



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**  
**“Júlio de Mesquita Filho”**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO**  
**FACULDADE DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS**  
**CAMPUS MARÍLIA**

**EVERSON ANDRADE DOS REIS**

**FLUXO E TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO NO CONTEXTO BRASILEIRO DE  
INVENTÁRIO DE CICLO DE VIDA**

**MARÍLIA**  
**2015**

**EVERSON ANDRADE DOS REIS**

**FLUXO E TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO NO CONTEXTO BRASILEIRO DE  
INVENTÁRIO DE CICLO DE VIDA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação (PPGCI) da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, como requisito para obtenção do título de Doutor em Ciência da Informação.

**Área de Concentração:** Informação, Tecnologia e Conhecimento

**Linha de Pesquisa:** Informação e Tecnologia

**Orientadora:** Profa. Dra. Plácida Leopoldina Ventura Amorim da Costa Santos

**MARÍLIA**

**2015**

Reis, Everson Andrade dos.  
R375f Fluxo e tecnologias de informação no contexto brasileiro de inventário de ciclo de vida / Everson Andrade dos Reis. – Marília, 2015  
107 f. ; 30 cm.

Orientador: Plácida Leopoldina V. A. da Costa Santos.  
Tese (Doutorado em Ciência da Informação) –  
Faculdade de Filosofia e Ciências, Universidade Estadual Paulista, 2015.

Bibliografia: f. 95-107

1. Ciclo de vida do produto. 2. Desenvolvimento sustentável. 3. Ciência da informação. 4. Tecnologia da informação. 5. Gerenciamento da informação. I. Título.

CDD 005.73

REIS, Everson Andrade dos. **Fluxo e Tecnologias de Informação no Contexto Brasileiro de Inventário de Ciclo de Vida**. 2015. 107f. TESE (Doutorado em Ciência da Informação) – Faculdade de Filosofia e Ciências, Universidade Estadual Paulista – UNESP, Marília, 2015.

**EVERSON ANDRADE DOS REIS**

**FLUXO E TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO NO CONTEXTO  
BRASILEIRO DE INVENTÁRIO DE CICLO DE VIDA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação (PPGCI) da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, como requisito para obtenção do título de Doutor em Ciência da Informação.

**APROVADA EM:**

**BANCA EXAMINADORA**

---

**Profa. Dra. Plácida Leopoldina Ventura Amorim da Costa Santos**  
Orientadora – PPGCI/UNESP

---

**Prof. Dr. Gil Anderi da Silva**  
Examinador Externo – EPUSP/USP

---

**Profa. Dra. Marisa Brascher Basilio Medeiros**  
Examinador Externo – PGCIN/UFSC

---

**Prof. Dr. Ricardo Cesar Gonçalves Sant'Ana**  
Examinador Interno – PPGCI/UNESP

---

**Profa. Dra. Silvana Aparecida Borsetti Gregorio Vidotti**  
Examinador Interno – PPGCI/UNESP

*A vitória foi de quem sempre acreditou!*

Everson Andrade dos Reis

## AGRADECIMENTOS

À Profa. Dra. Plácida Leopoldina Ventura Amorim da Costa Santos, aquela que, com sabedoria e simpatia, inspira a todos que o cercam.

À Celina Maria Schmitt Rosa Lamb, do Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia, pelo apoio e reflexões a respeito desta pesquisa.

Aos colegas do Departamento de Ciência da Informação, da Faculdade de Filosofia e Ciências, da Universidade Estadual Paulista, especialmente àqueles com que mantive maior participação nas conversas construtivas, pelas trocas e pela motivação.

A meus pais, pelo amor e pelos princípios passados durante minha criação. Pelo apoio e motivação que sempre me deram em todos os momentos. Por me mostrarem a importância e a nobreza da vida acadêmica.

À minha amada esposa Danielle, pelo amor, paciência, compreensão e suporte dados durante estes anos. Sua presença e seu carinho foram indispensáveis para o sucesso desta empreitada.

Aos meus amados filhos Matheus e Rafael. Seus sorrisos são o combustível que me move. Por terem suportado os momentos em que estive ausente, mas que proporcionaram a construção desse ideal.

Aos meus irmãos, sobrinhos e colegas de trabalho. Em cada linha desta tese também tem o dedo de vocês.

E, por fim, a Deus... Por toda a fonte de inspiração.

## RESUMO

A preocupação com o desenvolvimento de produtos que ofereçam um menor nível de degradação dos recursos naturais é um desafio que as empresas, de modo geral, estão buscando. A Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) de produtos é uma metodologia que investiga os impactos ambientais no desenvolvimento, uso e reuso desses produtos. Elencam-se algumas tecnologias para a coleta, armazenamento e distribuição de informações de Inventário de Ciclo de Vida (ICV) e definições sobre ciclo de vida do dado que são consideradas fundamentais para o método de elaboração de uma matriz de tecnologia para fluxo de informação de ICV. A hipótese desta pesquisa é a de que uma matriz de tecnologia venha contribuir com a gestão de informação de inventários de ciclo de vida, apontando alternativas de tecnologias para a concepção de um sistema de informação de ICV. Esta pesquisa tem como objetivo propor uma matriz de tecnologia para fluxo de informação de inventários de ciclo de vida, a partir da análise dos elementos do ciclo de vida do dado e sua relação com as etapas do fluxo de informação para ICV. O método de concepção da matriz de tecnologia para fluxo de inventários está baseado na intersecção dos elementos do ciclo de vida do dado e sua relação com as etapas da gestão da informação para ICV. Para tanto, utiliza-se o framework de Zachman (2010) para clarificar cada tecnologia empregada. Essas tecnologias contribuem no processo de armazenamento e recuperação da informação de ICV até a disponibilização desse primordial recurso informacional, na perspectiva da consolidação do Sistema Brasileiro de Inventário de Ciclo de Vida (SICV-Brasil).

### **Palavras-chave:**

Avaliação de Ciclo de Vida. Ciclo de Vida do Dado. Gestão da Informação.

## ABSTRACT

The concern with the development of products that offer a lower level of degradation of natural resources is a challenge that companies, in general, are seeking. The Life Cycle Assessment (LCA) of products is a methodology that investigates the environmental impacts in the development, use and reuse of these products. We list are some technologies for the collection, storage and distribution of this information Life Cycle Inventory (LCI) and definitions of data life cycle that are considered essential to the production method of a technology matrix for information flow LCI. The hypothesis is that a technology matrix will contribute to the information management life cycle inventories, pointing alternative technologies for the design of an LCI information system. This research aims to propose a technology matrix for flow of information life cycle inventories from the analysis of the elements of the data life cycle and its relation to the steps of the flow of information to LCI. The method of design technology matrix for inventory flow is based on the intersection of the elements of the data life cycle and its relation to the steps of information management for LCI, using the Zachman (2010) framework to clarify each technology employed. Such technologies help in the storage and recovery process of LCI information to the provision of primary information resource with a view to consolidation of the Brazilian Inventory Lifecycle System (SICV-Brazil).

### **Keywords:**

Life Cycle Assessment. Data Life Cycle. Information Management.

**LISTA DE FIGURAS**

FIGURA 1	Fases da ACV.....	20
FIGURA 2	Ambiente do Sistema de Produto.....	22
FIGURA 3	Procedimentos simplificados para análise de inventário.....	25
FIGURA 4	Modelo de Ciclo de Vida do Dado DDI.....	33
FIGURA 5	Ciclo de Vida do Dado DataONE.....	34
FIGURA 6	Ciclo de Vida dos Dados para a Ciência da Informação.....	35
FIGURA 7	Modelo de ciclo de vida para dados científicos USGS.....	36
FIGURA 8	Modelo de ciclo de vida UK Data Archive.....	37
FIGURA 9	Processo de Gerenciamento da Informação.....	38
FIGURA 10	Metodologia de Qualidade de Dados.....	67
FIGURA 11	Aplicações da Master Data Management.....	68
FIGURA 12	Exemplo de arquitetura cliente / servidor.....	71
FIGURA 13	Mecanismo extração, transformação e carga.....	72
FIGURA 14	Processo extração, transformação e carga.....	73
FIGURA 15	Macro Modelo de Gestão da Informação para SICV-Brasil.....	78
FIGURA 16	Matriz de tecnologia para Fluxo de Informações de Inventário de Ciclo de Vida de Produtos.....	81

## LISTA DE SIGLAS

ACV	Avaliação de Ciclo de Vida
API	Application Programming Interface
DataONE	Data Observation Network for Earth
DDI	Data Documentation Institute
DM	Data Marts
DOM	Document Object Model
DW	Data Warehouse
EJB	Enterprise JavaBeans
ELCD	European Reference Life Cycle Database
ETL	Extract, Transformation and Load
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
IBICT	Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia
ICV	Inventário de Ciclo de Vida
IP	Internet Protocol
JDBC	Java Database Connectivity
JDO	Java Data Objects
MDM	Master Data Management
MER	Modelo de Entidade e Relacionamento
MIT	Massachusetts Institute of Technology
ODS	Operational Data Store
OLAP	Online Analytical Processing
OLTP	Online Transaction Processing
ORM	Object/Relational Mapping
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
RDF	Resource Description Framework
SGBD	Sistema Gerenciador de Banco de Dados
SGML	Standard Generalized Markup Language
SICV	Sistema Brasileiro de Inventário de Ciclo de Vida
SQL	Structured Query Language
TCP	Transmission Control Protocol
TIC	Tecnologia da Informação e da Comunicação
XML	Extended Markup Language
XSD	XML Schema Definition
XSLT	Extensible Stylesheet Language Transformations

**LISTA DE TABELAS**

TABELA 1	Quadro comparativo de modelos de ciclo de vida do dado.....	40
TABELA 2	Quadro comparativo de modelos de ciclo da informação.....	41
TABELA 3	Definições sobre tipos de metadados.....	47
TABELA 4	Simbologia da matriz de tecnologia para fluxo de informação de inventário.....	80
TABELA 5	Fluxo de Informação: Obtenção.....	83
TABELA 6	Fluxo de Informação: Processamento.....	86
TABELA 7	Fluxo de Informação: Distribuição.....	89

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2. PROPOSIÇÕES SOBRE AVALIAÇÃO DE CICLO DE VIDA.....</b>	<b>18</b>
2.1. Avaliação de Ciclo de Vida.....	18
2.2. Fases da ACV.....	20
2.2.1. Definição de Objetivos e Escopo .....	21
2.2.1.1. Sistema de Produto.....	21
2.2.1.2. Alocação e Co-Produto .....	23
2.2.2. Análise de Inventário .....	23
2.2.3. Avaliação de Impacto.....	26
2.3. Aplicações da ACV.....	27
<b>3. FLUXO DE INFORMAÇÃO PARA ICV .....</b>	<b>30</b>
3.1. Reflexões sobre ciclo de vida do dado.....	32
3.2. Considerações sobre Ciclo da Informação.....	38
3.3. Concepção do Fluxo de Informação para ICV.....	40
<b>4. TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO PARA ICV.....</b>	<b>43</b>
4.1. Obtenção.....	45
4.1.1. Intercâmbio de Dados .....	45
4.1.2. Tecnologia XML .....	49
4.1.3. Classificação da Informação .....	52
4.1.4. Dispositivos Móveis .....	55
4.2. Processamento.....	56
4.2.1. Armazenamento.....	56
4.2.2. Modelos de Persistência de Dados.....	63
4.2.3. Tratamento da Informação.....	65
4.3. Distribuição.....	69
<b>5. MATRIZ DE TECNOLOGIA PARA FLUXO DE INFORMAÇÃO DE ICV .....</b>	<b>76</b>
<b>6. CONCLUSÕES .....</b>	<b>92</b>
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>95</b>
<b>8. REFERÊNCIAS IMAGÉTICAS.....</b>	<b>107</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento sustentável é hoje uma preocupação de toda a sociedade. Diversos problemas decorrentes da exploração indiscriminada do meio ambiente estão sendo considerados de forma relevante no cenário mundial. Mudanças climáticas, alterações no *habitat* natural de algumas espécies, entre outras mudanças no meio ambiente fazem com que esse assunto seja tratado com importância fundamental para as próximas gerações.

A exploração do meio ambiente tem um reflexo significativo na sociedade de consumo, o que impulsiona a economia da sociedade, fazendo com que as indústrias realizem o desenvolvimento de novos produtos para atender essa demanda crescente. Esse novo padrão de comportamento faz com que a escassez dos recursos naturais seja aumentada, pois, no passado, se retirava do meio ambiente apenas o necessário para a subsistência do homem.

Com o passar dos anos, o ser humano foi aprimorando suas técnicas de construção de ferramentas e, com isso, ofereceu uma melhoria nas condições de vida da população em geral. Com esse processo, começa-se um ciclo de degradação do meio ambiente, no qual o homem, não preocupado com a manutenção dos ecossistemas, retira da natureza muitos insumos para suas necessidades sem qualquer preocupação com os dejetos decorrentes desse processo, com um pensamento de que esses recursos naturais (animais, vegetais e minerais) são inesgotáveis e capazes de renovação permanente.

Segundo o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), “[...] apesar dos investimentos de vários países em energias renováveis e sustentabilidade, o mundo pode viver uma catástrofe ambiental em 2050, segundo o Relatório de Desenvolvimento Humano 2013” (AMAZONIA.ORG, 2013). Com essa preocupação, originaram-se estudos nos Estados Unidos e na Europa sobre desenvolvimento sustentável e as primeiras reações no sentido de se estabelecerem fórmulas e métodos de diminuição dos danos ao meio ambiente.

Empresas de diversos segmentos têm buscado desenvolver produtos com menor impacto nos recursos naturais. Nesse contexto, a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), que é uma metodologia capaz de determinar o impacto ambiental de

materiais, produtos ou serviços ao longo de todo seu ciclo de vida, torna-se uma das principais ferramentas de análise de impacto ambiental.

Em um estudo de ACV é necessária a obtenção de dados de entrada dos processos elementares dos produtos, que são determinados por meio de Inventários de Ciclo de Vida (ICV). Esses inventários têm como objetivo principal proporcionar informações para comporem os insumos da análise dos estudos de ACV.

Os Inventários de Ciclo de Vida (ICV) compõem a fase de análise de inventário da metodologia de ACV. Esta etapa do desenvolvimento dos estudos de ACV é considerada a fase que consome mais recursos e está sujeita a um número maior de incertezas metodológicas. Algumas instituições governamentais e privadas, principalmente da Europa, desenvolveram bases de dados<sup>1</sup> de inventário com as especificidades de cada região geográfica, retratando os dados dos processos ou serviços característicos de sua região.

A partir do modelo de informações para elaboração de inventários de ciclo de vida da base da cadeia industrial (Reis, 2008), o Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT) desenvolveu um banco de dados de inventário de ciclo de vida. Porém, existe uma dificuldade em se trabalhar com as informações desse banco de dados, pois o modelo de informação proposto apenas descreve como deve ser o armazenamento das informações de inventário sem, no entanto, permitir o tratamento da informação de inventário de ciclo de vida.

É necessário especificar tecnologias da informação capazes de apoiar a gestão da informação de inventários de ciclo de vida para estabelecer mecanismos de qualidade, tratamento e disseminação da informação.

Dessa forma, esta pesquisa busca responder à seguinte questão: quais tecnologias da informação podem atuar no fluxo de informações de inventário de ciclo de vida para tornar factível o uso da metodologia de ACV em produtos brasileiros?

---

<sup>1</sup> base de dados é o conjunto de dados que são considerados para gerar uma informação. O banco de dados, que é um repositório onde os dados são armazenados, contém elementos para atender uma ou mais bases de dados.

A tecnologia da informação pode proporcionar mecanismos capazes de resolver as situações complexas envolvidas na concepção do Sistema Brasileiro de Inventário de Ciclo de Vida (SICV), para que se tenha um resultado expressivo na recuperação, organização e utilização das informações de inventário pela sociedade, considerando que existem condições específicas sobre o tema pesquisado que determinam complexidade nas definições dos elementos fundamentais da gestão da informação.

A hipótese é que uma matriz de tecnologia venha contribuir com a gestão de informação de inventários de ciclo de vida, apontando alternativas de tecnologias para o fluxo de informações de ICV. Nesse sentido, defende-se a tese de que o ICV é instrumento informacional imprescindível para a consolidação da metodologia ACV na disseminação de informações sobre o impacto ambiental de produtos.

Este estudo procura identificar e avaliar as tecnologias da informação disponíveis para a obtenção, para o processamento e para a distribuição de informações no contexto do inventário do ciclo de vida para subsidiar o desenvolvimento de uma matriz de tecnologia capaz de indicar tecnologias da informação a fim de tornar viável a real utilização e reutilização dos dados de inventário na efetivação do uso da metodologia de avaliação do ciclo de vida.

Portanto, esta pesquisa tem como objetivo geral propor uma matriz de tecnologia para fluxo de informação de inventários de ciclo de vida, a partir da análise dos elementos do ciclo de vida do dado e sua relação com as etapas do fluxo de informação para ICV, na perspectiva do desenvolvimento de um Sistema Brasileiro de Inventário de Ciclo de Vida (SICV).

Para atingir este propósito, definem-se os seguintes objetivos específicos:

- i. analisar o ciclo de vida do dado;
- ii. levantar as etapas do fluxo de informação de ICV;
- iii. investigar tecnologias da informação no que tange ao fluxo de informação de ICV.

Os procedimentos metodológicos utilizados baseiam-se no levantamento e revisão bibliográfica nas principais bases de dados acadêmicas nacionais e

internacionais sobre os temas principais relacionados às tecnologias para apoiar a gestão da informação no contexto de sistemas de inventário de ciclo de vida.

Dessa forma, é realizada uma contextualização das definições sobre ACV e ICV com o objetivo de estabelecer um entendimento comum para a elaboração das próximas etapas. Elencam-se algumas tecnologias para o fluxo de informações de ICV e definições sobre ciclo de vida do dado, que são considerados fundamentais para o método de elaboração da matriz de tecnologia proposta.

O método de concepção da matriz de tecnologia para fluxo de inventários está baseado na intersecção dos elementos do ciclo de vida do dado e sua relação com as etapas da gestão da informação para ICV, utilizando-se o *framework* de Zachman (2010) para clarificar cada tecnologia empregada.

Os aspectos de disseminação das informações de inventário de ciclo de vida, em caráter gratuito e com apoio tecnológico governamental, são estímulos para a implementação em larga escala da metodologia ACV. Qualquer iniciativa formal como, por exemplo, a certificação de produtos, com base em uma avaliação do ciclo de vida, necessita do suporte de um inventário do ciclo de vida confiável, que tenha credibilidade científica, técnica e informacional, com estrutura robusta, de acordo com normas e formatos internacionais, observando-se as especificidades do Brasil, tais como diversidade de materiais, formas de extração de matéria-prima, área geográfica ampla entre outras.

No Brasil, ainda não existem pesquisas que contemplem como deve ser desenvolvido o tratamento de informações de ICV em contexto sistêmico e em caráter público. Com o modelo de informações proposto por Reis (2008), desenvolveu-se um sistema que descreve como deve ser o armazenamento de informações de inventário. Entretanto, não se conhece a forma como essas informações são tratadas para que tenham confiabilidade técnico-científica para serem disseminadas e utilizadas por especialistas em ACV das indústrias brasileiras.

Assim sendo, desenvolvimento desta pesquisa foi organizado nos capítulos descritos a seguir.

O Capítulo 2 – *Proposições sobre Avaliação de Ciclo de Vida (ACV)* – trata do referencial teórico referente às questões de inventários de ciclo de vida no contexto de estudos de avaliação de ciclo de vida, destacando as fases da ACV.

O capítulo 3 – *Fluxo de Informação para ICV* – investiga os elementos do ciclo de vida do dado e as fases da gestão da informação, resultando na estruturação do fluxo de informação para ICV.

O capítulo 4 – *Tecnologias da Informação para ICV* – apresenta tecnologias para apoiar a obtenção, contemplando a coleta e a classificação, o armazenamento e a distribuição da informação de inventários de ciclo de vida.

O capítulo 5 – *Matriz de tecnologia para fluxo de informações de ICV* – aponta, descreve e determina as tecnologias da informação disponíveis para a localização, o acesso, a recuperação, o processamento, o armazenamento e a disseminação de informações no contexto do inventário do ciclo de vida, para cada fase do fluxo de informações apresentado.

O capítulo 6 – *Conclusões* – é dedicado às considerações finais e a futuros desdobramentos da pesquisa.

## **2. PROPOSIÇÕES SOBRE AVALIAÇÃO DE CICLO DE VIDA**

Este capítulo apresenta proposições para fundamentar abordagens das tecnologias da informação que apoiarão o desenvolvimento da proposta da matriz de tecnologia para fluxo de informação no contexto de inventários de ciclo de vida de produtos.

Serão apresentados conceitos básicos sobre avaliação de ciclo de vida (ACV), os benefícios que os estudos podem resultar e as fases da ACV onde os inventários de ciclo de vida (ICV) têm seu papel importante na determinação do impacto ambiental da análise de inventário de ciclo de vida.

### **2.1. Avaliação de Ciclo de Vida**

A preocupação com o desenvolvimento de produtos que ofereçam um menor nível de degradação dos recursos naturais é uma meta que as empresas, de modo geral, estão buscando.

Instituições de pesquisa e organizações internacionais desenvolveram estudos para conceber uma metodologia que pudesse realizar uma análise dos elementos envolvidos na fabricação de produtos. A avaliação de ciclo de vida (ACV) é um modo de medir os impactos ambientais gerados nos processos de desenvolvimento de produtos.

Avaliação de ciclo de vida é uma compilação de entrada e saída de materiais e energia, a partir de um conjunto de procedimentos sistematizados, que buscam levantar os impactos ambientais decorrentes de um sistema de produção por todo seu ciclo de vida. Entende-se ciclo de vida como o conjunto de etapas de um sistema de produção, desde a aquisição da matéria-prima, sua fabricação, utilização, manutenção até o descarte final do produto (ABNT NBR ISO 14040, 2009).

A avaliação do ciclo de vida – ACV – dos produtos, processos ou atividades é uma poderosa metodologia para analisar os impactos ambientais de materiais, processos e produtos ao longo de todo o seu ciclo

de vida. Este ciclo de vida abrange a extração, o processamento de matérias primas, a produção, a distribuição, o uso e reuso, a manutenção, a reciclagem e disposição final, ou seja, seu ciclo de vida do berço ao túmulo. De acordo com a *Life Cycle Initiative*, ACV é um processo objetivo para avaliar os impactos ao meio ambiente e a saúde, associado a um produto, processo, serviço ou outra atividade econômica, em todo o seu ciclo de vida (UNEP/SETAC, 2006).

Segundo Hawkins *et al* (2013) a ACV envolve a “compilação de um inventário dos fluxos ambientalmente relevantes associadas a todos os processos envolvidos na produção, utilização e fim de vida de um produto e tradução desse inventário em impactos de interesse” (tradução do autor). De acordo com ABNT NBR ISO 14040 (2009, p. 2), ACV é “a compilação e avaliação das entradas, saídas e dos impactos ambientais de um sistema de produto ao longo do seu ciclo de vida”.

Avaliação do Ciclo de Vida é uma ferramenta de tomada de decisão para identificar encargos ambientais e avaliar as consequências ambientais de um produto, processo ou serviço durante o seu ciclo de vida. Este ciclo de vida pode ser do berço ao túmulo ou do berço ao berço no caso de produtos que podem ser recuperados e reciclados ou reutilizados. Ao fornecer uma visão de todo o sistema de um produto, ACV está ajudando a indústria, os governos e institutos de pesquisa a determinar as formas de otimizar a eco-eficiência de todo um sistema de produto ao invés de apenas uma instalação ou processo particular (WBCSD, 2015, p. 25, tradução do autor).

No estudo da ACV de um produto, todas as ações dos fluxos de entrada e saída, seja por meio de matéria-prima ou energia, são determinadas quando possível, de forma a quantificar todo seu ciclo de vida. Esse ciclo de vida pode ocorrer de diferentes formas, dependendo do objetivo do estudo da ACV. Essas formas são:

- do berço ao túmulo (*from cradle to grave*): análise da extração das matérias-primas e energia, fabricação do produto e seu descarte final;
- do berço ao portão (*from cradle to gate*): análise da extração das matérias-primas e energia até o início da fabricação do produto;
- do portão ao portão (*from gate to gate*): análise da fabricação do produto;
- do portão ao túmulo (*from gate to grave*): análise do uso do produto até seu descarte final.

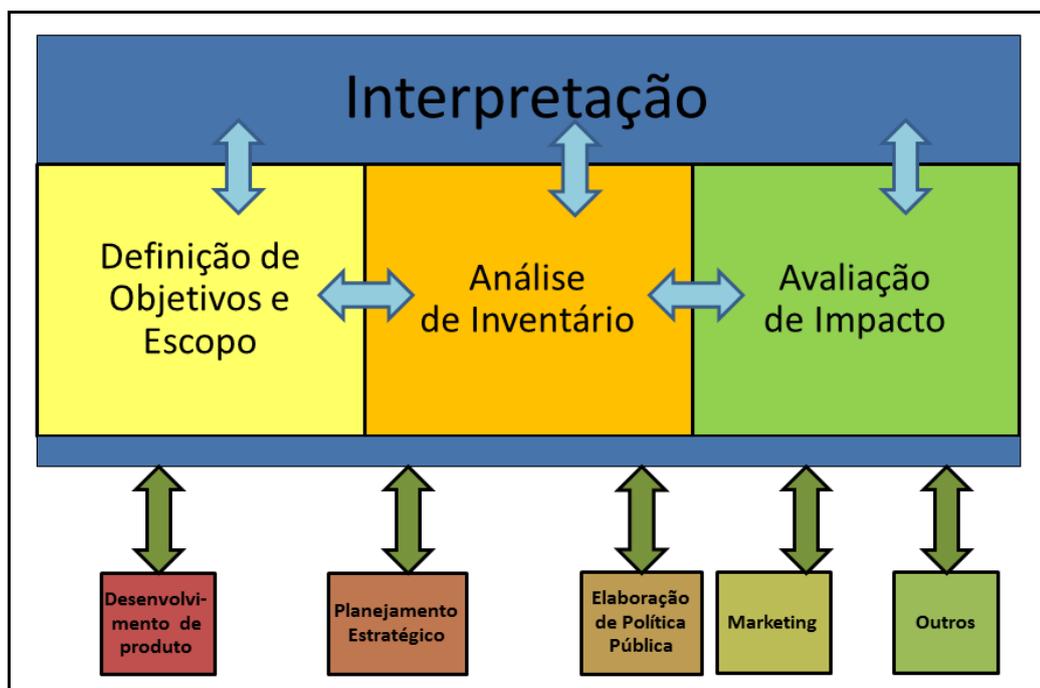
A metodologia cobre todos os aspectos da condução de um estudo de ACV: definição do público-alvo e objetivo, a coleta de dados sobre o consumo de recursos e as emissões que podem ser atribuídas a um produto específico, o cálculo da contribuição para os impactos sobre o meio ambiente, a verificação da robustez e da importância dos resultados e conclusões para garantir a transparência e qualidade do estudo (JRC-IES, 2011).

O método genérico da ACV exige que todos os principais insumos para o processo, que abastecem o sistema de produtos sejam levados em conta, bem como todos os materiais ou energia que alimentam esses processos, e assim em todas as cadeias dos vários materiais da oferta do produto (HORNE; GRANT; VERGHESE, 2009, tradução do autor).

Portanto, a ACV é uma importante metodologia para analisar os impactos ambientais no processo de elaboração de produtos e permite a construção destes com mais eficiência no que tange a um modelo sustentável.

## 2.2. Fases da ACV

Um estudo de ACV é composto por quatro fases, de acordo com a ABNT NBR ISO 14040 (2009, p.8), e é ilustrado na figura 1:



**Figura 1 – Fases da ACV**

Fonte: Adaptado de ABNT NBR ISO 14040 (2009, p. 8)

De acordo com a ABNT NBR ISO 14040 (2009, p. 15), a interpretação é a “[...] fase da ACV na qual as constatações da análise do inventário e da avaliação de impacto [...] são combinados de forma consistente, com o objetivo e o escopo definidos, visando alcançar conclusões e recomendações”.

Essa fase caracteriza-se por interpretações dos dados oriundos da análise de inventário associados às definições de objetivos e escopo do estudo de ACV. É de grande relevância, pois todas as constatações são construídas baseadas em direcionamentos advindas dessa fase.

### **2.2.1. Definição de Objetivos e Escopo**

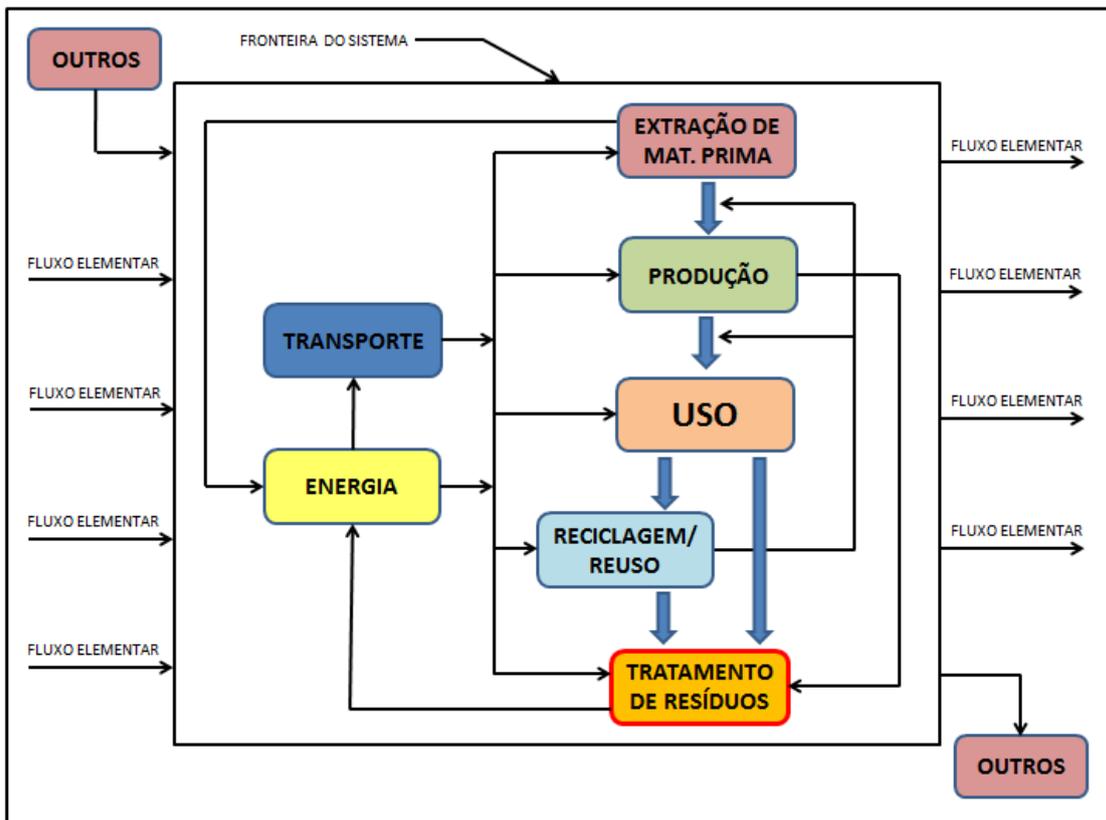
Na fase de “Definição de Objetivos e Escopo” são definidos os procedimentos adotados para a condução do estudo, com o objetivo de garantir a qualidade da atividade. Com isso, são determinados alguns itens como, por exemplo, as funções do sistema de produto, a unidade funcional, o método utilizado, entre outros. A Norma ABNT NBR ISO 14040 (2009, p. 12) menciona que “[...] convém que o escopo técnico seja suficientemente bem definido para assegurar que a extensão, a profundidade e o grau de detalhe do estudo sejam compatíveis e suficientes para entender o objetivo estabelecido”.

Essa relação entre objetivo estabelecido e escopo mostram-se fundamentais para que os estudos de ACV sejam realizados de forma eficiente. A definição do propósito do estudo de ACV assegura a assertividade do resultado frente às necessidades que motivaram a pesquisa.

#### **2.2.1.1. Sistema de Produto**

Um sistema de produto é o conjunto de processos elementares, conectados material e energeticamente, que realiza uma ou mais funções definidas, podendo também ser um sistema de serviço. Esses processos elementares são constituídos de atividades de uma operação simples ou conjunto de operações. Uma unidade funcional é uma medida do desempenho das saídas funcionais do sistema de produto (ABNT NBR ISO 14040, 2009, p.10).

Sistemas de produto são divididos em um conjunto de processos elementares. Os processos elementares são interligados uns aos outros, mediante fluxos de produtos intermediários e/ou resíduos para tratamento, a outros sistemas de produto por fluxos de produto e ao meio ambiente por fluxos elementares (ABNT NBR ISO 14041, 2004, p. 3). A figura 2, a seguir, ilustra os processos elementares.



**Figura 2 – Ambiente do Sistema de Produto**  
Fonte: Adaptado de Chehebe (2002, p. 29)

O propósito principal de uma unidade funcional é fornecer uma referência para a qual as entradas e saídas são relacionadas. Esta referência é necessária para assegurar a comparabilidade de resultados da ACV. As fronteiras do sistema determinam quais unidades de processo devem ser incluídas na ACV (ABNT NBR ISO 14041 2004, p. 5). Entende-se por unidade funcional o desempenho quantificado de um sistema de produto para utilização como uma unidade de referência.

### **2.2.1.2. Alocação e Co-Produto**

Uma definição importante no desenvolvimento de inventários é a alocação. A alocação tem por objetivo a identificação das cargas ambientais decorrentes de cada entrada e saída de matérias-primas e energia que constituíram um determinado produto.

Um produto, em muitos casos, é composto por diversos processos, que também podem gerar mais de um produto, sendo chamados de co-produtos.

O co-produto que é utilizado na etapa seguinte da investigação em curso é chamado produto principal. O co-produto utilizado para outros propósitos e chamado subproduto. Qual será o produto principal e qual será o subproduto dependerá do propósito do estudo. Não é justo fazer do produto principal o único responsável por todos os efeitos ambientais do processo e das etapas anteriores no ciclo de vida. É necessário decidir como esse efeito ambiental acumulado deverá ser repartido entre o produto principal e o subproduto. Um estudo deve, portanto, identificar a rede de operações e processos ligados dentro do sistema e alocar as cargas ambientais relevantes de forma adequada (CHEHEBE, 2002, p. 56).

Os procedimentos de alocação são necessários quando se lida com sistemas que envolvem produtos múltiplos, como por exemplo, produtos múltiplos do refino de petróleo. Os fluxos de materiais e de energia, assim como as liberações ao ambiente associadas, devem ser alocados aos diferentes produtos, de acordo com procedimentos claramente estabelecidos, que devem ser documentados e justificados (ABNT NBR ISO 14041, 2009, p.13).

### **2.2.2. Análise de Inventário**

Análise do inventário envolve a coleta de dados e procedimentos de cálculo para quantificar as entradas e saídas decorrentes de um sistema de produto. Essas entradas e saídas podem incluir o uso de recursos e emissões no ar, na água e no solo associados com o sistema. Podem, ainda, ser realizadas interpretações destes dados, dependendo dos objetivos e do escopo da ACV. Estes dados também constituem a entrada para a avaliação do impacto do ciclo de vida (ABNT NBR ISO 14040, 2009).

No desenvolvimento de estudos de ACV, um dos componentes importantes é a análise de inventário que tem como objetivo o levantamento das entradas e saídas que compõem um sistema de produto. Segundo Rossato (2002, p. 8), a análise de inventário é “[...] um processo técnico, baseado em informações de quantificação dos requerimentos de energia e matéria-prima, emissões atmosféricas, efluentes líquidos, resíduos sólidos e outras liberações para o ciclo inteiro de vida de um produto, processo ou atividade”. Assim sendo, uma importante característica dessa análise é a grande quantidade de dados em formato de fluxos elementares, constituindo o sistema de produto.

De acordo com a norma ABNT NBR ISO 14040 (2009, p.14), “[...] em seguida à coleta de dados procedimentos de cálculos são aplicados”, incluindo:

- a validação dos dados coletados;
- a correlação dos dados aos processos elementares, e
- a correlação dos dados aos fluxos de referência e a unidade funcional. (ABNT NBR ISO 14040, 2009, p.14).

O processo de condução de uma análise do inventário é iterativo. Na medida em que os dados são coletados e é conhecido mais sobre o sistema, podem ser identificados novos requisitos ou limitações para os dados que requeiram uma mudança nos procedimentos de coleta de dados, de forma que os objetivos do estudo ainda sejam alcançados. Às vezes, podem ser identificadas questões que requeiram revisões de objetivo ou do escopo do estudo (ABNT NBR ISO 14040, 2009). Nesse caso, o procedimento a ser adotado é a análise dos dados coletados, ajuste dos procedimentos de coleta de dados e reformulação das especificações do objetivo do estudo.

O inventário é o resultado da compilação de todos os fluxos ambientais, incluindo os recursos, insumos de uso e desperdício ou poluição. O inventário fornece uma estimativa mais baixa dos encargos ambientais que o produto ou serviço coloca sobre o meio ambiente (HORNE; GRANT; VERGHESE, 2009, tradução do autor).

Normalmente, os inventários são agrupados em conjuntos de dados, denominados *Data Sets*. O armazenamento de *Data Sets* de inventários de ciclo de vida tem um papel fundamental no desenvolvimento de novos inventários, posto que

o desenvolvimento de inventários são caros, pois deve-se levantar uma quantidade muito grande de informações dos processos decorrentes dos fluxos de entrada e saída que compõem a manufatura do produto. Esse grande levantamento de informações permite que especialistas em ACV realizem seus estudos com base nos dados categorizados por meio de conjunto de dados (*Data Sets*) em repositório de dados de ICV.

Com a utilização das informações de inventário de ciclo de vida, os estudos de avaliação de ciclo de vida podem tornar-se mais exequíveis, pois diminui-se consideravelmente o esforço de coleta e tratamento das informações para o desenvolvimento de inventários de ciclo de vida particulares. Com o uso da metodologia para a elaboração do inventário de ciclo de vida, algumas etapas no decorrer do levantamento e análise das informações podem ser consideradas. De acordo com a norma ABNT NBR ISO 14041 (2004, p. 10), os procedimentos simplificados para análise de inventário são ilustrados na figura 3.



**Figura 3 – Procedimentos simplificados para análise de inventário**

Fonte: ABNT NBR ISO 14041 (2004, p. 10)

É importante ressaltar que a aceitação dos dados de inventário ocorre em três etapas: validação, relacionando dados ao processo elementar e relacionando dados à unidade funcional. Na etapa de agregação são calculados os dados de inventário para formar o inventário completo. O refinamento das fronteiras do sistema indicam

os dados adicionais ou unidades de processo requeridas que serão encaminhadas a folha revisada de coleta de dados (de forma cíclica).

Os estudos de avaliação de ciclo de vida (ACV) têm uma interdependência direta com a disponibilidade e qualidade das informações de inventário de ciclo de vida. Tal fato traz como consequência resultados imprecisos e com desvio na assertividade dos objetivos da análise de ciclo de vida do produto.

### **2.2.3. Avaliação de Impacto**

A avaliação de impacto é a fase que descreve, segundo a ABNT NBR ISO 14040 (2009, p.14), “[...] a avaliação da significância de impactos ambientais potenciais, usando os resultados da análise de inventário do ciclo de vida”. Procura-se realizar uma mensuração do processo de forma quantitativa e qualitativa com base nos resultados recuperados na análise do inventário.

A ACV pode ser um excelente mecanismo para a implementação da sustentabilidade no sistema produtivo, uma vez que realiza avaliação de impacto no desenvolvimento, uso e descarte de produtos. Porém, para que se possa realmente alavancar esse processo, faz-se necessário o levantamento de inúmeras informações para sua análise, tornando os custos dos estudos de ACV muitos elevados. Esses custos cobrirão o desenvolvimento de novos inventários que formam a base de outros estudos de ACV e vão oferecer agilidade no processo de recuperação da informação de inventário.

Uma solução para esse problema é a construção de bases de dados contendo informações de inventário, desenvolvidos em muitas partes do mundo, como, por exemplo, as bases de inventário do *Ecoinvent*<sup>2</sup>.

O problema do intercâmbio de dados de inventário de ciclo de vida é agravado pela pouca existência de padrões estabelecidos para intercâmbio de dados, apesar de existir um padrão de formato da apresentação de dados, preconizado pela especificação técnica ISO 14048.

---

<sup>2</sup> Ecoinvent database. Swiss Centre for Life Cycle Inventories, <http://www.ecoinvent.ch/>.

Outro fator importante a ser considerado é a indisponibilidade de ferramentas de baixo custo e fácil utilização para conversão de dados para serem utilizados em ferramentas de avaliação de impacto ambiental. Ressalta-se que uma base de dados de inventário de ciclo de vida é projetada para gerir grandes volumes de informações.

O gerenciamento de informações implica a definição de estruturas de armazenamento das informações e a definição dos mecanismos para a manipulação dessas informações, por meio de tecnologias da informação para ICV.

### **2.3. Aplicações da ACV**

Nos últimos tempos, houve grandes avanços na aplicação de princípios de eco-eficiência para o mundo real. A indústria, por exemplo, teve um sucesso considerável na redução da poluição e das emissões, além de eliminar materiais perigosos de processos de produção. No passado, as empresas viram o meio ambiente e o desenvolvimento sustentável como problemas e fatores de risco (WBCSD, 2015, p. 4, tradução do autor). Essa percepção empresarial fez com que novos métodos de concepção de produtos, atentos a preservação e manutenção dos recursos naturais, fossem aplicados em seus sistemas produtivos.

De forma objetiva, na elaboração de um estudo de ACV, pode-se:

- desenvolver uma sistemática avaliação das consequências ambientais associadas com um dado produto;
- analisar os balanços (ganhos/perdas) ambientais associados com um ou mais produtos;
- investigar produtos/processos específicos de modo a que os visados (estado, comunidade, etc.) aceitem uma ação planejada;
- quantificar as descargas e impactos ambientais entre estágios de ciclo de vida e o meio ambiental;
- avaliar os efeitos humanos e ecológicos do ambientais para o ar, água, e solo relativamente a cada estágio do ciclo de vida e/ou processos;
- assistir na identificação de significantes trocas ou consumo de materiais e descargas ambientais para a comunidade local, região e o mundo;

- comparar os impactos ecológicos e na saúde humana entre dois ou mais produtos/processos rivais ou identificar os impactos de um produto ou processo específico;
- identificar impactos em uma ou mais áreas ambientais específicas de interesse (USEPA, 2001).

Dessa forma, os benefícios que os estudos de ACV podem resultar são bem diversificados. A metodologia de ACV avalia os impactos ambientais e seus reflexos decorrentes da associação a um produto e, segundo a norma ABNT NBR ISO 14040, mediante:

- a compilação de um inventário de entradas e saídas pertinentes a um sistema de produto;
- a avaliação dos impactos ambientais potenciais, associados a essas entradas e saídas;
- a interpretação dos resultados das fases de análise de inventário e de avaliação de impacto em relação aos objetivos dos estudos (ABNT NBR ISO 14040, 2009).

Esses impactos podem ser relacionados à desflorestação, poluição das águas, dos solos e do ar, esgotamento dos recursos naturais, ocasionando grande ameaça à saúde e ao meio ambiente.

A ACV, de acordo com a ABNT NBR ISO 14040, pode auxiliar na:

- identificação de oportunidades para melhorar os aspectos ambientais dos produtos em vários pontos do seu ciclo de vida;
- tomada de decisões na indústria, nas organizações governamentais ou não governamentais (planejamento estratégico, projeto de produtos ou processos);
- seleção de indicadores relevantes do desempenho ambiental, incluindo técnicas de medição; e
- marketing (declaração ambiental, entre outros) (ABNT NBR ISO 14040, 2009, p. v).

Aplicações da ACV podem ser usadas em rotulagem ecológica, eco-design, pegada ambiental e gestão de resíduos. A ACV também aborda com sucesso questões estratégicas relacionadas com o impacto ambiental e o potencial de melhoria da utilização dos recursos naturais (JRC-IES, 2011).

Assim como para a pegada de carbono (PANT et al., 2008), ACV oferece a estrutura para fornecer informações significativas sobre a "pegada de água" de bens manufaturados, serviços entregues, operações de negócios, e do comportamento dos consumidores, mantendo sempre atento para outras áreas relevantes de preocupação ambiental (KOEHLER, 2008, p.451, tradução do autor).

Outras aplicações da ACV são encontradas em estudos de bioenergia (CHERUBINI; STROMMAN, 2011), biodiesel (CAMPBELL; BEER; BATTEN, 2011), biogás (COLLET et al, 2011), materiais de construção (BRIBIÁN; CAPILLA; USÓN, 2011), biocombustíveis (SINGH; OLSEN, 2011) entre outras diversas publicações encontradas em todo o mundo.

Neste trabalho, o foco estará voltado para as aplicações de ICV que privilegiam o armazenamento, tratamento e recuperação de informações de inventário de ciclo de vida, no que tange ao uso de tecnologias da informação capazes de apoiar a gestão da informação, por meio de uma matriz de tecnologia para fluxo de informação para ICV.

### 3. FLUXO DE INFORMAÇÃO PARA ICV

Os aspectos que revelam a complexidade no entorno de informações de inventários de ciclo de vida inserem a necessidade de analisar os princípios conceituais da informação e de suas propriedades, resultando em argumentos importantes no decorrer da pesquisa para a determinação do fluxo de informação para ICV.

Nesse sentido, é importante ressaltar que a Ciência da Informação tem como objeto de estudo a própria informação. Le Coadic (1996, p. 21) afirma que se trata de uma ciência discutida como:

[...] a disciplina que da informação e do comportamento informacional, as forças que governam os fluxos de informação investigam as propriedades, e os significados do processamento da informação, visando à acessibilidade e a usabilidade ótima (BORKO, 1968, p. 3-5 apud LE COADIC, 1996, p. 21).

Para Saracevic (1999, p. 1062), muitos esforços são reservados às questões relativas ao tratamento da informação e do conhecimento, sendo a Ciência da Informação um campo que tem um papel significativo nesse contexto. No entanto, Foskett (1980) propõe que a Ciência de Informação seja uma área interdisciplinar, que está presente em diversas áreas como na biblioteconomia, computação, comunicação, linguística e psicologia e pertinente à comunicação e à transferência do conhecimento organizado.

Destaca-se nas definições de Borko, Saracevic e Foskett o aspecto interdisciplinar da Ciência da Informação. Todavia, a informação está inserida em vários contextos, como na comunicação, linguística, relações sociais, relações humanas, tecnologias de informação, armazenamento, recuperação, uso, entre outros.

Para Zins (2007) a área da Ciência da Informação tem sua fundação nos conceitos de dado, informação e conhecimento, ressaltando o inter-relacionamento entre os três conceitos. Contudo, a natureza e o significado entre eles diferem e são debatidos de diferentes formas e contextos.

A variedade de sentidos do uso do termo informação é comum em todos os ambientes. Buckland (1991, p. 351-360) destaca que compreender a diversidade de sentidos que o termo “informação” carrega é relevante e pode gerar aprendizado prático diante da necessidade de seu entendimento e classificação nos diversos contextos (SMITH, 2013, p. 29).

É importante ressaltar que “[...] dados são a coleção de evidências relevantes sobre um fato observado [...]”, e a sua manipulação no que tange à organização, consolidação e significância, constitui-se a informação (SORDI, 2008, p. 7). Dessa forma, pode-se considerar que a informação é constituída de dados com significados e contextualizações.

Para Valentim (2008) a “difícil tarefa é separar a informação e conhecimento, posto que um alimenta o outro, um movimento que se configura em um processo dual que participa do desenvolvimento do sujeito, o usuário da informação”.

Santos e Sant’Ana (2002) definem informação como “[...] um conjunto finito de dados dotado de semântica e que tem a sua significação ligada ao contexto do agente que a interpreta ou recolhe e de fatores como tempo, forma de transmissão e suporte utilizado”.

Em muitos casos, a informação é gerada a partir de sistemas de informação que podem realizar um grande processamento de dados e traduzi-las em informações um contexto aproveitável para seu usuário. Com isso, sistemas de informação tem papel fundamental na relação entre dados e informação. Segundo Carvalho (2007, p. 85) o sistema de informação “[...] permite que uma série de dados seja captada, manual ou automaticamente, e sejam processados de forma que se convertam e se transformem em informações úteis”.

Entretanto, Jackson (2011) relata que “existem muitas tentativas de adoção de sistemas de informação que não têm tido êxito”. Nesse caso, segundo o autor, as abordagens teóricas que se preocupam com o comportamento informacional e a cultura organizacional podem alavancar o êxito dos sistemas de informação.

Segundo Sant’Ana e Bonini (2014), “na busca pela redução da assimetria<sup>3</sup> informacional (AKERLOF, 1970) o acesso a recursos tecnológicos precisa ser amplo

---

<sup>3</sup>falta de simetria, ou seja, falta de harmonia resultante de certas combinações e proporções regulares.

e democrático”. Neste sentido, o consumo da informação está dependente do acesso aos mecanismos de compartilhamento de informação. Entretanto, de acordo com Sant’Ana e Bonini (2014), “é preciso criar condições para seu entendimento, principalmente por meio da apresentação de suas vantagens e tornando a busca por sua utilização mais atrativa para todos os setores da sociedade”.

Não obstante, em algumas fases da gestão da informação o alvo de tratamento é o dado, como nas etapas de coleta, armazenamento e recuperação. Dessa forma, para realizar o tratamento desse poderoso insumo, faz-se importante conhecer a natureza do dado, considerando as fases do ciclo de vida do dado e da investigação das principais etapas da gestão da informação, resultando no alicerce do fluxo de informação para ICV.

A seguir serão apresentadas algumas considerações sobre ciclo de vida do dado e, ainda, as fases da gestão da informação para comporem a fundamentação teórica da matriz de tecnologia para fluxo de informação de ICV.

### **3.1. Reflexões sobre ciclo de vida do dado**

O conceito de ciclo de vida é pervasivo<sup>4</sup> a vários sistemas e domínios. Entretanto, no contexto dessa pesquisa aborda-se o ciclo de vida do dado como uma forma de aprimorar as etapas de coleta, armazenamento e recuperação.

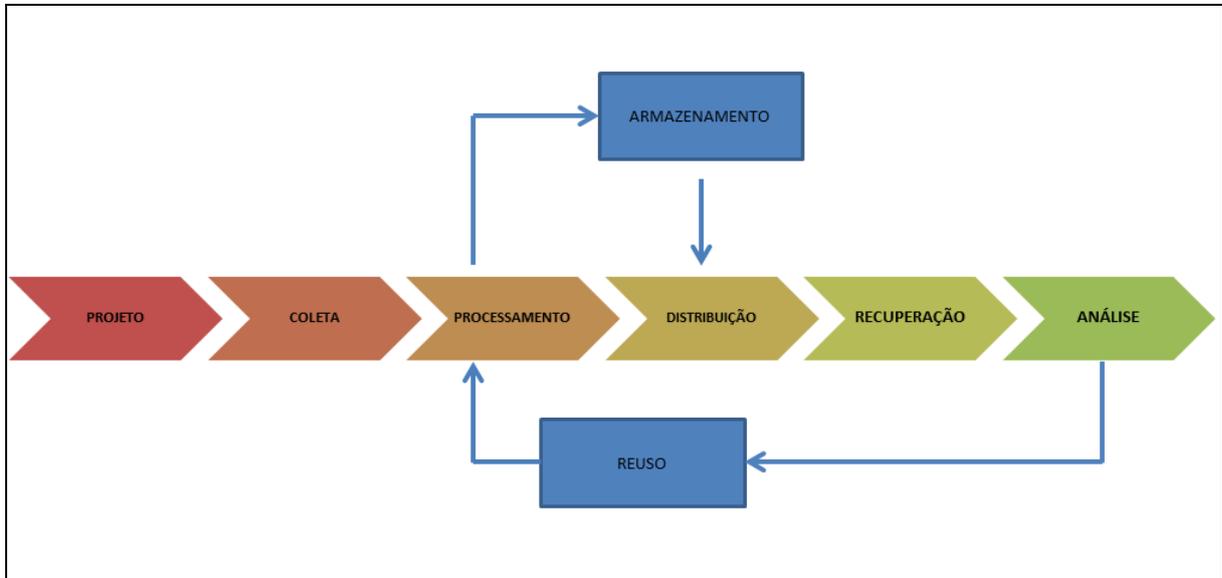
A identificação dos processos e fatores envolvidos no ciclo de vida dos dados, pode contribuir com o processo de democratização do uso dos dados, estruturando tanto a produção científica sobre o tema como contribuindo para divulgação no contexto científico e em âmbito mais amplo, viabilizando a mediação no acesso a estes conhecimentos (SANT’ANA; BONINI, 2014).

Uma proposta para ciclo de vida do dado é o modelo concebido pela *Data Documentation Institute* – DDI, que é composto por oito fases, identificadas em sequência: projeto, coleta, processamento, distribuição, recuperação, análise, armazenamento e reuso, conforme observa-se na figura 4. Esse modelo, segundo

---

<sup>4</sup>pervasivo neste contexto significa que ciclo de vida está presente em diversas áreas do conhecimento, sendo em cada área tratada sua especificidade.

Sant’Ana (2013), foi adotado pelo sistema de bibliotecas do *Massachusetts Institute of Technology* – MIT.

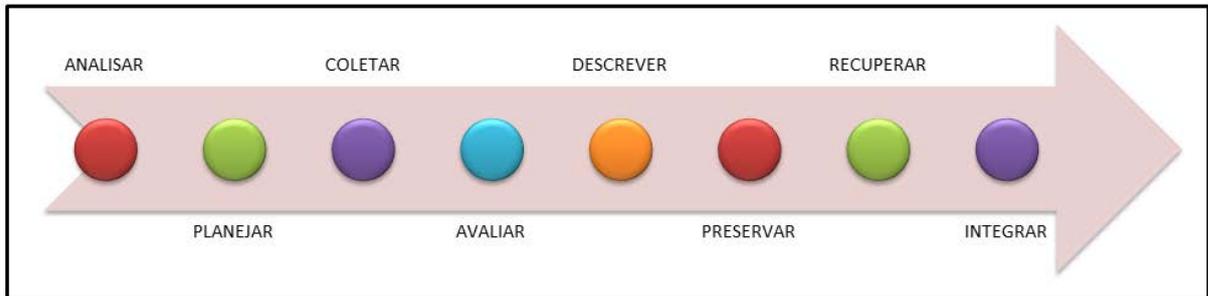


**Figura 4 – Modelo de Ciclo de Vida do Dado DDI**  
 Fonte: Adaptado de Sant’Ana (2013)

É importante ressaltar que no modelo existe um sequenciamento entre as fases de projeto, coleta, processamento, distribuição, recuperação e análise. As fases de reuso e armazenamento são acionadas mediante a execução das fases de análise e processamento, respectivamente. A fase de distribuição está ligada ao armazenamento, em um comportamento presumível.

A área ambiental tem crescido em relevância e em foco e representa uma fronteira de pesquisa sobre acesso a dados, principalmente em função do grande volume de dados gerados, volume este que tende a crescer de forma exponencial em função da disseminação de sensores e coletores de dados cada vez mais acessíveis. A *Data Observation Network for Earth* (DataONE) é um exemplo desta nova ciência ambiental inovadora, buscando atuar através de estruturas distribuídas e sustentáveis, que atendam às necessidades da ciência e da sociedade, de acesso aberto, persistente, robusto e seguro de dados observacionais da Terra, bem descritos e de fácil acesso. Para atender esta demanda, a DataONE propõe um modelo de ciclo de vida de dados que possa nortear o planejamento e realização da

gestão destes dados (DataONE, 2013). A figura 5 apresenta o ciclo de vida de dados nesse contexto.



**Figura 5 – Ciclo de Vida do Dado DataONE**

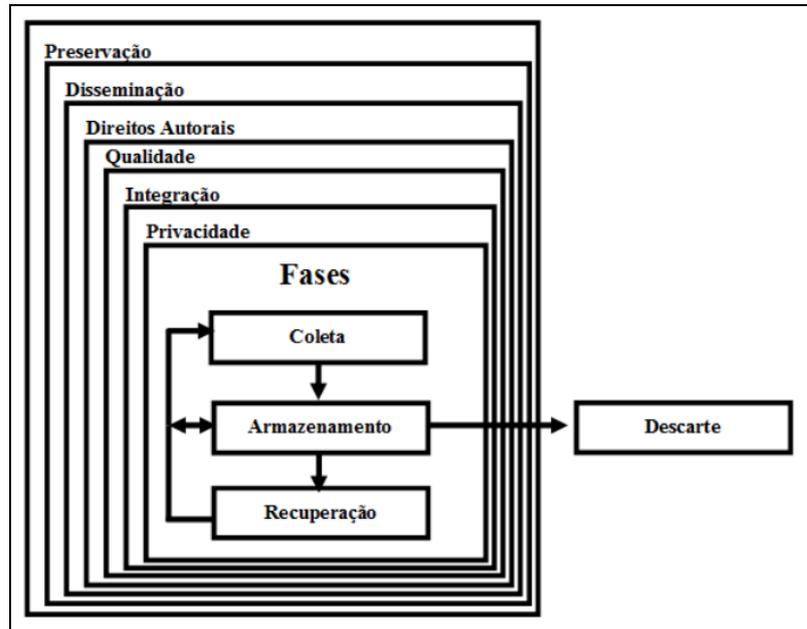
Fonte: Adaptado de DataONE (2013)

As fases do ciclo de vida do dado da DataONE (2013) são descritas de forma sequencial. As fases de analisar, planejar e coletar estão atreladas ao processo de coleta, determinando um planejamento adequado para a coleta a partir da análise realizada. As fases de avaliar, descrever e preservar estão mais voltadas ao processo de armazenamento, pois determinam pela análise realizada a descrição e o mecanismo de preservação dos dados. Por fim, as fases de recuperação e integração estão relacionadas à distribuição da informação.

Sant’Ana (2013, p. 17), propõe um ciclo de vida dos dados para a Ciência da Informação (CVD-CI) contendo fases (coleta, armazenamento, recuperação e descarte) que são permeadas por objetivos (privacidade, qualidade, direitos autorais, integração, disseminação e preservação).

É importante ressaltar que o modelo CVD-CI possui objetivos que estão permeados em todas as fases do ciclo de vida. O objetivo de qualidade, por exemplo, está presente na fase de coleta, beneficiando os recursos de dados com processos de qualidade, na fase de armazenamento promovendo a consistência do dado e, na fase de recuperação, definindo os conjuntos de dados íntegros para o usuário.

A figura 6 apresenta as fases e objetivos contidos no ciclo de vida dos dados.

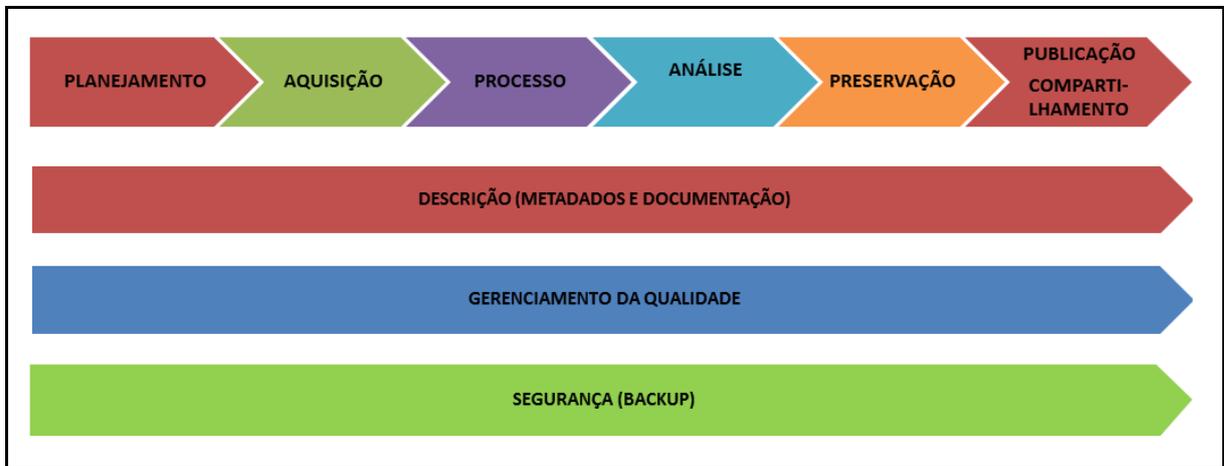


**Figura 6 – Ciclo de Vida dos Dados para a Ciência da Informação**  
Fonte: Sant'Ana (2013)

A fase de coleta apresenta as atividades vinculadas da definição inicial dos dados a serem utilizados, seja na elaboração do planejamento de como serão obtidos, filtrados e organizados, identificando-se a estrutura, formato e meios de descrição que será utilizado. A fase armazenamento representa as atividades relacionadas ao processamento, transformação, inserção, modificação, migração, transmissão e toda e qualquer ação que vise a persistência de dados em um suporte digital. A recuperação é a fase em que o acesso aos dados se concretiza, ocorrendo, portanto, as atividades ligadas à consulta e à visualização, com as etapas posteriores à obtenção do dado: estruturação, filtro, tratamento, representação, refinamento e interatividade (SANT'ANA, 2013, p. 18).

Outro modelo de ciclo de vida de dados é apresentado pela USGS. Esse modelo de ciclo de vida para dados científicos descreve as etapas de gerenciamento de dados para ajudar a garantir que os dados científicos da USGS sejam detectáveis e preservados além do projeto de pesquisa (USGS, 2015). O modelo propõe fases sequenciais: planejamento, aquisição, processo, análise, preservação e publicação/compartilhamento e fases que permeiam todo o ciclo de vida: descrição

(metadados e documentação), gerenciamento da qualidade e segurança (backup). A figura 7 ilustra esse modelo.



**Figura 7 – Modelo de ciclo de vida para dados científicos USGS**  
 Fonte: Adaptado de USGS (2015)

Assim sendo, é possível afirmar que:

A fase de planejamento permite determinar ações destinadas a identificar e assegurar recursos, reunir, manter, proteger e utilizar coleções de dados. A fase de aquisição envolve a coleta ou acréscimo às coleções de dados. A fase de processamento denota ações ou passos executados para verificar, organizar, transformar, integrar e extrair dados. A fase de análise envolve ações e métodos realizados em dados que ajudam a descrever fatos, detectar padrões, desenvolver explicações e testar hipóteses. A fase de preservação envolve ações e procedimentos para manter os dados por algum período de tempo ou para definir dados para uso futuro. A fase de publicação e compartilhamento possui a capacidade de preparar e emitir, ou disseminar, dados de qualidade para o público e para outras agências é uma parte importante do processo de ciclo de vida (USGS, 2015, tradução do autor).

Destaca-se neste modelo a abordagem de quatro métodos de aquisição de dados: a coleta de novos dados; conversão ou transformação de dados legado; partilha ou intercâmbio de dados; e compras de dados. Outra abordagem é a garantia de qualidade de dados, análise estatística dos dados, modelagem e interpretação dos resultados da análise.

O UK *Data Archive* oferece um modelo de ciclo de vida de dados como um auxílio aos pesquisadores, considerando e referenciando gerenciamento de dados ao ciclo de vida de um projeto de pesquisa. O modelo é composto por seis fases: criação, processamento, análise, preservação, concessão de acesso e reuso dos dados.

A figura 8 ilustra o modelo de ciclo de vida do dado da UK *Data Archive*.



**Figura 8 – Modelo de ciclo de vida UK *Data Archive***

Fonte: Adaptado de Ball (2012)

O modelo da UK *Data Archive* propõe um ciclo de vida que é definido com fases sequenciais e permite a reflexão de tarefas e atividades em cada uma das fases, promovendo o detalhamento do ciclo de vida do dado.

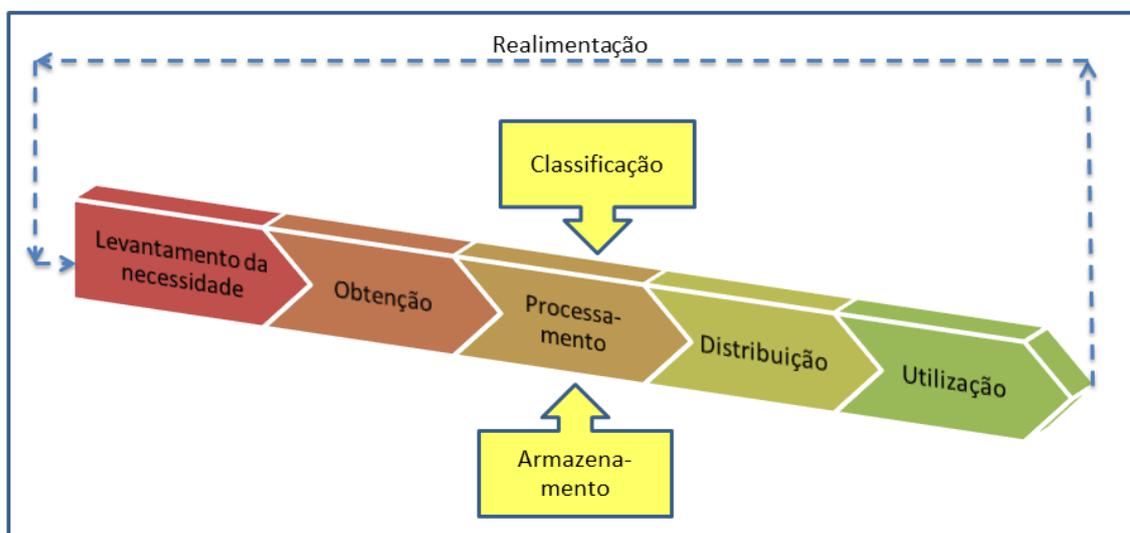
### 3.2. Considerações sobre Ciclo da Informação

Os ciclos da Gestão da Informação abrangem aspectos relacionados à necessidade e uso das informações e, para tanto, consideram a relação com ferramentas de tecnologia da informação para operacionalizar essas atividades.

Davenport (1997) revela o conceito de “ecologia da informação” retratando três ambientes interconectados e sobrepostos. Esses ambientes são: o ambiente das informações, o ambiente da organizacional e o ambiente externo, que circunda os dois primeiros. Para Choo (2002, p.24), o “[...] ciclo da informação é composto por necessidades de informação, aquisição da informação, organização e armazenamento, produtos e serviços informacionais, distribuição e uso da informação”.

A gestão da informação, ao tratar de informação registrada, possibilita a aquisição do conhecimento contido nessa informação por parte das pessoas no momento que elas desejam e no formato que possibilite o acesso correto, a partir da gestão adequada dos processos envolvidos (GRÁCIO, 2011). Esse acesso correto é importante na medida em que usuários podem consumir a informação de formas e com mecanismos diferentes.

Segundo McGEE e Prusak (1994), “[...] a gestão da informação pode ser sintetizada por etapas consecutivas como determinação da necessidade, obtenção, processamento, distribuição e utilização”. A figura 9 apresenta o processo de gerenciamento da informação.



**Figura 9 – Processo de Gerenciamento da Informação**  
Fonte: Adaptado de McGEE e Prusak (1994)

A primeira etapa do processo de gerenciamento da informação, o levantamento da necessidade, define as fontes e os tipos de informações necessárias ao funcionamento do negócio e seus fluxos informacionais. A obtenção refere-se aos procedimentos de coleta dos dados. A etapa de processamento compreende as atividades de armazenamento e classificação das informações obtidas na etapa anterior. Em seguida, a distribuição permite a disponibilização das informações em diferentes formatos. A última etapa, a utilização, permite o uso da informação para agregar valor estratégico na organização. Essa última etapa destaca-se, pois o uso da informação em momento oportuno pode propiciar a vantagem competitiva.

O primeiro modelo de gestão da informação definido por Davenport (1994), considerava quatro etapas distintas. A primeira etapa considera a identificação das necessidades e exigências da informação, sendo o ponto de partida da gestão da informação. A segunda etapa engloba as atividades de coleta, categorização e armazenamento das informações, além de sua formatação, para que na próxima etapa essa informação seja disseminada e distribuída. A última etapa desse modelo é análise e uso da informação.

Baseado em seu primeiro modelo de gestão da informação, Davenport (1998) aprimora esse modelo evidenciando a segunda etapa do modelo, a obtenção da informação. A partir da determinação das exigências da informação, o processo de obtenção desenvolve uma aquisição contínua com a exploração de informações, a classificação dessa informação e a formatação e estruturação para que possa ser distribuída e utilizada.

McGee e Prusak (1994) definem o processo de gerenciamento da informação em “quatro conjuntos de tarefas: identificação de necessidade e requisitos de informações; classificação e armazenamento da informação; tratamento e apresentação da informação; e desenvolvimento de produtos e serviços de informação”. É importante ressaltar a relevância da primeira tarefa desse modelo, pois alguns pontos devem ser considerados como, por exemplo, a variedade de fontes que alimentam o sistema, a indefinição da real necessidade da informação por parte do usuário e os mecanismos de aquisição/coleta da informação. Todos esses pontos são importantes, visto que o armazenamento com qualidade oferece confiabilidade para a recuperação da informação nos sistemas de informação.

### 3.3. Concepção do Fluxo de Informação para ICV

Faz-se necessário distinguir as fases e objetivos dos modelos de ciclo de vida do dado e analisar os modelos de ciclo da informação para conceber o fluxo de informação de ICV.

Os modelos de ciclo de vida do dado são bem similares. Entretanto, o assunto a ser manipulado pondera as fases e objetivos de cada modelo. Por meio de um comparativo entre as fases dos modelos, pode-se determinar o mais adequado ao cenário de inventários de ciclo de vida de produtos. A tabela 1 demonstra esse comparativo.

**Tabela 1 – Quadro comparativo de modelos de ciclo de vida do dado**

<b>DDI</b>	<b>DataONE</b>	<b>CVD-CI (Sant’Ana 2013)</b>	<b>USGS (2015)</b>	<b>UK Data Archive (2012)</b>
Projeto	Analisar	Coleta	Planejamento	Criação
Coleta	Planejar	Armazenamento	Aquisição	Processamento
Processamento	Coletar	Recuperação	Processo	Análise
Armazenamento	Avaliar	Descarte	Análise	Preservação
Distribuição	Descrever		Preservação	Acesso
Reuso	Preservar		Publicação	Reuso
Recuperação	Recuperar		Compartilhamento	
Análise	Integrar			

Fonte: Adaptado de Sant’Ana (2013, p. 16)

Os modelos de ciclo de vida do dado DDI e DataONE são representados principalmente por fases sequenciais. Estas fases realizam atividades relacionadas ao assunto de cada abordagem proporcionando organização e coerência no tratamento do dado. Os modelos de ciclo de vida do dado CVD-CI e USGS além das fases contêm objetivos que permeiam essas fases denotando prudência no trato do dado. O modelo de ciclo de vida do dado UK *Data Archive* possui características de detalhamento das fases do modelo, mas estão mais voltados ao assunto de projetos de pesquisa.

Com base nas fases dos modelos do ciclo da informação, algumas etapas podem se diferenciar em seu propósito. Aspectos relacionados à necessidade e uso das informações de inventário de ciclo de vida possuem características inerentes ao uso de tecnologias da informação para transformarem dados em informações. A tabela 2 expressa a comparação entre as etapas dos modelos de ciclo da informação.

**Tabela 2 – Quadro comparativo de modelos de ciclo da informação**

<b>McGEE e Prusak (1994)</b>	<b>Davenport (1998)</b>	<b>Choo (2002)</b>
determinação da necessidade	necessidades	necessidades de informação
obtenção	coleta, categorização e armazenamento	aquisição da informação
processamento	distribuída	organização e armazenamento
distribuição	análise e uso	produtos e serviços informacionais
utilização		distribuição
		uso da informação

O fluxo de informações para ICV está ancorado na própria definição de fluxo, que denota o sentido do efeito de fluir ou de movimentar. Dessa forma, as características dos modelos do ciclo de informação e dos modelos do ciclo de vida do dado podem indicar etapas e fases significativas, no qual podem estar atreladas as tecnologias da informação.

Contudo, em decorrência da conformidade aos objetivos desta pesquisa, adotaram-se as etapas de obtenção, armazenamento e distribuição da informação para delimitar esta pesquisa. Ainda, pela similaridade do assunto do modelo de ciclo de vida do dado, adota-se o modelo DataONE (2013) como integrante da matriz de tecnologia para fluxo de informação de inventários de ciclo de vida, que será detalhada no capítulo 4.

#### 4. TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO PARA ICV

A recente história da Ciência da Informação apresenta duas tendências no estudo da natureza do tratamento e gestão da informação e do conhecimento. A primeira, predominantemente presente na organização da informação, enfatiza os procedimentos de análise, de síntese, de condensação, de representação e de recuperação do conteúdo informacional e a reflexão sobre organização do conhecimento, seus desdobramentos epistemológicos e instrumentais. Estes, por hipótese, constituem as bases do tratamento e da representação da informação para a recuperação. A segunda, predominantemente presente nas Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), é marcada nas estruturas e modelos de sistemas computacionais atuantes nos processos de produção, de armazenamento, de preservação, de representação, de recuperação, de acesso, de (re)uso e de disseminação de conteúdos informacionais (SANTOS; VIDOTTI, 2009).

Neste sentido, a disseminação da informação de ICV pode ser alcançada por meio de tecnologias de informação disponíveis para a coleta, o acesso, a recuperação, o processamento, o armazenamento e a disseminação de informações no contexto de inventários de ciclo de vida.

A tecnologia da informação pode ser utilizada desde focos localizados, como, por exemplo, um processo de automação específico, até uma abrangência tal capaz de provocar uma completa redefinição de toda a rede de negócios da organização. Essas possibilidades formam uma escala de degraus de transformação e de benefícios potenciais e, normalmente, são percorridos gradualmente pelas empresas (ALBERTIN, ALBERTIN, 2006, p. 78).

As tecnologias discutidas, nesta seção, para a coleta de informações de inventários abordam assuntos sobre interoperabilidade de dados, mecanismos de intercâmbio de dados, metadados, tecnologia XML, linguagem XML *Schema* (XSD) e classificação da informação.

Para o armazenamento de informações de inventário serão abordados os níveis de abstração da informação, modelo de dados, dados estruturados, dados semiestruturados, tipos de banco de dados, bancos de dados relacional, Data Warehouse (tomada de decisão), Data Mart e Data Mining e persistência de dados.

No que tange ao tratamento de informações de inventário serão apresentados assuntos como qualidade de dados, processo de qualificação de dados, metodologias de qualidade de dados e gestão de dados mestres.

A distribuição de informações de inventários evidencia assuntos como tecnologia cliente/servidor, ferramentas ETL (*Extract, Transformation and Load*) e armazenamento centralizado de informações com o propósito de facilitar o acesso à informação, como forma de recuperação e disseminação da informação. Serão apresentados assuntos como planejamento da informação no âmbito do escopo de persistir informações de modo consistente e facilitar o acesso à informação.

A crescente redução dos custos dos computadores e redes de comunicação, aliada ao aumento de facilidade de uso desses equipamentos, fez com que as organizações passassem a dispor uma infraestrutura de tecnologia da informação cada vez mais completa e complexa, com a capacidade de coletar, armazenar, processar e acessar dados e informações, controlar equipamentos e processos de trabalho e conectar pessoas, funções, escritórios e organizações (BEAL, 2004, p. 78).

Nesse sentido, este capítulo apresenta algumas tecnologias da informação que apoiam a obtenção, o processamento e a distribuição da informação para proporcionar um referencial teórico na aplicação de uma proposta de tecnologias para apoiar o uso e disseminação de informações de inventário de ciclo de vida de produtos. Essas tecnologias serão utilizadas na matriz de tecnologia para fluxo de informação de inventários de ciclo de vida de produtos que será proposta no capítulo 5.

Qualquer iniciativa formal, por exemplo, certificação de produtos, com base em uma avaliação do ciclo de vida, necessita do suporte de um inventário do ciclo de vida confiável, que tenha credibilidade científica, técnica e informacional, com estrutura robusta, de acordo com normas e formatos internacionais, observando-se as especificidades do Brasil. Essa robustez, no caso do Brasil, consiste em possuir mecanismos de teleprocessamento<sup>5</sup> para distribuir a informação por todos seus estados e territórios com presteza e segurança.

---

<sup>5</sup> Teleprocessamento, nesse contexto, significa a informação tratada por meio de um sistema de processamento de dados, que utiliza a telecomunicação.

## **4.1. Obtenção**

A obtenção de dados, que poderão ser traduzidos em informações, pode ser alcançada de várias maneiras. Conforme discutido na seção 2.1 (avaliação de ciclo de vida), para que seja dada credibilidade técnico-científica a um estudo de ACV de determinado produto ou serviço é necessário que as fontes das informações sejam confiáveis. Essas fontes podem ser bases de dados de inventário (privadas ou públicas), originadas por bibliografia específica e ainda levantadas em pesquisas de campo com base na ABNT NBR ISO 14041.

Nesse sentido, visando discutir algumas tecnologias para apoiar a obtenção de informação de inventários de ciclo de vida, é necessário determinar condições que sejam favoráveis à interoperabilidade de dados de inventário, a organização desses dados por meio de classificações e a forma que esses dados possam ser manipulados, por meio de tecnologias, pelos usuários da informação.

### **4.1.1. Intercâmbio de Dados**

Existem poucos padrões para intercâmbio de dados de inventário de ciclo de vida e isso agrava o problema de intercâmbio de dados. Contudo, existe um padrão de formato de dados de inventário, preconizado pela especificação técnica ISO 14048, que disponibiliza a estrutura de metadados que compõem os inventários de ciclo de vida. Outro problema de interoperabilidade em dados de inventário de ciclo de vida apresenta-se devido aos sistemas computacionais oferecerem formatos de exportação próprios.

Segundo Fernandez (1998) “um padrão é uma combinação recorrente de elementos de modelagem que ocorrem em algum contexto e pode ser aplicado nas diversas etapas do tratamento de dados de sistemas de informação”. Os padrões podem configurar-se em um elemento de resolução de problemas de interoperabilidade.

O uso de um padrão de metadados correspondente ao domínio irá garantir uma representação mais adequada e de qualidade, contribuindo para uma maior efetividade dos sistemas informacionais digitais, facilitando o intercâmbio de informações e a interoperabilidade entre sistemas (ALVES; SANTOS, 2013, p. 11).

Dessa forma, ao analisarmos os mecanismos de intercâmbio de dados, como subsídio à coleta de informações de inventários de ciclo de vida, pode-se constatar que o uso de metadados proporciona maior interoperabilidade de dados de inventário. Esses padrões contribuem para utilização de tecnologias capazes de estabelecer a troca de informações.

Nesse contexto, o estabelecimento de metadados como agrupamento lógico de dados, coerentes com a especificação técnica ISO 14048, permite uma facilidade no intercâmbio de dados. Em sistemas computacionais, que operacionalizam o fluxo da informação de inventários de ciclo de vida, esses metadados estão presentes.

A Associação Americana de Bibliotecas (ALA) e a Comissão da Catalogação: Descrição e Acesso (CC: DA) apresentam definições formais de trabalho para os metadados, depois de um estudo de 46 definições potenciais. Com isso, metadados são definidos como dados estruturados, codificados que descrevem as características de entidades portadoras de informação para ajudar na identificação, descoberta, avaliação e gestão das entidades descritas (ZENG; QIN, 2008, tradução do autor).

Niso (2004) define metadados como “[...] uma informação estruturada que descreve, explica, localiza ou realiza outras funções que facilitam a recuperação, uso ou gerenciamento de recursos informacionais”.

Metadados pode ser utilizado para significar informações estruturadas sobre um recurso de informação de qualquer tipo ou formato de mídia. Recursos que foram digitalizados a partir de originais físicos precisam de metadados para rastrear o seu processo de criação para suportar a função de gestão de uma instituição, além de informações descritivas sobre o objeto original (FOULONNEAU; RILEY, 2014, p. 4, tradução do autor).

Os metadados podem ser utilizados de diversas formas, dependendo do tipo de metadados que se está planejando armazenar, sendo que seu uso encontrará definições diferentes. A tabela 3 apresenta as definições sobre os tipos de metadados.

Tabela 3 – Definições sobre tipos de metadados

Tipo	Definição	Exemplos
Administrativo	Metadados utilizados na gestão e administração de recursos de informação	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aquisição de informação</li> <li>- Direitos e reprodução de rastreamento</li> <li>- Documentação dos requisitos de acesso legais</li> <li>- Informações de localização</li> <li>- Os critérios de seleção para a digitalização</li> <li>- O controle de versão e diferenciação entre objetos de informação semelhantes</li> <li>- As trilhas de auditoria criado por sistemas de manutenção de registos</li> </ul>
Descritivos	Metadados usados para descrever ou identificar os recursos de informação	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Registros de catalogação</li> <li>- Encontrar ajuda</li> <li>- Índices especializados</li> <li>- Relações entre hyperlink de recursos</li> <li>- Anotações dos usuários</li> <li>- Metadados para sistemas de manutenção de registos gerados por documentos de arquivo</li> </ul>
Preservação	Metadados relacionados com a gestão preservação de recursos de informação	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Documentação da condição física de recursos</li> <li>- Documentação de ações tomadas para preservar as versões físicas e digitais de recursos, por exemplo, a migração, os dados atualizados e migração</li> </ul>
Técnicos	Metadados relacionados ao modo como funciona um sistema ou comportamento de metadados	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Documentação de <i>hardware</i> e software</li> <li>- Digitalização de informação, por exemplo, formatos, taxas de compressão, escalar rotinas</li> <li>- Acompanhamento dos tempos de resposta do sistema</li> <li>- Dados de autenticação e de segurança, por exemplo, chaves de criptografia, senhas</li> </ul>
Uso	Metadados relacionados com o nível e tipo de utilização dos recursos de informação	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Registros de exposição</li> <li>- Uso e acompanhamento do usuário</li> <li>- Reutilização de conteúdo e versionamento de informações</li> </ul>

Fonte: (ZENG; QIN, 2008, tradução do autor)

De acordo com Pereira, Ribeiro Júnior, Neves (2005, p. 2), os metadados desempenham quatro funções:

- a) acessibilidade – dados necessários para determinar os conjuntos de dados existentes para uma determinada localização geográfica;
- b) compatibilidade de uso – dados necessários para determinar se um conjunto de dados se enquadra em determinado fim;

c) acesso – dados necessários para que se adquira um conjunto de dados identificados;

d) transferência – dados necessários para processar e usar um conjunto de dados (PEREIRA; RIBEIRO JÚNIOR; NEVES, 2005, p. 2).

Aplicações web, de uma forma geral, apresentam uma grande quantidade de arquivos HTML que descrevem conteúdos e estruturas semelhantes umas às outras, diferindo apenas no conteúdo específico de alguns elementos (RIBEIRO; TAVARES; SZTAJNBERG, 2012).

O termo metadados é usado de forma diferente em diferentes comunidades. Algumas utilizam para se referir ao mecanismo de compreensão da informação, enquanto outras usam apenas para registros de descrição de recursos eletrônicos. No ambiente da biblioteca, metadados é comumente usado para qualquer esquema formal de descrição de recursos, aplicando-se a qualquer tipo de objeto, digital ou não digital (ZENG; QIN, 2008, tradução do autor).

Diferentes padrões de metadados são encontrados na Internet visando resolver as necessidades de seus usuários, de acordo com as finalidades específicas de informações, nos diferentes contextos aplicáveis. Com isso, foram desenvolvidos vários padrões de metadados para proporcionar a integração e o compartilhamento de dados. Pode-se citar, de acordo com (PEREIRA; RIBEIRO JÚNIOR; NEVES, 2005):

a) FGDC – Federal Geographic Data Committee – para descrição de dados geoespaciais;

b) MARC – Machine Readable Catalogue – para catalogação bibliográfica;

c) IAFA/WHOIS++ - Internet Anonymous Ftp Archive with transfer protocol – para descrição do conteúdo e serviços disponíveis em arquivos ftp – file transfer protocol;

d) TEI – Text Encoding Initiative – para representação de materiais textuais na forma eletrônica;

e) DC – DC – para catalogação de documentos eletrônicos na Web.

Dessa forma, padrões de metadados são uma excelente forma de resolver o problema de interoperabilidade de dados entre sistemas computacionais. Sistemas

de intercâmbio são capazes de suprir deficiências e otimizar a aplicação de recursos, e é com base nesse pressuposto que se verifica o compartilhamento de informação como algo inovador, sobretudo para se estabelecer padrões para o enorme volume de documentos eletrônicos vigentes (PEREIRA; RIBEIRO JÚNIOR; NEVES, 2005).

#### 4.1.2. Tecnologia XML

A tecnologia XML (*Extended Markup Language*) também é muito utilizada em sistemas computacionais para implementar mecanismos de intercâmbio de dados. Sua base, a linguagem de marcação SGML (*Standard Generalized Markup Language*), permite que documentos codificados de acordo com suas regras possam ser transportados de um ambiente de *hardware* e *software* para outro, sem perda de informação (W3 Consortium).

O XML, que é um subconjunto do SGML, possui os mesmos objetivos (marcação de qualquer tipo de dados), mas com a máxima eliminação de complexidade possível. O XML foi projetado para ser totalmente compatível com SGML, ou seja, qualquer documento que siga as regras de sintaxe do XML é, por definição, também seguido pelas regras de sintaxe da SGML, e pode, portanto, ser lido por ferramentas SGML existentes (HUNTER, 2007, p. 7).

O XML é uma tecnologia que procede à descrição e estruturação de dados. Dessa forma, segundo Hunter (2007, p. 3) “computadores compreendem dois tipos de arquivos de dados: arquivos binários e arquivos de texto”.

Um arquivo binário é simplesmente uma sequência de bits (1s e 0s). Todavia, os arquivos binários só podem ser lidos e produzidos por determinados programas de computador, os quais têm sido escritos especificamente para compreendê-los.

Como os arquivos binários, os arquivos texto também são uma sequência de bits. Entretanto, em um texto estes bits são agrupados em conjunto de forma padronizada, de modo que eles formam sempre números. Estes números são, então, mapeados para caracteres. Por causa desses padrões, arquivos textos

podem ser lidos por muitas aplicações computacionais e também podem ser lidos por humanos, usando editor de texto.

A linguagem XML estabelece características específicas para promover o uso e distribuição de informações em situações específicas. De acordo com W3 *Consortium* essas características são: ser utilizável na Internet; ser legível por humanos; possibilitar um meio independente para publicação eletrônica; permitir a definição de protocolos para troca de dados pelas empresas (independentemente da plataforma de *hardware* e *software*); facilitar às pessoas o processamento de dados pelo uso de *softwares* de baixo custo; facilitar a utilização de metadados que auxiliam na busca de informações; aproximar produtores e consumidores de informação.

Para que se possa entender o padrão de intercâmbio de dados presentes nas sentenças que o arquivo XML possui em seus registros, existe um mecanismo que determina quais definições este arquivo XML deve possuir. Esse mecanismo é composto por classes de entidade que são geradas automaticamente pelo agrupamento lógico de dados constantes no arquivo XML.

De acordo com (Deitel, 2003) “um documento que contém as definições na linguagem XML *Schema* é chamado de XSD (*XML Schema Definition*), que descreve a estrutura do documento XML”. No dizer de SILVA (2001, p. 19):

Uma das principais diferenças entre o HTML<sup>6</sup> e o XML é que o HTML é usado para formatação e exibição de informações, enquanto o XML é usado para descrever e armazenar essas informações, por meio de suas marcações. E, com o uso de XSL (*eXtensible Stylesheet Language*), XPath, DOM (*Document Object Model*) e outras terminologias, pode-se classificar os dados de diversas maneiras, filtrar, executar cálculos, etc. Isto tudo na mesma seção do *browser*, sem ter que esperar novas requisições ao servidor. Agora, se você usa uma linguagem que monte suas páginas de maneira dinâmica, direto do servidor, a combinação desta linguagem com o XML trará novos recursos para a visualização de seus documentos.

Ainda segundo Silva (2001, p. 61) “a linguagem XSL é usada para definir como os elementos de um documento XML serão apresentados. Com a constante implementação da linguagem, novos recursos foram adicionados, originando o XSLT

---

<sup>6</sup> HTML é um dos protocolos da camada de apresentação do modelo OSI, que permite a navegação em páginas web.

(*Extensible Stylesheet Language Transformations*)”. O propósito do XSLT é transformar e manipular os dados de um documento XML para mais tarde apresentá-lo ao *browser*.

Existem diversas soluções computacionais construídas com base na flexibilidade da combinação entre XML e RDF (*Resource Description Framework*) utiliza linguagem declarativa e padronizada para manipular o conteúdo XML representando metadados no formato de sentenças sobre propriedades e relacionamentos de itens.

Segundo Marcondes (2006, p.21) a *Resource Description Framework* (RDF) é “uma infraestrutura técnica desenvolvida pela W3C – baseada em XML – voltada para descrição, intercâmbio de metadados e interoperabilidade”. O RDF utiliza triplos escritos como tags XML para expressar esta informação como um gráfico. Estes triplos consistem em um assunto, propriedade e objeto, que são como o sujeito, verbo e objeto direto de uma frase. Algumas fontes chamam estes sujeito, predicado e objeto (*W3 Consortium*).

O RDF foi projetado para representar informações da forma mais flexível possível. Ele pode ser utilizado isoladamente em aplicações, em que formatos projetados individualmente podem ser mais diretos e compreensíveis, mas a generalidade do RDF tem seu maior valor através do compartilhamento (ALVES, 2005, p. 50).

Contudo, é importante entender que outras representações sintáticas de RDF, não baseadas em XML, são também possíveis; a sintaxe baseada em XML não é um componente necessário do modelo RDF (BERNERS-LEE; HENDLER; LASSILA, 2001 apud OLIVEIRA, 2011).

A utilização da tecnologia XML aliada aos recursos da RDF podem ser um eficiente mecanismo para as necessidades de armazenamento e recuperação de informação de inventários de ciclo de vida.

### 4.1.3. Classificação da Informação

Para realizar a organização da informação de inventário de ciclo de vida, promovidas por meio das tecnologias de intercâmbio de dados é necessário o entendimento de alguns assuntos relacionados à classificação da informação. Classificações são utilizadas para ajudar a melhorar a compreensão das coisas que estão presentes em quase todos os instantes e, em alguns casos, de forma subjetiva. Assim, a organização em uma hierarquia permite auxiliar a descrição de ambientes, produtos e serviços.

Sistemas de classificação podem ser úteis para a organização de recursos eletrônicos. Há uma série de serviços de Internet que usam sistemas de classificação. Essas classificações abrangem assuntos internacionais, nacionais, locais e gerais, coexistindo de forma especializada, alfabética, numérica ou mista e competem entre si na Internet (MATVEYEVA, 2002, tradução do autor).

Existem tipos diferentes de sistemas de classificação, variando no seu âmbito, metodologia e outras características. Segundo Tristão (2004), “sistemas para organização do conhecimento incluem a variedade de esquemas que organizam, gerenciam e recuperam a informação e existem desde os tempos remotos e estão presentes em todas as áreas do conhecimento humano”.

É necessário compreender os conceitos relacionados com a classificação da informação, para que se possa implementar, a partir de modelos de armazenamento de dados, os mecanismos de coleta de dados contidos em soluções de sistemas de informação como na matriz de tecnologia para fluxo de informações de ICV.

A classificação tem sua utilização para otimizar a disseminação da informação e tem como argumento a organização de elementos que possuam expressar características comuns e possam ser diferenciados uns dos outros. Segundo Pombo (2003):

[...] classificação dos livros e das informações corresponde à constituição de uma ciência da classificação, isto é, de um novo domínio científico que tem por tarefa o estudo de todos os possíveis sistemas de classificação. O objeto de análise é então o conceito de classificação na sua idealidade e abstração máxima; o objetivo, a constituição de uma teoria da classificação que estude a totalidade dos possíveis sistemas de classificação e determine os meios da sua realização .

A estrutura de um sistema de classificação pode ter sua origem na definição dos conceitos dos objetos que se pretende classificar e em suas relações. Dessa forma, estabelecem-se critérios para que se possam distinguir as características presentes nas definições para estruturar a classificação. De acordo com Tristão (2004):

Os conceitos se relacionam uns com outros, formando um sistema de conceitos terminológicos, pois são as representações mentais das relações que ocorrem entre objetos na realidade empírica. Quando tratadas em um nível conceitual, passam a ser consideradas relações lógicas e ontológicas. As relações lógicas resultam da própria compreensão dos conceitos. Chama-se também de relação de semelhança, de similaridade, de abstração ou genérica. As relações ontológicas se dão entre o conceito e a realidade. A identificação das relações entre conceitos permite, em primeiro lugar, o entendimento do próprio conceito, tendo em vista que os conceitos se definem uns em relação aos outros. Além disso, elas auxiliam na formação das estruturas conceituais, em especial, aquelas que formam renques e cadeias.

Da mesma forma, a disciplina teoria da classificação baseia-se em princípios de lógica, filosofia e taxonomia. As taxonomias são uma das formas de classificar conteúdo documental (CHAN, 2007).

Para Terra (2004), taxonomia é “[...] um vocabulário controlado de uma determinada área do conhecimento e, acima de tudo, um instrumento ou elemento de estrutura que permite alocar, recuperar e comunicar informações dentro de um sistema, de maneira lógica”. Assim, uma taxonomia pode ser definida como um conjunto de preceitos para nomeação, categorização e classificação de coisas em uma forma hierárquica, baseada em determinados critérios.

No âmbito da Ciência da Informação, as taxonomias podem ser comparadas a estruturas classificatórias como as tabelas de classificação, que têm como objetivo reunir documentos de forma lógica e classificada. Atualmente, as taxonomias reúnem todo tipo de documento digital e permitem, diferentemente das estratégias de busca, um acesso imediato à informação (CAMPOS; GOMES, 2008).

A categorização faz parte dos princípios básicos de classificação adotados nas taxonomias. A Categorização é um processo que requer pensar o domínio de forma dedutiva, ou seja, determinar as classes de maior abrangência dentro da temática escolhida. Na verdade, aplicar a categorização é analisar o domínio a partir de recortes conceituais que permitem determinar a identidade dos conceitos (categorias) que fazem parte deste domínio (CAMPOS; GOMES, 2008).

Outra forma de categorização é obtida a partir da teoria da classificação facetada. Hunter (1988) apresenta a classificação facetada por meio de um processo linear e indica os passos iniciais da classificação facetada como: i) a análise em conceitos relevantes; ii) o agrupamento conceitos em facetas; iii) adição da notação; iv) a escolha de uma ordem de citação; e v) a escolha de uma ordem de programação.

Segundo BRÜMMER et al (1999), sistemas de classificação por faceta podem ser divididos por:

- cobertura por assunto: assunto geral ou específico;
- pela linguagem: linguagem múltipla ou linguagem individual;
- pela geografia: global ou nacional;
- pela criação: por meio representante de um órgão comprometido a longo prazo ou um sistema;
- pelo ambiente de usuário: bibliotecas com publicações de contêiner ou serviços de documentação que transportem pequenos documentos focadas (por exemplo abstrato e bancos de dados de índice);
- pela estrutura: enumerativa ou facetada;
- pela metodologia: uma construção a priori de acordo com a estrutura geral de conhecimento e disciplinas científicas ou usando documentos classificados existentes.

A classificação facetada promove uma solução para a organização do conhecimento em razão de sua capacidade de acompanhar as mudanças e a evolução do conhecimento, fragmentando o assunto de diversas formas. Para Prescott (2003):

A expressão análise em facetas foi adotada por Ranganathan para indicar a técnica de fragmentar um assunto complexo em seus mais diversos aspectos ou partes constituintes, que são as facetas, utilizando, para estabelecer a relação entre as “categorias fundamentais”, de noções abstratas, denominadas Personalidade, Matéria, Energia, Espaço,

Tempo, conhecidas pela sigla PMEST. Personalidade é a característica que distingue o assunto; Matéria é o material físico do qual um assunto pode ser composto; Energia é uma ação que ocorre com respeito ao assunto; Espaço é o componente geográfico da localização de um assunto; Tempo é o período associado com um assunto.

No que tange ao armazenamento de dados de inventário de ciclo de vida, é importante considerar que devem ser tratados por mecanismos de coleta de dados com o objetivo de fornecer maior qualidade e consistência nos dados de inventário. O padrão de integração de dados presentes na especificação técnica ISO 14048 determina a classificação dos dados de inventário a partir de estruturas de dados como arquivos XSD. Entretanto, a difusão dos processos de coleta de dados pode ser favorecida pela utilização de dispositivos móveis, permitindo, inclusive, a inserção de dados em campo.

#### **4.1.4. Dispositivos Móveis**

A tecnologia *mobile* é um dos principais componentes da usabilidade contemporânea. Podemos definir Tecnologia Móvel como a forma de acessar a internet e outros recursos computacionais por meio de dispositivos móveis, tais como, celulares, iPhone, iPod, iPad, notebooks, smartpads, dentre outros. A cada dia, um número maior de pessoas interessa-se pela mobilidade, o fácil acesso às informações em qualquer lugar, com alcance amplo a qualquer hora, conectando-se de forma fácil e rápida a outros dispositivos móveis, localizando pessoas, produtos e serviços personalizados. Estes são os fatores que impulsionam a internet móvel a se estruturar e crescer rapidamente para adaptar às modernidades e necessidades dos usuários finais, bem como das organizações (ALCANTARA; VIEIRA, 2014).

Dessa forma, a tecnologia móvel pode ser um excelente instrumento no uso e disseminação de informações de inventário de ciclo de vida. Pode ser usada tanto nos processos de coleta de dados de ICV, por meio de acesso à Internet, como nas consultas e relatórios gerenciais disponibilizados pelas tecnologias de distribuição e uso da informação.

## 4.2. Processamento

Sistemas de Informação podem ser desenvolvidos, principalmente, por duas tecnologias: de forma estruturada e de forma orientada a objetos. A abordagem estruturada tem sua característica principal nos dados e nas funções, com cada subsistema exercendo atividades independentes. A abordagem orientada a objetos tem seu foco nos objetos e suas iterações, permitindo mecanismos de produtividade, não apresentados na abordagem relacional, como encapsulamento<sup>7</sup>, herança<sup>8</sup> e polimorfismo<sup>9</sup>. Entende-se por encapsulamento o mecanismo capaz de controlar o acesso aos atributos e métodos de uma classe, proteger os dados manipulados dentro da classe e determinar o local de sua manipulação.

O processamento de dados de inventário de ciclo de vida pode ser favorecido pela utilização de tecnologias como no armazenamento de dados (modelos de dados, dados estruturados e não estruturados, bancos de dados e Data Warehouse), em mecanismos de persistência de dados e no tratamento da informação de inventários que serão abordados a seguir.

### 4.2.1. Armazenamento

Com o uso dos níveis de abstração de informação podemos construir o modelo de dados. Modelo de Dados é a coleção de ferramentas conceituais para descrição de dados, relacionamento entre os dados, semântica e restrições de dados, conforme conceito de Korth e Silberschatz (1995, p.76). Em Reis (2008), foi proposto um modelo de dados relacional para armazenamento de dados de inventário de ciclo de vida, sendo considerados alguns formatos de dados de inventário como a especificação técnica ISO 14048 entre outros.

É importante ressaltar que a estrutura de armazenamento presente nos modelos de dados auxilia no estabelecimento de mecanismos para promover a consistência de dados, permitir a compreensão do fluxo de dados dentro do contexto

---

<sup>7</sup>

<sup>8</sup> herança é um princípio da programação orientada a objetos que permite que as classes compartilhem atributos e operações baseados em um relacionamento.

<sup>9</sup> polimorfismo permite que duas ou mais classes, derivadas de uma mesma superclasse, possam invocar métodos que têm a mesma identificação, mas comportamentos distintos.

aplicado. Ainda, os modelos de dados fazem parte do projeto lógico do banco de dados, como implementado nos modelos entidade relacionamento.

O Modelo de Entidade e Relacionamento (MER) baseia-se na percepção de um universo constituído por um grupo básico de objetos do mundo real chamados entidades e por relacionamentos entre estes objetos. É utilizado a fim de facilitar o projeto e modelagem do banco de dados permitindo a especificação de um esquema de empreendimento que será a estrutura lógica global do banco de dados controlada e gerenciada pelo Sistema Gerenciador de Banco de Dados - SGBD. Para a representação do modelo de dados é usada uma linguagem específica na modelagem e no banco de dados que irá comportar o modelo.

A modelagem multidimensional é uma técnica de concepção e visualização de um modelo de dados de um conjunto de medidas que descrevem aspectos comuns de negócio. É utilizada especialmente para sumarizar e reestruturar dados e apresentá-los em visões que suportem a análise de valores desses dados (MACHADO, 2009).

Nesse sentido, um modelo multidimensional é formado por três elementos básicos: fatos, dimensões e medidas (variáveis). Um fato é uma coleção de itens de dados, composta de medidas e de contexto. Cada fato representa um item, uma transação ou um evento de negócio e é utilizado para analisar o processo de negócio de uma área específica. As dimensões determinam o contexto de um assunto de negócio. Medidas são os atributos numéricos que representam um fato, a performance de um indicador de negócios relativo às dimensões que participam desse fato (MACHADO, 2009). Para Kimball e Ross (2002) “as dimensões implementam a interface de usuário para o Data Warehouse”.

Os modelos de dados para bancos tradicionais, como, por exemplo, o banco de dados relacional, é adequado quando existe uma estrutura de dados conhecida. Os modelos semiestruturados devem ser flexíveis para suportar representações heterogêneas de dados semanticamente iguais.

Os dados estruturados são conhecidos desde a década de 70, cujas características são as estruturas bem definidas e conceitos modelados em entidades padrões como cliente, fornecedor, item, locais etc. Os dados não estruturados são

todos aqueles produzidos pela chamada sociedade da informação, cujo conteúdo está disperso em arquivos pdf, páginas de redes sociais, e-mails, portais corporativos e em uma infinidade de outros dispositivos e meios distintos.

Dados semiestruturados apresentam uma representação estrutural heterogênea, não sendo nem completamente não estruturados nem estritamente representados. Dados Web se enquadram nessa definição: em alguns casos os dados possuem uma descrição uniforme (um catálogo de produtos), em outros, algum padrão estrutural pode ser identificado (um conjunto de documentos no formato de artigo), ou então, praticamente não existem informações descritivas associadas (um arquivo de imagem) (ABI, 1997 apud MELLO, 2006).

Para armazenar diferentes tipos de dados (estruturados e semiestruturados) existem diferentes tipos de banco de dados, como os bancos de dados textuais, os bancos de dados Nosql, bancos de dados orientados a objetos, mas o banco de dados mais utilizado em aplicações de sistemas de informação são os bancos de dados relacionais.

Os trabalhos disponíveis na literatura relacionada ao NoSQL explicam, em sua grande maioria, o surgimento do NoSQL no contexto de grande quantidade de dados gerados em um espaço de tempo (relativamente) curto. Como consequência dessa grande quantidade de dados, sistemas disponíveis para manipulação desses dados gerados necessitam de um grande poder de processamento de forma eficiente e escalável. Além da alta taxa de geração desses dados, outro fator que influenciou a criação de sistemas NoSQL foi o suporte a tipo de dados complexos, semiestruturados ou não estruturados. Além de o volume de geração desses dados ser grande, outro fator preponderante é relacionado à dificuldade de modelagem de tais tipos de dados. Esses tipos de dados estão hoje presentes em inúmeros domínios de aplicações, tais como Web 2.0, redes sociais, redes de sensores, entre outros (VIEIRA, 2012).

Um banco de dados consolida registros previamente armazenados em arquivos separados em uma fonte comum de registros de dados que fornece dados para muitas aplicações. Os dados armazenados em um banco de dados são

independentes dos programas aplicativos que os utilizam e do tipo de dispositivos de armazenamento secundário nos quais estão armazenados.

O banco de dados relacional, oriundo do modelo relacional, teve origem por Cood em 1970, baseado na álgebra relacional e teoria dos conjuntos. De acordo com Elmasri & Navathe (2005, p. 19) “uma característica fundamental do uso de banco de dados é que permitem a abstração de dados, ocultando detalhes do armazenamento de dados, que são desnecessários para a grande maioria dos usuários de banco de dados”.

Baseado no banco de dados relacional, onde o dado é armazenado em colunas de uma tabela, pode-se ter o relacionamento entre essas tabelas, representando qualquer situação real de armazenamento e recuperação de dados. Com isso, combinações entre esses dados podem transformar-se em informações. Nesse sentido, algumas tendências em gestão de dados surgem para otimizar a busca e a utilização de dados, como Data Mining (garimpagem de dados) e Data Warehouse (suporte para tomada de decisão).

Nos aspectos de armazenamento e recuperação da informação pode-se definir a arquitetura dos dados de duas formas. A primeira, dos sistemas OLTP (*On-line Transaction Processing*), diz respeito aos sistemas transacionais da organização, ou seja, dos sistemas de operação da empresa. A segunda, dos sistemas OLAP (*On-line Analytical Processing*), diz respeito à análise de grandes volumes de informação, principalmente para a tomada de decisão.

Nas duas abordagens existem vantagens e desvantagens, sendo que os bancos relacionais oferecem maior flexibilidade para realização de consultas aos dados, enquanto os banco de dados OLAP permitem manipulação dos objetos multidimensionais. Normalmente, os sistemas OLTP são desenvolvidos em bancos de dados relacionais, enquanto os sistemas OLAP são desenvolvidos com base nos Data Warehouse.

Um Data Warehouse armazena dados do ano em curso e anos anteriores que foram extraídos dos vários bancos de dados operacionais e gerenciais de uma organização. É uma fonte central de dados que foram classificados, editados, padronizados e integrados de tal forma que podem ser utilizados como suporte para

a tomada de decisão. No Data Mining, os dados de um depósito de dados são processados para identificar fatores e tendências chaves nos padrões históricos das atividades das empresas que podem ser utilizados para ajudar os gerentes a tomarem decisões sobre mudanças estratégicas nas operações das empresas para obter vantagens competitivas no mercado (SILBERSCHATZ; KORTH; SUDARSHAN, 1999).

Um Data Warehouse é um repositório de dados proveniente dos dados operacionais (OLTP), onde se cria um ambiente homogêneo e padronizado, com finalidade de propiciar análises de negócio concentradas em um só local (OLAP). Com isso, desenvolve-se um ambiente de observação de desempenho, de comparação e de análise de dados a fim de extrair informações relevantes ao negócio (MONTEIRO, PINTO; COSTA, 2004). Na seção 2.5 é apresentado o uso de Data Warehouse e suas aplicações como Data Marts e Data Mining.

A seguir apresentam-se algumas premissas do desenvolvimento de Data Warehouse, segundo Inmon (2005):

- orientado a assunto: os dados que dão informações sobre um assunto particular em vez de sobre operações contínuas da companhia.
- integrado: os dados que são reunidos no armazém de dados (DW) a partir de uma variedade de origens e fundidos em um todo coerente.
- tempo-variante: todos os dados no armazém de dados são identificados com um período de tempo particular.
- não volátil: os dados são estáveis em um armazém de dados (DW). Mais dados são adicionados, mas nunca removidos. Isto capacita ao gerenciamento, uma visão consistente dos negócios.

Para que o Data Warehouse seja considerado confiável, suas informações devem possuir algumas características onde os consumidores da informação sintam-se confortáveis na utilização das informações geradas por ele. Segundo Monteiro, Pinto e Costa (2004) o Data Warehouse precisa possuir alguns requisitos, dentre os quais se destacam:

- deve permitir fácil acesso à informação, com conteúdo compreensível e dados intuitivos e óbvios para o usuário da área de negócios, além de retornar resultados às

consultas no menor intervalo de tempo de espera possível;

- deve apresentar as informações da empresa de modo consistente, para isso devemos ter dados realmente confiáveis. Portanto, devemos dar uma atenção muito especial à etapa de ETL.

- deve ser adaptável e flexível a mudanças, às necessidades dos usuários, às condições comerciais vigentes, aos dados e à tecnologia;

- deve ser um ambiente seguro, pois muitas das informações são confidenciais;

- deve conter os dados específicos para o domínio contemplado .

Essas características permitem que sistemas de informação possam ser desenvolvidos promovendo funcionalidades de manipulação da informação no processamento de dados de inventário de ciclo de vida, principalmente se essas características foram consideradas na estratégia de desenvolvimento do sistema.

O desenvolvimento de um Data Warehouse pode ser constituído de forma gradual, devido a sua complexidade elevada, sendo recomendável a sua concepção de forma crescente, a partir de uma abordagem de processos de negócio. Dessa forma, surge o conceito de Data Mart que pode ser definido como um subconjunto do lógico e físico de uma representação do Data Warehouse.

De acordo com Inmon (2005) um Data Mart é “uma coleção de dados derivada do Data Warehouse”. Segundo Kimball e Ross (2002), o Data Mart é “a própria unidade lógica do Data Warehouse”.

Segundo Turban (2009, p. 30), um Data Mart é um “data warehouse departamental que armazena apenas dados relevantes”. Turban (2009, p. 30) ainda classifica os Data Marts dependente quando um “[...] subconjunto criado diretamente do data warehouse” e independente “quando projetado para uma unidade estratégica de negócio ou departamento”.

Entretanto, de acordo com Inmon (2005), um conjunto de Data Marts podem não corresponder à visão única de um Data Warehouse, devido à possibilidade de

mais de um Data Mart constituir a mesma entidade lógica de informação, gerando inconsistências nas informações geradas por cada Data Mart. Esse comportamento pode existir quando temos diferentes fontes de dados e o processo ETL alimentando essas estruturas de dados de forma independente. O uso de processos de integração de dados, nesse caso, é altamente recomendável.

Os Data Marts podem ser desenvolvidos por meio de bando de dados relacionais ou por banco de dados OLAP (*Online Analytical Processing*). A principal diferença entre ambos está na forma com que os dados são armazenados e recuperados.

Com relação às diferentes abordagens de implementação de Data Warehouse e Data Marts, pode-se verificar as visões de Inmon e Kimball. De acordo com Inmon (2005) Data Warehouse e Data Marts têm estruturas essencialmente diferentes, sendo o Data Mart derivado do Data Warehouse. Segundo Kimball e Ross (2002) o Data Warehouse é construído pela união de todos os seus Data Marts.

Após os dados estarem armazenados conforme os procedimentos da modelagem multidimensional, propiciando integração, integridade e qualidade, pode-se consumir estes dados para outras aplicações como em Data Mining.

Os conceitos de garimpagem de dados ou de mineração de dados (Data Mining) estão relacionados com a tendência (para aplicações comerciais) de buscar correlações escondidas em altos volumes de dados, nem sempre evidentes, principalmente no tratamento cotidiano dos sistemas de informação. Após a cristalização dos conceitos de Data Warehouse e Data Mart como forma de montagem de depósitos de dados, visando ao consumo gerencial e voltada para tomadas de decisões, surgiu o conceito de garimpagem/mineração de dados objetivando melhorar o uso desses arsenais de informação, em cujos projetos, normalmente são realizados altos investimentos (BARBIERI, 2011, p. 131). Ainda, segundo Barberi:

Estruturas especiais de armazenamento de informações como *Data Warehouse* (DW), *Data Marts* (DM) e ODS (*Operational Data Store*), com o objetivo de se montar uma base de recursos informacionais, capaz de sustentar a camada de inteligência da empresa e

possível de ser aplicada aos seus negócios, como elementos diferenciais e competitivos. Juntamente com o conceito de DW, DM e ODS, o conceito de BI contempla também o conjunto de ferramentas de desenvolvimento de aplicações e de ferramentas ETL (extração, transformação e carga), fundamentais para transformação do recurso informacional. Enquanto, DW e DM se referem a estruturas dimensionais de dados, remodeladas com o objetivo de prover análises diferenciais, o conceito de ODS, por sua vez, está relacionado com o armazenamento e tratamento de dados operacionais, de forma também consolidada, porém sem as características dimensionais (BARBIERI, 2011).

As ferramentas de Data Mining são usadas para subsidiar ou aprimorar a inteligência humana devido à sua capacidade de verificar enormes armazéns de dados. Dessa forma, elas descobrem novas e significativas correlações, padrões e tendências através de tecnologias de reconhecimento de padrões e métodos estatísticos avançados (TURBAN, 2009, p. 31).

A partir das tecnologias de armazenamento de dados, inúmeras aplicações para o processamento de informações de inventário de ciclo de vida podem ser desenvolvidas. Contudo, o entendimento de mecanismos de persistência de dados pode acelerar o desenvolvimento dessas referidas aplicações computacionais, uma vez que o armazenamento e a recuperação de dados estão presentes na grande maioria dos sistemas de informação.

#### **4.2.2. Modelos de Persistência de Dados**

Nos últimos anos, surgiram diversas tecnologias e padrões que permitiram que o trabalho com a persistência de dados em sistemas de informações fosse realizado de maneira mais fácil. Os Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados Relacionais são um exemplo dessa evolução.

Com isso, a desenvolvimento de *frameworks* de persistência de dados minimizam o esforço na programação do sistema, pois já possuem algumas funções

que auxiliam o processo de armazenamento de informações. Essas funções são implementadas por linguagem de programação persistente.

Segundo Silberschatz, Korth e Sudarshan (1999, p. 261), “[...] uma linguagem de programação persistente é uma linguagem de programação estendida com estruturas para tratar dados persistentes”.

No contexto do uso de metodologias de desenvolvimento de sistemas que apresentam camadas em sua composição, a camada de persistência é uma aplicação que visa diminuir a complexidade e tornar mais transparente o armazenamento de dados.

Isso torna-se muito interessante quando existem dois mundos diferentes a exemplo da Orientação a Objetos, onde cada entidade do mundo real é um objeto, tendo de conviver com Bancos de Dados Relacionais, onde cada entidade do mundo real se torna uma linha de uma tabela. Além disso, nestes bancos de dados existem diversas diferenças nos dialetos de SQL (*Structured Query Language*), que podem tornar árdua a troca de um Banco de Dados Relacional para outro (BRAND, 2006, p. 11).

Como exemplos de *framework* de persistência de dados, normalmente baseada em alguma API (*Application Programming Interface*), temos o JDO (*Java Data Objects*), Hibernate, iBatis SQLMaps, EJB (*Enterprise Javabeans*), entre outros. Estas tecnologias auxiliam o desenvolvedor na camada de persistência, diminuindo substancialmente a quantidade de código a ser escrito, pois existem diversas funcionalidades comuns de armazenamento implementadas e outras funcionalidades são obtidas através da especificação de metadados em XML (*eXtensible Markup Language*) ou em arquivos de texto.

Hibernate é uma solução de persistência de dados que desenvolve um mapeamento objeto-relacional, permitindo uma referência dos objetos presentes na linguagem de programação orientada a objetos com as tabelas e relações presentes nos bancos de dados relacionais. Segundo Bauer e King (2007), “Hibernate é uma solução ORM (*Object/Relational Mapping*) que se enquadra no nível mapeamento de objeto completo, sendo mundialmente reconhecido por profissionais que utilizam a linguagem de programação Java.

De acordo com Fernandes e Lima (2007) “Hibernate é um *framework* de mapeamento objeto relacional para aplicações Java, ou seja, é uma ferramenta para mapear classes Java em tabelas do banco de dados”. Possui também um poderoso mecanismo de consulta de dados, permitindo minimizar o esforço no desenvolvimento de sistemas de informação.

Hibernate ORM permite escrever mais facilmente as aplicações com persistência de dados. E com um *framework* ORM o Hibernate está preocupado com a persistência de dados, uma vez que se aplica a bancos de dados relacionais, por meio de JDBC<sup>10</sup> (HIBERNATE, 2014).

Com a disponibilização crescente de informações (estruturadas) produzidas por sistemas de informação (internos e externos à empresa) surgiu a oportunidade de usá-los como suporte à tomada de decisão nas empresas. Avanços nas áreas de pesquisa operacional e modelagem estatística requeriam a construção de sistemas de informações complexos e fortemente dependentes dos requisitos de cada usuário tomador de decisão (ALBERTIN; ALBERTIN, 2005, p.91).

#### **4.2.3. Tratamento da Informação**

A informação é hoje, sem dúvida, um ativo importante. A efetividade do uso de informações de inventário de ciclo de vida dependerá da qualidade de dados dos repositórios de ICV. No uso de tecnologias de tratamento de informação podemos considerar o tratamento por meio de processos que, com a aplicação de critérios, aponta os indicadores de qualidade de dados e efetividade no uso da informação.

A falta de qualidade da informação em uma organização pode proporcionar impactos sociais e no negócio, devendo ser diagnosticada, e esforços devem ser implementados para sua solução. Informações com múltiplas origens, utilização de julgamentos subjetivos, sistemáticos erros na produção da informação, além do seu

---

<sup>10</sup>Java Database Connectivity ou JDBC é um conjunto de classes e interfaces escritas em Java que fazem o envio de instruções SQL para qualquer banco de dados relacional.

armazenamento em grande quantidade são alguns dos fatores que influenciam a qualidade da informação (CALAZANS, 2008).

Mensurar a qualidade da informação requer características subjetivas. Segundo Naumann e Rolker (2000) “[...] existem muitas propostas para mensurar a qualidade da informação, sendo esse assunto dificultado por razões como a natureza subjetiva da necessidade do usuário, as origens da informação, a abundância de dados, entre outras”.

Neste sentido, encontrar a forma de mensuração da qualidade dos dados é fundamental para se ter efetividade no uso da informação. A busca da qualidade de dados é um objetivo comum de muitas organizações, porém a implementação de atividades que proporcionem esse esforço é muitas vezes desconhecida. Esse desconhecimento deriva da falta de definições nos processos de qualidade de dados e pela insuficiência de mecanismos capazes de proporcionar melhor desempenho no tratamento da informação.

Segundo Barbieri (2010), “[...] o Processo de Qualificação de Dados tem como objetivo conferir ao dado a capacidade de representar o mais fielmente possível a informação, atendendo aos requisitos pré-definidos e resultando em um produto que agrega valor ao dado”. O Processo de Qualificação de Dados baseia-se em metodologias de mercado e propõe um ciclo de qualificação de dados com quatro fases:

- Definição – definição das características dos dados e dos requisitos de qualidade necessários / desejados;
- Medição – produção das métricas de avaliação da qualidade dos dados;
- Análise – identificação das causas dos problemas de qualidade dos dados;
- Melhoria – desenvolvimento de ações para melhoria da qualidade dos dados e monitoramento (BARBIERI, 2010).

Dessa forma, metodologias de qualidade de dados são aplicadas para proporcionar identificação, análise e correção nos dados da organização. Segundo DAMA (2012), metodologia de qualidade de dados são constituídas por processos consecutivos. A figura 10 apresenta essa metodologia.



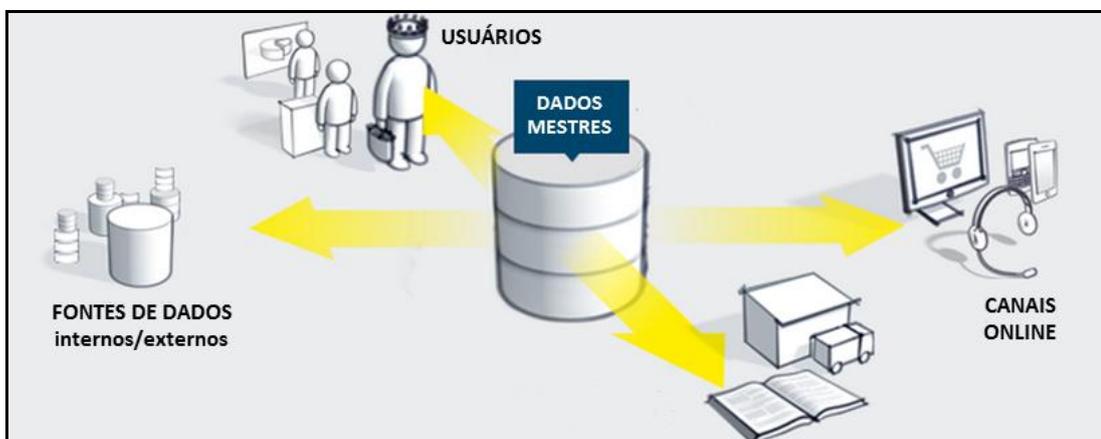
**Figura 10– Metodologia de Qualidade de Dados**  
 Fonte: Adaptado de DMBOK methodology (DAMA, 2012)

A metodologia de qualidade de dados, segundo Dama (2012), apresenta um fluxo sequencial, onde parte da investigação do perfil dos dados para a identificação dos problemas, realiza a análise e estatísticas dos problemas, aponta a análise de impacto dos problemas e a estratégia de resolução e termina com o monitoramento dos problemas encontrados por meio de acompanhamento e verificação de correção.

As informações de metodologia de qualidade de dados são organizadas pela função analítica e fornecem conhecimento profundo e as melhores práticas para a sua estratégia de qualidade de dados. Segundo IBM (2014) existem vários conceitos-chave relacionados à análise e ao monitoramento da qualidade de dados que incluem recursos para:

- suportar a definição e a organização de regras direcionadas para os negócios;
- aplicar regras e reutilizar consistentemente entre as origens de dados;
- usar a análise de regras de vários níveis para entender problemas mais abrangentes de qualidade de dados;
- avaliar as regras com relação às avaliações de desempenho e aos limites definidos;
- avaliar e anotar os resultados da qualidade de dados;
- monitorar as tendências em qualidade de dados com o passar do tempo;
- implementar regras entre os ambientes;
- executar atividades de qualidade de dados em uma base improvisada ou planejada, usando a interface com o usuário ou a linha de comandos (IBM, 2014).

Outro conceito importante é Gestão de Dados Mestres ou MDM (*Master Data Management*). Segundo DAMA (2012), “MDM fornece dados críticos para empresas, consolidados e confiáveis, também conhecidos como dados mestres, aos aplicativos dos quais os funcionários dependem todos os dias”. Diferentes setores, como serviços financeiros, de saúde, indústrias, estatais, de energia, entre outros necessitam de dados confiáveis, melhorando as operações e tomando decisões mais embasadas. A figura 11 ilustra as aplicações da *Master Data Management*.



**Figura 11 - Aplicações da *Master Data Management***

Fonte: Hybris (s.d., tradução do autor)

As aplicações da *Master Data Management* consomem os dados que estão armazenados em repositório de dados mestres, cuja qualidade e consistência são requisitos fundamentais. Essas necessidades podem estar relacionadas com o usuário, com fontes de dados internas e externas, por canais off-line e por canais on-line (aplicações Web).

Em determinadas situações, são aplicáveis uso de tecnologias para aplicar regras de qualidade em determinados fases do processo de qualidade de dados, fazendo uso de ferramentas para uso de qualidade preventiva (no depósito dos dados em um repositório) ou corretiva (tratamento do dado no repositório de dados). Com isso, o desenvolvimento de Interfaces de Programação de Aplicativos ou API (*Application Programming Interface*) se aplicam neste contexto.

As Interfaces de Programação são constituídas por um conjunto de instruções e padrões de programação para utilização com finalidade específica em sistemas de informação. Dessa forma, após o levantamento de regras de qualidade, essa tecnologia pode oferecer mecanismos interessantes para o tratamento de informações de inventário de ciclo de vida, desde preenchimento de campos obrigatórios (de acordo com a especificação técnica ISO 14048, por exemplo) como em aplicações mais complexas como a determinação de balanço de massa em um processo de inventário (quantidade de massa dos elementos de entrada deve ser igual o da saída após o processo de concepção do produto).

### **4.3. Distribuição**

A distribuição da informação é um assunto importante no que tange à aplicação de seu uso. Existem diversas formas de distribuição da informação como os veículos de comunicação (jornais, revistas etc.), os acervos de livros em bibliotecas, mas sem dúvida o mais poderoso em sua amplitude é a Internet.

Segundo Castells (2003), “a Internet é uma rede de comunicação global, mas seu uso e sua realidade em evolução são produto da ação humana sob as condições específicas da história diferencial”.

A Internet é formada pelo agrupamento de uma grande quantidade de redes ao redor do mundo interconectadas pelo protocolo IP. Também é chamada de “rede mundial de computadores”, ou “a rede das redes”. O termo “TCP/IP” refere-se a uma família de protocolos de comunicação, projetados com o objetivo de construir interconexões de redes. O conjunto de protocolos recebeu o nome TCP/IP em homenagem a dois dos seus mais importantes protocolos: o *Transmission Control Protocol* (TCP) e *Internet Protocol* (IP). A Internet é formada pelo agrupamento de uma grande quantidade de redes ao redor do mundo interconectadas pelo protocolo IP (KAMIENSKI, 2012).

A *World Wide Web* é uma forma de acessar a informação que está sob a plataforma da Internet. A Web faz uso do protocolo HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*) para transmitir informação (textos, gráficos, imagens, sons, vídeos) por meio de *browsers*<sup>11</sup>, disponibilizando as páginas (*home pages*) ligadas umas às outras por meio de hiperlinks.

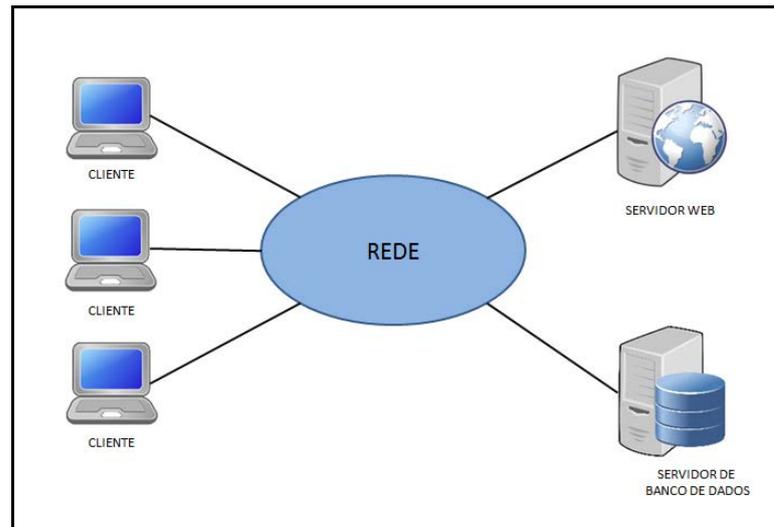
O advento da Internet e da *World Wide Web* mudou a face da tecnologia, especialmente na maneira de se comunicar e de interagir. O aumento do uso dessa tecnologia, especialmente no ensino e aprendizagem, tem atraído enormes esforços de investigação em particular no desenvolvimento de distância e aprendizagem colaborativa (CHUKWUNONSO, 2013).

Algumas arquiteturas de sistemas de informação, principalmente no passado, utilizavam os componentes do sistema como o banco de dados e a aplicação no mesmo local, um computador *desktop*, por exemplo. Dessa forma, a instalação e manutenção do sistema se tornavam muito onerosa, pois a cada nova versão do *software* deveria ser atualizado em todas as estações de trabalho, além do problema de compartilhamento de dados.

Para minimizar esses inconvenientes surgiu a tecnologia cliente e servidor. A tecnologia cliente/servidor é uma arquitetura na qual o processamento da informação é dividido em módulos ou processos distintos, onde um processo é responsável pela manutenção da informação (servidores) e outros responsáveis pela obtenção dos dados (os clientes). Os processos cliente enviam pedidos para o processo servidor, e este por sua vez processa e envia os resultados dos pedidos. A figura 12 ilustra a arquitetura cliente / servidor.

---

<sup>11</sup>*Browser* é um programa desenvolvido para permitir a navegação na web. É responsável pela comunicação com os servidores, é ele que processa os dados recebidos pelos servidores da Internet, além de processar as respostas.



**Figura 12 – Exemplo de arquitetura cliente / servidor**  
 Fonte: Adaptado de Tanenbaum (2003, p. 4)

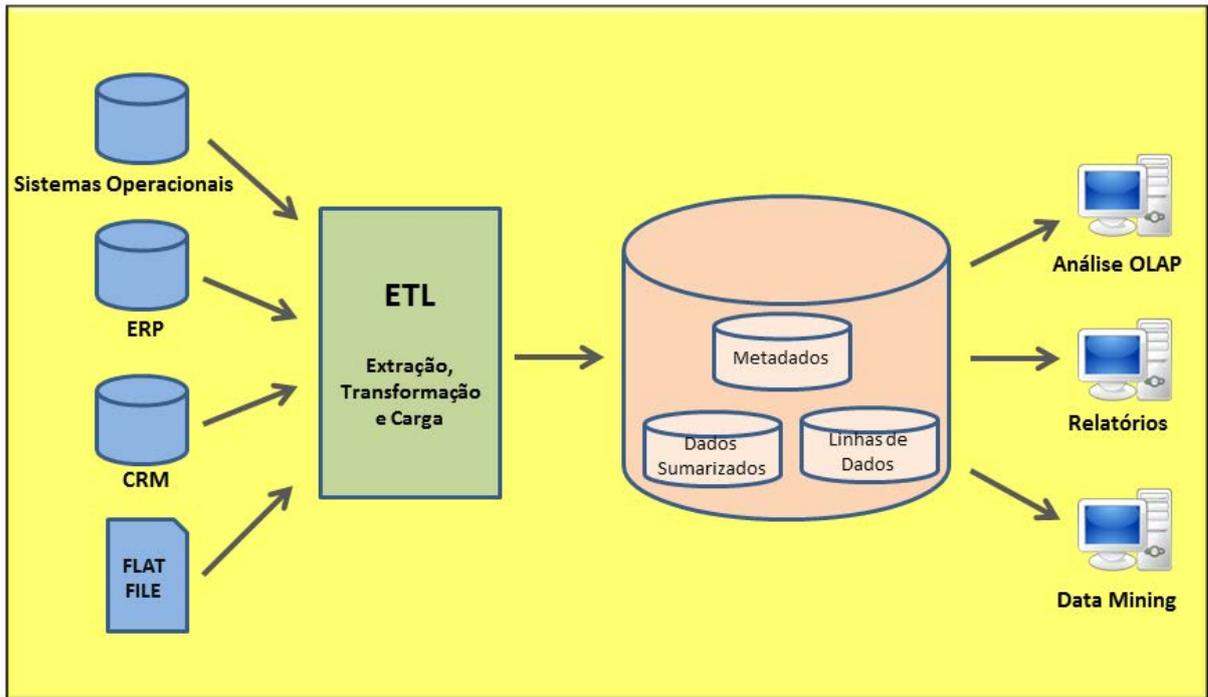
Neste exemplo de arquitetura cliente/servidor, pode-se verificar a troca de informações entre o cliente (atuando em um navegador Web) e o servidor com processos de requisição e resposta.

Em uma arquitetura cliente/servidor, diversas plataformas computacionais desempenham funcionalidades específicas, como gerenciamento de bases de dados, impressão, comunicação e execução de programas. Essas plataformas são chamadas servidores. Cada servidor pode ser acessado por todos os computadores conectados à rede. Um servidor de aplicação detém os programas e arquivos de dados pertencentes a uma aplicação em particular, como uma base de dados de inventário. Um cliente pode ser qualquer dispositivo (computador pessoal, notebook, celular) a enviar mensagens requisitando serviços a servidores presentes em uma rede (STAIR; REYNOLDS, 2010, p. 223).

Em aplicações cliente/servidor, muitas vezes acontece de um único servidor ser incapaz de atender a todas as requisições de seus clientes. Por essa razão, muitas vezes são utilizados conjunto de servidores para criar um servidor virtual poderoso em arquiteturas cliente/servidor (KUROSE; ROSS, 2010, p. 59).

No que tange à distribuição da informação de inventários de ciclo de vida é necessário à adoção de tecnologia para a manipulação de dados, que são as ferramentas de extração, transformação e carga denominadas ferramentas ETL

(*Extract, Transformation and Load*). O ETL tem por objetivo realizar as extrações dos dados de fontes externas, transformar os dados para atender as necessidades comerciais e a carga de dados dentro dos Data Warehouse. Contudo, as ferramentas ETL podem realizar diferentes tipos de importação, exportação e transformação de dados para outros ambientes de banco de dados ou para necessidades específicas. A figura 13 ilustra o mecanismo ETL.



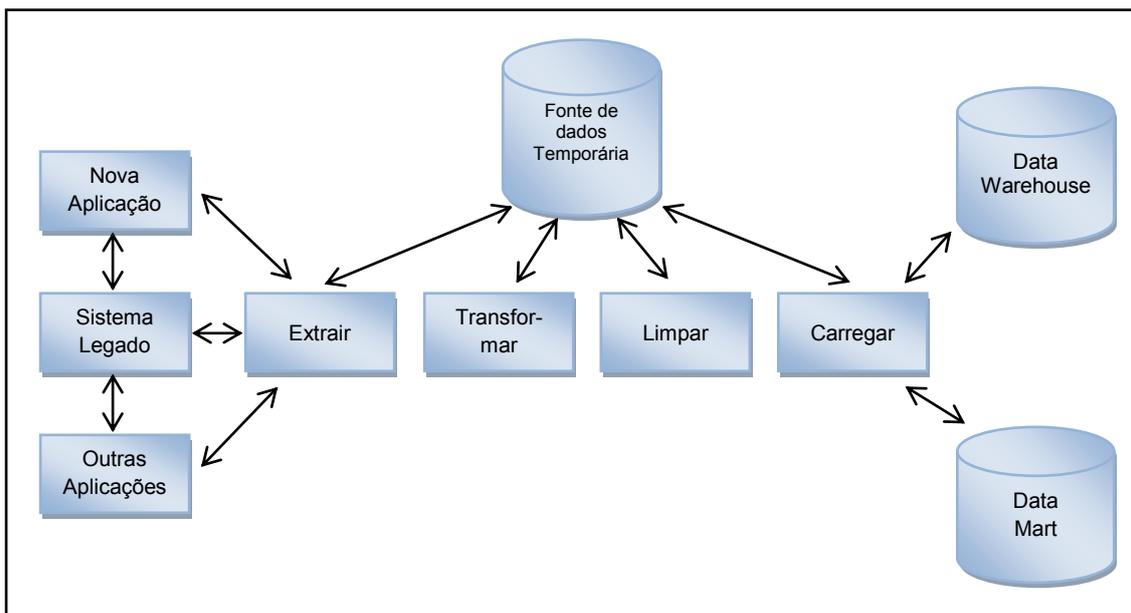
**Figura 13 – Mecanismo extração, transformação e carga**

Fonte: Adaptado de Ribeiro (2011)

Neste exemplo, o mecanismo de extração, transformação e carga recebe dados de diversos sistemas como dos sistemas de operação da empresa, sistemas de planejamento de recurso corporativo chamado ERP (*Enterprise Resource Planning*) e sistemas gestão de relacionamento com o cliente chamado CRM (*Customer Relationship Management*) entre outros. Após o processamento dos dados recebidos, eles são mantidos no Data Warehouse por meio de repositório de metadados, dados sumarizados e dados agrupados. Com isso, as aplicações (análise OLAP, relatórios e Data Mining) fazem uso desses dados de acordo com sua pretensão de consumo da informação.

Segundo Chaudhuri, Dayal e Narasayya (2011), a “extração, transformação e carga (ETL) referem-se a um conjunto de ferramentas que desempenham um papel crucial para ajudar a descobrir e corrigir problemas de qualidade de dados e eficiência carregar grandes volumes de dados para o Data Warehouse”.

As ferramentas de ETL também transportam dados entre fontes e alvos, documentam como os elementos de dados como, por exemplo, metadados mudam conforme se movimentam entre fonte e alvo, trocam metadados com outras aplicações conforme necessário, e administram todos os processos e operações de tempo de execução (como programação, gerenciamento de erro, registro de auditorias, estatísticas). A ETL é extremamente importante na integração de dados e também no Data Warehouse. O objetivo do processo ETL é carregar dados integrados e limpos no Warehouse. Na figura 14 apresentamos um esboço do processo ETL (TURBAN, 2009, p.72).



**Figura 14 – Processo extração, transformação e carga**

Fonte: Adaptado de Turban (2009, p.72)

O processo de extração, transformação e carga da ferramenta ETL utiliza uma fonte de dados temporária para armazenar os dados da extração, que foram coletados do sistema legado ou outras aplicações, realizar a transformação a partir de critérios bem definidos para a limpeza desses dados e, por fim, carregá-los repositórios permanentes como os Data Warehouse e Data Mart.

Na década de 80, observou-se a descentralização dos sistemas computacionais que evoluíram dos ambientes centralizados, como no caso dos sistemas *mainframe*, para plataformas distribuídas, onde os sistemas eram separados em blocos operacionais, com cada um dos blocos realizando uma função específica. Não foram somente os sistemas computacionais que evoluíram, mas também os sistemas de armazenamento de dados evoluíram para arquiteturas distribuídas. A evolução natural dos dispositivos de armazenamento de dados dos sistemas computacionais foi do uso de conexão direta e dedicada aos computadores para uma forma mais flexível e compartilhada (ALMEIDA, 2006).

O armazenamento centralizado de informações pode configurar uma vantagem, no ponto de vista de uso de informações em Data Warehouse, pois com isso pode-se estabelecer uma visão mais completa do universo a ser investigado, além de proporcionar um local único para aplicação dos critérios de tratamento de informações.

A fase de distribuição de informação de inventários de ciclo de vida está atrelada ao êxito do consumo da informação, quando nos referimos aos usuários consumidores de informação, e da estruturação de mecanismos para a manipulação da informação, quando nos referimos aos usuários que planejam e desenvolvem sistemas de informação de ICV. Um planejamento eficiente proporciona maior agilidade e qualidade no tratamento e consumo da informação.

O planejamento da informação, conhecimentos e informática, as arquiteturas e a infraestrutura de tecnologia da informação devem ser metodologicamente planejadas para não causar danos por investimentos desnecessários e devem, efetivamente, apoiar as organizações.

As metodologias são construídas para facilitar o trabalho de quem elabora as soluções informacionais e dos gestores organizacionais nas atividades de alinhamento dos recursos de sistemas de informação e da tecnologia da informação com as estratégias da organização, identificando oportunidades para utilizar esses recursos na obtenção de vantagens competitivas (REZENDE, 2003, p. 73).

A tecnologia da informação tanto pode ser direcionada a partir da estratégia de negócio quanto ser o ponto de partida para a formulação de uma estratégia

corporativa, quando a percepção de uma oportunidade de uso estratégico de TI para alavancar negócios permite que a organização desenvolva uma estratégia corporativa baseada na tecnologia (BEAL, 2004, p. 79).

O Planejamento Estratégico da Tecnologia da Informação (PETI) é um processo dinâmico e interativo para estruturar estratégica, tática e operacionalmente as informações e conhecimentos organizacionais, a TI (e seus recursos: *hardware*, *software*, sistemas de telecomunicação, gestão de dados e informação), os sistemas de informação e do conhecimento, o perfil das pessoas envolvidas e a infraestrutura necessária para o atendimento de todas as decisões, ações e respectivos processo da organização (REZENDE, 2002, p. 44).

O uso da informação de inventário de ciclo de vida pode ser considerado estratégico para que a disseminação da metodologia de avaliação de ciclo de vida se torne uma realidade no desenvolvimento de novos produtos. A importância da informação em contextos distintos pode ser considerada como fator de flexibilidade neste contexto.

Neste sentido, é necessário estabelecer e estruturar ações para promoção do fluxo de informação no contexto de criação e manutenção de sistemas de informação para ICV, desenvolvendo mecanismos que auxiliem a reflexão em torno das atividades de obtenção, processamento e distribuição da informação de inventários de ciclo de vida, por meio de tecnologias da informação.

## 5. MATRIZ DE TECNOLOGIA PARA FLUXO DE INFORMAÇÃO DE ICV

O uso intenso das tecnologias de informação exige um direcionamento de inteligência no interior da organização. As estruturas de acesso automático, de armazenamento e de preservação da informação para sua localização e uso, requisitam uma fundamentação garantida pela racionalização, pela sistematização e pela compreensão: das estruturas de sinais e de símbolos contidos nos diferentes tipos de dados; da operacionalização no processo de comunicação e de transferência de informações; de linguagens natural e artificial; e de análises semântica e semiótica (SANTOS; VIDOTTI, 2009).

A gestão da informação abrange aspectos relacionados à necessidade e uso das informações e, para tanto, considera a relação com ferramentas de tecnologia da informação para operacionalizar essas atividades. Uma boa alternativa é desenvolver mecanismos para orientar as ações voltadas à manipulação de dados e informações.

A utilização estratégica da informação para o negócio revela duas possibilidades reais, de acordo com Mcgee e Prusak (1994) “a identificação de alternativas inovadoras e a identificação de situações que poderão interferir na própria sobrevivência da empresa”.

Uma matriz de tecnologia, composta da intersecção da dimensão de fases do ciclo da informação, dimensão de etapas do ciclo de vida do dado e detalhada por meio do framework de Zachman, permite a identificação de tecnologias da informação que estão relacionadas ao fluxo de informação de inventários de ICV. A matriz de tecnologia para fluxo de ICV contempla conceitos, processos e identifica tecnologias para guiar o desenvolvimento de repositórios de dados de inventários de ciclo de vida.

Nesse sentido, o framework de Zachman contém uma estrutura de perguntas (5W e 1H) que proporciona uma lista de verificação para informar e assegurar o cumprimento de um conjunto de planos de ação, diagnosticar um problema e planejar sua solução. De acordo com Andrew (2009) um *framework* é “uma estrutura

para conteúdo e processo que pode ser usada como uma ferramenta para estruturar o pensamento e garantir consistência e completude.”

De acordo com Zachman (2010), o uso destes mecanismos “determina uma taxonomia para a organização de artefatos arquiteturais, ou seja, documentos de projeto, especificações e modelos, que considera a quem se destina o artefato e qual problema específico está sendo abordado”.

A partir do referencial teórico apresentado nos capítulos 2 e 3, a concepção da matriz de tecnologia para fluxo de informações de inventário de ciclo de vida, dentro do escopo desta pesquisa, poderá colaborar com o desenvolvimento de um Sistema Brasileiro de Inventário de Ciclo de Vida (SICV) capaz de disponibilizar informações consistentes de forma a potencializar o uso da metodologia ACV com foco na viabilidade do desenvolvimento de produtos nacionais eficientes ecologicamente.

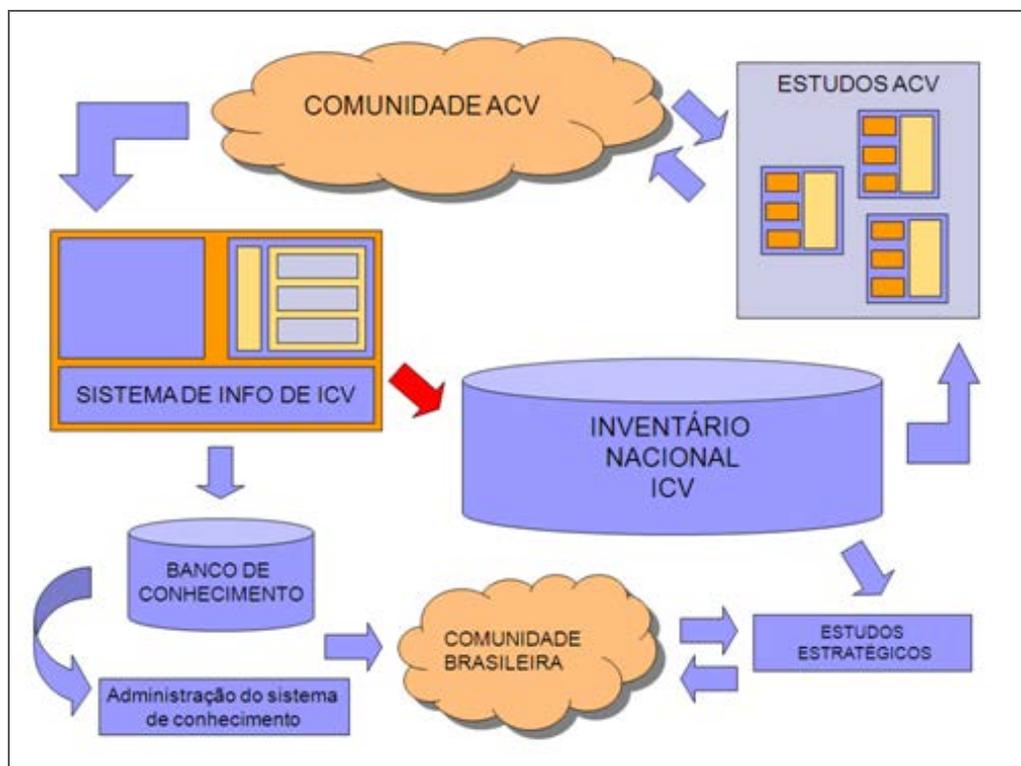
A identificação de metadados de formatos de inventário de ciclo de vida, juntamente com a diretriz da especificação técnica ISO 14048, apresenta-se como parte importante complementar na matriz de tecnologia para fluxo de informações de inventário. Com isso, pode-se estabelecer um mecanismo de integração de dados de inventário, que está presente nas fases de coleta, classificação e armazenamento, discutidos nos subcapítulos 3.1.e 3.2.

A análise e tratamento desses metadados de inventários podem ser utilizados para o desenvolvimento de um vocabulário comum, utilizando as diferentes técnicas de investigação de grupos de informação de inventário, utilizando abordagens sintática e semântica de tratamento das integrações de informações de inventário, contribuindo, assim, com a fase de distribuição da matriz de tecnologia para fluxo de informação de ICV.

Em Reis (2008), pode-se averiguar a investigação de alguns formatos de dados de inventário como o ELCD e o EcoSpold, além da especificação técnica ISO 14048, que estabelece um formato padrão para desenvolvimento de inventários, sendo constatado que o formato ELCD é uma proposta de unificação de diferentes formatos de dados de inventário contemplando um número bastante abrangente de metadados para armazenar esses dados.

Determinar tecnologias da informação para distribuição e uso de informações de inventário, consiste em uma etapa essencial no desenvolvimento da matriz de tecnologia para fluxo de informações de inventário de ciclo de vida. O uso de informações de inventário de ciclo de vida torna realidade a difusão<sup>12</sup> da metodologia de ACV em produtos brasileiros.

A figura 15 apresenta a iteração entre os diversos atores do macro modelo de fluxo da informação para a consolidação do Sistema Brasileiro de Inventários de Ciclo de Vida (SICV).



**Figura 15 – Macro Modelo de Gestão da Informação para SICV-Brasil**  
Fonte: Reis e Santos (2013, p. 3)

<sup>12</sup>Difusão, neste contexto, procura propiciar o alastramento e propagação do uso de informações para uso em estudos da metodologia de Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) no Brasil.

Esse modelo sintetiza a necessidade de desenvolvimento de uma matriz de tecnologia para fluxo de informações de inventário, como forma decisiva nas implementações de sistemas de informação na temática de inventários de ciclo de vida de produtos e seu uso em análise e interpretações de impacto ambiental decorrente de fabricação e descarte de produtos.

O uso público de informações de ICV setoriais da indústria pode impactar o êxito do projeto brasileiro de efetivar a utilização e aplicação da metodologia ACV, refletindo em melhoria dos processos de elaboração de produtos com carga ambiental menor e aumentando a competitividade brasileira no mercado globalizado.

A figura 16 apresenta a representação da matriz de tecnologia para fluxo de informações de inventário de ciclo de vida de produtos. Foram utilizados os conceitos do *Framework* de Zachman (2010) e do ciclo de vida do dado, além das fases do ciclo de informação apresentada no capítulo 2, e das tecnologias da informação para fluxo de informação de inventários, investigados no capítulo 3, para elaboração dessa proposta.

As dimensões da matriz de tecnologia para fluxo de informações de inventário de ciclo de vida são formadas de acordo com os questionamentos contidos no *Framework* de Zachman (o que, quando, onde, por que, que e como), das fases do ciclo da informação (coleta, armazenamento e distribuição) e compreendidos nas etapas do ciclo de vida do dado do modelo DataONE. A matriz de tecnologia é concebida na associação de tecnologias da informação às dimensões do *framework* citadas anteriormente.

A simbologia adotada na matriz de tecnologia para fluxo de informação de inventário de ciclo de vida é consistida por letras e números, de acordo com a dimensão da matriz de tecnologia. Com isso, a identificação dos elementos das dimensões (ciclo da informação, ciclo de vida do dado e framework de Zachman) fundamentam, por meio de sua intersecção, a matriz. A tabela 4 indica o detalhamento das dimensões da matriz de tecnologia para fluxo de informação de ICV.

Tabela 4 – Simbologia da matriz de tecnologia para fluxo de informação de inventário

Dimensão 1: Fases do ciclo de informação		Dimensão 2: Ciclo de vida do dado (DataONE, 2013)		Dimensão 3: <i>Framework</i> de Zachman	
Símbolo	Definição	Símbolo	Definição	Símbolo	Definição
C	Coleta	AN	Analisar	1W	what? (o quê?)
P	Processamento	PL	Planejar	2W	when? (quando?)
D	Distribuição	CO	Coletar	3W	where? (onde?)
		AV	Avaliar	4W	why? (por quê?)
		DE	Descrever	5W	who? (quem?)
		PR	Preservar	1H	how? (como?)
		RE	Recuperar		
		IN	Integrar		

Na intersecção das dimensões são apontadas tecnologias da informação que servirão de base para o desenvolvimento de sistema de informação de inventário de ciclo de vida. As tecnologias são apresentadas nos símbolos 1W e 1H da matriz de tecnologia. Os símbolos 2W referem-se ao processo do sistema de informação. Os símbolos 3W e 4W apontam o local e a justificativa da escolha da tecnologia. Os símbolos 5W apresentam o ator do sistema de informação que irá interagir com a tecnologia.

Por exemplo, O-CO-1H, aborda as tecnologias da informação para a fase de “obtenção” do ciclo de informação, na etapa de “coletar” do ciclo de vida do dado, respondendo ao questionamento de “como?” do *framework* de Zachman.

	1-What? O que será feito?	2-When? Quando será feito?	3-Where? Onde será feito?	4-Why? Por que será feito?	5-Who? Quem o fará?	1-How? Como será feito?		
<b>CICLO DE INFORMAÇÃO</b>	OBTENÇÃO	O-AN-1W	O-AN-2W	O-AN-3W	O-AN-4W	O-AN-5W	O-AN-1H	Analisar
		O-PL-1W	O-PL-2W	O-PL-3W	O-PL-4W	O-PL-5W	O-PL-1H	Planejar
		O-CO-1W	O-CO-2W	O-CO-3W	O-CO-4W	O-CO-5W	O-CO-1H	Coletar
	PROCESSA- MENTO	P-AV-1W	P-AV-2W	P-AV-3W	P-AV-4W	P-AV-5W	P-AV-1H	Avaliar
		P-DE-1W	P-DE-2W	P-DE-3W	P-DE-4W	P-DE-5W	P-DE-1H	Descrever
		P-PR-1W	P-PR-2W	P-PR-3W	P-PR-4W	P-PR-5W	P-PR-1H	Preservar
	DISTRIBUIÇÃO	D-RE-1W	D-RE-2W	D-RE-3W	D-RE-4W	D-RE-5W	D-RE-1H	Recuperar
		D-IN-1W	D-IN-2W	D-IN-3W	D-IN-4W	D-IN-5W	D-IN-1H	Integrar
		<b>TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO</b>						

**CICLO DE VIDA DO DADO, segundo DataOne (2013)**

Figura 16 – *Matriz de tecnologia* para Fluxo de Informações de Inventário de Ciclo de Vida de Produtos

Na intersecção dos elementos das etapas do ciclo de vida do dado (DataONE, 2013) “analisar, planejar e coletar” verifica-se sua relação com a fase do ciclo da informação “coleta”. A atividade de coleta deve estar direcionada a algum objetivo que está intrínseco nas atividades de análise e planejamento de um escopo a ser definido. A atividade de coleta, propriamente dita, refere-se aos procedimentos de obtenção e recolhimento dos dados de inventário de ciclo de vida.

As etapas de análise e planejamento denotam a investigação e exame minucioso dos elementos de metadados que deverão ser considerados, estipulando sua necessidade e obrigatoriedade no contexto da consistência do conjunto de dados a ser armazenado.

As tecnologias da informação que estão envolvidas na fase de coleta desempenham função fundamental na inserção de dados nos sistemas de informação, pois podem auxiliar a qualidade dos dados de entrada bem como guiar o usuário no preenchimento das informações apresentadas para a coleta.

Para as etapas de “avaliar, descrever e preservar”, presentes no ciclo de vida do dado, constata-se relação com a fase de “processamento” do ciclo da informação. Desta forma, a intersecção desses elementos sugere tecnologias da informação para tratamento da informação no contexto da matriz de tecnologia para fluxo de informação de ICV.

A etapa de avaliação contribui com a qualidade das informações de inventário com a aplicação de processos de qualidade de dados no domínio aplicado. As etapas de descrição e preservação podem ser supridas com o armazenamento dos dados com auxílio de ferramentas de metadados e de sistemas de bancos de dados.

A relação das etapas do ciclo de vida do dado “recuperar e integrar” com a fase do ciclo da informação “distribuição” contribui para reflexão de tecnologias da informação que serão aplicadas na matriz de tecnologia.

Todavia, a aplicação de questionamentos, presente no *framework* de Zachman, colaboram para melhorar a compreensão da proposta da matriz de tecnologia para fluxo de informação de ICV. A seguir serão detalhadas as tecnologias da informação que foram consideradas no desenvolvimento desta pesquisa.

Tabela 5 – Fluxo de Informação: Obtenção

O-AN-1W (o quê?)	O-AN-2W (quando?)	O-AN-3W (onde?)	O-AN-4W (por quê?)	O-AN-5W (quem?)	O-AN-1H (como?)
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ interoperabilidade de dados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ no processo de entrada de dados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ editor de inventário</li> <li>▪ funcionalidade de importação de dados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ a entrada de dados no sistema depende do conjunto de metadados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ sistema computacional</li> <li>▪ usuário do sistema</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ metadados</li> <li>▪ tecnologia XML</li> <li>▪ linguagem XML Schema (XSD)</li> </ul>
O-PL-1W (o quê?)	O-PL-2W (quando?)	O-PL-3W (onde?)	O-PL-4W (por quê?)	O-PL-5W (quem?)	O-PL-1H (como?)
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ organização de informação ICV</li> <li>▪ classificação da informação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ no processo de qualificação de dados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ rotinas computacionais</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ as críticas de qualidade devem ser aplicadas no conjunto de dados a ser inserido no sistema</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ sistema computacional</li> <li>▪ usuário do sistema</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ padrões para intercâmbio de dados</li> <li>▪ tecnologia RDF</li> </ul>
O-CO-1W (o quê?)	O-CO-2W (quando?)	O-CO-3W (onde?)	O-CO-4W (por quê?)	O-CO-5W (quem?)	O-CO-1H (como?)
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ mecanismos de intercâmbio de dados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ no processo de publicação de dados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ funcionalidade de promoção de inventários</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ deve existir uma completeza mínima para que o inventário possa ser armazenado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ sistema computacional</li> <li>▪ usuário do sistema</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ padrões para intercâmbio de dados</li> <li>▪ dispositivos móveis</li> </ul>

**Legenda:**

- O: obtenção
- AN: analisar
- PL: planejar
- CO: coletar

As tecnologias aplicadas no fluxo de informação de “obtenção” foram consideradas a partir do referencial teórico levantado nesta pesquisa. Dessa forma, as tecnologias de metadados, tecnologia XML e o uso de RDF promovem a interoperabilidade e compartilhamento de dados de inventário.

Os metadados são fundamentais para significar informações estruturadas sobre recurso da informação (FOULONNEAU; RILEY, 2014), descrevendo características de entidades portadoras de informação (ZENG; QIN, 2008). Os padrões de metadados proporcionam a integração e o compartilhamento de dados (PEREIRA; RIBEIRO JÚNIOR; NEVES, 2005) privilegiando a interoperabilidade de dados. A tecnologia XML oferece mecanismos para proceder à descrição e estruturação de dados (HUNTER, 2007), composto por classes de entidade que são encontradas no agrupamento lógico de dados constantes no arquivo XML, que podem ser operacionalizadas por meio de uma infraestrutura técnica, o RDF (MARCONDES, 2006), voltada para descrição, intercâmbio de metadados e interoperabilidade.

Elas podem ser utilizadas nas etapas de análise e planejamento das estruturas de metadados por meio de editor de inventário ou pela funcionalidade de exportação de dados. Essas tecnologias são empregadas no processo de entrada de dados por meio do sistema computacional.

Esta atividade é de fundamental importância para a fase de “coleta” do ciclo de informação, pois a entrada de dados no sistema depende do conjunto de metadados levantados nas etapas anteriores e pela aplicação dos requisitos de qualidade de dados.

A organização de informação de ICV e sua classificação podem ser realizadas pela adoção de padrões para intercâmbio de dados. A classificação baseia-se em princípios de lógica, filosofia e taxonomia (CHAN, 2007), permitindo a concepção de estruturas classificatórias (CAMPOS. GOMES, 2008), que favorecem a construção de mecanismos capazes de promover consistência e qualidade da informação. Isso é pretendido para que as críticas de qualidade sejam aplicadas no conjunto de dados a ser inserido no sistema, durante o processo de qualificação de dados, exercidas pelas rotinas computacionais presentes no sistema computacional.

Com relação aos mecanismos de intercâmbio de dados, estes podem ser desenvolvidos a partir de padrões para intercâmbio de dados para facilitar o processo de publicação de dados. Dessa forma, a completeza mínima para que os inventários sejam armazenados é atingida.

A funcionalidade de promoção de inventários é acionada de forma automática pelo sistema computacional quando os requisitos do sistema de informação são cumpridos.

Contudo, a tecnologia da informação para coleta a partir de dispositivos móveis se tornam um método muito eficaz (ALCANTARA; VIEIRA, 2014) no que tange à automação de formulários eletrônicos, além de permitir a redução de tempo de preenchimento em atividades de coleta de dados em campo.

Tabela 6 – Fluxo de Informação: Processamento

P-AV-1W (o quê?)	P-AV-2W (quando?)	P-AV-3W (onde?)	P-AV-4W (por quê?)	P-AV-5W (quem?)	P-AV-1H (como?)
<ul style="list-style-type: none"> <li>dados estruturados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>no processo de edição de dados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>servidor de banco de dados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>armazenamento de dados estruturados devem ser suportados por visões dimensionais e multidimensionais</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>sistema gerenciador de banco de dados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>banco de dados relacional</li> <li>data warehouse</li> </ul>
P-DE-1W (o quê?)	P-DE-2W (quando?)	P-DE-3W (onde?)	P-DE-4W (por quê?)	P-DE-5W (quem?)	P-DE-1H (como?)
<ul style="list-style-type: none"> <li>níveis de abstração da informação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>no processo de qualificação de dados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>nas regras de integridade referencial das constraints (foreign key) de banco relacional</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a violação de integridade referencial compromete a qualidade de dados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>sistema computacional</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>modelo de dados</li> </ul>
P-PR-1W (o quê?)	P-PR-2W (quando?)	P-PR-3W (onde?)	P-PR-4W (por quê?)	P-PR-5W (quem?)	P-PR-1H (como?)
<ul style="list-style-type: none"> <li>persistência de dados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>no processo de publicação de dados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>integrado no código-fonte do sistema computacional</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>necessidade de padrões de armazenamento de dados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>software</i> de persistência de dados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>framework</i> de persistência de dados</li> </ul>

Fonte: do autor

**Legenda:**

- P: processamento
- AV: avaliar
- DE: descrever
- PR: preservar

Para o processamento do fluxo de informação de inventários de ciclo de vida utilizam-se tecnologias da informação. Com isso, as etapas de “avaliação, descrição e preservação” do ciclo de vida do dado de DataONE (2013) são atendidas por tecnologias como: níveis de abstração da informação, dados estruturados e persistência de dados, respectivamente.

Os níveis de abstração da informação podem ser representados por meio dos modelos de dados, que descrevem os dados, seus relacionamentos, semântica e restrições de dados (KORTH; SILBERSCHATZ, 1995). A modelagem multidimensional pode ser usada para expressar sumarizações (KIMBALL; ROSS, 2002) e representar os dados em forma de visões, suportando análise dos dados (MACHADO, 2009).

Com o uso da abstração de dados contidas nos modelos de dados pode-se estruturar os dados em banco de dados (ELMASRI; NAVATHE, 2005) devido as suas características de estruturas de armazenamento bem definidas (MELLO, 2006).

Essas tecnologias estão muito relacionadas com sistemas de bancos de dados, onde a manipulação dos dados pode ser realizada a partir de um conjunto de ferramentas presentes no sistema gerenciador de banco de dados.

Na etapa de avaliação da matriz de tecnologia para fluxo de informação de ICV a necessidade de armazenamento de dados estruturados devem ser suportados por visões dimensionais. Essas visões podem ter sua necessidade em torno de bancos de dados relacionais ou em Data Warehouse.

Essas tecnologias são usadas a fim de proporcionar um ambiente de observação de desempenho, de comparação e de análise de dados (MONTEIRO; PINTO; COSTA, 2004) no intuito de obter vantagens competitivas para as empresas (SILBERSCHATZ; KORTH; SUDARSHAN, 1999) na utilização desses dados.

Nesse sentido, o processo de edição de dados é suportado pelo sistema gerenciador de banco de dados, presente no servidor de banco de dados, e pela solução computacional desenvolvida na manipulação dos dados de inventário de ciclo de vida.

Os níveis de abstração da informação estão associados à etapa de “descrição” na matriz de tecnologia para informação de ICV. Procuram evitar que a violação de integridade referencial comprometa a qualidade de dados (BARBIERI, 2010) de inventário. O modelo de dados oferece mecanismos para representar o fluxo dos dados de inventário é identificada como tecnologia da informação a ser aplicada.

A persistência de dados é uma das principais tecnologias da informação para o processamento e armazenamento do fluxo de informação de inventários de ciclo de vida de produtos. Está integrado na especificidade do código-fonte do sistema computacional, podendo ser auxiliado por *frameworks* de persistência de dados (FERNANDES; LIMA, 2007) específicos, proporcionando um nível de mapeamento de objeto completo (BAUER; KING, 2007) para uso em linguagens de programação.

Todavia, o processo de publicação de dados de inventário de ciclo de vida deve possuir capacidade de processamento de necessidades de informação, por meio de mecanismos de armazenamento e de recuperação eficientes.

Tabela 7 – Fluxo de Informação: Distribuição

D-RE-1W (o quê?)	D-RE-2W (quando?)	D-RE-3W (onde?)	D-RE-4W (por quê?)	D-RE-5W (quem?)	D-RE-1H (como?)
<ul style="list-style-type: none"> <li>ferramentas ETL</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>no processo de edição de dados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>na disponibilização dos dados para o processo de validação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>para mover os dados entre processos no sistema computacional</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>servidor ETL</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>tecnologia cliente/servidor</li> </ul>
D-IN-1W (o quê?)	D-IN-2W (quando?)	D-IN-3W (onde?)	D-IN-4W (por quê?)	D-IN-5W (quem?)	D-IN-1H (como?)
<ul style="list-style-type: none"> <li>ferramentas ETL</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>no processo de qualificação de dados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>na distribuição de dados de inventário entre <i>schemas</i> de banco de dados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>para distribuir os dados de inventários para as bases proprietárias de informação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>servidor ETL</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>tecnologia cliente/servidor</li> </ul>

**Legenda:**

- D: distribuição
- RE: recuperar
- IN: integrar

A fase de distribuição de informação de inventários de ciclo de vida presentes na matriz de tecnologia para fluxo de informação de ICV é alcançada principalmente com a utilização de tecnologias de manipulação de dados, exercendo as atividades de extração, transformação e carga de dados presentes nas ferramentas ETL.

Estas atividades de recuperação e integração de dados permitem a reflexão em torno de soluções para a tomada de decisão como em situações operacionais do estudo específico de avaliação de ciclo de vida (ACV) que está sendo desenvolvido.

Nesse sentido, a tecnologia cliente/servidor proporciona flexibilidade no compartilhamento de dados, onde diversas plataformas computacionais desempenham funcionalidades específicas no gerenciamento de bases de dados (STAIR; REYNOLDS, 2010).

Essa tecnologia juntamente com a tecnologia das ferramentas ETL permite a movimentação de dados íntegros (TURBAN, 2009) entre processos do sistema computacional e na distribuição de dados de inventário para as bases proprietárias de informação, por exemplo.

A etapa de recuperação de dados, contido na matriz de tecnologia para fluxo de informação de ICV, está associada à fase de “distribuição” do fluxo de informação, atendendo por meio da tecnologia cliente/servidor as diversas requisições dos usuários (KUROSE; ROSS, 2010).

O processo de edição de dados de inventário disponibiliza dados para o processo de validação, por meio de instruções concebidas nas ferramentas de extração, transformação e carga de dados embarcado no servidor ETL, presentes nas arquiteturas distribuídas (ALMEIDA, 2006), ajudando a descobrir e corrigir problemas de qualidade de dados e eficiência na carga de grandes volumes de dados (CHAUDHURI; DAYAL; NARASAYYA, 2011).

A distribuição de dados de inventário de ciclo de vida ocorre entre *Schemas* de banco de dados quando estes estão contidos na mesma solução computacional. Em outras situações utilizam-se tecnologias cliente/servidor e ferramentas ETL na distribuição da informação. Esse intercâmbio de dados de inventário exige a necessidade de aplicação de processo de qualificação de dados para que requisitos

mínimos de intercâmbio de dados sejam alcançados, promovendo o uso estratégico de tecnologia da informação para alcançar vantagem competitiva (BEAL, 2004) nas organizações.

## 6. CONCLUSÕES

As Tecnologias da Informação, apresentadas nesta pesquisa, proporcionam a sustentação teórica para o desenvolvimento da matriz de tecnologia para fluxo de informação de inventários. Dessa forma, permitem a reflexão quanto ao uso de cada tecnologia relacionada com a fase do ciclo de informação do sistema de inventário de ciclo de vida. É importante ressaltar que as tecnologias utilizadas não contemplam todas as hipóteses de abrangência para gestão da informação, mas permitem um direcionamento para análise e implementação de soluções tecnológicas nessa área do conhecimento.

O desenvolvimento da matriz de tecnologia para fluxo de informação de inventário de ciclo de vida brasileiro, no que tange a implementações de bases de inventários para estudos de ACV no Brasil, incorpora aspectos importantes como tecnologias para o processamento e distribuição da informação de ICV. As instituições que desenvolvem os estudos de ACV ainda não dispõem de infraestrutura de fluxo de informações de inventários de ciclo de vida para a especificidade nacional.

Na análise do ciclo de vida do dado foi necessário distinguir as fases e objetivos de cada modelo de ciclo de vida apresentado. Generalizando, os ciclos de vida do dado são representados de forma sequencial, apesar de algumas abordagens apresentam objetivos que permeiam essas fases denotando prudência no trato do dado. Pela similaridade do assunto do modelo de ciclo de vida do dado, adotou-se o modelo DataONE (2013) como integrante da matriz de tecnologia para fluxo de informação de inventários de ciclo de vida.

Durante o levantamento das etapas do fluxo de informação, foi constatado que as fases dos modelos do ciclo da informação podem diferenciar em seu propósito. Os modelos de ciclo da informação de McGEE e Prusak (1994), Davenport (1998) e Choo (2002) possuem características inerentes ao uso de tecnologias da informação para transformarem dados em informações. Essas características foram consideradas para elencar os fluxos da informação de obtenção, processamento e distribuição.

Ao analisarmos as tecnologias da informação utilizadas na matriz de tecnologia para o “*Fluxo de Informação de Obtenção*”, destaca-se a necessidade de

interoperabilidade e compartilhamento de dados que pode ser atendida por tecnologias como metadados, linguagem XML e RDF. A organização de informação ICV e sua classificação podem ser cobertas por tecnologias como padrões para intercâmbio de dados. Os mecanismos de intercâmbio de dados, que estão presentes nos padrões para intercâmbio de dados, também são implementados por essas tecnologias.

Na matriz de tecnologia para “*Fluxo de Informação de Processamento*” é fundamental investigar as formas de armazenamento dos dados estruturados, que podem ser atendidos por meio das tecnologias de banco de dados relacional e Data Warehouse. Quando se constrói essas estruturas de armazenamento levantam-se os níveis de abstração da informação de ICV, representado por modelo de dados. Apontam-se as tecnologias de *framework* de persistência de dados para tratar a preservação dos dados.

As tecnologias de Data Warehouse, Data Mart e Data Mining permitem a apresentação de informações de modo consistente, desde geração de dados operacionais, por meio de ODS, até a tomada de decisão gerencial, com base em construção de soluções OLAP que usam essas tecnologias.

Ainda na matriz de tecnologia para “*Fluxo de Informação de Processamento*” questões como metodologias de qualidade de dados são implementadas por tecnologias que abordam processos de qualificação de dados. A gestão de dados mestres é atingida principalmente com o uso de tecnologia como *framework* específico para gestão de dados mestres, promovendo o zelo aos principais dados para o negócio da organização. O acesso à informação também pode ser atingido por novas tecnologias da informação como nos dispositivos móveis.

Na matriz de tecnologia para “*Fluxo de Informação de Distribuição*” a utilização de ferramentas ETL, por meio da tecnologia cliente/servidor, permite que os dados sejam manipulados em sistemas de informação. A realização de transformação desses dados, respaldadas por especificações negociais, viabiliza o desempenho da distribuição com grandes volumes de informações. O armazenamento centralizado de informações é alcançado por meio de tecnologias como Internet e arquitetura cliente/servidor.

Os aspectos de disseminação das informações de inventário de ciclo de vida, em caráter gratuito e com apoio tecnológico governamental, é um desafio a ser alcançado para o desenvolvimento em larga escala da metodologia ACV. Espera-se que a partir da matriz de tecnologia para fluxo de ICV proposta novas pesquisas possam ser realizadas, no intuito de colaborar com a construção do conhecimento em torno do armazenamento, tratamento e uso de informações de inventário de ciclo de vida.

O desenvolvimento de inventários de ciclo de vida permitirá estudos de avaliação de ciclo de vida. A partir desses estudos, a população consumidora poderá optar por produtos ou serviços que tenham um menor impacto ambiental, dentro de um pensamento de uma sociedade atenta para o desenvolvimento sustentável.

A disponibilidade de informações sobre estudos de ACV se torna irrelevante caso não existam consumidores preocupados com a interpretação dos índices numéricos resultantes dos estudos de ACV. Por outro lado, as demandas de tratamento de informação dos especialistas em ICV e ACV poderão propiciar uma série de soluções criativas na área de tecnologia da informação e dos sistemas.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT NBR ISO. **Gestão ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Princípios e estrutura – ABNT NBR ABNT NBR ISO 14040**. Rio de Janeiro, ABNT NBR ABNT NBR ISO 14040, 2009.

\_\_\_\_\_. **Gestão ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Definição de objetivo e escopo e análise de inventário – ABNT NBR ABNT NBR ISO 14041**. Rio de Janeiro, ABNT NBR ABNT NBR ISO 14041, 2004.

AKERLOF, G.A. **The Market for “Lemons”: Quality Uncertainly and the Market Mechanism**. In: The Quarterly Journal of Economics, MIT Press, Vol. 84, Nº 3, Agosto, 1970. Pp. 488-500.

ALBERTIN, Alberto Luiz; ALBERTIN, Rosa Maria de Moura. **Aspectos e contribuições do uso de tecnologias de informação**. São Paulo: Atlas, 2006.

ALBERTIN, Alberto Luiz; ALBERTIN, Rosa Maria de Moura. **Tecnologia de Informação: desafios das tecnologias de informação aplicada aos negócios**. São Paulo: Atlas, 2005.

ALCANTARA, Carlos Augusto Almeida; VIEIRA, Anderson Luiz Nogueira. **Tecnologia móvel: uma tendência, uma realidade**. Disponível em <<http://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1105/1105.3715.pdf>> Acesso em 10/08/2014.

ALMEIDA, Arioaldo Veiga de. **Arquiteturas de redes de armazenamento de dados**. Biblioteca Digital da UNICAMP. 2006. Disponível em <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=vtls000431324>>. Acesso em 09/08/2014.

ALVES, Gabriela Inácio. **Modelo de uma biblioteca digital baseada no padrão Dublin Core e na arquitetura Resource Description Framework**. Dissertação de Mestrado, Publicação ENE.DM 216/05, Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2005, 127 p.

ALVES, Rachel Cristina Vesu; SANTOS, Plácida L. V. A. da C. **Metadados: organização e acesso à informação no domínio bibliográfico**. Rio de Janeiro, IX EIC - Encontro Internacional de Catalogadores e II Enacat - Encontro Nacional de Catalogadores. 2013. Disponível em: <<http://www.enacat.ufscar.br/index.php/eic-enacat/eic-enacat/paper/view/52>> Acesso em 05/03/2015.

AMAZONIA.ORG. **Relatório da ONU prevê catástrofe ambiental no mundo em 2050**. Disponível em <<http://amazonia.org.br/2013/03/relat%C3%B3rio-da-onu-prev%C3%AA-cat%C3%A1strofe-ambiental-no-mundo-em-2050>>. Acesso em 17/11/2014.

ANDREW, Josey. **TOGAF version 9.1**. Van Haren Publishing, 2009.

BARBIERI, Carlos. **BI2 – Business intelligence: modelagem e tecnologia**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

BARBIERI, Carlos. **BI2 – Business Intelligence: modelagem e qualidade**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

BAUER C.; KING G.; **Java Persistence with Hibernate**. 1º Ed. Manning, 2007.

BORKO, H. **Information science: what is it?** American Documentation, v. 19, n. 1, p. 3-5, 1968.

BEAL, Adriana. **Gestão estratégica da informação: como transformar a informação e a tecnologia da informação em fatores de crescimento e de alto desempenho nas organizações**. São Paulo: Atlas, 2004.

BERNERS-LEE, T.; HENDLER, J.; LASSILA, O. **The semantic web – a new form of the Web content that is meaningful to computer will unleash a revolution of new possibilities**. Scientific American, May 17, 2001. Disponível em: <[http://www.sciam.com/print\\_version.cfm?articleID=00048144-10D2-1C70-84A9809EC588EF21](http://www.sciam.com/print_version.cfm?articleID=00048144-10D2-1C70-84A9809EC588EF21)>. Acesso em: 20 abr. 2010.

BRAND, Rony Reinehr. **Persistência de Dados em Java: Um Estudo Aplicado ao Sistema Informatizado para Gerenciamento de Ouvidorias**. Curso de sistemas de informação, Universidade Federal de Santa Catarina. 2006.

BRIBIÁN, Ignacio Zabalza; CAPILLA, Antonio Valero; USÓN, Alfonso Aranda. **Life cycle assessment of building materials: Comparative analysis of energy and environmental impacts and evaluation of the eco-efficiency improvement potential**. Elsevier: Building and Environment. Volume 46, Issue 5, May 2011, Pages 1133–1140.

BRÜMMER, Anna; HIOM, Debra; PEEREBOOM, Marianne, Alan; POULTER; WORSFOLD, Emma. **The role of classification schemes in Internet resource description and discovery**. Development of a European Service for Information on Research and Education Deliverable 3.2 Feb 1997. Disponível em <[http://www.ub.lu.se/desire/radar/reports/D3.2.3/class\\_v10.rtf](http://www.ub.lu.se/desire/radar/reports/D3.2.3/class_v10.rtf)>. Acesso em 10/02/2011.

BUCKLAND, M. K. Information as thing. **Journal of the American Society for Information Science**, v. 45, n. 5, p. 351-360, 1991.

CALAZANS, Angélica Toffano Seidel. **Qualidade da informação: conceitos e aplicações**. TransInformação, Campinas, 20(1): 29-45, jan./abr., 2008.

CAMPBELL, Peter K.; BEER, Tom; BATTEN, David. **Life cycle assessment of biodiesel production from microalgae in ponds**. Elsevier: Bioresource Technology. Volume 102, Issue 1, January 2011, Pages 50–56.

CAMPOS, Maria Luiza de Almeida; GOMES, Hagar Espanha. **Taxonomia e Classificação: o princípio de categorização**. DataGramaZero - Revista de Ciência da Informação-v.9 ago.,2008. Disponível em <[http://www.dgz.org.br/ago08/Art\\_01.htm](http://www.dgz.org.br/ago08/Art_01.htm)>.

CARVALHO, E. L. Importância da gestão da informação para o processo decisório nas organizações. In: VALENTIM, M. L. P. (Org.). **Informação, conhecimento e inteligência organizacional**. 2. ed. Marília: Fundepe Editora, 2007. p. 81-98.

CASTELLS, Manuel. **A galáxia da Internet: reflexões sobre a internet, os negócios e a sociedade**; tradução, Maria Luiza X. de A. Borges; Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2003.

CHAN, L. M. **Cataloging and classification: an introduction**. 3. ed. Lanham, Maryland: Scarecrow Press, 2007.

CHAUDHURI, Surajit; DAYAL, Umeshwar; NARASAYYA, Vivek. **An overview of business intelligence technology**. Magazine Communications of the ACM. Volume 54 Issue 8, August 2011, Pages 88-98. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1978562>>. Acesso em 06/08/2014.

CHERUBINI, Francesco; STROMMAN, Anders Hammer. **Life cycle assessment of bioenergy systems: State of the art and future challenges**. Elsevier: Bioresource Technology. Volume 102, Issue 2, January 2011, Pages 437–451.

CHUKWUNONSO, Franklyn. **The Impact of the Internet and the World Wide Web On Distance and Collaborative Learning**. ICCGI 2013: The Eighth International Multi-Conference on Computing in the Global Information Technology. Disponível em: <[http://www.thinkmind.org/index.php?view=article&articleid=icggi\\_2013\\_1\\_20\\_10003](http://www.thinkmind.org/index.php?view=article&articleid=icggi_2013_1_20_10003)> Acesso em 05/08/2014.

CHEHEBE, José R.B.; **Análise do ciclo de vida de produtos: Ferramenta gerencial da ISO 14000** . Rio de Janeiro: Editora Qualitymark , 2002.

CHOO, C. W. **Information Management for the Intelligent Organization**. Medford/NJ. Information Today Inc, 2002.

COLLET, Pierre; HÉLIAS, Arnaud, LARDON, Lauren; RAS, Monique; GOY, Romy-Alice; STEYER, Jean-Philippe. **Life-cycle assessment of microalgae culture coupled to biogas production**. Elsevier: Bioresource Technology. Volume 102, Issue 1, January 2011, Pages 207–214.

DAMA: **The data management association: Capítulo Brasil**. São Paulo, 2012.

DAVENPORT, Thomas H. **Information Ecology: Mastering the Information and Knowledge Environment**. New York. Oxford University Press, 1997.

\_\_\_\_\_. **Ecologia da informação: porque só a tecnologia não basta para o sucesso na era da informação**. São Paulo: Futura, 1998.

DEITEL, H.M. **XML Como Programar**. São Paulo: Bookman Companhia Ed.2003.

ELMASRI, Ramez; NAVATHE, Shamkant. **Sistemas de banco de dados**. São Paulo: Addison Wesley, 2005.

FERNANDES, R.; LIMA, G.; **Hibernate Annotations**. Disponível em: <<http://www.jeebrasil.com.br/tags/hibernate>>. Acesso em 10/10/2007.

FERNANDEZ, E. B. **Building systems using analysis patterns**. Procs. of Int. Software Architecture Workshop (ISAW3), 1998.

FOSKETT, D. J. **Ciência da Informação como disciplina emergente: implicações educacionais**. In: GOMES, H. E. *Ciência da informação ou informática?* Rio de Janeiro: Ed. Calunga, 1980. p. 53-70.

FOULONNEAU, M.; RILEY, J. **Metadata for digital resources: implementations, systems design and interoperability**. Burlington : Elsevier Science, 2014.

GRÁCIO, José Carlos Abbud. **Preservação digital na gestão da informação: Um modelo processual para as instituições de Ensino superior**. Marília (SP): Universidade Estadual Paulista, 2011, 223f.

HAWKINS, Troy R.; SINGH, Bhawna; MAJEAU-BETTEZ, Guillaume; STROMMAN, Anders Hammer. **Comparative Environmental Life Cycle Assessment of Conventional and Electric Vehicles**. Journal of Industrial Ecology. Volume 17, Issue 1, pages 53–64, February 2013.

HIBERNATE; **Hibernate.org**. Disponível em: <<http://www.hibernate.org/>>. Acesso em: 27/07/2014.

HORNE, Ralph; GRANT, Tim; VERGHESE, Karli. **Life Cycle Assessment: Principles, practice and prospects**. Melbourne: CSIRO Publishing, 2009.

HUNTER, David, EBRARY, INC. **Beginning XML**. 4th ed. Indianapolis, IN: Wrox/Wiley Pub., c2007. xxxvi, 1039 p.

HUNTER, E. **Classification Made Simple**. Aldershot: Grower. 1988.

INMON, W.H. **Building the Data Warehouse**, 4th edition. New York City: John Wiley & Sons, Inc., 2005. 543 p.

ISO - INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **Technical Report 14.177**, 1994. ISO/TR 14177:1994.

\_\_\_\_\_. **Environmental management - Life cycle assessment: Data documentation format – ISO 14.048**. Geneva: ISO, 2002.

JACKSON, Stephen. Organizational culture and information systems adoption: three-perspective approach. **Information and Organization**, n. 21, p. 57-83, 2011.

JOINT RESEARCH CENTRE - Institute for Environment and Sustainability (JRC-IES). **ILCD handbook general guide for life cycle assessment - recommendations for life cycle impact assessment in the Europe-an context-based on existing environmental impact assessment models and factors**. Luxembourg. 2011.

KAMIENSKI, Carlos Alberto *et al.* **Simulando a Internet: Aplicações na Pesquisa e no Ensino**. 2012. Disponível em: <[http://www.cin.ufpe.br/~maod/stat/simulacao\\_internet.pdf](http://www.cin.ufpe.br/~maod/stat/simulacao_internet.pdf)>. Acesso em: 05/08/2014.

KIMBALL, Ralp; ROSS, Margy. **The Data Warehouse Toolkit: o guia completo para modelagem multidimensional**. Rio de janeiro: Campus, 2002.

KOEHLER, Annette. **Water use in LCA: managing the planet's freshwater resources**. Int J Life Cycle Assess. 2008, 13:451–455.

KORTH, Henry F.; SILBERSCHATZ, Abraham. **Sistema de Banco de Dados**. Makron Books, 1995.

KUROSE, James F.; ROSS, Keith W. **Redes de computadores e a Internet: uma abordagem top-down**. 5ª ed. São Paulo: Pearson Addison Wesley. 2010.

LE COADIC, Yves-François. **A ciência da informação**. Brasília: Briquet de Lemos, 1996.

MACHADO, Felipe Nery Rodrigues. **Tecnologia e projeto de data warehouse: uma visão multidimensional**. São Paulo: Érica, 2009.

MATVEYEVA, Susan J. **A role for classification: the organization of resources on the Internet**. Wichita State University, 2002. Disponível em <<http://soar.wichita.edu/handle/10057/1264>>. Acesso em 01/02/2015.

McGEE, J.V.; PRUSAK, L. **Gerenciamento estratégico da informação**. Campus: Rio de Janeiro, 1994.

MELLO, Ronaldo dos Santos; *et al.* **Dados Semi-Estruturados**. Disponível em <<http://www.cin.ufpe.br/~fab/cursos/metodologia-graduacao/2006-1/tutorial.pdf>>. Acesso em 27/07/2014.

MONTEIRO, André Vinicius Gouvêa; PINTO, Marcos Paulo Oliveira; COSTA, Rosa Maria. **Uma aplicação de Data Warehouse para apoiar negócios**. Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ: Cadernos de IME: Série Informática, Vol 16, junho, 2004.

NAUMANN, F.; ROLKER, C.; **Assessment methods for information quality criteria**. German research society, Berlin, 2000. Disponível em: <<http://www.hiqiq.com/quality.html>>. Acesso em 24jun. 2006.

NISO - National Information Standards Organization. **Understanding Metadata, an introduction to metadata**. 2004. Disponível em:

<<http://www.niso.org/standards/resources/UnderstandingMetadata.pdf>>. Acesso em: 18/06/2005.

OLIVEIRA, Alysson Vicuña de. **Introdução a Web Semântica, Ontologia e Máquinas de Busca**. Revista Tecnologias em Projeção v. 2, nº. 1, p. 07-10, junho 2011.

PANT R.; KOEHLER A.; BEAUFORT A.; BRAUNE A.; FRANKL P.; HAUSCHILD M.; KLÖPFFER W.; KREISSIG J.; LINDFORS L. G.; MASONI P.; PENNINGTON D.; RIISE E. **Standardisation efforts to measure greenhouse gases and 'carbon footprinting' for products**. Int J Life Cycle Assess. 2008. 13(2):87–88.

PEREIRA, Ana Maria; RIBEIRO JÚNIOR, Divino Ignácio; NEVES, Guilherme Luiz Cintra. **Metadados para a descrição de recursos da Internet: as novas tecnologias desenvolvidas para o padrão Dublin Core e sua utilização**. Revista ACB: Biblioteconomia em Santa Catarina, v.10, n.1, p. 241-249, jan./dez., 2005

POMBO, Olga. **Da classificação dos seres à classificação dos saberes**. Disponível em: <<http://www.educ.fc.ul.pt/hyper/resources/opombo-classificacao.pdf>> Acesso em 08/2003.

PRESCOTT, L. **Ranganathan and facet analysis**. Disponível em: <<http://www.mysticseaport.org/library/msitia/facets.html>>. Acesso em 08/2003.

REIS, Everson A. **Um estudo sobre modelos de informações para elaboração de inventários de ciclo de vida da base da cadeia industrial (ICVBCI)**. 2008, Disponível em: <[http://bdtd.bce.unb.br/tesesimplificado/tde\\_arquivos/1/TDE-2009-01-15T104528Z-3484/Publico/2008\\_EversonAndradedosReis.pdf](http://bdtd.bce.unb.br/tesesimplificado/tde_arquivos/1/TDE-2009-01-15T104528Z-3484/Publico/2008_EversonAndradedosReis.pdf)>.

REIS, Everson A.; SANTOS, Plácida L. V. A. C.. **Technologies for information management of cycle inventories of the product and service supply chain in the Brazilian industry**. 16th International Conference on Computational Science and Engineering (CSE). Sydney, Austrália, 3 a 5 de dezembro, 2013.

REZENDE, Denis Alcides. **Tecnologia da informação integrada à inteligência empresarial: alinhamento estratégico e análise da prática nas organizações**. São Paulo: Atlas, 2002.

\_\_\_\_\_. **Planejamento de sistemas de informação e informática: guia prático para planejar a tecnologia da informação integrada ao planejamento estratégico das organizações**. São Paulo: Atlas, 2003.

RIBEIRO, Viviane. **Mecanismo extração, transformação e carga**. 2011. Disponível em <[http://vivianeribeiro1.files.wordpress.com/2011/06/062811\\_1937\\_oqueetl1.jpg](http://vivianeribeiro1.files.wordpress.com/2011/06/062811_1937_oqueetl1.jpg)>. Acesso em 17/11/2014

RIBEIRO, Victor Marconi Arouca; TAVARES, Valdenir; SZTAJNBERG, Alexandre. **Avaliação e Redução do Tempo de Resposta de Sistemas Web**. Caderno do IME. Série Informática. Volume 34. p.48 a 73. Dezembro 2012.

ROSSATO, Ivete de Fátima. **Um método de inventário do ciclo de processo de manufatura - ICPM**. Tese de Doutorado. Florianópolis, 2002.

SANT'ANA, R. C. G. **Ciclo de Vida dos Dados e o papel da Ciência da Informação**. In: XIV Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação, 2013, Florianópolis / SC. Anais do XIV Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação, 2013. Disponível em <<http://enancib2013.ufsc.br/index.php/enancib2013/XIVenancib/paper/viewFile/284/319>>. Acesso em 20/08/2014.

SANT'ANA, R. C. G.; BONINI, A. **Análise de dados sobre produção de leite: uma perspectiva da Ciência da Informação**. Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Ciência da Informação (ANCIB): v. 1, n.1, 2014. Disponível em: <<http://periodicos.ufpb.br/ojs/index.php/itec/article/view/19493/10863>>. Acesso em 20/08/2014.

SANTOS, Plácida L. V. A. C.; VIDOTTI, Silvana A.B.G. **Pespectivismo e Tecnologias de Informação e Comunicação: acréscimos à Ciência da**

**Informação?** DataGramaZero - Revista de Ciência da Informação - v.10 n.3, junho, 2009.

SANTOS, P. L. V. A. C.; SANT´ANA, R. C. G. **Transferência da informação: análise para valoração de unidades de conhecimento.** *DataGramaZero: Revista de Ciência da Informação*, Rio de Janeiro, v. 3, n. 2, 2002. Disponível em: <[http://www.dgzero.org/abr02/Art\\_02.htm](http://www.dgzero.org/abr02/Art_02.htm)>. Acesso em: 20 jan 2009.

SARACEVIC, T. **Information Science.** *Journal of American Society for Information Science*, v. 50, n. 12, p. 1051-1063, 1999. Disponível em: <<http://comminfo.rutgers.edu/~tefko/JASIS1999.pdf>>. Acesso em: 29 set. 2010.

SILBERSCHATZ, Abraham; KORTH, Henry F.; SUDARSHAN, S. **Sistemas de banco de dados.** São Paulo: Makron Books, 1999.

SILVA, Osmar J. **XML: Aplicações Práticas.** São Paulo: Érica, 2001.

SINGH, Anoop; OLSEN, Stig Irving. **A critical review of biochemical conversion, sustainability and life cycle assessment of algal biofuels.** Elsevier: Applied Energy. Volume 88, Issue 10, October 2011, Pages 3548–3555.

SORDI, J. O. **Administração da informação:** fundamentos e práticas para uma nova gestão do conhecimento. São Paulo: Saraiva, 2008.

SMITH, Marinês Santana Justo. **A cultura informacional como alicerce de gestão contábil nas pequenas e médias empresas.** Marília (SP): Universidade Estadual Paulista, 2013, 256f.

STAIR, Ralph M; REYNOLDS, George W. **Princípios de sistemas de informação: uma abordagem gerencial.** 6ª ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2009.

TANENBAUM, Andrew S. **Redes de Computadores.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2003. 945f.

TERRA, Schoueri; VOGEL, Michely. **Taxonomia: Elemento fundamental para a Gestão do Conhecimento**. Terra Fórum, 2004. Disponível em: <[www.terraforum.com.br](http://www.terraforum.com.br)>. Acesso em 12/10/2007.

TRISTÃO, Ana Maria Delazari; FACHIN, Gleisy Regina; ALARCON, Orestes Estevam. **Sistemas de classificação facetados e tesouros: instrumentos para organização do conhecimento**. Ciência da Informação, Brasília, DF, 33.2, 10 12 2004. Disponível em: <<http://www.ibict.br/cienciadainformacao/viewarticle.php?id=120>>. Acesso em 17/10/2007.

TURBAN, Efrain *et al.* **Business intelligence: um enfoque gerencial para a inteligência do negócio**. Porto Alegre: Bookman, 2009.

UNEP/SETAC. **The Life Cycle Initiative**. 2006.

USEPA, 2001. U.S. **Environmental Protection Agency and Science Applications International Corporation**. LCAccess - LCA 101. 2001.

VALENTIM, M. L. P. (Org.). **Gestão da informação e do conhecimento**. São Paulo: Polis, 2008. p. 11-25.

VIEIRA, Marco Rodrigues. *et al.* **Banco de Dados NoSQL: conceitos, ferramentas, linguagens e estudos de caso no contexto de Big Data**. Simpósio Brasileiro de Banco de Dados 2012. Disponível em <[http://data.ime.usp.br/sbbd2012/artigos/pdfs/sbbd\\_min\\_01.pdf](http://data.ime.usp.br/sbbd2012/artigos/pdfs/sbbd_min_01.pdf)>. Acesso em 27/07/2014.

ZACHMAN, J. A. **The Zachman framework evolution**. Disponível em: <<http://www.zachmaninternational.com/index.php/ea-articles/100>>. Acesso em março/2010.

ZENG, M. L.; QIN, J. **Metadata**. New York: Neal-Schuman Publishers, 2008.

W3 Consortium. **XML Schema**. Disponível em <<http://www.w3.org/XML/Schema>>. Acesso em 07/07/2014.

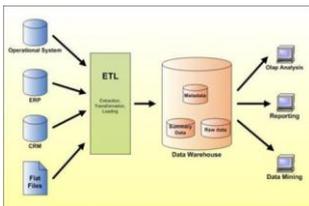
\_\_\_\_\_. **RDF Syntaxe**. Disponível em <<http://www.w3.org/TR/REC-rdf-syntax/>>. Acesso em 07/07/2014.

WBCSD. **Eco-efficiency learning module**. Geneva, Switzerland. 2015. Disponível em <[www.wbcsd.org](http://www.wbcsd.org)> Acesso em 31/03/2015.

## 8. REFERÊNCIAS IMAGÉTICAS



[http://www.google.com.br/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Fwww.hybris.com%2Fmedias%2Fsys\\_master%2F8800437141534%2Fdata-management.png&imgrefurl=http%3A%2F%2Fwww.hybris.com%2Fen%2Fproducts%2Fmaster-data-management&h=281&w=703&tbnid=R9qbxnS5ejHTIM%3A&zoom=1&docid=yGrLodrgulFieM&ei=PMHiU-yPFMHksASs-4DQAw&tbm=isch&ved=0CCcQMygGMAY&iact=rc&uact=3&dur=415&page=1&start=0&ndsp=22](http://www.google.com.br/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Fwww.hybris.com%2Fmedias%2Fsys_master%2F8800437141534%2Fdata-management.png&imgrefurl=http%3A%2F%2Fwww.hybris.com%2Fen%2Fproducts%2Fmaster-data-management&h=281&w=703&tbnid=R9qbxnS5ejHTIM%3A&zoom=1&docid=yGrLodrgulFieM&ei=PMHiU-yPFMHksASs-4DQAw&tbm=isch&ved=0CCcQMygGMAY&iact=rc&uact=3&dur=415&page=1&start=0&ndsp=22)



[http://vivianeribeiro1.files.wordpress.com/2011/06/062811\\_1937\\_oqueetl1.jpg?w=46](http://vivianeribeiro1.files.wordpress.com/2011/06/062811_1937_oqueetl1.jpg?w=46)