

Um ensaio sobre a gestão de dados no contexto de inventários de ciclo de vida da cadeia de produtos e serviços de indústrias brasileiras

Everson Andrade dos Reis
eversonareis@yahoo.com.br
UNESP

Plácida Leopoldina Ventura Amorim da Costa Santos
placida@marilia.unesp.br
UNESP

Resumo: A informação desempenha um papel importante na sociedade atual. A disseminação da informação por meio do uso de redes de computadores utiliza sistemas de informação para armazenar, recuperar e transmitir o conhecimento, que são considerados instrumentos preponderantes dentro da sociedade atual. Com a interação entre os conceitos da Ciência da Informação e sua aplicação em soluções de situações reais, no que tange a inventário de ciclo de vida, proporciona um direcionamento que esta ciência está descobrindo, principalmente aliada aos procedimentos evidenciados na Tecnologia da Informação. O artigo apresenta uma abordagem sobre inventários de ciclo de vida no Brasil e aspectos para a concepção de um sistema de informação que apoie as iniciativas da metodologia de avaliação de ciclo de vida (ACV), contribuindo para a competitividade das indústrias brasileiras em um mundo globalizado. Aspectos de armazenamento, escalabilidade, performance, qualidade, integração e segurança promovem reflexão sobre os requerimentos que devem ser levantados na construção de um sistema computacional. Abordagens teórico-práticas são demonstradas por meio de considerações no contexto de inventários de ciclo de vida promovendo a interação entre a Ciência da Informação e a Engenharia. Como resultados parciais são apontados argumentos sobre importância da gestão de dados de inventários de ciclo de vida no aspecto de concepção de sistemas de informações de inventário. Por meio de dispositivos computacionais, a informação de inventário de ciclo de vida é disseminada por toda parte. No processo de aprendizagem do desenvolvimento sustentável, essa divulgação pode gerar implicações estratégicas em decisões políticas, no desenvolvimento social, no estoque de conhecimento e

até na identidade cultural de um povo. Na representação desse conhecimento com a junção do suporte oferecido pela Tecnologia da Informação, observa-se o crescimento e difusão da tecnologia para a sociedade, e com ela a informação.

Palavras Chave: Informação - Tecnologia - Ciclo-vida produto - Gestão de dados -

1. INTRODUÇÃO

Nos dias de hoje, é inquestionável o interesse da humanidade no meio ambiente e nos efeitos colaterais da ação do homem sobre o planeta, causados pela nossa sociedade de consumo sempre ávida por novos produtos e serviços. Estes efeitos são oriundos de um longo processo de exploração e degradação dos recursos naturais existentes, além dos dejetos e rejeitos resultantes do processo de fabricação e uso de produtos (CORSON, 1996).

Nesse sentido, para conseguir atender à demanda de produtos aliada com o objetivo de minimizar os efeitos ao ecossistema, muitos setores começaram a estudar formas de mudar métodos e processos tradicionais de produção para se adequar às novas necessidades da sociedade e aos padrões exigidos para comercialização. Entretanto, as mudanças não ficaram restritas aos consumidores locais, abrangendo amplamente as relações internacionais.

A preocupação com o desenvolvimento de produtos e serviços 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 possa realizar uma análise da fabricação de produtos.

Essa metodologia contempla a orientação para o tratamento da informação do impacto ambiental provocado pela concepção de um produto ou serviço, abrangendo as atividades de extração da matéria-prima, manufatura de produtos, uso, reciclagem e descarte. A organização dessas informações deve ser apoiada por estruturas de representação da informação que ofereçam métodos facilitadores para o intercâmbio de dados e a utilização estratégica das informações.

A avaliação de ciclo de vida (ACV) é uma metodologia sistemática para determinação do impacto ambiental (danos à camada de ozônio, contribuição para o aquecimento global, chuva ácida etc.) provocado por um sistema de produto ao longo de toda a sua cadeia. A fim de se realizar a avaliação das conseqüências ambientais do consumo de um produto pelo método da ACV é necessária a coleta de uma imensa quantidade de informações de natureza complexa, especialmente empregando terminologia e métodos de coleta de dados oriundos da química, física e biologia.

Nesse cenário, temos a Ciência da Informação como área voltada para busca de soluções estratégicas e tecnológicas para o problema do tratamento, gestão e uso da informação objetivada e a Tecnologia da Informação como área que proporciona recursos computacionais que agilizam o tratamento de informações que nos encaminham para uma análise de como essas áreas se relacionam e se subsidiam na análise dos aspectos de organização de informações de inventário de ciclo de vida de produtos e serviços.

A concepção da gestão de dados de inventários de ciclo de vida, baseada na fundamentação da Ciência da Informação, abrangendo aspectos de armazenamento, escalabilidade, performance, qualidade, integração e segurança de dados aplicada aos inventários de ciclo de vida pode ser descrita em uma primeira análise como sendo caminho para a concepção de sistemas de informações de inventário de ciclo de vida.

2. METODOLOGIA

Considerando o problema proposto com a especificidade desejada, aliado aos aspectos envolvidos nesta pesquisa, identificou-se que a mesma é de cunho exploratório, pois não existe similaridade da solução do problema de pesquisa. Destaca-se a multidisciplinaridade do tema, elencado na Engenharia, Ciência da Computação, Ciência da Informação entre outras áreas. Dessa maneira, procurou-se compilar, à luz dos preceitos da Ciência da Informação, a fim de se criar um referencial teórico que situasse e delimitasse o objeto de estudo.

Quanto à natureza da investigação o presente estudo pode ser classificado como pesquisa descritiva de abordagem teórica, assumindo forma de estudo exploratória de abordagem prática.

3. INVENTÁRIOS DE CICLO DE VIDA NO BRASIL

Os inventários de ciclo de vida (ICV) contemplam uma extensa lista de substâncias químicas, energias e produtos consumidos e produzidos nos processos industriais. Estes processos são compostos a fim de se modelar as cadeias de produção para determinação do impacto ambiental de um sistema de produto. A construção de ICVs com qualidade representa um imenso esforço de coleta, organização e apresentação de dados, representando por volta de 80% do tempo dedicado ao estudo de ACV.

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).

A ACV é uma técnica relativamente nova, ainda pouco usada em sua totalidade e sua metodologia e aplicação possuem inúmeros pontos a serem explorados. A ACV possui métodos e procedimentos consolidados entre os vários especialistas de todo o mundo, por meio da elaboração das normas ISO série 14000 (ROSSATO, 2002).

Segundo USEPA (2001) a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) é a “compilação e avaliação das entradas, saídas e dos potenciais impactos ambientais de um sistema de produto ao longo do seu ciclo de vida”. Outra definição encontrada em Reis (1995) apud Rossato (2002) diz que a ACV “é um conjunto de procedimentos sistematizados para a compilação e o exame dos insumos e dos produtos de matéria e de energia e dos impactos ambientais associados, diretamente imputáveis ao funcionamento de um sistema de produto e serviço durante o seu ciclo de vida”. Ainda Chehebe (2002), descreve ACV como “uma técnica para a avaliação dos aspectos ambientais e dos impactos potenciais associados a um produto, compreendendo etapas que vão desde a retirada da natureza das matérias-primas elementares que entram no sistema produtivo (berço) à disposição final do produto (túmulo)”. A figura 1 apresenta o esquema de entradas e saídas na concepção do sistema de produto.

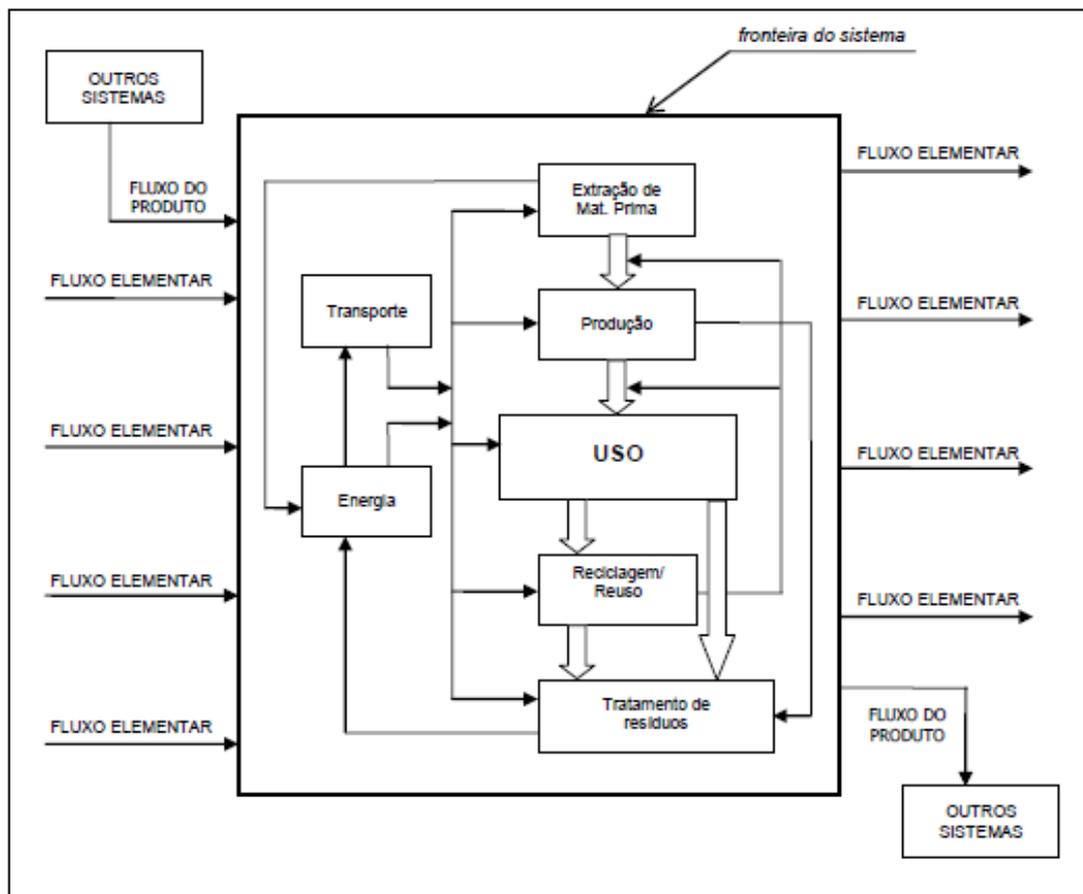


Figura 1: Ambiente do Sistema de Produto – Adapt. Chehebe (2002, p. 28)

A análise do inventário envolve a coleta de dados e procedimentos de cálculo para quantificar as entradas e saídas pertinentes de um sistema de produto, podendo incluir, nas entradas e saídas, o uso de recursos e liberações no ar, na água e no solo associados com o sistema. Ainda, dependendo dos objetivos e do escopo da ACV, podem ser feitas interpretações destes dados para, por exemplo, comparar as entradas e saídas dos sistemas com materiais ou produtos alternativos (ISO 14040, 2001).

A fim de proporcionar uma redução no esforço de elaboração de inventários, a organização internacional de normatização (ISO) adotou padrões de representação da informação sobre inventários, desenvolvendo a norma ISO14048. Isto permitiu que países como a Suíça, Alemanha e EUA passassem a criar ICVs que podem ser distribuídos em escala mundial. Estes ICVs são inventários que visam apoiar o uso geral em estudos de ACV, e são representativos da base da cadeia industrial de uma determinada região geoeconômica em um período de referência.

Outra colaboração entre países é encontrada na América do Sul e América Central, onde foi concebida entre Brasil, Argentina, Chile, Peru, Costa Rica e México a Rede Latino-Americana de ACV, por meio do programa sul-americano de apoio às atividades de cooperação em Ciência e Tecnologia o Projeto sul-americano de Análise do Ciclo de Vida dos Metais para uma produção sustentável. Os resultados desse trabalho foram divulgados pelo livro “Avaliação do Ciclo de Vida - A ISO 14040 na América Latina”, com o apoio do MCT, CNPq e CYTED.

Algumas organizações supragovernamentais ou profissionais também têm tido envolvimento no uso e desenvolvimento de técnicas de ACV, como por exemplo, a SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry), a UNEP (United Nations Environment Program) e a OECD (Organization for Economic Cooperation and Development) que, entre outros objetivos, buscam promover o uso mais racional dos recursos na produção e avaliar o uso dos métodos de ciclo de vida como apoio às decisões de políticas públicas. Muitos conceitos desenvolvidos nessas organizações foram adotados pela ISO.

Além dos governantes e das organizações mencionadas, várias empresas e associações de classe têm-se utilizado das técnicas de ACV para avaliar seus processos produtivos. Segundo Chehebe (2002), destacam-se nesse campo “as seguintes companhias e corporações: Esatman Kodak, Eletrolux, GE, Hewlet Packard, Volvo, Ford, GM, Mercedes-Bens etc”.

O Brasil também precisa adotar um formato de intercâmbio de dados de inventários compatível com o padrão 14048, e que o permita relacionar-se com fornecedores e clientes de matérias-primas e produtos de todas as partes do mundo. Para apoiar essa meta, o Ministério da Ciência e Tecnologia - MCT desenvolveu um projeto para disponibilizar informações de ICV para os diversos segmentos da indústria brasileira. Esse projeto conta com a participação do Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia - IBICT (gestor do projeto), Inmetro, Instituto Nacional de Tecnologia - INT, Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, Sebrae, Petrobras, Universidade de São Paulo - USP, Universidade de Brasília - UnB, Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR e Associação Brasileira de Ciclo de Vida - ABCV. Esse tema consta também das prioridades do PBAC - Programa Brasileiro de Avaliação da Conformidade, como parte da PITCE - Política Industrial Tecnológica e de Comércio Exterior.

O sucesso da aplicação da metodologia de ACV é fundamental para que os consumidores possam modificar suas atitudes, ao conhecerem de forma mais precisa o impacto ambiental do que consomem. Desta forma, a construção, divulgação e uso de ICVs é uma iniciativa de extrema importância no mundo atual em que vivemos, e esta construção depende, sobretudo, da elaboração e adoção de implementações técnicas de formatos de intercâmbio, aderentes a padrões como o ISO 14048 – arcabouço para o formato comum e que permite a elaboração de implementações técnicas.

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 (ISO 14040, 2001).

4. ARMAZENAMENTO, ESCALABILIDADE E PERFORMANCE NA VISÃO DE INVENTÁRIOS DE CICLO DE VIDA

Existem diversas formas de organizar, armazenar e recuperar dados. Nos sistemas computacionais utilizavam-se algumas estruturas de armazenamento de dados como os modelos em rede, hierárquico e relacional. Todas essas estruturas foram utilizadas comercialmente, porém a que se destaca no mercado computacional e utilizada pelos principais desenvolvedores do software do mundo, é sem dúvida, o banco de dados relacional.

O banco de dados relacional, oriundo do modelo relacional, teve origem por Cood em 1970, baseado na álgebra relacional e na 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”.

Um banco de dados consolida registros previamente armazenados em arquivos separados em uma fonte comum de registros 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.

Para o sistema de inventários de ciclo de vida o banco de dados relacional pode ser uma escolha bem interessante, pois possibilita a estruturação dos conceitos preconizados na ISO 14048 na forma de tabelas e provendo o relacionamento entre esses conceitos, proporcionando integridade referencial e indexação aos dados do sistema.

Com base no banco de dados relacional, onde o dado é armazenado em colunas de uma tabela, pode-se ter o relacionamento entre tabelas, retratando 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 Datawarehouse (suporte para tomada de decisão).

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 (KORTH & SILBERSHATZ, 1995).

A possibilidade de se ter informações gerenciais, a partir de um banco de dados relacional de inventário de ciclo de vida pode ser uma excelente alternativa para tomada de decisão com implementação de soluções em Business Intelligence para o setor privado ou governamental. As opções são riquíssimas em se tratando de estratégias de preservação de recursos naturais brasileiros ou em otimização de processos industriais decorrentes de fabricação de produtos, por exemplo.

A partir da pesquisa de Reis (2008), foi definida a estrutura de armazenamento de dados para inventário de ciclo de vida. Com isso, o banco de dados para o sistema de inventário de ciclo de vida pode ser construído. Porém, algumas questões da gestão de dados não foram contemplados como escalabilidade e performance.

A performance está relacionada a rapidez que uma tarefa computacional pode ser executada, não pretendendo analisar questões como limite físico de uma máquina (processador, memórias, etc). Um objetivo é minimizar o número de passos de um processamento de dados, como por exemplo um algoritmo.

A escalabilidade, por sua vez, verifica os limites físicos relacionados à performance. Como se comporta o desempenho quando atingimos os limites físicos das máquinas, e que estratégias pode-se utilizar para aumentar a quantidade de processamento disponível. Existem duas hipóteses para alcançar maior escalabilidade: o incremento com novos hardwares ou a substituição por novos hardwares de maior desempenho.

O primeiro é denominado escalabilidade horizontal, onde pode-se incorporar novas máquinas a fim de aumentar o nível de processamento para as demandas dos usuários finais. O segundo é a escalabilidade vertical, onde uma nova máquina mais potente substitui à

antiga. Na comparação dos benefícios dos dois tipos, a escalabilidade horizontal tem preferencia, não só pelo custo de sua solução, mas quando se considera outras questões como a melhoria da disponibilidade.

Nesse cenário, a concepção do sistema de inventário de ciclo de vida deve considerar esses fatores para realizar o planejamento do modelo computacional visando garantir a gestão de dados. Um bom caminho é realizar teste de desempenho para alcançar o objetivo almejado.

Os testes de desempenho são mecanismos utilizados para realizar análise da escalabilidade de um sistema. Todavia, em casos mais complexos é necessário realizar uma modelagem de desempenho do sistema computacional como todo.

O objetivo principal da modelagem de desempenho é aproveitar ao máximo do investimento de infra-estrutura de TI, focando na melhoria continua do desempenho dos sistemas. Muitos profissionais acreditam que uma simples otimização de um código fonte do software é sempre a solução para esses casos, outros acreditam que a solução sempre é a troca excessiva dos dispositivos de hardware, ambas as soluções podem ser consideradas na maioria das vezes como soluções paliativas (PRESSMAN, 1995, p. 865).

Conforme White (2010) “existem dois ambientes do sistema computacional que deve ser elencado quando estamos analisando questões de escalabilidade e performance: ambiente de usuários e o ambiente de hardware propriamente dito”.

O ambiente de usuários é formado por pessoas ou outros sistemas que são capazes de gerar carga de trabalho através das requisições, transações ou processos do software utilizado. O ambiente de hardware é formado pelo conjunto de dispositivos que processam a carga de trabalho gerada pelo ambiente de usuários. O parâmetro utilizado para avaliar a capacidade de um sistema é a análise do nível de serviço prestado pelo mesmo. A figura 2 ilustra esse comportamento.

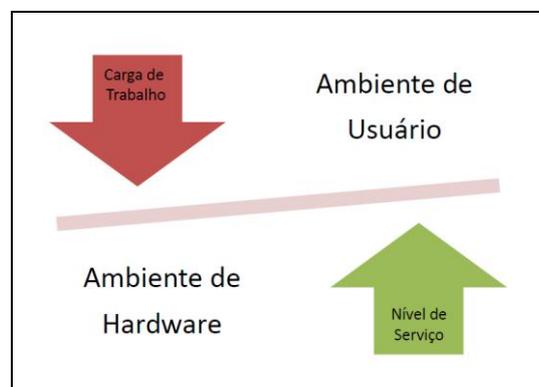


Figura 2: Capacidade do Sistema em relação ao desempenho – Adapt. White (2010)

O sistema de inventário de ciclo de vida deve levantar, previamente, os requerimentos necessários para subsidiar a modelagem de desempenho. Com isso, minimiza-se possíveis riscos de escalabilidade e performance em que o sistema pode incorrer.

Existem várias técnicas que são utilizadas para modelagem e análise do desempenho de um ambiente do sistema computacional. Segundo Coelho (2004), o teste de desempenho é um processo de emulação das atividades realizadas no sistema e é capaz de:

- Determinar a quantidade de usuários que o sistema suporta;
- Determinar o tempo de resposta do sistema;
- Auxiliar na otimização da configuração do sistema;

- Verificar o desempenho do sistema em diferentes plataformas (Hardware e Software);
- Identificar o comportamento do sistema caso sofra um grande aumento inesperado da carga de usuários (COELHO, 2004).

Ainda Coelho (2004), afirma que existem quatro tipos de testes de desempenho mais utilizados são descritos a seguir:

- Carga: valida os tempos de respostas dos processos de negócios e transações críticas em relação ao que foi especificado nos requisitos suplementares do sistema.
- Volume: determina o throughput de um processo específico. O termo Throughput possui diversas definições, nesse caso é o número máximo de transações solicitadas ao sistema por uma unidade de tempo.
- Stress: determina sobre que carga o sistema pode falhar e como ele pode falhar.
- Longevidade: identifica os problemas de desempenho que possam aparecer após o sistema ter sido submetido a um longo período de carga elevada (COELHO, 2004).

O desenvolvimento do sistema de inventário de ciclo de vida deve ter por princípio boas práticas de engenharia de software. A busca incessante por performance pode levar à técnicas de razoável complexidade, onerando em demasia o projeto do sistema. Estabelecer na fase de requerimentos os pontos críticos de performance a serem obtidos é a opção mais razoável. Dessa forma, pode-se priorizar questões como reuso e manutenibilidade e utilizar técnicas de performance em situações realmente necessárias.

5. QUALIDADE E INTEROPERABILIDADE NA VISÃO DE INVENTÁRIO DE CICLO DE VIDA

A organização da informação proporciona recuperação da informação de forma eficiente para usuários e trata dos aspectos de como a informação é modelada, seu fluxo e armazenamento, além de seus efeitos na organização. 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.

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 norma ISO 14048. Outro problema de interoperabilidade em informações 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 podem ser aplicados 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.

Assim, ao analisarmos os mecanismos de intercâmbio de dados, como subsídio à elaboração e disseminação de inventários de ciclo de vida constata-se o estabelecimento de metadados e o agrupamento lógico de dados coerentes com a norma ISO 14048 permitem uma facilidade no intercâmbio de dados e pode ser utilizada no desenvolvimento de sistemas computacionais que operacionalizam a gestão de dados.

Para realizar a organização da informação de inventário de ciclo de vida é necessário o entendimento de alguns assuntos relacionados à representação da informação: sistemas de classificação, mecanismos de intercâmbio de dados e formas de representação do conhecimento.

Classificações são largamente 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.

A classificação tem sua utilização para aperfeiçoar a disseminação da informação e tem como fundamento essencial a organização em número de elementos que possuam características comuns e possam ser diferenciados uns dos outros. De acordo com a norma ISO TR 14177 (1994) “classificação é um conjunto de conceitos organizados sistematicamente de acordo com os critérios ou características escolhidas”.

Na utilização de categorias para relacionar conceitos na busca de elaborar uma classificação pode-se retirar da natureza do conceito a formação das estruturas conceituais de classificação, sistematizando, assim, o conhecimento. Neste aspecto, a análise da classificação dos itens de metadados presentes na ISO 14048 e nas estruturas dos formatos de dados de inventário permite o entendimento da classificação da informação de inventários de ciclo de vida.

Assim, como nos sistemas de classificação, os mecanismos de intercâmbio de dados realizam a interoperabilidade que o sistema deve prover. No que tange aos inventários de ciclo de vida, o intercâmbio das informações é alcançado por meio dos formatos de dados de inventário que determinam a composição da estrutura de armazenamento das informações por meio de metadados. Os metadados são utilizados para documentar e organizar dados de maneira estruturada, com o objetivo de facilitar a manutenção dos dados e auxiliar no entendimento e recuperação das informações.

As características fundamentais dos metadados de preservação, segundo OCLC/RLG Working Group on preservation metadata (2002), são as seguintes: (i) abrangência, isto é, devem ser constituídos por todos os requisitos de informação necessários à gestão de um repositório desde a sua inclusão até à sua disponibilização e acesso; (ii) estruturação, ou seja, devem apresentar uma descrição de alto nível dos componentes chave do sistema e das suas funcionalidades, onde este ponto vem complementar o primeiro; (iii) aplicação estendida, isto é, os metadados de preservação devem poder aplicar-se a um leque variado de tipos de recursos digitais, de atividades e de instituições.

Os metadados de preservação podem ser ainda classificados em três tipos: descritivos, administrativos e estruturais. A incidência sobre os últimos dois é relevante, pois é neste espaço que se encontram a descrição dos métodos e das estratégias tomadas para preservação. Os metadados descritivos destinam-se fundamentalmente às fases de acesso dos recursos de informação. Os metadados administrativos são aqueles que têm um peso mais importante, pois documentam atos de gestão ao longo do tempo, desde a inclusão no repositório. Os metadados estruturais complementam a informação administrativa, pois acrescentam o enquadramento tecnológico indispensável à boa recuperação dos recursos.

A investigação de grupos de metadados de inventários de ciclo de vida está fortemente vinculada a formato de dados de inventário. Os formatos de dados Spine e Spold formam a base do padrão ISO 14048. A norma ISO 14048 descreve um padrão de formato de dados para ICV, baseado em papel ou mídia eletrônica, esboça e especifica uma forma para usuários informarem dados de ACV, que sejam úteis para as indústrias, institutos e empresas de consultoria, além de descrever o formato de documentação dos dados para inventário de ciclo de vida conforme descrito na norma ISO 14041. Outros dois formatos destacam-se no cenário internacional: o EcoSpold e o ELCD (European Reference Life Cycle Data System). Esses formatos podem ser traduzidos para ontologias com o objetivo de facilitar seu entendimento e sua compreensão e, posteriormente, transformados para modelos de dados conceituais.

Com base na análise dos formatos de dados de inventário identifica-se a relevância de cada um dos itens de metadados que compõem a estrutura dos formatos, principalmente na análise da lista de objetos que compõem cada formato. A aderência à norma ISO 14048 estabelece um padrão de interoperabilidade necessário ao intercâmbio de dados de inventários, seja na transferência de dados entre bancos de dados de ICV, seja na utilização desses dados nas ferramentas de análise de ACV.

A utilização de recursos de metadados contribui para o estabelecimento de mecanismos de intercâmbio de dados, pois permite soluções para otimizar a recuperação e a disseminação de informações em uma área do conhecimento. Esses metadados são implementados por meio de entidades conceituais que possuem características específicas.

Essas entidades conceituais e suas características são estendidas para o modelo de dados relacional e transformadas em estruturas de armazenamento de dados, tais como tabelas, atributos e relacionamento entre tabelas. Dessa forma, é possível armazenar dados de inventário mediante a inserção das informações nesses formatos de dados de inventário.

Outra questão importante no conceito de formato de dados de inventário diz respeito à filosofia que o formato utiliza, ou seja, como são tratadas questões como a nomenclatura especificada (por exemplo, categoria de informação), a semântica utilizada nas informações depositadas na estrutura de armazenamento, as regras de coleta de dados, os padrões de revisão e publicação dos dados.

6. REPRESENTAÇÃO DA INFORMAÇÃO DE INVENTÁRIOS DE CICLO DE VIDA

A partir das formas de representação do conhecimento, como as ontologias e os modelos de dados, pode-se representar o entendimento dos formatos de dados de inventário de ciclo de vida. As ontologias, segundo Gruber (1995), são uma “formalização de conceituação, ou seja, a representação da visão de um determinado domínio de atuação. Estabelece uma terminologia comum, sem ambiguidades, de forma a facilitar a comunicação, a representação e o compartilhamento do conhecimento”.

Uma ontologia apresenta uma especificação de conceitos e de outras entidades, como, por exemplo, objetos, que existem em uma área de conhecimento. Ao se definir esses conceitos também são identificadas as relações entre eles de forma a proporcionar um entendimento da área de interesse.

Outra aplicação interessante das ontologias é na compreensão e especificação de sistemas computacionais complexos. No desenvolvimento de uma ontologia as considerações dos conceitos ajudam a consolidar uma melhor compreensão de uma área de conhecimento e permitem disseminar o conhecimento estabelecido.

Após o entendimento da área do conhecimento por meio das ontologias, um excelente mecanismo para representação do conhecimento é os modelos de dados. Um modelo é uma abstração que visa representar uma realidade que ocorre pelo processo de modelagem que possuem metodologias diversas conforme a necessidade e o objetivo de cada modelo. Modelo de dados, segundo Korth (1995, p. 9), “é a coleção de ferramentas conceituais para descrição de dados, relacionamento entre os dados, semântica e restrições de dados”.

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 forma de representação de modelo de dados é o modelo de entidade e relacionamento apresenta a estrutura lógica e o comportamento dos dados.

As relações estabelecidas favorecem a recuperação da informação, devido à possibilidade de realizar seleções dos grupos lógicos de dados de forma isolada ou em um conjunto, sem prejuízo da consistência das informações.

A transformação dos dados de inventário, tanto no recebimento desses dados em diferentes formatos (inserção em um sistema de informação), quanto na extração desses dados (geração das informações em formatos escolhidos) é uma solução para interoperabilidade de inventários, constituindo, assim, um mecanismo de disseminação de conhecimento.

A predisposição em aceitar a estrutura dos inventários em relação à utilização dos dados e sua aderência às ferramentas de análise de ACV é um ponto importante no reconhecimento do formato de dados de inventário por softwares de ACV.

Uma análise de comparação dos formatos de dados de ICV em relação a representação da informação de ICV pode ser estimada de forma qualitativa com a presença das características fundamentais dos metadados de preservação, estabelecendo uma relação entre a estrutura dos formatos de dados de inventário investigados, entre eles o nível de abrangência, sua estrutura e a aplicação estendida que cada formato possui em relação à estrutura de organização das informações dessa área de conhecimento.

A manipulação da informação de ICV está relacionada ao modelo de informação, pois descrevem a organização e recuperação das informações de inventário. A manipulação da informação de ICV reúne os fatores relacionados à maneira com que a informação de ICV é armazenada, englobando a facilidade para evolução dos dados de inventário e a nomenclatura das informações de inventário, ou seja, o uso de uma terminologia padronizada para facilitar o intercâmbio de dados dessa área de conhecimento.

A consistência da informação está relacionada ao sistema de computacional devido à necessidade de estabelecer mecanismos de controle da informação nas diversas partes do sistema. Mecanismos como integridade referencial, formas normais e aspectos da segurança da informação contribuem para o estabelecimento de estrutura de recuperação do modelo de informações sobre inventários de ciclo de vida. A aplicação desses mecanismos pode ser realizada durante a concepção do modelo de armazenamento dos dados de inventário por meio de chaves estrangeiras do modelo de dados relacional.

A qualidade dos dados de ICV relaciona-se com a estrutura de metadados representada no modelo de dados com a análise dos atributos constantes na especificação de metadados presentes na norma ISO 14048. A obrigatoriedade do preenchimento de atributo específicos também é um mecanismo simples de implementação, mas com resultados significativos para a qualidade dos dados de inventário.

7. SEGURANÇA DE CONTEÚDO E CONTROLE DE ACESSO NA VISÃO DE INVENTÁRIO DE CICLO DE VIDA

Segurança sempre foi essencial para realizar negócios e proporcionar visibilidade na informação que se deseja disseminar. Soluções contemplando segurança de conteúdo e controle de acesso são importantes para dar confiabilidade e credibilidade ao sistema de informação. Políticas de segurança extremamente rigorosas e critérios de segurança, como bloqueios de acesso por país, endereço IP (Internet Protocol), autenticação e pagamento (pay-per-view), quantidade de visualizações são alguns exemplos.

No contexto do sistema de inventário de ciclo de vida a segurança de conteúdo é considerada como um fator preponderante para o depósito das informações dos processos de fabricação de produtos. As empresas não podem ter receio em armazenar seus dados e revelar

seus segredos de produção sem estarem completamente convencidas do sigilo e controle que o sistema deve prover.

Segurança da Informação possui aspectos para assegurar a proteção de um conjunto de dados, com o objetivo de preservar o valor do dado para indivíduos ou organizações. Segundo Fontes (2008) “as características básicas da segurança da informação são os atributos de confidencialidade, integridade e disponibilidade, não estando esta segurança restrita somente a sistemas computacionais, informações eletrônicas ou sistemas de armazenamento”.

Na concepção do sistema de inventário de ciclo de vida, um processo bem definido contendo perfis de usuários, abrangendo as funcionalidades que cada usuário pode realizar, por meio de identificação e controle de acesso deve ser estabelecido. Esses requerimentos são tão importantes que podem definir a utilização do sistema em caráter público e compartilhado.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diferentes interesses no uso da metodologia ACV estão sendo concebidos nos dias atuais, desde a análise estratégica dos recursos naturais, dos processos de novos produtos para uma sociedade impulsionada pelo consumo até o tratamento dos resíduos decorrentes desse processo. A utilização de modelos de informações sobre inventários de ciclo de vida, por instituições de pesquisa e a comunidade de ACV em geral, deverá identificar os ajustes necessários para o sistema de inventário de ciclo de vida nas questões da gestão de dados.

A inclusão de dados de inventário publicados e de domínio público pela comunidade de ACV pode ser o instrumento de validação do sistema proposto. Outros estudos de metodologia de coleta e tratamento de dados de inventário também são considerados importantes para a consolidação desse modelo de informações.

Um ponto importante na concepção de modelos de armazenamento de inventários é o estabelecimento de requisitos desejáveis ao intercâmbio de dados de inventário de ciclo de vida. Esses requisitos são estabelecidos para oferecerem maturidade na estrutura de armazenamento de dados de inventário.

Na concepção do sistema de inventários de ciclo de vida a escalabilidade e performance são requisitos desejáveis para a utilização do sistema. Os requerimentos desses assuntos devem ser levantados com especial atenção, para não influenciar negativamente no processo de gestão de dados do modelo proposto.

A representação da informação de ICV trata da análise da representação das informações gerada na área de conhecimento de inventários de ciclo de vida. Os requisitos de representação de informação de ICV que foram considerados são as características fundamentais dos metadados de preservação, o reconhecimento do formato por ferramentas de ACV e o suporte ao ciclo de vida do inventário (formas de saída). A manipulação da informação de ICV reúne os fatores relacionados à maneira com que a informação de ICV é manipulada, englobando a facilidade para evolução dos dados de inventário e a nomenclatura das informações de inventário, ou seja, o uso de uma terminologia padronizada para facilitar o intercâmbio de dados dessa área de conhecimento.

Ao considerarmos os mecanismos de intercâmbio de dados, como subsídio à elaboração e disseminação de inventários de ciclo de vida, constata-se que o estabelecimento de metadados e o agrupamento lógico de dados coerentes com a norma ISO 14048 permitem uma facilidade no intercâmbio de dados e pode ser utilizada no desenvolvimento de sistemas computacionais que operacionalizam a gestão da informação.



A qualidade dos dados de ICV permite assegurar a confiabilidade e o reconhecimento por parte dos especialistas que utilizarão os dados de inventário. Esse quesito é atendido pelo acoplamento dos campos de dados de inventário com a ISO 14048, em consonância com a norma ISO 14041. A consistência da informação de ICV considera os fatores relacionados à consistência dos dados de inventário, agrupando mecanismos de inconsistência e redundância de dados, isolamento dos dados, problemas de integridade e de segurança de conteúdo e controle de acesso.

Modelos de informações de inventários de ciclo de vida podem minimizar o problema dos inventários de ICV e auxiliar na gestão de dados de inventários, no que diz respeito aos formatos de inventários, bancos de dados e ferramentas de ACV.

Uma recuperação da informação relevante requer informações organizadas com foco no seu aspecto semântico, sobre seu significado. Essas informações são chamadas de contexto da informação e fornecem a base para a determinação de relacionamentos entre os dados e os aspectos do mundo real que eles descrevem. Para a explícita representação e troca deste contexto de informação, pode ser empregada uma estrutura de metadados, que podem possuir a classificação de estruturais ou semânticos.

9. CONCLUSÃO

A Ciência da Informação contempla uma variedade de pesquisas com o tema informação. Alguns desses temas possuem intersecção acentuada com a Tecnologia da Informação e seus recursos computacionais. As pesquisas de ontologias, mecanismos de busca, boas práticas de recuperação da informação, modelos de dados, intercâmbio de dados são alguns exemplos da contribuição da Ciência da Informação com implementações práticas no desenvolvimento de aplicações computacionais contemporâneas.

As questões de interdisciplinaridade na Ciência da Informação proporcionam um avanço substancial na organização, armazenamento, recuperação e disseminação da informação de inventários de ciclo de vida. Isso permite a compreensão da concepção de estruturas de armazenamento de inventários de ciclo de vida, baseado na gestão de dados de inventário e outras referências da Ciência da Informação, no que tange ao uso e disseminação da Informação (INGWERSEN, 1992) e do crescente interesse em aplicações computacionais relacionado às atividades da Ciência da Informação (HJORLAND, 2000).

A Tecnologia da Informação, que faz o elo entre os conceitos adquiridos na Ciência da Informação e as construções de sistemas de informação complexos, permite a sinergia necessária para elencar soluções para as mais variadas pesquisas em diversas áreas do conhecimento que tem como ponto focal a informação.

Existem diversas discussões sobre o conceito de informação e suas aplicações para a sociedade, onde diversos estudos levantam que para cada disciplina a um entendimento em sua luz própria de seu conceito, mas para a Ciência da Informação são fatos muito importantes a considerar, pois tem evidenciado diversas de suas abordagens em outras disciplinas.

Esse artigo procurou estabelecer uma forma de apresentar a Ciência da Informação como ciência responsável por discutir, analisar e representar soluções nos aspectos de gestão de dados no contexto de inventários de ciclo de vida.

A utilização do sistema de inventário de ciclo de vida, em caráter permanente, com as adequações necessárias de sua utilização, pode contribuir para a disseminação do conhecimento de inventários aos especialistas em ACV, bem como favorecer futuros estudos de bases de inventários por instituições brasileiras.

10. REFERÊNCIAS

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

COELHO, Otavio Pecego. Arquitetura: Princípios para alcançar Desempenho e Escalabilidade em Aplicações. 2004. Disponível em :<<http://msdn.microsoft.com/pt-br/library/cc518051.aspx>> Acesso em: 12/11/2012.

CORSON, W. H. (Ed.). Manual global de ecologia. O que você pode fazer a respeito da crise do meio ambiente. São Paulo: Editora Augustus, 1996. (The Global Tomorrow Coalition).

FONTES, Edison. Praticando a Segurança da Informação. Rio de Janeiro: Brasport, 2008.

GRUBER, Thomas R. Toward. Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing. Int. J. Hum. Comput. Stud., 43(5/6): 907-928, 1995.

HJØRLAND, Birger. Documents, memory institutions and information science. Journal of Documentation, London, v. 56, n. 1, p. 27-41, jan. 2000.

INGWERSEN, P. Information and information science in context. Libri, v.42, n. 2, p. 99-135, 1992.

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

_____. Environmental management - Life cycle assessment: Goal and scope definition and inventory analysis – ISO 14.041. Genebra: ISO, 1998.

_____. Environmental management - Life cycle assessment: Data documentation format – ISO 14.048. Genebra: ISO, 2002.

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

OCLC/RLG WORKING GROUP ON PRESERVATION METADATA. Preservation metadata and the OAIS Information Model : a metadata framework to support the preservation of digital objects. 2002. Disponível em <http://oclc.org/research/pmwg/>. Acesso em: 15/02/2008.

PRESSMAN, Roger S. Engenharia de Software. São Paulo: Pearson Makron Books, 1995.

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

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

UNEP/SETAC. The Life Cycle Initiative. 2006.

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

WHITE, Tom. Hadoop: The Definitive Guide. Sebastopol, CA, EUA: O'Reilly Media, 2010.