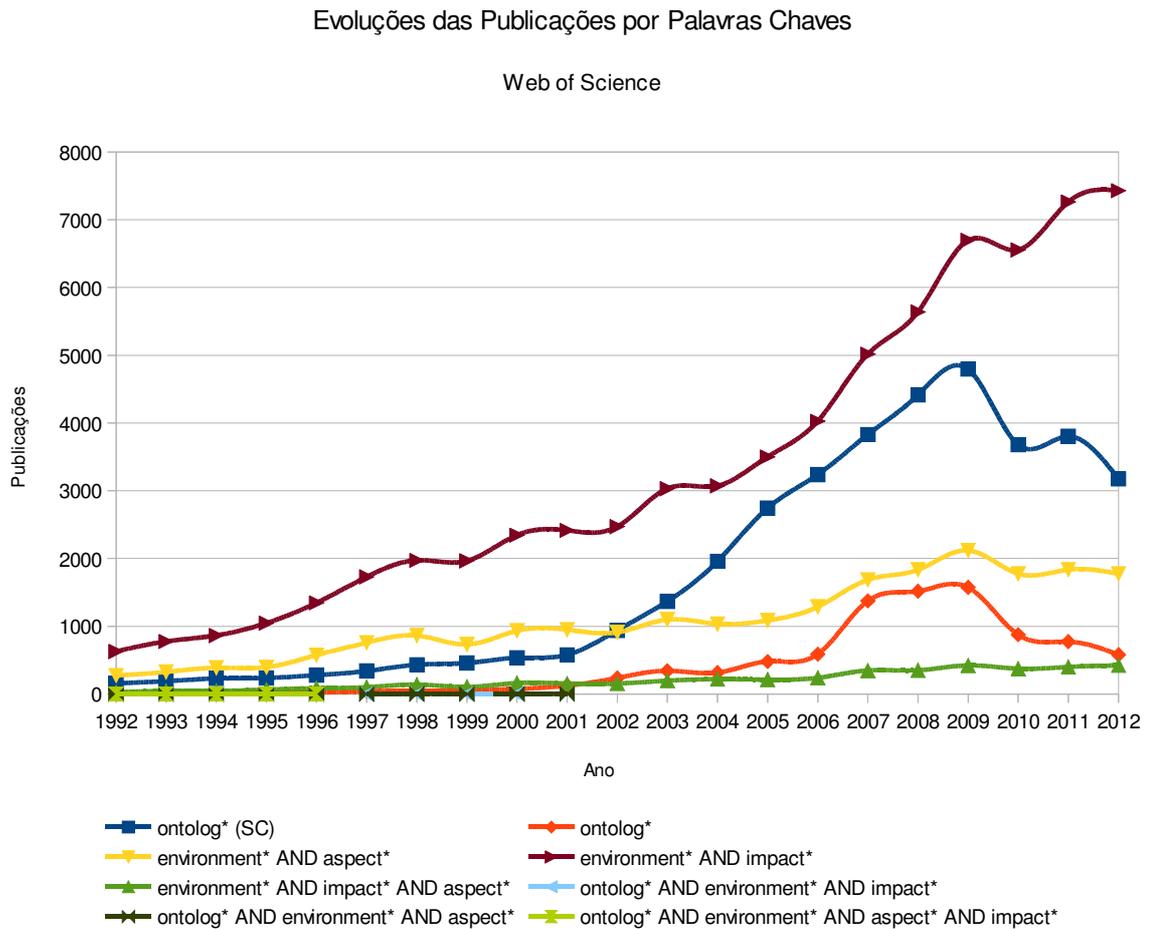


Gráfico 2: Evoluções das Publicações por Palavras Chaves

Fonte: Desenvolvido pelo Autor

Percebe-se, conforme o Gráfico 3, uma tendência de crescimento considerável de publicações para as palavras-chave ontologias, aspecto ambiental, e impacto ambiental. Porém, essa tendência não se reflete quando combina todas as palavras-chave, ratificando a relevância do tema alvo desse trabalho.

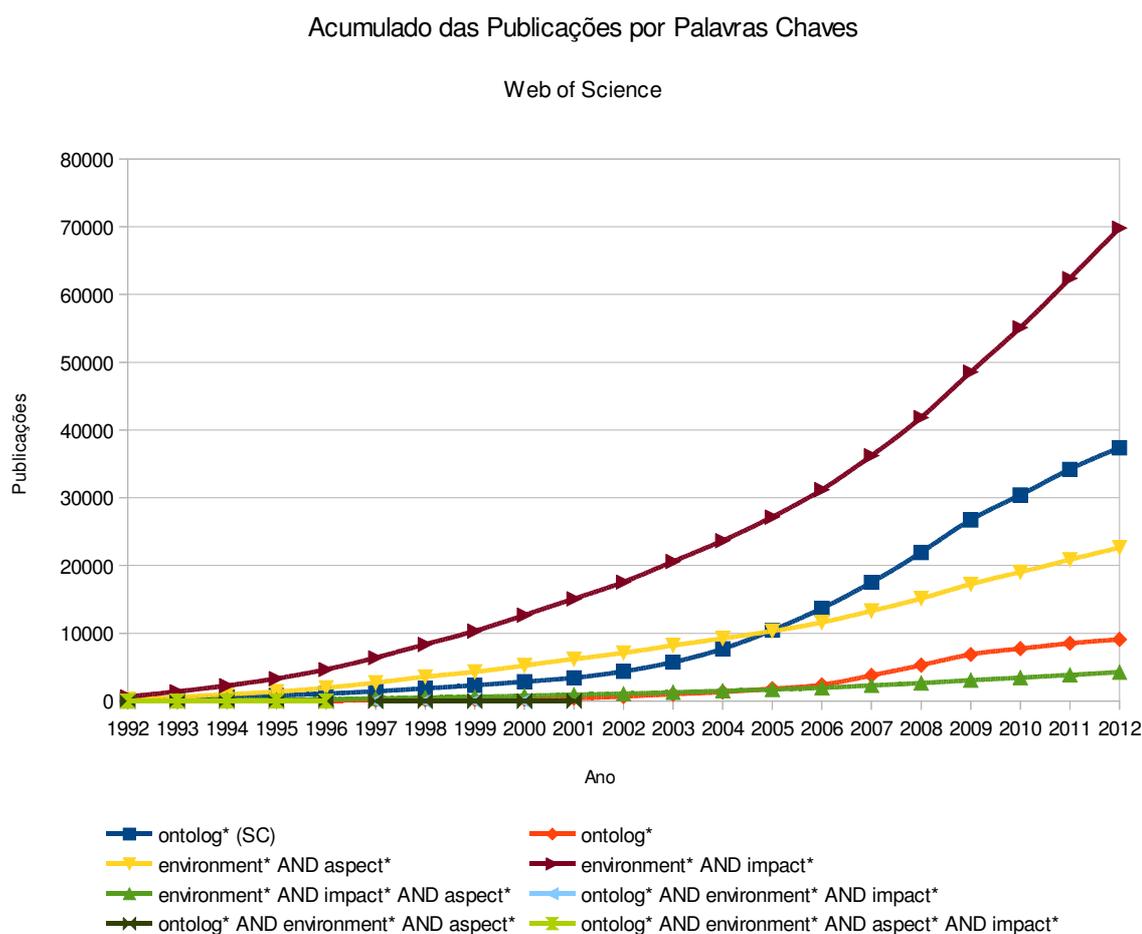


Gráfico 3: Acumulado das Publicações por Palavras Chaves

Fonte: Desenvolvido pelo Autor

Observando as informações obtidas através do levantamento bibliométrico, verifica-se a crescente preocupação da comunidade científica vinculada aos temas sobre ontologia, aspectos e impactos ambientais.

3.3 DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO

O quadro 9 apresenta o roteiro metodológico como o resumo de todos os passos da presente pesquisa seguindo a proposição de Chizzotti (2005).

Classificação da Pesquisa	Etapa do Trabalho	Período de Realização	Sub-Etapas/Atividades	Produtos
Pesquisa Bibliográfica	Revisão da Literatura	Junho/2012 a dezembro/2012	Fundamentação teórica da dissertação	Pesquisa sobre Sistema de Gestão Ambiental Pesquisa sobre desenvolvimento de Ontologias Pesquisa sobre Modelagem Conceitual
	Definição da Estratégia de Pesquisa	Junho/2012 a agosto/2012	Definição do Problema da Pesquisa Definição da Pergunta de Pesquisa Definição dos Objetivos Geral e Específicos	Problema de pesquisa definido Pergunta de pesquisa definida Objetivos definidos
Estudo de Caso: Fase Exploratória	Concepção e elaboração do método	Junho/2012 a agosto/2012	Elaboração dos Instrumentos de análise	Desenvolvimento do método de integração
Estudos dos Casos: Fase de Delimitação do Estudo	Construção da Proposição	Agosto/2012 a novembro/2012	Estrutura conceitual do LAAIA	Definição e análise da estrutura conceitual do LAAIA
			Revisão e melhorias	Análise crítica de efetividade das ontologias para o LAAIA
Estudo dos Casos: Fase de Elaboração do Relatório	Elaboração e apresentação da dissertação	Novembro/2012 a janeiro/2013	Melhoria da Proposição	Proposição melhorada
		Novembro/2012 a fevereiro/2013	Tratamento das informações e conclusões	Análise sistemática
		Março/2013	Consolidação da dissertação de mestrado	Elaboração do trabalho final
			Defesa da dissertação de mestrado	Apresentação da dissertação

Quadro 9: Classificação metodológica do trabalho e das atividades realizadas.

3.3.1 Descrição das etapas do estudo

Neste item tem-se a descrição resumida das etapas envolvidas na elaboração desta pesquisa.

3.3.1.1 Revisão literária

Esta etapa teve como principal objetivo a pesquisa bibliográfica visando o embasamento teórico sobre os assuntos abordados na dissertação e necessários para a realização dessa pesquisa.

A pesquisa na literatura sobre os assuntos abordados possibilitou ao autor o aprofundamento no assunto necessário para fazer as devidas referências sobre os assuntos assim como, fazer as considerações acerca dos mesmos.

3.3.1.2 Estruturação da pesquisa

Através da pesquisa bibliográfica, referida anteriormente, se possibilitou a estruturação da pesquisa ora apresentada. Com base no conhecimento proporcionado pela revisão literária, foi feita a classificação metodológica da pesquisa e sua estruturação a partir do problema identificado e dos objetivos propostos.

3.3.1.3 Fase Exploratória para a Concepção e Elaboração da Proposição

A partir do aprofundamento teórico, buscou-se a percepção e elaboração do instrumento de análise a ser utilizado na proposição, que consiste nas análises estruturais do LAAlA para o estabelecimento de relações conceituais no contexto da forma e estrutura conceitual deste contexto. A partir dessa priorização podem ser propostas as ontologias relativas ao tema dessa pesquisa e a concepção do modelo conceitual.

4 O DOMÍNIO LAAIA

Compreender o domínio de conhecimento que está sendo abordado é parte primordial para o desenvolvimento do modelo conceitual. Fazer definições, criar relações e povoar uma estrutura conceitual requer, além do entendimento do assunto, a consciência do que se pretende a partir da iniciativa de criar uma ontologia. Neste estudo, com a premissa de desenvolver uma modelagem de conceitos do domínio LAAIA, e para fomentar a disseminação de seus conceitos, tomaremos como base uma parcela dentro do universo de normas NBR ISO 14001:2004 (ABNT, 2004), desenvolvidas pela Comissão Técnica 207 da ISO (TC 207), como resposta à demanda mundial por uma gestão ambiental mais confiável, onde o meio ambiente foi introduzido como uma variável importante na estratégia dos negócios.

Outras informações e dúvidas relacionadas ao domínio, que não sejam sustentadas pela interpretação das normas supracitadas, serão requeridas com especialistas, documentos específicos e quaisquer outras fontes de informação que, em momento oportuno, venha sanar as questões levantadas à cerca do assunto. Neste momento, para tornar claros as considerações e acertos básicos sobre o domínio LAAIA, cabe uma breve explanação.

4.1 LAAIA

De acordo com Seiffert (2007), o Levantamento e Avaliação de Aspectos e Impactos Ambientais (LAAIA) se apresenta como uma ferramenta preventiva utilizada na política e gestão ambiental com o intuito de assegurar que um determinado projeto possível de causar danos ambientais seja analisado de acordo com os prováveis impactos no meio ambiente e que esses mesmos impactos sejam analisados e tomados em consideração no seu processo de aprovação.

A avaliação das consequências ou interações das atividades de determinada organização sobre o meio ambiente é uma forma de evitar que acidentes ambientais ocorram e

de se buscar a melhoria do processo de forma a minimizar os impactos sobre o meio ambiente, além de constituir um item fundamental para as empresas que buscam a certificação da série NBR ISO 14001:2004 (ABNT, 2004) para seu sistema de gestão ambiental.

Para melhor compreensão dos conceitos relativos ao LAAIA, cabe ficar estabelecido que os aspectos são elementos das atividades ou produtos ou serviços de uma organização que pode interagir com o Meio Ambiente; e os impactos são qualquer modificação do Meio Ambiente, adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em parte, dos aspectos ambientais da organização.

O aspecto é definido pela NBR ISO14001 (ABNT, 2004) como “[...] elementos das atividades, produtos e serviços de uma organização que podem interagir com o meio ambiente”. O aspecto tanto pode ser uma máquina ou equipamento como uma atividade executada por ela ou por alguém que produzam (ou possam produzir) algum efeito sobre o meio ambiente. Chamamos de “aspecto ambiental significativo” aquele aspecto que tem um impacto ambiental significativo.

Segundo a definição trazida pela Resolução n.º 001/86 do CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente), Artigo 1º, o impacto ambiental é: “[...] qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população; II - as atividades sociais e econômicas; III - a biota; IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; V - a qualidade dos recursos ambientais.” Ou seja, “impactos ambientais” podem ser definidos como qualquer alteração (efeito) causada (ou que pode ser causada) no meio ambiente pelas atividades da empresa quer seja esta alteração benéfica ou não.

Esta definição também é trazida na NBR ISO14001 (requisito 3.4.1) (ABNT, 2004) **Erro! Indicador não definido.**, onde o impacto ambiental é definido como: “qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte no todo ou em parte, das atividades, produtos ou serviços de uma organização”.

Desta forma, podemos classificar os impactos ambientais em: adversos, quando trazem alguma alteração negativa para o meio; e benéficos, quando trazem alterações positivas para o meio (aqui, entenda-se “meio” como a circunvizinhança da empresa/indústria, incluindo o meio físico, biótico e social).

São considerados impactos ambientais significativos àqueles que por algum motivo são considerados graves pela empresa de acordo com sua possibilidade de ocorrência, visibilidade, abrangência e/ou outros critérios que a empresa/indústria pode definir.

Na NBR ABNT ISO 14001 (ABNT, 2004), o tema é objeto do requisito 4.3.1. Segundo esse requisito da Norma:

A organização deve estabelecer, implementar e manter procedimento(s) para: a) identificar os aspectos ambientais de suas atividades, produtos e serviços, dentro do escopo definido de seu sistema da gestão ambiental, que a organização possa controlar e aqueles que ela possa influenciar, levando em consideração os desenvolvimentos novos ou planejados, as atividades, produtos e serviços novos ou modificados. b) determinar os aspectos que tenham ou possam ter impactos significativos sobre o meio ambiente (isto é, aspectos ambientais significativos). A organização deve documentar essas informações e mantê-las atualizadas. A organização deve assegurar que os aspectos ambientais significativos sejam levados em consideração no estabelecimento, implementação e manutenção de seu sistema da gestão ambiental (ABNT, 2004).

Os procedimentos relativos ao LAAIA devem ser desenvolvidos de acordo com a abordagem da engenharia de sistemas (ES), e bem como criar e manter este LAAIA está operacionalmente ligada a uma abordagem sistêmica, pois o mesmo é um pré-requisito para a certificação das organizações pela NBR ISO 14001:2004 (ABNT, 2004) **Erro! Indicador não definido.**, (SEIFFERT, 2007).

O LAAIA consiste na verificação sistemática, reproduzível e interdisciplinar do efeito de uma ação proposta e suas alternativas práticas. Estes são os componentes chave do planejamento das mais variadas atividades que possam comprometer os atributos físicos, biológicos, culturais e socioeconômicos do meio ambiente; e serve de estudo para abordar como forma de processo de avaliação dos efeitos ecológicos, econômicos e sociais, que podem advir da implantação de atividades antrópicas (empreendimento, projetos, planos e programas), e de monitoramento e controle desses efeitos pelo poder público, pela sociedade envolvida e principalmente pela empresa em questão.

A elaboração de um LAAIA é apoiada em estudos ambientais elaborados por equipes multidisciplinares que no estudo em questão participaram alguns funcionários da própria empresa, os quais apresentaram diagnósticos, descrições, análises e avaliações sobre os impactos ambientais efetivos e potenciais referentes aos seus setores.

O LAAIA tem como objetivo definir e estabelecer a sistemática para levantamento e avaliação dos aspectos e impactos relativos ao Meio Ambiente decorrentes das atividades,

produtos ou serviços das organizações, dentro do escopo definido no seu sistema de gestão, determinando aqueles que são significativos e os controles necessários.

No processo de identificação de aspectos e avaliação de impactos, devem ser levados em consideração, quando pertinente, os seguintes itens:

- Todas as Áreas/ Divisões e Setores/ Processos existentes;
- As atividades rotineiras e não-rotineiras;
- As atividades das pessoas que tem acesso ao local de trabalho (incluindo terceirizados e visitantes);
- Os aspectos e impactos não ligados diretamente às atividades da organização ou decorrentes de atividades de terceiros, sobre os quais a empresa não exerce controle direto, mas que pode e/ou deve exercer alguma influência.
- Fatores humanos pertinentes, tais como habilidades, comportamento, e limitações;
- Infraestrutura, equipamentos e materiais no local de trabalho, independente de quem os tenha fornecido;
- Mudanças ou propostas de mudanças nos processos, atividades, produtos ou serviços;
- As obrigações legais decorrentes dos requisitos aplicáveis;
- Qualquer mudança no desenho das áreas de trabalho, processos, instalações, máquinas ou equipamentos, procedimentos operacionais e organização do trabalho, incluindo sua adaptação à capacidade humana.

O LAAIA deverá ser realizado e revisado, levando-se em consideração nos seguintes casos, por exemplo:

- Na implantação do Sistema de Gestão;
- Durante o projeto de novas instalações, produtos ou serviços;
- Sempre que houver alterações nos processos, atividades, produtos ou serviços;
- Havendo alterações importantes em qualquer elemento do filtro de determinação da importância e significância;
- Quando os controles não se mostrarem eficazes ou quando da conclusão da implementação dos mesmos;

- Sempre que os resultados das auditorias internas, a critério do “Representante da Administração”, indicarem a necessidade de uma avaliação/ revisão global ou setorial do levantamento.
- Quando do aparecimento de uma atividade não identificada.

Quando determinada atividade for realizada em condições adversas ao que normalmente ocorre, deverá, sempre que julgado necessário ser realizada uma avaliação da interferência destas condições nos aspectos e impactos identificados, tendo como premissas básicas que a identificação e avaliação dos aspectos e impactos são realizadas através da análise das atividades, entrevistas, inspeções, medições, resultados de auditorias, etc., considerando todos os processos existentes na organização.

O desenvolvimento do LAAIA tem basicamente o seguinte fluxo:

1. Definição das Áreas;
2. Definição dos Setores;
3. Levantamento das Atividades;
4. Identificação e caracterização dos Aspectos;
5. Identificação dos Impactos;
6. Avaliação dos impactos;
7. Identificação das medidas de controles;
8. Definição de ações (Plano de Ação).
9. Identificação dos Requisitos Legais e Outros;

Para cada atividade levantada, são identificados os Aspectos, os respectivos Impactos associados (potenciais ou reais), independentemente da existência de dispositivos de controle, da probabilidade de ocorrência e da severidade. Ciente que de uma atividade podem decorrer vários aspectos e desses, vários impactos.

4.1.1 Caracterização e Avaliação dos Aspectos

São considerados na Avaliação dos Aspectos e Impactos os critérios usados, devendo ser mantido as pontuações e as nomenclaturas empregadas.

4.1.1.1 Situação

Serão consideradas as seguintes situações de ocorrência do aspecto, conforme o quadro 10:

SITUAÇÃO	DESCRIÇÃO
Normal (N)	Aspectos inerentes a operações normais, incluindo as manutenções, paradas e partidas rotineiras.
Anormal (A)	Aspectos inerentes a operações anormais, incluindo as manutenções, paradas e partidas não rotineiras.
Previsível/ Emergência (P/E)	Aspectos prováveis/ possíveis relacionados a operações normais ou anormais, os quais podem caracterizar ou não uma emergência.

Quadro 10: Situações de ocorrência do aspecto

Fonte: Desenvolvido pelo Autor

Os cenários em que os aspectos tiveram a situação definida como Previsível/Emergência, a severidade dos impactos definida como maior ou igual a 3 (Severidade ≥ 3) e que demande ações rápidas, com a aplicação de recursos humanos capacitados e organizados, recursos materiais e procedimentos específicos.

4.1.1.2 Incidência

Indica o quão diretamente um aspecto está associado às atividades, produtos ou serviços da organização, e sob seu controle, classificando de acordo com o quadro 11 em:

INCIDÊNCIA	DESCRIÇÃO
Direta (D)	Aspecto está associado às atividades, produtos ou serviços, executados sob o controle da organização;
Indireta (I)	Aspecto está associado a atividades, produtos ou serviços, de fornecedores/prestadores de serviços ou mesmo por clientes, sobre os quais a organização pode e/ou deve exercer alguma influência.

Quadro 11: Incidência do aspecto

Fonte: Desenvolvido pelo Autor

4.1.1.3 Probabilidade Referente ao Aspecto

No quadro 12 são apresentados os critérios para pontuação da probabilidade de ocorrência do aspecto. Esta avaliação servirá de base para determinação da probabilidade de ocorrência impacto e consequentemente, para a determinação da Importância. Sendo que a probabilidade de realização das atividades deve ser considerada na determinação da probabilidade de ocorrência do aspecto em função da relação entre eles.

CLASSIFICAÇÃO da PROBABILIDADE	CRITÉRIO
Baixa (1)	Ocorrência \leq 3 dias ou vezes ao ano.
Média (2)	Ocorrência $\geq 4 \leq 180$ dias ou vezes ao ano.
Alta (3)	Ocorrência > 180 dias ou vezes ao ano.
Eliminado (0)	Aspecto deixou de ocorrer

Quadro 12: Critérios para pontuação da probabilidade de ocorrência do aspecto

Fonte: Desenvolvido pelo Autor

4.1.1.4 Classe

Indica se o efeito do impacto no Meio Ambiente, considerando que benéfico é efeito positivo no Meio Ambiente e adverso o efeito negativo, conforme o quadro 13.

CLASSE	EXEMPLO
Benéfico (B)	Redução do consumo de recursos naturais (pelo uso de material reciclável).
Adverso (A)	Poluição do solo (pela disposição inadequada de resíduos).

Quadro 13: Classe do efeito do impacto no Meio Ambiente

Fonte: Desenvolvido pelo Autor

4.1.1.5 Temporalidade

O quadro 14 estabelece o nexos temporal do impacto com a época de desenvolvimento da atividade, produto e serviço ou ocorrência do aspecto.

TEMPORALIDADE	DESCRIÇÃO	EXEMPLO
Passado (P)	Impactos passados, que não ocorrem mais em função da eliminação dos aspectos, seja por não ser mais realizadas as atividades, produtos ou serviços, seja em decorrência de alterações nos processos, não se aplicando esta condição de ocorrência no primeiro levantamento.	Contaminação do solo por disposição de resíduos em área inapropriada (Pátio de Resíduos desativados).
Atual (A)	Impactos atuais, reais ou potenciais, associados a aspectos decorrentes de atividades, produtos ou serviços desenvolvidos no presente ou, no caso de Meio Ambiente, no passado.	Contaminação do solo por derramamento de óleo durante as manutenções de equipamentos. Contaminação do lençol freático por disposição de resíduos em área inapropriada (Pátio de Resíduos desativados).
Futuro (F)	Impactos previsíveis, que poderão resultar de aspectos, também previsíveis,	Contaminação atmosférica, devido à instalação do gerador a Diesel.

TEMPORALIDADE	DESCRIÇÃO	EXEMPLO
	decorrentes de desenvolvimentos planejados e/ou novos e/ou de atividades, produtos e serviços novos ou modificados (posterior à avaliação inicial).	Aumento da possibilidade de contaminação hídrica e do solo, devido ao aumento da capacidade produtiva.

Quadro 14: Temporalidade do impacto relativo ao nexa da atividade ou ocorrência do aspecto

Fonte: Desenvolvido pelo Autor

4.1.1.6 Abrangência

A Abrangência indica a delimitação do espaço físico que podem ser atingidas pelo impacto, de acordo com o quadro 15.

CLASSIFICAÇÃO DA ABRANGÊNCIA	DESCRIÇÃO
Pequena = 1	Impacto restrito ao setor/local de realização da atividade.
Média = 2	Impacto restrito a área da organização.
Grande = 3	Impacto extrapola a área da organização.
Eliminado = 0	Abrangência deixou de ocorrer

Quadro 15: Abrangência quanto a delimitação do espaço físico

Fonte: Desenvolvido pelo Autor

4.1.1.7 Probabilidade Referente ao Impacto

No quadro 16 são apresentados os critérios para pontuação da probabilidade de ocorrência do impacto real ou potencial. Devendo ser considerada na pontuação, quando pertinente:

- A probabilidade de ocorrência dos aspectos;
- A falha nos controles;
- Fatores humanos pertinentes, tais como habilidades, comportamento, e limitações;

No que concerne aos fatores humanos, estes devem ser considerados sempre que existir uma interface humana e levando-se em conta questões tais como facilidade de uso, potencial para erros operacionais, estresse do operador e fadiga do usuário. Ao considerar fatores humanos, deve ser considerado o seguinte e suas interações:

- A natureza do trabalho (arranjo físico do local de trabalho, informações do operador, carga de trabalho, trabalho físico, padrões de trabalho),

- O meio ambiente (calor, iluminação, ruído, qualidade do ar),
- Comportamento humano (temperamento, hábitos, atitude),
- Capacidades psicológicas (cognição, atenção),
- Capacidades fisiológicas (variação biomecânica, antropométrica/ física das pessoas)

Quando algum fator humano interferir na importância, o que será definido no campo “Fator humano interfere na Importância?” com a indicação de “Sim” ou “Não”, deverá ser estabelecido controle e/ou ação voltada para o ser humano.

PROBABILIDADE	CRITÉRIO/ DESCRIÇÃO
Baixa (1)	Impactos associados a aspectos de baixa probabilidade de ocorrência ou que apesar destes terem uma média ou alta probabilidade, aqueles ocorrem ou podem ocorrer em menos de 10% das vezes. (Altamente Improvável)
Média (2)	Impactos associados a aspectos com média ou alta probabilidade de ocorrência, porém, ocorrem ou podem ocorrer em até 50% das vezes em que estão presentes os aspectos. (Improvável)
Alta (3)	Impactos associados a aspectos com alta probabilidade de ocorrência, porém, ocorrem ou podem ocorrer em mais de 50% das vezes em que estão presentes os aspectos. (Provável)
Eliminado (0)	Impacto deixou de ocorrer

Quadro 16: Critérios para pontuação da probabilidade de ocorrência do impacto

Fonte: Desenvolvido pelo Autor

Deve-se observar que a probabilidade do impacto está diretamente relacionada com a probabilidade de ocorrência do aspecto. Assim, sendo a probabilidade do aspecto igual a 1, não tem como a probabilidade do Impacto ser 3.

4.1.1.8 Severidade

A Severidade indica a consequência real ou potencial do impacto no meio ambiente, conforme definido no quadro 17.

Durante a análise da severidade, visando seu melhor enquadramento, deverá ser observado sempre que possível a capacidade de impactar do aspecto em função das características dos aspectos em relação, por exemplo, à quantidade, qualidade e intensidade; características do local e a abrangência dos impactos.

SEVERIDADE	DESCRIÇÃO do DANO
Não causa danos (1)	“Alterações no meio ambiente” é de caráter mais visual e/ou voltados para o “meio ambiente do trabalho” (saúde ocupacional), não chegando a: a) prejudicar a saúde, a segurança e o bem-estar da população; b) criar condições adversas às atividades sociais e econômicas; c) afetar desfavoravelmente a biota; d) afetar as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente; e) lançar matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos; Enquadrar-se-ão também nesta classificação, para os fins deste procedimento, os impactos com efeitos benéficos sobre o meio ambiente.
Causa danos leves (2)	Impacto no meio ambiente não chega a comprometer nenhuma espécie de vida, os recursos naturais e/ou a saúde pública, podendo as condições naturais ser restabelecida através da adoção de pequenas ações/medidas ou mesmo sem a necessidade da intervenção humana.
Causa danos graves (3)	Impacto no meio ambiente pode comprometer alguma espécie de vida, os recursos naturais e/ou a saúde pública, podendo a recuperação depender de recursos consideráveis.
Causa danos gravíssimos (4)	Impacto no meio ambiente compromete alguma espécie de vida, os recursos naturais e/ou a saúde pública, podendo a recuperação ser impossível ou depender de meios especiais e recursos consideráveis.
Eliminado (0)	Severidade deixou de existir

Quadro 17: Severidade quanto a consequência real ou potencial do impacto

Fonte: Desenvolvido pelo Autor

4.1.1.9 Partes Interessadas

Indica a existência de alguma demanda (reclamação) registrada ou conhecida de partes interessadas, tais como, ONGs, órgãos públicos, acionistas, empregados, clientes, comunidade, relativa a algum aspecto ou impacto. A indicação da existência ou não de Partes Interessadas deverá ser da seguinte forma:

“S” (Sim) – Havendo Partes Interessadas;

“N” (Não) – Não havendo Partes Interessadas;

4.1.1.10 Requisitos Legais e Outros

Indica a existência ou não de requisito legal ou outro requisito regulando o assunto pertinente aos aspectos ou impactos levantados e avaliados.

4.1.1.11 Importância

A Importância é determinada pelo somatório da Probabilidade de ocorrência do impacto e da Severidade (Importância = (Valor da Probabilidade) + (Valor da Severidade)), sendo o fator principal para a determinação da significância dos aspectos e impactos; definição do nível de significância dos aspectos e impactos; e a determinação da necessidade

de manutenção, melhoria ou estabelecimento de medidas de controle, visando a prevenção, mitigação e/ou eliminação dos impactos.

No LAAIA quando do cadastramento dos dados, será registrada a Importância Primária que terá, no primeiro momento, o mesmo valor do campo Importância Atual que representa a situação atual do cenário em análise. No caso de implementação ou melhoria de algum controle, a probabilidade, por exemplo, de ocorrência de um impacto poderá diminuir, e com isso a Importância atual. Nestes casos, o valor da Importância Primária será mantido alterando-se apenas o valor da Importância Atual. Com isso, pretende-se demonstrar o desempenho na gestão dos aspectos e impactos.

4.1.1.12 Significância

A Significância define a necessidade de manutenção, melhoria ou estabelecimento de medidas de controles, para prevenção, mitigação e/ou eliminação dos impactos.

Determinação da Significância:

- Importância (I) < 4 – Aspecto/Impacto: Não Significativo;
- Importância (I) = 4 e Severidade (S) = 1 - Aspecto/Impacto: Não Significativo;
- Importância (I) ≥ 4 e Severidade (S) > 1 - Aspecto/Impacto: Significativo;

Exceções à regra padrão para determinação da significância:

1. A existência de requisito vinculado ao aspecto e impacto o caracterizará como significativo, devendo ser tratado conforme o nível de significância em que for enquadrado.
2. Existindo Partes Interessadas, de forma expressa, não considerado neste contexto exigências técnicas/ condicionantes que visam à manutenção das licenças/ autorizações, os Aspectos e Impactos relacionados ao caso, serão considerados “Significativos”.

Nas situações em que os Aspectos e Impactos forem considerados “Significativos” pela só existência de “Partes Interessadas”, incluindo os casos que o não seriam se não estivessem vinculados a nenhum requisito, os mesmos serão enquadrados no nível de significância “Moderado” e deverão ser reavaliados. Os Aspectos e Impactos considerados “Significativos” enquadrados no nível de significância “Suportável” terão seus status alterados também para “Moderado” quando da existência de Partes Interessadas.

Durante a nova avaliação, a qual deverá se dar posteriormente à verificação e tomada de ações para adequação e atendimento da demanda existente, quando esta for considerada procedente, a indicação da existência de partes interessadas deverá passar a ser “Não”.

Este deverá ser o procedimento adotado em todos os casos em que haja partes interessadas, ou seja, verificação e tomada de ações para adequação e atendimento da demanda existente, quando esta for considerada procedente e, atendida a demanda da(s) parte(s) interessada(s), a sua indicação no LAAIA passar a ser “Não”.

4.1.1.13 Nível de Significância do Impacto com base na Importância

Severidade + Probabilidade	Eliminado (0)	Não causa danos (1)	Danos leves (2)	Danos graves (3)	Danos gravíssimos (4)
Baixa (1)	I = 0 Eliminado	I = 2 Trivial	I = 3 Trivial	I = 4 Suportável	I = 5 Moderado
Média (2)	I = 0 Eliminado	I = 3 Trivial	I = 4 Suportável	I = 5 Moderado	I = 6 Substancial
Alta (3)	I = 0 Eliminado	I = 4 Trivial	I = 5 Moderado	I = 6 Substancial	I = 7 Insuportável
Eliminado (0)	I = 0 Eliminado				

Quadro 18: Nível de Significância do Impacto com base na Importância

Fonte: Desenvolvido pelo Autor

4.1.1.14 Controles

Campo destinado à indicação das medidas de controles para eliminação, mitigação e/ou prevenção dos impactos levantados e avaliados. Ao determinar os controles ou considerar as mudanças nos existentes, deve-se priorizar, na ordem em que estão listados, os seguintes critérios:

Eliminação – modificar um projeto para eliminar o aspecto;

Substituição – substituir por um material menos impactante ou reduzir a energia do sistema (por ex., reduzir a força, corrente elétrica, pressão, temperatura, etc.);

Controles de engenharia – instalar sistemas de ventilação, proteção de máquina, intertravamentos, enclausuramentos acústicos, etc..

4.1.1.15 Plano de Ação

É destinado à indicação da existência de medidas/ações a serem adotadas, para eliminação, mitigação e/ou prevenção dos impactos levantados e avaliados, as quais serão tratadas no Plano de Ação.

As medidas para gestão dos aspectos e impactos significativos deverão refletir, onde exequível, o princípio da eliminação dos aspectos, seguida da redução da importância, seja através da redução da probabilidade de ocorrência do impacto ou da severidade potencial destes.

4.1.1.16 Gerenciamento dos Aspectos e Impactos Levantados e Avaliados

Os aspectos e impactos significativos deverão ser considerados pela organização, quando pertinente, ao estabelecer e analisar seus objetivos e metas, além de considerá-los no estabelecimento, implementação e manutenção do sistema de gestão como um todo.

4.1.1.17 Aspectos e Impactos Não Significativos

Os aspectos e impactos considerados “Não Significativos” durante a avaliação, serão enquadrados no nível Trivial não havendo necessidade de implementação de controles ou mudanças nos por acaso existentes. Entretanto, devem ser mantidos e monitorados os que existirem, principalmente no caso de serem os responsáveis pelo enquadramento neste nível.

4.1.1.18 Aspectos e Impactos Significativos

- **Nível Trivial:** Para os aspectos e impactos considerados “Significativos” enquadrados no nível Trivial, não há necessidade de implementação de controles ou mudanças nos por acaso existentes. Entretanto, devem ser mantidos e monitorados os que existirem, principalmente no caso de serem os responsáveis pelo enquadramento neste nível.
- **Nível Suportável:** Para os aspectos e impactos considerados “Significativos” enquadrados no nível Suportável, nenhum controle adicional será necessário, podendo, no entanto, ser aperfeiçoado. Os controles devem ser monitorados, com vista a assegurar que as condições serão mantidas.
- **Nível Moderado:** Para os aspectos e impactos considerados “Significativos” enquadrados no nível “Moderado”, esforços devem ser feitos para reduzir a Importância. Se a Importância estiver associada a consequências gravíssimas (Severidade = 4), uma avaliação posterior poderá ser necessária, a fim de estabelecer

mais precisamente, a probabilidade de ocorrência do impacto, como base para determinar a necessidade de controles aperfeiçoados.

- **Nível Substancial:** Para os aspectos e impactos considerados “Significativos” enquadrados no nível “Substancial”, recursos consideráveis poderão ter de ser alocados para reduzir a Importância. Não estando a atividade em andamento ou execução a mesma não deverá, se possível, ser iniciada até que a “Importância” tenha sido reduzido.
- **Nível Insuportável:** Para os aspectos e impactos considerados “Significativos” enquadrados no nível Insuportável, deverá ser analisada a possibilidade de não iniciar ou paralisar a atividade.

4.1.1.19 Aspectos e Impactos Significativos

Havendo necessidade de implementação de medidas ou ações para prevenir, mitigar e/ou eliminar os impactos, deverão ser priorizados aqueles de maior importância. Nos casos em que as importâncias sejam idênticas, os seguintes dados deverão ser observados como critério de desempate:

1. O grau de Severidade;
2. A Abrangência do Impacto;
3. A existência de Partes Interessadas;
4. A existência de Requisitos Legais.
5. Os recursos técnicos e financeiros disponíveis e necessários;

4.2 MODELOS CONCEITUAIS DO ONTOLAAIA

Nessa etapa do trabalho tem como propósito descrever o domínio do LAAIA, bem como os domínios dos dois subsistemas de apoio, como o de Requisitos Legais e Outros Aplicáveis (RELAP), e o de estrutura organizacional; definindo os modelos conceituais através das adaptações feitas a partir da metodologia proposta por Bortoleto (2010)**Erro! Indicador não definido.**, e validando os modelos para utilização posterior.

A seguir, os passos aplicados na análise do modelo do LAAIA com o auxílio da ontologia:

- **Primeiro passo:** através da leitura dos metadados na busca e identificação das chaves primárias, chaves estrangeiras e tabelas auxiliares, bem como os relacionamentos (compostas apenas de chaves estrangeiras).
- **Segundo passo:** através dos relacionamentos (chaves estrangeiras) detectados, são feitas a leitura e identificação das tabelas/entidades que possuem vínculo.
- **Terceiro passo:** depois de identificadas as tabelas relacionadas, são realizadas varreduras nos atributos, verificando os tipos, através do Data Type e do Nome de cada um.
- **Quarto passo:** Os atributos são categorizados em Nominais (textos/strings) e Numéricos (valores em geral).
- **Quinto passo:** Os atributos das tabelas analisadas são agrupados por equivalência de Data Type, Nome e Valores, respectivamente.

Assim, a construção do modelo conceitual, em que se percebem os vínculos entre as entidades de acordo com as metapropriedades e a aplicação da CI para cada caso, será desenvolvido de acordo com os passos da metodologia acima apresentada, com a qual permitirá uma melhor compreensão para a construção do modelo. Os passos apresentados são proposições aplicadas a um modelo do LAAIA, mas podem ser estendidos de acordo com as características de cada modelo de dados a ser analisado.

4.2.1 Modelo do LAAIA

Refere-se às informações a respeito do levantamento e avaliação dos aspectos e impactos ambientais propriamente ditos, como o referido empreendimento, setor, área, a estrutura dos profissionais participantes no desenvolvimento e manutenção do LAAIA em suas referidas fases, e as informações referentes aos aspectos e impactos ambientais, tais como: a atividade, os requisitos aplicados e demais atributos pertinentes citados na seção 4.1.

Para a construção do diagrama entidade-relacionamento, foram aplicados o primeiro e o segundo passo, mostrados na figura 7.

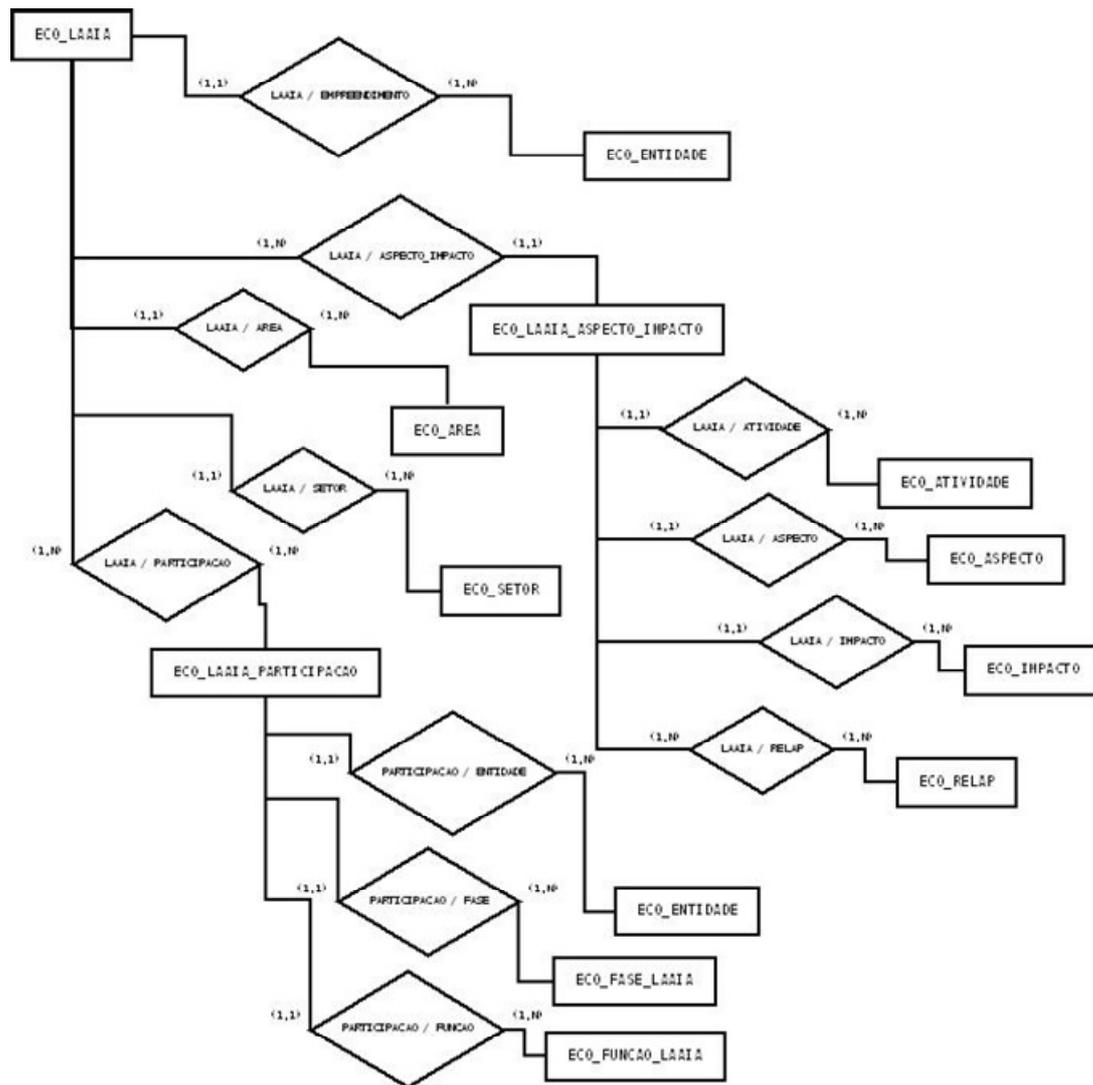


Figura 7: DER do LAAIA

Fonte: Desenvolvido pelo Autor

Para a construção do modelo entidade-relacionamento, após a construção do diagrama entidade-relacionamento, foram inseridos os atributos e as tabelas com seus respectivos relacionamentos, conforme a figura 8.

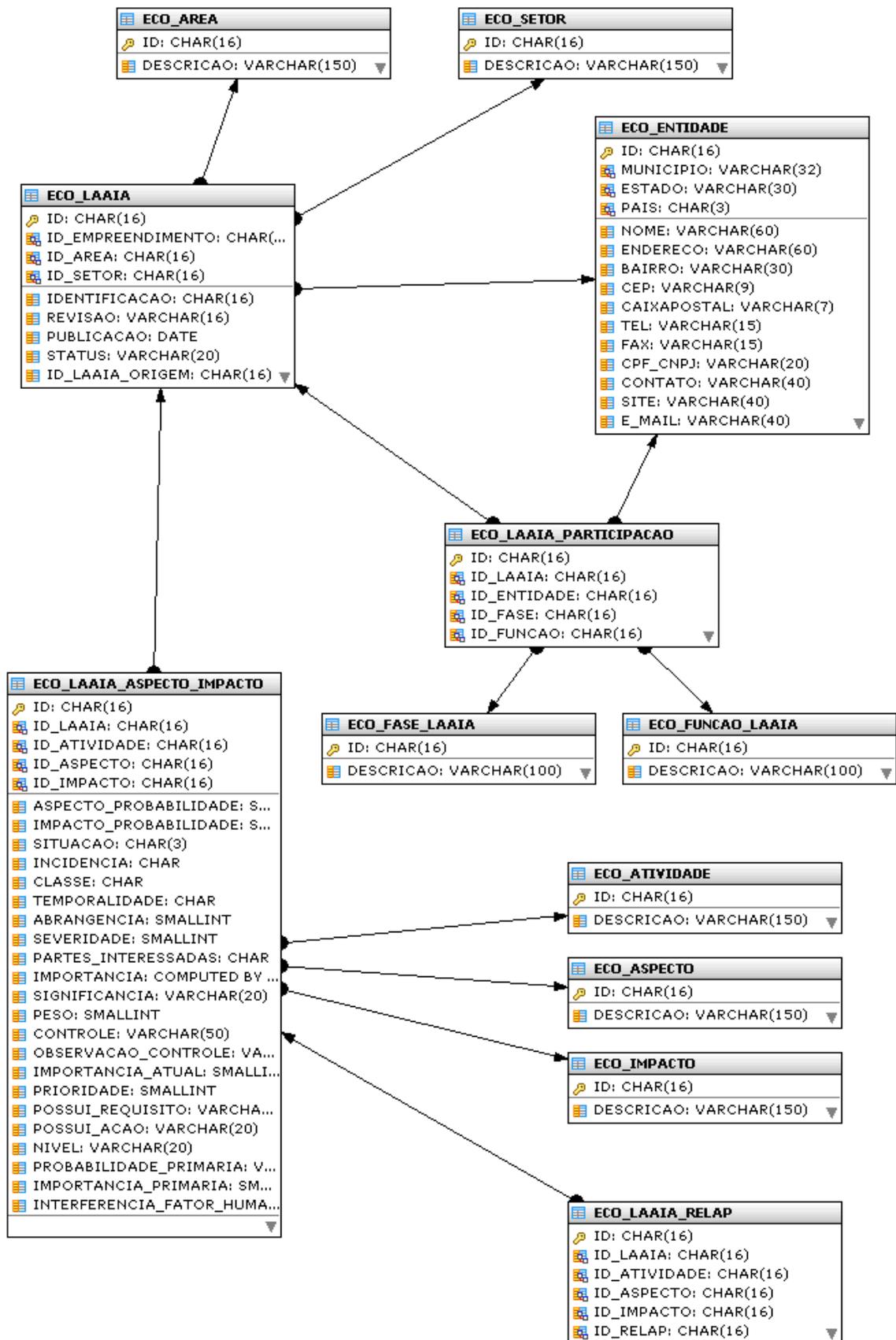


Figura 8: Modelo lógico do LAAIA

Fonte: Desenvolvido pelo Autor

A tabela 3 representa as entidades com seus atributos e seus tipos (*Data type*), bem como suas respectivas chaves primárias (PK) e chaves estrangeiras (FK) correspondentes, a sua obrigatoriedade (*Not Null*) e valor padrão (*Default*).

Tabela 3: Representação das entidades no domínio do LAAIA

Atributo	Data type	PK	FK	Not Null	Default
ECO_LAAIA					
ID	CHAR(16)	X		X	
ID_EMPREENDIMENTO	CHAR(16)		X	X	
IDENTIFICACAO	CHAR(16)				
REVISAO	VARCHAR(16)				
PUBLICACAO	DATE				
ID_AREA	CHAR(16)		X	X	
ID_SETOR	CHAR(16)		X	X	
STATUS	VARCHAR(20)				
ID_LAAIA_ORIGEM	CHAR(16)				
ECO_AREA					
ID	CHAR(16)	X		X	
DESCRICAO	VARCHAR(150)			X	
ECO_SETOR					
ID	CHAR(16)	X		X	
DESCRICAO	VARCHAR(150)			X	
ECO_LAAIA_PARTICIPACAO					
ID	CHAR(16)	X		X	
ID_LAAIA	CHAR(16)		X	X	
ID_ENTIDADE	CHAR(16)		X	X	
ID_FASE	CHAR(16)		X	X	
ID_FUNCAO	CHAR(16)		X	X	
ECO_FASE_LAAIA					
ID	CHAR(16)	X		X	
DESCRICAO	VARCHAR(100)			X	
ECO_FUNCAO_LAAIA					
ID	CHAR(16)	X		X	
DESCRICAO	VARCHAR(100)			X	
ECO_LAAIA_ASPECTO_IMPACTO					
ID	CHAR(16)	X		X	
ID_LAAIA	CHAR(16)		X	X	
ID_ATIVIDADE	CHAR(16)		X	X	
ID_ASPECTO	CHAR(16)		X	X	
ID_IMPACTO	CHAR(16)		X	X	

ASPECTO_PROBABILIDADE	SMALLINT			X	'I'
IMPACTO_PROBABILIDADE	SMALLINT			X	'I'
SITUACAO	CHAR(3)			X	'N'
INCIDENCIA	CHAR			X	'D'
CLASSE	CHAR			X	'A'
TEMPORALIDADE	CHAR			X	'F'
ABRANGENCIA	SMALLINT			X	'I'
SEVERIDADE	SMALLINT			X	'2'
PARTES_INTERESSADAS	CHAR			X	'S'
IMPORTANCIA	COMPUTED BY (IMPACTO_PROBABILIDADE+S EVERIDADE)				
SIGNIFICANCIA	VARCHAR(20)				
PESO	SMALLINT				
CONTROLE	VARCHAR(50)				
OBSERVACAO_CONTROLE	VARCHAR(8192)				
IMPORTANCIA_ATUAL	SMALLINT				
PRIORIDADE	SMALLINT				
POSSUI_REQUISITO	VARCHAR(20)				
POSSUI_ACAO	VARCHAR(20)				
NIVEL	VARCHAR(20)				
PROBABILIDADE_PRIMARIA	VARCHAR(1)				
IMPORTANCIA_PRIMARIA	SMALLINT				
INTERFERENCIA_FATOR_HUMANO	VARCHAR(20)				
ECO_ATIVIDADE					
ID	CHAR(16)	X		X	
DESCRICAO	VARCHAR(150)			X	
ECO_ASPECTO					
ID	CHAR(16)	X		X	
DESCRICAO	VARCHAR(150)			X	
ECO_IMPACTO					
ID	CHAR(16)	X		X	
DESCRICAO	VARCHAR(150)			X	
ECO_LAAIA_RELAP					
ID	CHAR(16)	X		X	
ID_LAAIA	CHAR(16)		X	X	
ID_ATIVIDADE	CHAR(16)		X	X	
ID_ASPECTO	CHAR(16)		X	X	
ID_IMPACTO	CHAR(16)		X	X	
ID_RELAP	CHAR(16)		X	X	

Fonte: Desenvolvido pelo Autor

A Tabela 4 representa as entidades e seus relacionamentos, bem como a dependência identificada como imagem e as cardinalidades entre as entidades, obtidas pelo segundo passo.

Tabela 4: Representação dos relacionamentos no domínio do LAAIA

Relações	Domínio	Imagem	Cardinalidade
laaia / empreendimento	eco_laaia	eco_entidade	(1,1)
empreendimento / laaia	eco_entidade	eco_laaia	(1,n)
laaia / area	eco_laaia	eco_area	(1,1)
area / laaia	eco_area	eco_laaia	(1,n)
laaia / setor	eco_laaia	eco_setor	(1,1)
setor / laaia	eco_setor	eco_laaia	(1,n)
laaia / participacao	eco_laaia	eco_laaia_participacao	(1,n)
participacao / laaia	eco_laaia_participacao	eco_laaia	(1,n)
participacao / entidade	eco_laaia_participacao	eco_entidade	(1,1)
entidade / participacao	eco_entidade	eco_laaia_participacao	(1,n)
participacao / fase	eco_laaia_participacao	eco_fase_laaia	(1,1)
fase / participacao	eco_fase_laaia	eco_laaia_participacao	(1,n)
participacao / funcao	eco_laaia_participacao	eco_funcao_laaia	(1,1)
funcao / participacao	eco_funcao_laaia	eco_laaia_participacao	(1,n)
laaia / aspecto_impacto	eco_laaia	eco_laaia_aspecto_impacto	(1,n)
aspecto_impacto / laaia	eco_laaia_aspecto_impacto	eco_laaia	(1,1)
laaia / atividade	eco_laaia_aspecto_impacto	eco_atividade	(1,1)
atividade / laaia	eco_atividade	eco_laaia_aspecto_impacto	(1,n)
laaia / aspecto	eco_laaia_aspecto_impacto	eco_aspecto	(1,1)
aspecto/ laaia	eco_aspecto	eco_laaia_aspecto_impacto	(1,n)
laaia / impacto	eco_laaia_aspecto_impacto	eco_impacto	(1,1)
impacto / laaia	eco_impacto	eco_laaia_aspecto_impacto	(1,n)
laaia / relap	eco_laaia_aspecto_impacto	eco_relap	(1,n)
relap / laaia	eco_relap	eco_laaia_aspecto_impacto	(1,n)

Fonte: Desenvolvido pelo Autor

A Tabela 5 representa o conceito dos metadados com descrição e entidades respectivamente, obtidas pelo quarto passo.

Tabela 5: Documentações dos conceitos no domínio do LAAIA

Nome do conceito	Descrição do conceito	Sinônimo
ECO_LAAIA	É o corpo central do Levantamento e Avaliação dos Aspectos e Impactos Ambientais.	- LAAIA
ECO_ENTIDADE	É onde encontra os componentes que compõe a estrutura organizacional das empresas, nas quais estão hierarquicamente atrelados ao seus respectivos empreendimentos e colaboradores.	- Empresa - Filiais - Empreendimento - Profissional - Responsável Legal
ECO_AREA	Refere a área física dentro do empreendimento a qual se aplica o LAAIA.	- Área - Divisão
ECO_SETOR	Refere a setor da área física dentro do empreendimento a qual se aplica o LAAIA.	- Setor
ECO_LAAIA_ASPECTO_IMPACTO	É onde encontra os atributos e as interações dos aspectos e impactos ambientais na referida atividade do LAAIA.	- Atividade e seus Aspecto e Impacto Ambientais
ECO_ATIVIDADE	Refere a atividade no setor da área física dentro do empreendimento a qual se aplica o LAAIA, na qual estão atrelados os aspectos ambientais.	- Atividade - Tarefa
ECO_ASPECTO	É o elemento da causa das atividades, produtos e serviços de uma organização que pode interagir com o meio ambiente.	- Aspecto
ECO_IMPACTO	É o elemento do efeito do aspectos, ou seja, é qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em parte, das atividades, produtos ou serviços de uma organização	- Impacto
ECO_RELAP	Refere ao requisito legal ou outro requisito regulando o assunto pertinente aos aspectos ou impactos levantados e avaliados.	- Constituição - Leis - Decretos - Normas - Regimentos - Contratos

Fonte: Desenvolvido pelo Autor

4.2.1.1 Atribuição das metapropriedades às entidades do domínio do LAAIA

4.2.1.1.1 Entidade “ECO_LAAIA”

A entidade “ECO_LAAIA” armazena informações centrais do LAAIA, como o empreendimento, área, setor, e outras informações. A seguir, é realizada uma análise da entidade “ECO_LAAIA”, com relação a cada uma das metapropriedades vistas anteriormente:

- Rígida (+R) - todo LAAIA é essencial para todas as suas instâncias durante toda a sua existência.
- Não fornece CI (-O) - desde que um mesmo LAAIA possa ser diferente em diferentes atividades, uma condição de identidade (CI) fornecida por LAAIA pode ser apenas local, dentro de uma determinada situação.
- Executa CI (+I) - executa uma CI relacionada ao empreendimento, como o setor e área de um modo geral.
- Dependente (+D) - o LAAIA será considerado externamente dependente de empreendimento.

Após esta análise, conclui-se que a entidade “ECO_LAAIA” pode ser classificada de acordo com Guarino e Welty (2000) **Erro! Indicador não definido.**, como um Quase-Tipo.

4.2.1.1.2 Entidade “ECO_ENTIDADE”

A entidade “ECO_ENTIDADE” armazena informações referente aos componentes que compõe a estrutura organizacional das empresas, nas quais estão hierarquicamente atrelados ao seus respectivos empreendimentos e colaboradores, a exemplo: empresas, filiais, empreendimento, profissional, o responsável legal e outros. A seguir, é realizada uma análise da entidade “ECO_ENTIDADE”, com relação a cada uma das metapropriedades vistas anteriormente:

- Semirrígida (-R) - todo entidade possui instâncias que podem ser identificadas.
- Não fornece CI (-O) - desde que uma mesma entidade possa ser diferente em diferentes situações, uma condição de identidade (CI) fornecida pela entidade pode ser apenas local, dentro de uma determinada situação.
- Executa CI (+I) - executa uma CI relacionada a outra entidade dentro se sua hierarquia estrutural.
- Dependente (+D) – a entidade será considerada externamente dependente de outra entidade.

Após esta análise, conclui-se que a entidade “ECO_ENTIDADE” pode ser classificada de acordo com Guarino e Welty (2000) **Erro! Indicador não definido.**, como um *Mixin*.

4.2.1.1.3 Entidade “ECO_AREA”

A entidade “ECO_AREA” armazena informações referente a área física dentro do empreendimento a qual se aplica o LAAIA. A seguir, é realizada uma análise da entidade “ECO_AREA”, com relação a cada uma das metapropriedades vistas anteriormente:

- Rígida (+R) – a área sempre será vinculada ao LAAIA durante toda a sua existência.
- Não Fornece CI (-O) – a área pode ser identificada globalmente por meio de uma característica própria. Em diferentes locais, uma condição de identidade (CI) é fornecida dentro de um determinado empreendimento.
- Não Executa CI (-I) – executa uma CI relacionada ao empreendimento, de um modo geral.
- Dependente (+D) - a área será considerada externamente dependente de empreendimento.

Após esta análise, conclui-se que a entidade “ECO_AREA” pode ser classificada de acordo com Guarino e Welty (2000) **Erro! Indicador não definido.**, como uma Categoria.

4.2.1.1.4 Entidade “ECO_SETOR”

A entidade “ECO_SETOR” armazena informações referentes ao setor da área física dentro do empreendimento a qual se aplica o LAAIA. A seguir, é realizada uma análise da entidade “ECO_SETOR”, com relação a cada uma das metapropriedades vistas anteriormente:

- Rígida (+R) – o setor sempre será vinculado ao LAAIA durante toda a sua existência.
- Não Fornece CI (-O) – o setor pode ser identificado globalmente por meio de uma característica própria. Em diferentes locais, uma condição de identidade (CI) é fornecida dentro de um determinado empreendimento.
- Não Executa CI (-I) – executa uma CI relacionada ao empreendimento, de um modo geral.
- Dependente (+D) – o setor será considerado externamente dependente de empreendimento.

Após esta análise, conclui-se que a entidade “ECO_SETOR” pode ser classificada de acordo com Guarino e Welty (2000) **Erro! Indicador não definido.**, como uma Categoria.

4.2.1.1.5 Entidade “ECO_LAAIA_ASPECTO_IMPACTO”

A entidade “ECO_LAAIA_ASPECTO_IMPACTO” armazena informações referente os atributos e as interações dos aspectos e impactos ambientais na referida atividade do LAAIA. A seguir, é realizada uma análise da entidade “ECO_LAAIA_ASPECTO_IMPACTO”, com relação a cada uma das metapropriedades vistas anteriormente:

- Antirrígida (~R) - toda “ECO_LAAIA_ASPECTO_IMPACTO” será necessariamente vinculada a um LAAIA durante toda a sua existência.
- Não fornece CI (-O) - desde que um mesmo LAAIA possa ser um levantamento diferentes vezes em diferentes atividades com seus aspectos e impacto ambientais, uma condição de identidade (CI) é fornecida por “ECO_LAAIA_ASPECTO_IMPACTO” dentro de um determinado LAAIA.
- Executa CI (+I) - executa uma CI relacionada ao LAAIA, de um modo geral.
- Dependente (+D) – “ECO_LAAIA_ASPECTO_IMPACTO” será considerado externamente dependente do LAAIA.

Após esta análise, conclui-se que a entidade “ECO_LAAIA_ASPECTO_IMPACTO” pode ser classificada de acordo com Guarino e Welty (2000) **Erro! Indicador não definido.**, como um Papel Material.

4.2.1.1.6 Entidade “ECO_ATIVIDADE”

A entidade “ECO_ATIVIDADE” armazena informações referente a atividade no setor da área física dentro do empreendimento a qual se aplica o RELAP, na qual estão atrelados os aspectos ambientais. A seguir, é realizada uma análise da entidade “ECO_ATIVIDADE”, com relação a cada uma das metapropriedades vistas anteriormente:

- Rígida (+R) - toda atividade é essencial para todas as suas instâncias durante toda a sua existência.
- Fornece CI (+O) - a atividade pode ser identificada globalmente por meio de uma característica própria.
- Executa CI (+I) – executa uma CI relacionada ao setor da área física dentro do empreendimento a qual se aplica o LAAIA, de um modo geral.

- Dependente (+D) – a atividade será considerada externamente dependente do setor da área física dentro do empreendimento.

Após esta análise, conclui-se que a entidade “ECO_ATIVIDADE” pode ser classificada de acordo com Guarino e Welty (2000)**Erro! Indicador não definido.**, como um Tipo.

4.2.1.1.7 Entidade “ECO_ASPECTO”

A entidade “ECO_ASPECTO” armazena informações referente ao o elemento da causa das atividades, produtos e serviços de uma organização que pode interagir com o meio ambiente relativo as atividades dentro de um determinado setor da área física dentro do empreendimento a qual se aplica o LAAIA. A seguir, é realizada uma análise da entidade “ECO_ASPECTO”, com relação a cada uma das metapropriedades vistas anteriormente:

- Rígida (+R) - todo aspecto é essencial para todas as suas instâncias durante toda a sua existência.
- Fornece CI (+O) - o aspecto pode ser identificado globalmente por meio de uma característica própria.
- Executa CI (-I) – executa uma CI relacionada uma atividade dentro de um setor da área física dentro do empreendimento a qual se aplica o RELAP, de um modo geral.
- Dependente (+D) - o aspecto será considerado externamente dependente de uma atividade dentro setor da área física dentro do empreendimento.

Após esta análise, conclui-se que a entidade “ECO_ASPECTO” pode ser classificada de acordo com Guarino e Welty (2000)**Erro! Indicador não definido.**, como um Tipo.

4.2.1.1.8 Entidade “ECO_IMPACTO”

A entidade “ECO_IMPACTO” armazena informações referentes ao elemento do efeito dos aspectos, ou seja, é qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em parte, das atividades, produtos ou serviços de uma organização, relativo aos aspectos das atividades dentro de um determinado setor da área física dentro do empreendimento a qual se aplica o LAAIA. A seguir, é realizada uma análise da entidade “ECO_IMPACTO”, com relação a cada uma das metapropriedades vistas anteriormente:

- Rígida (+R) - todo impacto é essencial para todas as suas instâncias durante toda a sua existência.

- Fornece CI (-O) - o impacto pode ser identificado globalmente por meio de uma característica própria.
- Executa CI (-I) – executa uma CI relacionada um aspecto da atividade dentro de um setor da área física dentro do empreendimento a qual se aplica o LAAIA, de um modo geral.
- Dependente (+D) - o impacto será considerado externamente dependente do aspecto de uma atividade dentro setor da área física dentro do empreendimento.

Após esta análise, conclui-se que a entidade “ECO_IMPACTO” pode ser classificada de acordo com Guarino e Welty (2000)**Erro! Indicador não definido.**, como um Tipo.

4.2.1.1.9 Entidade “ECO_RELAP”

A entidade “ECO_RELAP” armazena informações referentes ao requisito legal ou outro requisito regulando o assunto pertinente aos aspectos ou impactos levantados e avaliados, tais como: constituição, leis, decretos, normas, regimentos, contratos, e outros documentos pertinentes. A seguir, é realizada uma análise da entidade “ECO_RELAP”, com relação a cada uma das metapropriedades vistas anteriormente:

- Rígida (+R) - todo RELAP é essencial para todas as suas instâncias durante toda a sua existência.
- Fornece CI (+O) - o RELAP pode ser identificado globalmente por meio de uma característica própria.
- Executa CI (+I) - executa uma CI relacionada ao empreendimento, como o setor e área de um modo geral.
- Dependente (+D) - o RELAP será considerado externamente dependente de sua jurisdição, como o país, estado, município ou contrato.

Após esta análise, conclui-se que a entidade “ECO_RELAP” pode ser classificada de acordo com Guarino e Welty (2000)**Erro! Indicador não definido.**, como um Tipo.

5 CONCLUSÕES

Este trabalho faz referência aos conhecimentos ontológicos usados de várias formas, em colaboração com conhecimentos relacionados à modelagem conceitual. Inicialmente foi constatado que por meio de uma análise ontológica dos construtores utilizados na modelagem conceitual através de ontologias de nível topo, pode ser útil para estender a semântica incorporada em modelos conceituais de sistemas de informação. Noutro aspecto, foi verificado que o uso de uma ontologia do domínio, como ferramenta para auxiliar na modelagem conceitual de banco de dados, pode ser útil, por proporciona um conhecimento aprofundado ao modelo de domínio em estudo.

Na busca dos conhecimentos relacionado a ontologia que interagem com a modelagem conceitual, a técnica utilizada neste trabalho fornece uma validação do modelo conceitual através de uma análise ontológica das entidades que representam os elementos do domínio. No desenvolvimento do modelo conceitual, foi realizado um mapeamento dos tipos de propriedades, que permite que a ontologia seja aplicada nas relações de generalização e especialização no modelo conceitual.

Portanto, no presente estudo foi desenvolvido um modelo conceitual com a revisão do esquema lógico, através do uso de ontologias, e por meio do uso de formalismos ontológicos, e com o resgate do seu compromisso ontológico para alcançar o esquema conceitual bem fundamentado a partir do esquema lógico, o que facilita na interoperabilidade dos dados. A abordagem estratégica combinou metodologias baseadas nos formalismos das ontologias de fundamentação, e técnicas de engenharia reversa.

Vale considerar que no decorrer da revisão bibliográfica foi constada uma considerável falta de estudos na literatura abordando o tema com este enfoque aplicado a área de gestão ambiental. Assim, a proposta desse estudo é de preencher esta lacuna, concentrando no desenvolvimento de um conjunto de diretrizes que servem como recomendações, incluindo

instruções ou orientações para direcionar os passos no processo de construção do modelo conceitual do LAAIA, com uma abordagem sem identificação na literatura.

Com base na busca por meio dos recursos das ontologias de fundamentação - que representam os níveis mais altos de abstração, e são independentes do domínio - uma abordagem que fornece um guia para esclarecer os significados dos conceitos, propriedades e as relações taxonômicas, e com isso a verificação das adequações ontológicas. Em primeiro lugar, foi necessária uma maior compreensão das noções filosóficas de essência, identidade, unidade e dependência - também conhecidas como metapropriedades ontológicas - conforme Guarino e Welty (2002)**Erro! Indicador não definido.**, para que em seguida fossem classificados os conceitos do domínio identificados no âmbito conceitual, com base conceitos antes citados. Assim, após a classificação de metapropriedades, obtêm-se a natureza dos conceitos do domínio.

Em seguida, os conceitos foram classificados de acordo com as fundamentações formais, conforme a metodologia OntoClean de Guarino e Welty (2009)**Erro! Indicador não definido.**, com a qual foi concebido um sistema baseado nas metapropriedades, desenvolvidas com base nas noções de identidade, essência, unidade e dependência. Essas metapropriedades são os estereótipos que classificam um conjunto de entidades que representam conceitos de realidade do determinado mundo em estudo. Estas metapropriedades visam facilitar a compreensão correta da natureza das propriedades pertencentes ao domínio do LAAIA.

Na etapa seguinte consistiu em validar as classificações das metacategorias e metapropriedades, ou seja, verificar se as restrições impostas foram violadas. Para as metapropriedades, e validação das metacategorias, usou-se a metodologia OntoClean, pois ela valida os construtores na criação, invalidando as classificações de conceitos que violam as restrições.

Ao final das diretrizes, chegamos ao que chamamos de Modelo Conceitual, desenvolvido com base em uma boa fundamentação, onde integra os conceitos do domínio e os conceitos da ontologia de fundamentação, sendo a base do esquema no qual pode ser gerado a representação OWL e utilizando o editor de ontologias *Protégé*.

Assim, este trabalho propôs um Modelo Conceitual com base em ontologias, como um bom ponto de partida para facilitar a interoperabilidade de dados, e desenvolvimentos de outras metodologias para construção do LAAIA. A abordagem proposta se mostra promissora, ao especificar um conjunto de orientações para os procedimentos de sistematizar

e fornece um guia para ajudar no processo de gerar um modelo conceitual integrado aos conceitos de uma ontologia de fundamentação. No entanto, há de se considerar uma limitação do modelo proposto não provar as facilidades antes citadas. Além disso, a complexidade da ontologia de fundamentação OntoClean conduz na dificuldades compreender melhor a mesma, e reflete nas dificuldades de desenvolvimento do modelo proposto. No entanto, apesar disso, o estudo de uma área específica permitiu a generalização da abordagem proposta, a fim de facilitar a sua aplicação no contexto do LAAIA. Dessa forma, mostrou como o compromisso ontológico do modelo conceitual pode ser resgato pela ontologia de fundamentação e contribui para uma melhor compreensão do domínio LAAIA.

5.1 CONTRIBUIÇÕES

Como contribuição, pode verificar que o modelo validado, obtido a partir da aplicação da técnica em questão, representa melhor a realidade do domínio, diminuindo risco de inconsistências, uma vez que elimina a presença de informações redundantes em outras entidades que apresentem características em comum.

Assim, é possível concluir que a metodologia proposta contribui para a obtenção de informações precisas sobre o domínio modelado, uma vez que separar as informações estáveis, representando propriedades rígidas do domínio, de informações não estáveis. Isto conduz para que o modelo conceitual proposto seja mais claro e consistente.

Não foram aplicados resultados de mineração de dados, entretanto, o modelo conceitual proposto fornece subsídios com clareza e abrangência definida na área de atuação a uma grande possibilidade de obter resultados relevantes com o uso dessa técnica.

A seguir são listadas mais especificamente as contribuições deste trabalho:

- Levantamento e estudo dos trabalhos existentes na área de Ontologias de Domínio;
- Levantamento e estudo dos trabalhos existentes na área Levantamento e Avaliação de Aspectos e Impactos Ambientais;
- Especificação de Diretrizes para o desenvolvimento de modelos conceituais com base em ontologia;
- Levantamento, experimentação e recomendação de técnicas e ferramentas existentes que podem apoiar as etapas especificadas nas diretrizes;
- Modelo Conceitual do LAAIA.

5.2 TRABALHOS FUTUROS

Como trabalhos futuros, abre uma nova perspectiva de implementação e tratamento dinâmico em uma base de dado de LAAIA por intermédio da mineração de dados, para um desenvolvimento de uma metodologia que tenha um poder decisório, para apoiar a construção de novos LAAIA's, e também a revalidação de LAAIA's já existentes.

6 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. B.; BAX, M. P. Uma visão geral sobre ontologias: pesquisa sobre definições, tipos, aplicações, métodos de avaliação e de construção. *Ciência da Informação*, Brasília, v. 32, n. 3, p. 7-20, set./dez. 2003.

AMODIO, C C; CZIULIK, C; UGAYA, C; FERNANDES, E; SIQUEIRA, F; ROZENFELD, H; TOBIAS, R J; SANTOS, K; LAZZARI, M; BORSATO, M; BERNASKI, P; JULIANO, R; BRANÍCIO, S. **Ontologia PLM Project: development and preliminary results**, 2008.

ARAÚJO, C. A. **Bibliometria: evolução histórica e questões atuais**, Em *Questão*, v. 12, n. 1, p. 11-32, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14001:Requisitos do Sistema de Gestão Ambiental**. Rio de Janeiro, 2004.

BAR-ILAN, J. **Which h-index? A comparison of WoS, Scopus and Google Scholar**. *Scientometrics*, v. 74, n. 2, p. 257-271, 2008.

BAR-ILAN, **Web of science with the conference proceedings citation indexes: the case of computer science**. *Scientometrics*, v. 83, p. 809-824, 2010.

BAX, M; **Uma visão geral sobre ontologias: pesquisa sobre definições, tipos, aplicações, métodos de avaliação e construção**, 2003.

BECHHOFER, S. et al. **OILEd: a reasonable ontology editor for the semantic web**. In KI2001, Joint German/Austrian conference on Artificial Intelligence, volume LNAI Vol. 2174, pp. 396-408, Vienna, 2001.

BORST, W. N. **Construction of Engineering Ontologies for Knowledge Sharing and Reuse**. 1997. 227 f. Tese de Doutorado). Disponível em: <<http://doc.utwente.nl/17864/1/t0000004.pdf>>. Acesso em: 14 de fevereiro de 2013.

BORTOLETO, S.. **Metodologia Para Construção de Modelos Conceituais Para Aplicação Multirrelacional Com Auxílio de Ontologia**. Tese de Doutorado, UFRJ/COPPE, 2010.

BRASIL – Ministério do Meio Ambiente, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, IBAMA. Instrução Normativa nº 31, de 3 dez. 2009. *Diário Oficial da União*, Brasília: 4 dez. 2009. Disponível em: <http://servicos.ibama.gov.br/cogeq/index.php?id_menu=69>. Acesso em: 25 de fevereiro de 2013.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA. Resolução n.º 001, de 23 de janeiro de 1986. Estabelece definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 17 fev. 1986.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado, 1988.

BRASIL. **Lei n. 6.938**, de 31 de agosto de 1981. Política Nacional do Meio Ambiente. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm>. Acesso em: 25 de fevereiro de 2013.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Planejamento e Investimentos Estratégicos. Plano plurianual 2012-2015 : projeto de lei / Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, Secretaria de Planejamento e Investimentos Estratégicos. - Brasília : MP, 2011. 278p. Disponível em: <http://www.planejamento.gov.br/secretarias/upload/Arquivos/spi/PPA/2012/mp_002_Dimensao_Estrategica.pdf>. Acesso em: 26 de fevereiro de 2013.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n.º 237, de 19 de dezembro de 1997. Regulamenta os aspectos do licenciamento ambiental estabelecidos na Política Nacional do Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html>>. Acesso em: 25 de fevereiro de 2013.

BUNGE, M. **Treatise on Basic Philosophy: Vol. 3: Ontology I: The Furniture of the World**. Apud WAND, Y; STOREY, V. C.; WEBER, R. 1999. An ontological analysis of the relationship construct in modeling conceptual. *ACM Transactions on Database Systems*, 24(4): 494-528, December 1999. 1977.

BUNGE, M. **Treatise on Basic Philosophy: Vol. 4: Ontology II: A World of Systems**. Apud WAND, Y; STOREY, V. C.; WEBER, R. 1999. An ontological analysis of the relationship construct in modeling conceptual. *ACM Transactions on Database Systems*, 24(4): 494-528, December 1999. 1979.

CALVANESE, D., De GIACOMO, G., LENZERINI, M., LEMBO, POGGI, D., A., ROSATI, R. MASTRO-I: Efficient Integration of Relational Data through DL Ontologies. In: *Proc. Of Description Logic Workshop*, 227-234. 2007.

CAMPOS, M. L. A. **Em busca de Princípios comuns na área de representação da informação: uma comparação entre o Método de Classificação Facetada, o Método de Tesouro Baseado em Conceito e a Teoria Geral da Terminologia**. 1994, 196 f. (Dissertação de Mestrado)

CAMPOS, M. L. A. **Modelização de domínios de conhecimento: uma investigação de princípios fundamentais**. *Ci. Inf.*, Brasília, v. 33, n. 1, p. 22-32, jan./abril 2004.

CAMPOS, M. L. A. **Modelos de abstração: perspectivas para o estudo da área de representação da informação**. *Ci. Inf.*, Brasília, v. 25, n. 2, p. 22-32, jan./abril 1995.

CAMPOS, M. L. A.; CAMPOS, L. M.; MEDEIROS, J. S.. A Representação de Domínios de Conhecimento e uma Teoria de Representação: a ontologia de fundamentação; La Representación de Dominios de Conocimientos y una Teoría de la Representación la ontología de fundación. *Informação & Informação*, v. 16, n. 2, p. 140-164, 2011.

CAMPOS, M. L. A.; SOUZA, R. F.; CAMPOS, M. L. M.. **Organização de unidades de conhecimento em hiperdocumentos: o modelo conceitual como espaço comunicacional para a realização da autoria.** *Ci. Inf.*, Brasília, v. 32, n. 2, p. 7-16, maio/ago. 2003.

CHIZZOTTI, A. **Pesquisa em ciências humanas e sociais.** 1. ed. São Paulo: Cortez, 2005.

COCCHIARELLA, N. B. **Formal Ontology.** In: Burkhardt H, Smith B (Eds) *Handbook of Metaphysics and Ontology.* Philosophia Verlag, Munich, pp 640-647. 1991.

CORCHO, Óscar et al. **WebODE: An integrated workbench for ontology representation, reasoning, and exchange.** In: **Knowledge Engineering and Knowledge Management: Ontologies and the Semantic Web.** Springer Berlin Heidelberg, 2002. p. 138-153.

DAHLBERG, I. **Teoria do conceito.** *Ci. Inf.*, Brasília, v. 7, n. 2, p.101-107, 1978.

DARAI, D. S., SINGH, S., & BISWAS, S. (2010). **Knowledge engineering-an overview.** *International Journal of Computer Science and Information Technologies*, 1(4), 230-234.

De Nicola, A., Missikoff, M., Navigli, R. **A software engineering approach to ontology building.** *Inf. Syst.*, 34(2):258–275. 37, 2009.

FACT ,**The FaCT System.** Última alteração 29/04/2003. Disponível em <<http://www.cs.man.ac.uk/~horrocks/FaCT>>. Acesso em 26/01/2013

FELICÍSSIMO, C. H; **Interoperabilidade Semântica na Web: Uma Estratégia para o Alinhamento Taxonômico de Ontologia.** Dissertação de Mestrado, PUC-RIO, 2004.

FERREIRA, A. B. H. **Novo Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa.** Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira, 1976. (3ª. ed., revista e ampliada em 1999); 4ª. ed., Curitiba: Editora Positivo, 2009.

Fonseca, E. N. (1986). **Bibliometria: teoria e prática.** São Paulo: Cultrix.

FONSECA, F. e MARTIN, J. **Learning the Differences Between Ontologies and Conceptual Schemas Through Ontology-Driven Information Systems.** In: Proc of Journal of the Association for Information Systems (JAIS) - Special Issue on Ontologies in the Context of IS 8, 129-142. 2GG7.

Foresti, N. **Estudo da contribuição das revistas brasileiras de biblioteconomia e ciência da informação enquanto fonte de referência para a pesquisa.** Dissertação de Mestrado apresentada ao Departamento de Biblioteconomia da Universidade de Brasília, UnB, Brasília, 1989.

Gangemi, A., Pisanelli, D. M., Steve, G. **An overview of the onions project: Applying ontologies to the integration of medical terminologies.** *Data and Knowledge Engineering*, 31:183–220. 36, 1999.

Garfield, E. (1963). **Science Citation Index. Science Citation Index** 1961, v. 1. Disponível em: < <http://garfield.library.upenn.edu/papers/80.pdf> >. Acesso em: 26 de fevereiro de 2013.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GLAZIER, J. D.; POWELL, R. R. **Qualitative research in information management**. Englewood: Libraries Unlimited, 1992.

GRESSLER, L. A. **Introdução à pesquisa**. São Paulo: Loyola, 2003.

GRUBER, T. (1996). **What is an Ontology?** Disponível em: <<http://www.ksl.stanford.edu/kst/what-is-an-ontology.html>>. Acesso em: 14 de fevereiro de 2013.

GRUBER, T.R; **Towards principles for the design of ontologies used for Knowledge sharing**. International Workshop on Formal Ontology, Padova, Italy 1993.

Grüninger, M., Fox, M. S. **Methodology for the design and evaluation of ontologies. In International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI95)**, Workshop on Basic Ontological Issues in Knowledge Sharing. 36, 1995.

GUARINO, N. **Formal Ontology in Information Systems**. FOIS'98 Formal Ontology in Information Systems, Trento, Itália. Proceedings. 1998. Amsterdam: IOS Press, p. 3-15.

GUARINO, N. **Understanding, building, and using ontologies: a commentary to using explicit ontologies in KBS development**. International Journal of Human and Computer Studies, v. 46, n. 2/3, p. 293-310, 1997.

GUARINO, N.; GIARETTA, P. **Ontologies and knowledge bases: towards a terminological clarification**. In: N. J. I. MARS (Ed). **Towards very large knowledge bases: knowledge building and knowledge sharing**. Amsterdam: IOS Press, 1995. p. 25-32.

GUARINO, N.; WELTY, C. **A formal ontology of properties**. Knowledge Engineering and Knowledge Management Methods, Models, and Tools, p. 191–230, 2000.

GUARINO, N.; WELTY, C. A. **An overview of OntoClean. Handbook on ontologies**, p. 201-220, 2009.

Guarino, N.; Welty, C. **Evaluating Ontological Decisions with ONTOCLEAN**. Communications of the ACM. February, 2002, vol.5, n.2:61-65, 2002.

GUARINO, N.; WELTY, C. **Identity, Unity, and Individuality: Towards a Formal Toolkit for Ontological Analysis. In Proceedings of the ECAI-2000: The European Conference on Artificial Intelligence**. IOS Press, Amsterdam. 2000.

GUARINO, N.; WELTY, C. **Ontological analysis of taxonomic relationships**. Proceedings of the 19th international conference on Conceptual modeling. Anais... [S.l.: s.n.], 2000.

GUIZZARDI, G. FALBO R.A., GUIZZARDI, R.S.S. **Grounding Software Domain Ontologies in the Unified Foundational Ontology (UFO): The case of the ODE Software**

Process Ontology. In: Proc of Proceedings of the XI Iberoamerican Workshop on requirements engineering and software environments, 127-140. 2008.

Guizzardi, G., **Ontological Foundations for Structural Conceptual Models**, Telematica Intutuu Fundamental Researcj Series no. 15, The Netherlands, 2005, ISBN 90-75176-81-3.

Guizzardi, R., Guizzardi, G., **Ontology-based Transformation Framework from Tropos to AORML In Social Modeling for Requirements Engineering**, P. Giorgini, N. Maiden, J. Mylopoulos, E. Yu (eds.), Cooperative Information Systems Series, MIT Press, Boston, 2011

HAYATI, D.; KARAMI, E.; SLEE, B. **Combining qualitative and quantitative methods in measurement of rural poverty.** Social Indicators Research. V.75: 361-394, 2006.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **Classification of information in the construction industry.** Geneva, 1994. 1 v. (ISO techical report, 14177).

KMGEN.**Algorithme Information Technology services.**Disponível em <http://www.algo.be/ref-projects.htm>. Acesso em: 12/01/2013.

KOZAKI, K.; SUNAGAWA, E.; KITAMURA, Y.; MIZOGUCHI R.: **Distributed Construction of Ontologies Using Hozo.** The Institute of Scientific and Industrial Research (ISIR), Osaka University.2007. Disponível em http://www2007.org/workshops/paper_19.pdf>. Acesso em: 18/10/2013.

LARA, M. L.G. **Diferenças conceituais sobre termos e definições e implicações na organização da linguagem documentária.** Ci. Inf., Brasília, v. 33, n. 2, p. 91-96, maio/ago. 2004;

LE MOIGNE, Jean-Louis. **A teoria do sistema geral: teoria da modelização.** Lisboa : Instituto Piaget, 1977.

Lei Federal nº. 5.194, de 24 de Dezembro de 1966, que dispõe sobre a Regulamentação das profissões de Engenharia, Arquitetura e Agronomia;

Lei Federal nº. 8.666, de 21 de Junho 1993, que dispõe sobre licitações e contratos administrativos;

López, M. F. **Overview of methodologies for building ontologies.** In **Proceedings of the IJCAI-99 Workshop on Ontologies and Problem Solving Methods (KRR5)**, Stockholm, Sweden. 37, 1999.

LORENZATTI, A. **Ontologia para Domínio Imaginísticos Combinando Primitivas Textuais e Pictórias.** Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2009.

MALHOTRA, N. K. **Pesquisa de Marketing: uma orientação aplicada.** 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

MARCONI, M. A., LAKATOS, E. M. **Metodologia do trabalho científico: procedimentos básicos, pesquisa bibliográfica, projeto e relatório, publicações e trabalhos científicos.** 6. ed. São Paulo, Atlas, 2006.

MATTOS, M. G. de; ROSSETO JUNIOR, A. J.; BLECHER, S. **Teoria e prática da metodologia de pesquisa em educação física: Construindo sua monografia, artigo científico e projeto de ação**. São Paulo: Phorte, 2004.

MOREIRA, M. M; **Integração Semântica de Sistemas de Informação**. Dissertação de Mestrado, PUC-RIO, 2003.

MOSTOWFI F.; FOTOUHI F. e ARISTAR A. **Ontogloss: An Ontology-Based Annotation Tool**. 2005. Department of Computer Science, Wayne State University, Detroit, Michigan. Disponível em < <http://emeld.org/workshop/2005/papers/mostowfi-paper.html>>. Acesso em: 12/01/2013.

MOSTOWFI F.; FOTOUHI F. e ARISTAR A. **Ontogloss: An Ontology-Based Annotation Tool**. 2005. Department of Computer Science, Wayne State University, Detroit, Michigan. Disponível em < <http://emeld.org/workshop/2005/papers/mostowfi-paper.html>>. Acesso em: 12/01/2013.

MOTTA, Dilza Fonseca da **Método relacional como nova abordagem para construção de tesouros**. Rio de Janeiro: SENAI, 1987. 89 p. (Coleção Albano Franco, n. 12).

NEON TOOLKIT. Disponível em <http://neon-toolkit.org/wiki/Main_Page> , última modificação 18/04/2012. Acesso em 20/01/2013.

Noy, N. F.; McGuinness, D. L. **Ontology development 101: A guide to creating your first ontology**. Technical report, Stanford University, Stanford, USA. Disponível em: http://protege.stanford.edu/publications/ontology_development/ontology101.pdf, Acesso em: 14 de fevereiro de 2013, 2001

O'BRIAN.P, ZHAN C., **Domain Ontology Management Environment, Proceedings of 33rd Hawaii International Conference on Systems Sciences**, 2000. JOE: Java Ontology Editor Disponível em <<http://cit.cse.sc.edu/demos/java/joe/default.htm>>. Última atualização 21/07/1999. Acesso em 25/01/2013.

OLIVEIRA, V. N. P, ALMEIDA, M. B., RAMALHO, F. A. **Um Roteiro para Avaliação Ontológica de Modelos de Sistemas de Informação**. In: Perspectivas em Ciência da Informação, v.16, n.1, p.165-184. 2011.

ONTOPRISE. Disponível em <<http://www.semafora-systems.com/en/products/ontostudio/>>, 2013. OntoStudio. Acesso em: 13/01/2013.

PAULI, E. **Enciclopédia Simpozio**. Santa Catarina, UFSC, 1997. Disponível em < <http://www.cfh.ufsc.br/~simpozio/Megahist-filos/ME-Hfil.html> > Acesso em: 14 de fevereiro de 2013.

PROTÉGÉ, 2013. **Protege-Frames User's Guide**. Disponível em: < http://protegewiki.stanford.edu/wiki/PrF_UG_all >. Acesso em: 18 de fevereiro de 2013.

PROTÉGÉ: home, overview, documentation, downloads, community, about us. Disponível em: < <http://protege.stanford.edu/index.html> >. Acesso em: 18 de fevereiro de 2013.

RANGANATHAN, S. R. **Prolegomena to Library Classification**. 4th ed. Bombay: Asia Publishing House, 1967.

Russell, S, e Norcig P. **Artificial Intelligence: A Modern Approach**, Nova Jérσία, Prentice Hall. 1995.

SACRAMENTO, E.R., VIDAL, V.M.P, MACÊDO, J.A., LÓSCIO, B.F., LOPES, F.L., CASANOVA, M.A., LEMOS, F. **Towards Automatic Generation of Application Ontologies**. In: Proc of. 12th International Conference on Enterprise Information System. (ICEIS), 403-406, SciTePress. 2010.

SEIFFERT, M.B.S. **Sistemas de Gestão Ambiental ISO 14001: Implantação Objetiva e Econômica**. São Paulo: Atlas, 3ª Ed., 2007

Silva, A. M. F. R. **Diretrizes para o Resgate do Esquema Conceitual e seu Compromisso Ontológico a partir de um Banco de Dados: Um Estudo de Caso no Domínio da Litoestratigrafia**. Dissertação de mestrado - Rio de Janeiro: Instituto Militar de Engenharia, 172 p.: il, 2012.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 3. ed. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001. 121 p.

SEMANTIC TURKEY. Disponível em <<http://semanticturkey.uniroma2.it/>>. Acesso em: 10/01/2013.

SOUZA, R. R.; ALVARENGA, L. **A Web semântica e suas contribuições para a Ciência da Informação**. Ciência da Informação, Brasília, v. 33, n. 1, jan./abr. 2004. Disponível em: <<http://revista.ibict.br/ciinf/index.php/ciinf/article/view/50>>. Acesso em: 14 de fevereiro de 2013.

STAAB S., SCHNURR H.-P., STUDER R., SURE. Y. (2001). **Knowledge processes and ontologies**. *IEEE Intelligent Systems*, Vol. 16, No. 1, January/February 2001

SURE, Y; STAAB, S; STUDER, R. **Methodology for development and employment of ontology based knowledge management applications**. 2002. Disponível em: <www.aifb.uni-karlsruhe.de/WBS/ysu/publications/2002_sigmod-methodology.pdf>. Acesso em: 20 de março de 2013.

TACHIZAWA, T.; MENDES, G. **Como fazer monografia na prática**. 3. ed. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1999.

TEIXEIRA, E. **As três metodologias: acadêmica, da ciência e da pesquisa**. Belém: Unama, 2002.

TENNISON, J.; SHADBOLT, N. R. **APECKS: a tool to support living ontologies**. In: BANFF KNOWLEDGE ACQUISITION WORKSHOP, 11th., Banff, Alberta, Canada. 1998.

THOMSON SCIENTIFIC. web of Science. 2013. Disponível em: <<http://scientific.thomson.com/products/wos/>>. Acesso em: 26 de fevereiro de 2013.

TRISTÃO, A. M. D.; FACHIN, G. R. B.; ALARCON, O. E.. Sistema de classificação facetada e tesouros: instrumentos para organização do conhecimento. Ci. Inf., Brasília, v. 33, n. 2, p. 161-171, maio / ago. 2004.

TOPBRAID COMPOSER. Disponível em http://www.topquadrant.com/products/TB_Composer.html>. Acesso em: 12/01/2013.

Vanti, N. A. P. **Da bibliometria à webometria: uma exploração conceitual dos mecanismos utilizados para medir o registro da informação e a difusão do conhecimento.** Revista Ciência da Informação, (31), 2, p. 152-162, 2002

VASCONCELOS, K. A.: **OntoEditor: Um editor para manipular ontologias na Web.** Tese de mestrado. Universidade Federal de Campina Grande. 2003.

VERGARA, S. C. **Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2005.

VILLELA, M. L. B. **Validação de Diagramas de Classe por meio de Propriedades Ontológicas.** Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2004. (Dissertação, Mestrado em Ciência da Computação).

VILLELA, M. L. B.; OLIVEIRA, A. P.; BRAGA, J. L. **Modelagem Ontológica no Apoio à Modelagem Conceitual.** Anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software – SBES 2004, Brasília–DF, páginas 241-256, 2004.

VAVLIAKIS, Konstantinos N.; GROLLIOS, Theofanis K.; MITKAS, Pericles A. Rote-transforming relational databases into semantic web data. In: Proc. 9th Int. Semantic Web Conf.(November 2010). 2010.

WIEDERHOLD, G. **Mediators in the Architecture of Future Information Systems.** In: Proc of IEE Computer 25, 38-49. 1992.

7 ANEXOS

7.1 MODELO DO SUBSISTEMA RELAP

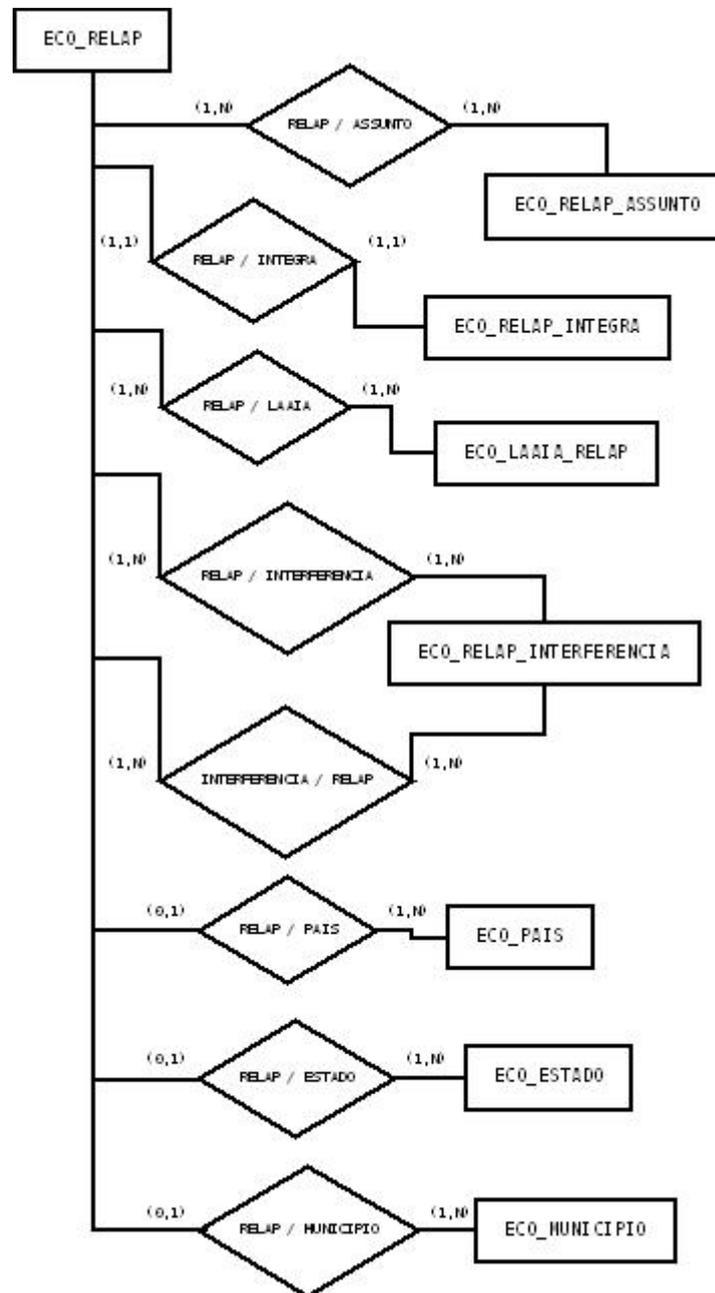


Figura 9: DER do RELAP

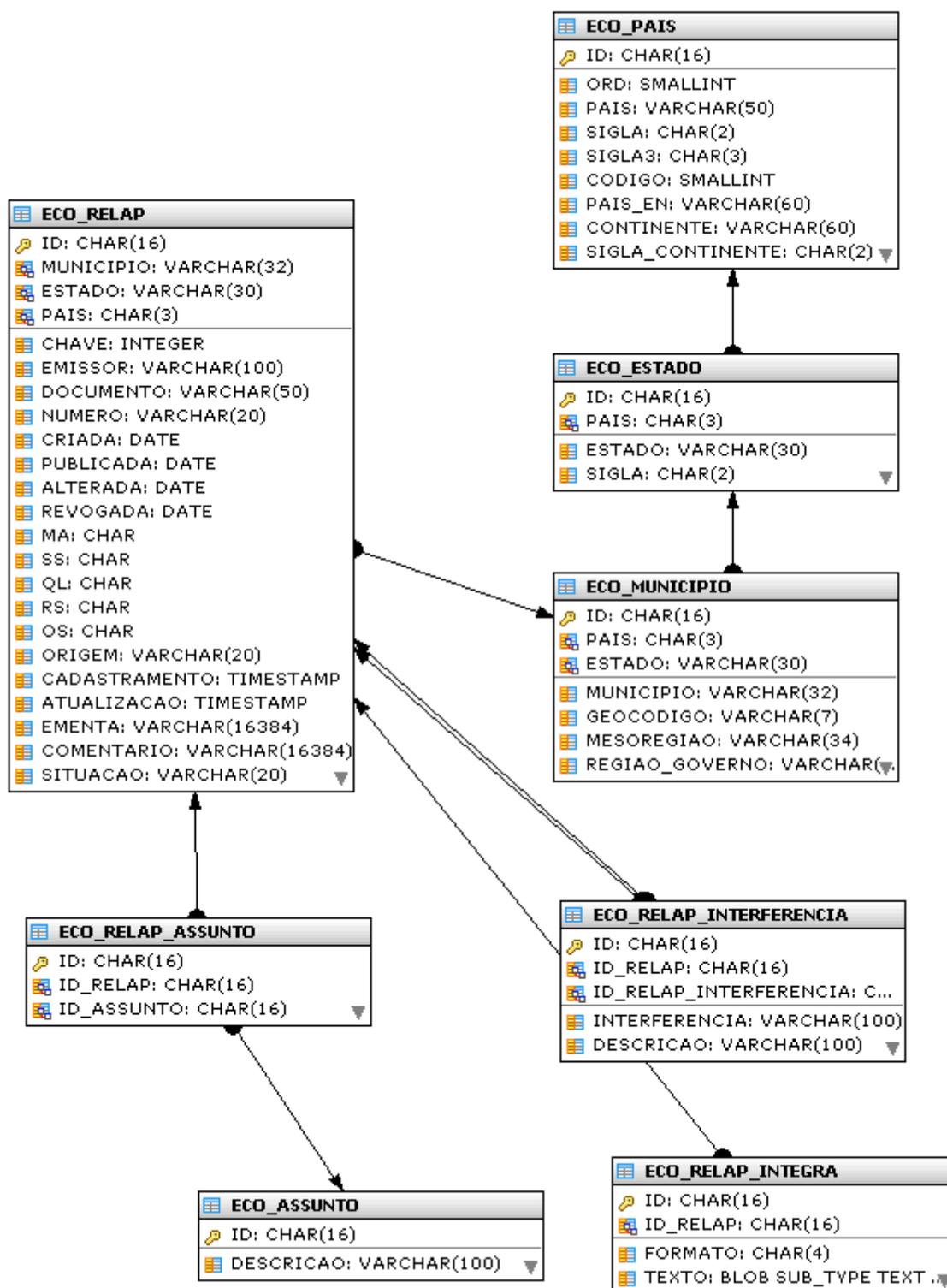


Figura 10: Modelo lógico do RELAP

7.2 MODELO DO SUBSISTEMA ENTIDADE

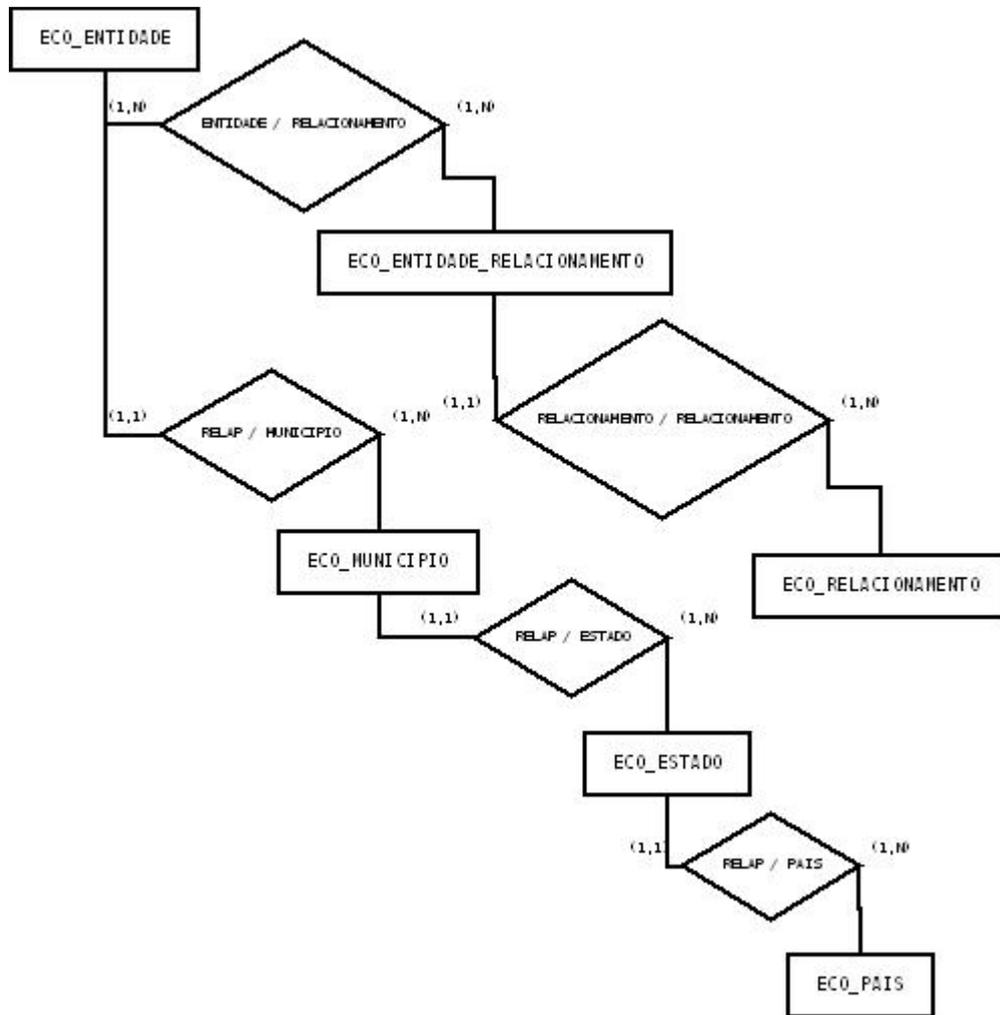


Figura 11: DER da Entidade

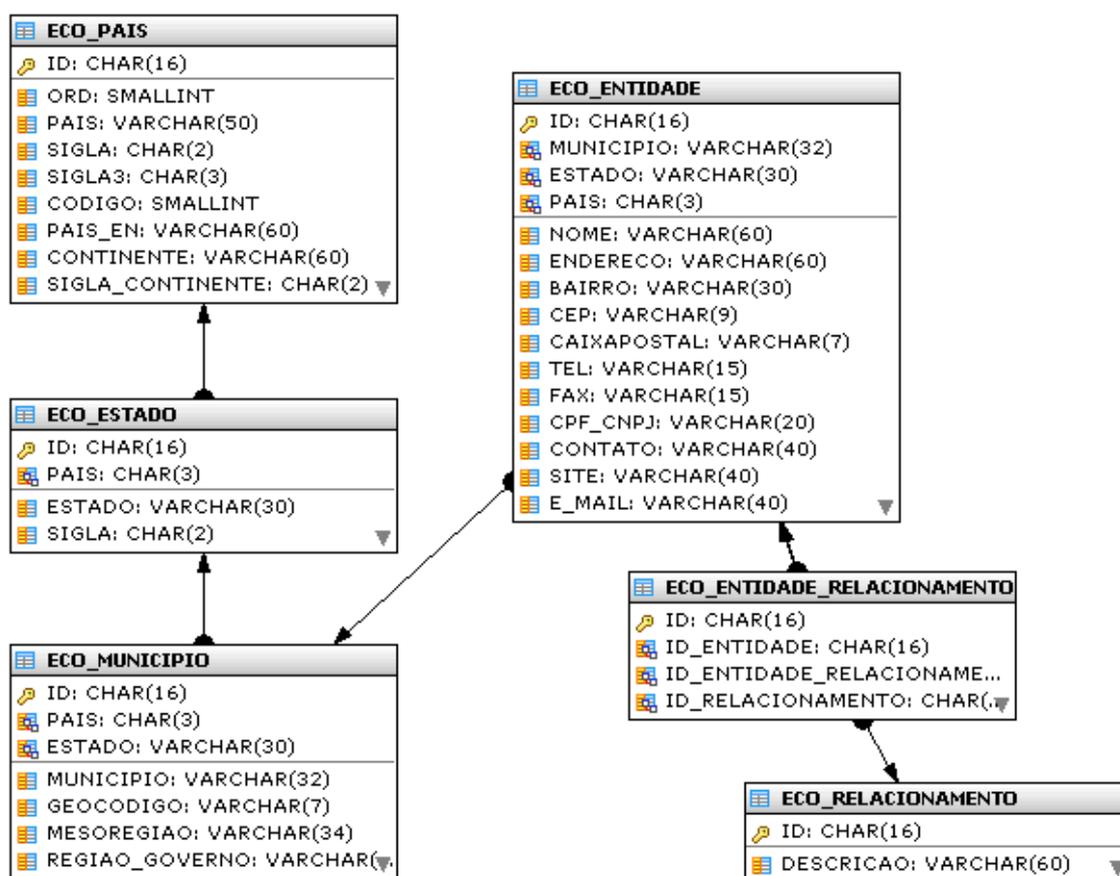


Figura 12: Modelo lógico da Entidade

7.3 EXEMPLO DE RELATÓRIO DE LAAIA

Abaixo segue um exemplo um relatório de LAAIA referente aos efluentes líquidos biodegradáveis de origem sanitária em canteiro de obras de construção civil no estado do Rio de Janeiro.

E C O M C I E N C I A A M B I E N T A L				Levantamento e Avaliação de Aspectos e Impactos Ambientais LAAIA										Revisão: 01 Data: 03/04/2013						
Área:				Setor:				Identificação:				Realização:				Aprovação:				
Canteiro "X"												Muhammed Manasfi / Rafael Pinto Santa Fé				Robson Rosa Branco				
Atividade	Aspecto	Situação Incidência	Prob. Aspecto	Impacto	Classe Temporalidade	Abrangência Prob. Impacto	Severidade	Parte Interessada	RELAP	Importância Primária	Importância Atual	Significância	Nível de Significância	Controles	Observações					
Uso de vestiário	Consumo de água	N	D	3	Contribuir para o esgotamento / redução da disponibilidade de recursos naturais	A	A	1	2	1	N			3	3	N	Trivial	Orientações sobre uso racional da água		
Uso de vestiário	Geração de efluentes orgânicos / sanitários	N	D	3	Alteração da qualidade das águas superficiais / Alteração da qualidade do solo	A	A	1	1	2	N	FEDERAL: LEI 6939/91 LEI 9605/98 Lei 11445/2007 Decreto 7217/2010 CONAMA 330/2003 CONAMA 357/2005 CONAMA 380/2006 CONAMA 420/09 Portaria 1241/980 ESTADUAL: LEI 2661/96 LEI 4191/03 LEI 4692/05 LEI 5669/10 DECRETO LEI 134/75 DZ 215 R4 DZ-942 R7 Deliberação 4886/2007 Deliberação 4887/2007 Portaria 567/2007 NT 202 R10/86			3	3	N	Trivial	PEA, PDRE e Treinamentos e simulados	
Cozinha industrial - Preparo de refeições	Consumo de água	N	D	3	Contribuir para o esgotamento / redução da disponibilidade de recursos naturais	A	A	1	1	1	N			2	2	N	Trivial	Orientações sobre uso racional da água		
Cozinha industrial - Preparo de refeições	Geração de efluentes orgânicos / sanitários	N	D	3	Alteração da qualidade das águas superficiais / Alteração da qualidade do solo	A	A	1	1	2	N	FEDERAL: LEI 6939/91 LEI 9605/98 Lei 11445/2007 Decreto 7217/2010 CONAMA 330/2003 CONAMA 357/2005 CONAMA 380/2006 CONAMA 420/09 Portaria 1241/980 ESTADUAL: LEI 2661/96 LEI 4191/03 LEI 4692/05 LEI 5669/10 DECRETO LEI 134/75 DZ 215 R4 DZ-942 R7 Deliberação 4886/2007 Deliberação 4887/2007 Portaria 567/2007 NT 202 R10/86			3	3	N	Trivial	PEA, PDRE e Treinamentos e simulados	
Uso do Refeitório - Distribuição de refeições, Recebimento das bandejas, lavagem dos pratos e utensílios e refeição	Consumo de água	N	D	3	Contribuir para o esgotamento / redução da disponibilidade de recursos naturais	A	A	1	1	2	N			3	3	N	Trivial	Orientações sobre uso racional da água		
Uso do Refeitório - Distribuição de refeições, Recebimento das bandejas, lavagem dos pratos e utensílios e refeição	Geração de efluentes orgânicos / sanitários	N	D	3	Alteração da qualidade das águas superficiais / Alteração da qualidade do solo	A	A	1	1	2	N	FEDERAL: LEI 6939/91 LEI 9605/98 Lei 11445/2007 Decreto 7217/2010 CONAMA 330/2003 CONAMA 357/2005 CONAMA 380/2006 CONAMA 420/09 Portaria 1241/980 ESTADUAL: LEI 2661/96 LEI 4191/03 LEI 4692/05 LEI 5669/10 DECRETO LEI 134/75 DZ 215 R4 DZ-942 R7 Deliberação 4886/2007 Deliberação 4887/2007 Portaria 567/2007 NT 202 R10/86			3	3	N	Trivial	PEA, PDRE e Treinamentos e simulados	
Transporte de efluentes para Estação de Tratamento de Efluentes (caminhão vácuo)	Geração de efluente líquido proveniente de emergência com caminhão vácuo	P/E	D	1	Alteração da qualidade das águas superficiais / Alteração da qualidade do solo	A	A	3	3	3	S	FEDERAL: LEI 6939/91 LEI 9605/98 CONAMA 330/2003 CONAMA 357/2005 CONAMA 380/2006 CONAMA 420/09 Portaria 1241/980 NBR 13221/2010 ESTADUAL: LEI 2661/96 LEI 4191/03 LEI 4692/05 DECRETO LEI 134/75 DZ 215 R4 DZ-942 R7 Deliberação 4886/2007 Deliberação 4887/2007 Portaria 567/2007 NT 202 R10/86			3	3	N	Trivial	PEA, PDRE, Kit de Emergência Ambiental, Treinamentos e simulados	

E C O M C I E N C I A			Levantamento e Avaliação de Aspectos e Impactos Ambientais										Revisão: 01			
A M B I E N T A L			LAAIA										Data: 03/04/2013			
Área:			Setor:			Identificação:				Realização:				Aprovação:		
Canteiro "X"										Muhamed Manasf / Rafael Pinto Santa Fé				Robson Rosa Branco		
Atividade	Aspecto	Situação Incidência	Prob. Aspecto	Impacto	Classe Temporalidade	Abrangência Prob. Impacto	Severidade	Peric. Interessadas	RELAP	Importância Primária	Importância Atual	Significância Nível de Significância	Controles	Observações		
Transporte de efluentes para Estação de Tratamento de Efluentes (caminhão vácuo)	Geração de efluentes líquidos por ruptura acidental de tubulações	P/E	D	1	A	A	3	S	FEDERAL: LEI 6939/91 LEI 9605/98 CONAMA 330/2003 CONAMA 357/2005 CONAMA 380/2006 CONAMA 420/09 Portaria 124/1980 ESTADUAL: LEI 2961/96 LEI 4191/03 LEI 4692/05 DECRETO LEI 134/75 DZ 215 R4 DZ-942 R7 Deliberação 4886/2007 Deliberação 4887/2007 Portaria 567/2007 NT 202 R10/86	3	3	N	Trivial	PEA, PDRE, Kit de Emergência Ambiental, Treinamentos e simulados		
Manutenção de banheiro de campo - Manutenção e limpeza dos banheiros de campo "banheiros químicos" e contêiner sanitário	Consumo de água	N	D	3	A	A	1	1	N	1	1	N	Trivial	Orientações sobre uso racional da água		
Manutenção de banheiro de campo - Manutenção e limpeza dos banheiros de campo "banheiros químicos" e contêiner sanitário	Geração de efluentes orgânicos / sanitários	N	D	3	A	A	1	1	2	N	3	3	N	Trivial	PEA, PDRE e Treinamentos e simulados	
Manutenção de banheiro de campo - Manutenção e limpeza dos banheiros de campo "banheiros químicos" e contêiner sanitário	Geração de efluente líquido proveniente de emergência com caminhão vácuo	P/E	D	1	A	A	1	1	2	S	3	3	N	Trivial	PEA, PDRE, Kit de Emergência Ambiental, Treinamentos e simulados	
Manutenção de banheiro de campo - Manutenção e limpeza dos banheiros de campo "banheiros químicos" e contêiner sanitário	Geração de efluentes líquidos por ruptura acidental de tubulações	P/E	D	1	A	A	1	1	2	N	3	3	N	Trivial	PEA, PDRE, Kit de Emergência Ambiental, Treinamentos e simulados	

E C O M U N I D A D E				Levantamento e Avaliação de Aspectos e Impactos Ambientais										Revisão: 01			
A M B I E N T A L				LAAlA										Data: 03/04/2013			
Área:				Setor:				Identificação:				Realização:				Aprovação:	
Canteiro "X"												Muhamed Manasf / Rafael Pinto Santa Fé				Robson Rosa Branco	
Atividade	Aspecto	Situação Incidência	Prob. Aspecto	Impacto	Classe Temporalidade	Abrangência Prob. Impacto	Severidade	Perceitabilidade	RELAP	Importância Primária	Importância Atual	Significância Nível de Significância	Controles	Observações			
Limpeza de salas, refeitório, vestiário, banheiros.	Geração de efluentes orgânicos / sanitários	N	D	3	A	A	1	1	2	N				PEA, PDRE e Treinamentos e simulados			
Tratamento de efluentes na ETE – Operação	Geração de efluentes líquidos por ruptura accidental de tubulações	P/E	D	3	A	A	1	1	2	S				PEA, PDRE, Kit de Emergência Ambiental, Treinamentos e simulados			
Tratamento de efluentes na ETE – Operação	Emissões de odores	N	D	3	A	A	1	1	1	N							
Tratamento de efluentes na ETE – Operação	Geração de lodo proveniente da limpeza da ETE	N	D	2	A	A	1	1	2	S				Plano Diretor de Resíduos e Efluentes			
Tratamento de efluentes na ETE – Manutenção	Geração de lodo proveniente da limpeza da ETE	N	D	2	A	A	1	1	2	N				Plano Diretor de Resíduos e Efluentes			
Tratamento de efluentes na ETE – Manutenção	Geração de efluentes líquidos por ruptura accidental de tubulações	P/E	D	1	A	A	1	1	2	S				PEA, PDRE, Kit de Emergência Ambiental, Treinamentos e simulados			
Armazenamento temporário de efluente sanitário em tanques hermeticamente fechados	Emissões de odores	N	D	2	A	A	1	1	1	N							

E C O M C I E N C I A A M B I E N T A L				Levantamento e Avaliação de Aspectos e Impactos Ambientais LAAIA										Revisão: 01			
Área: Canteiro "X"				Setor:				Identificação:				Realização: Muhamed Manafri / Rafael Pinto Santa Fé				Aprovação: Robson Rosa Branco	
Atividade	Aspecto	Situação Incidência	Prob. Aspecto	Impacto	Classe Temporalidade	Abrangência Prob. Impacto	Severidade	Peru Interressadas	RELAP	Importância Primária	Importância Atual	Significância	Nível de Significância	Controles	Observações		
Armazenamento temporário de efluente sanitário em tanques hermeticamente fechados	Geração de efluentes orgânicos / sanitários	N	D	3	A	A	1	1	2	N	FEDERAL: LEI 6939/91 LEI 9605/98 Lei 11445/2007 Decreto 7217/2010 CONAMA 330/2003 CONAMA 357/2005 CONAMA 380/2006 CONAMA 420/09 Portaria 124/1980 ESTADUAL: LEI 2661/96 LEI 4191/03 LEI 4692/05 LEI 5669/10 DECRETO LEI 134/75 DZ 215 R4 DZ-942 R7 Deliberação 4898/2007 Deliberação 4887/2007 Portaria 567/2007 NT 202 R10/86	3	3	N	Trivial	PEA, PDRE e Treinamentos e simulados	
Armazenamento temporário de efluente sanitário em tanques hermeticamente fechados	Geração de efluente por transbordo de reservatório de efluente	A	D	1	A	A	1	1	3	N	FEDERAL: LEI 6939/91 LEI 9605/98 CONAMA 330/2003 CONAMA 357/2005 CONAMA 380/2006 CONAMA 420/09 Portaria 124/1980 ESTADUAL: LEI 2661/96 LEI 4191/03 LEI 4692/05 DECRETO LEI 134/75 DZ 215 R4 DZ-942 R7 Deliberação 4898/2007 Deliberação 4887/2007 Portaria 567/2007 NT 202 R10/86	4	4	S	Moderado	PEA, PDRE, Kit de Emergência Ambiental, Treinamentos e simulados	