



BUSCANDO UMA ONTOLOGIA SOBRE SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

**F. Alencar (1); J.R.R. de Menezes (1); J.J.R. Silva (1); R.C. Pinto (2);
P.M.W. Maciel Silva (3); D.S. Silva (1)**

(1) Dep. Eletrônica e Sistemas e Dep. Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, Recife - PE, Brasil

{fernanda.ralencar; jmenezes; jjrs}@ufpe.br; diogenes.santoss@hotmail.com

(2) Faculdade dos Guararapes, Jaboatão dos Guararapes - PE, Brasil
rccp@faculdadeguararapes.edu.br

(3) Universidade Católica de Pernambuco, Recife – PE, Brasil
pmrsarq@gmail.com

RESUMO

A Gestão do Conhecimento preocupa-se com a representação, organização, aquisição, criação, uso e evolução do conhecimento na suas mais diversas formas, além de como os indivíduos, grupos e organizações usam esse conhecimento. Os conceitos-chave devem estar claros e precisos, representando um senso comum. O conceito de sustentabilidade tem crescido em importância sendo fundamental nas atividades sócio-econômicas e de desenvolvimento no âmbito da construção civil. Nesse contexto, o conceito de sustentabilidade deve estar relacionado à pelo menos três aspectos básicos: o ser ambientalmente correto; o ser economicamente viável; e, o ser socialmente justo. Trabalhos foram propostos com vistas a definir o conceito de sustentabilidade. Taxonomias e mapas conceituais foram empregados na definição semântica de sustentabilidade. Uma ontologia surge como ferramental que engloba não só a semântica do conceito, mas a sintaxe envolvida na utilização desse conceito. Ontologia é um ramo da filosofia que se preocupa com o estudo daquilo que existe. É bastante útil desde que encoraja a padronização de termos usados para representar o conhecimento num domínio específico. Assim, o objetivo desse trabalho é o de identificar e avaliar as diversas proposições sobre o conceito de empreendimentos sustentáveis, de forma a definir-se o núcleo de uma ontologia no âmbito da construção civil. Como metodologia utilizou-se a pesquisa bibliográfica a bases científicas, buscando-se as palavras-chave: sustentabilidade, ontologias/taxonomias; construção civil; e, ambientes construídos. Para a avaliação dos trabalhos, definiu-se um processo básico, considerando-se os principais veículos de divulgação: identificação; seleção; avaliação sistemática; e comparação das abordagens identificadas. Com base nos resultados da avaliação, modela-se os elementos de consenso que integrarão a ontologia desejada e que determinará padrões que facilitarão a compreensão de sustentabilidade na construção civil.

Palavras-chave: sustentabilidade; ontologia/taxonomia; gestão do conhecimento; construção civil; requisitos não-funcionais; ambientes construídos.

1 INTRODUÇÃO

A gestão do conhecimento preocupa-se com a representação, organização, aquisição, criação, uso e evolução do conhecimento nas suas diferentes formas. O entendimento do uso do conhecimento é essencial para se ter tecnologias mais eficientes. Conceitos-chave que representam senso comum devem estar claros e precisos, facilitando seus usos no dia-a-dia. Assim, os conceitos de sustentabilidade e de desenvolvimento sustentável devem ser entendidos mais precisamente. De fato, a preocupação e a institucionalização da questão ambiental no Brasil foram efetivadas a partir da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente de 1972, donde resultou o Relatório Brundtland (WCED, 1987), instrumento-chave nas discussões sobre a sustentabilidade e desenvolvimento sustentável. Porém, hoje existe mais de 160 definições para o termo, desenvolvimento sustentável (BELLÉN, 2005). Ainda não há um consenso, embora duas definições sejam as mais aceitas: a do Relatório Brundtland; e, a da Agenda 21 Global (ONU, 1992). Desenvolvimento sustentável, segundo a Comissão Brundtland, é o tipo de desenvolvimento que atende às necessidades da geração atual sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atenderem suas próprias necessidades. Bellen (2005) ainda completa que há várias concepções, o que faz com que ainda não possa ser operacionalizado. É necessária uma definição concreta desses conceitos, levando-se em conta não só o significado, mas as dimensões que abrange e suas interligações. Neste sentido, para se assegurar a sustentabilidade do desenvolvimento, deve-se considerar pelo menos os fatores ecológico, econômico e social, dentro das perspectivas de curto, médio e longo prazo. Com relação à sustentabilidade, Sachs (2002) e outros pesquisadores (BELLÉN, 2005; ALMEIDA, 2002; CIC, 2008; PRIORI; MENEZES, 2008), diz que é um conceito dinâmico que pode ser entendido a partir de várias visões. Apesar das diversas sugestões e controvérsias sobre as dimensões, todos concordam com três dimensões: o ser ambientalmente correto; o ser economicamente viável; e, o ser socialmente justo. Sachs estende essa visão, considerando que há necessidade de um equilíbrio integrado entre essas dimensões e ainda com as dimensões geográfica ou espacial e cultural.

Na construção civil, a introdução de boas práticas de sustentabilidade se revela como uma tendência crescente, por ser este setor o grande consumidor de recursos naturais e energéticos, bem como gerador de resíduos. Assim, é muito importante aproximar o conceito de sustentabilidade ao dia-dia da cadeia produtiva. As empresas do setor devem mudar suas formas de produzir e gerir seus produtos. Há crescente preocupação da Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura (AsBEA) e do Conselho Brasileiro da Construção Sustentável (CBCS), em discutirem os princípios básicos para uma construção sustentável, em todo o ciclo de vida do empreendimento (CIC, 2008; PRIORI; MENEZES, 2008). Segundo Priori e Menezes (2008), dentre os desafios para o desenvolvimento de construções sustentáveis, estão o engajamento de todos os agentes envolvidos, a adoção de regulamentações, a ampla disseminação do novo paradigma nos centros técnicos de formação e a disponibilização de recursos para a pesquisa. O grande entrave para a visão sustentável no setor da construção está na idéia, por parte do empresariado, da enorme dificuldade em relação aos custos, ainda elevados. Felizmente, essa visão equivocada vem se modificando. Como a indústria da construção civil absorve cerca de 50% de todos os recursos mundiais, Priori e Menezes (2008) afirmam que o requisito chave para uma construção sustentável está na aplicação dos princípios do desenvolvimento sustentável, em todo ciclo de vida dos empreendimentos. Defende-se o uso de sistemas construtivos capazes de promover integração com o meio ambiente, adaptando-se quando necessário, sem esgotar e preservando os recursos naturais. Busca-se atingir a sustentabilidade dos empreendimentos observando-se, pelo menos, as três dimensões: a ambiental ou ecológica; a social; e a econômica.

Do pressuposto de que é indiscutível a importância da cadeia produtiva da indústria da construção é também primordial o estudo e a busca pelo entendimento do que seja sustentabilidade nesse setor. Segundo Gruber (1995), Ontologias podem ser construídas para fornecer uma descrição formal de conceitos ou para especificar a semântica de um domínio em termos de relacionamentos conceituais e teorias lógicas. Assim, o objetivo desse trabalho é o de identificar e avaliar os diversos conceitos sobre sustentabilidade no setor da indústria da construção. Tem-se por meta propor o núcleo de uma ontologia. Para isso a pesquisa bibliográfica foi utilizada como ferramental básico no processo metodológico de elaboração e execução desse trabalho. Realizaram-se buscas às principais

bases científicas, disponíveis no Portal CAPES, utilizando-se as palavras-chave: sustentabilidade, ontologias/taxonomias; construção civil; e, ambientes construídos. Para a condução do trabalho, concebeu-se um processo geral, **Busca de uma Ontologia** (Figura 1); e, o sub-processo, **Processo de Educação** (Figura 3).

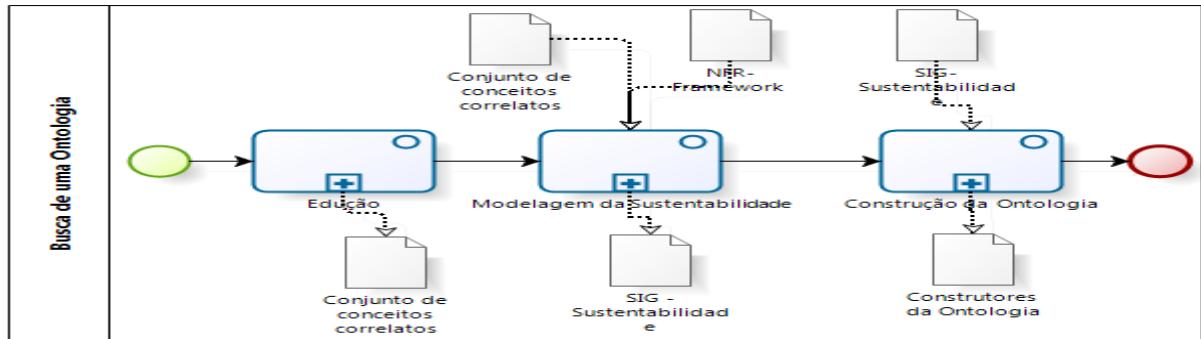


Figura 1 – Processo de Desenvolvimento da Pesquisa

Os processos são representados numa notação intuitiva, que usa construções familiares e um conjunto de regras comuns em processos de negócio, a BPMN (BPMI.org, 2008) (do inglês, Business Process Modeling Notation – BPMN). É uma notação que define um modelo gráfico para processos, baseada na técnica de fluxograma. Ambos os processos são composto por três macro-atividades que representam outros sub-processos (retângulos sem o sinal da cruz). No processo geral (Figura 1) encontramos três macros-processos: Educação; Modelagem da Sustentabilidade; e, Construção da Ontologia. Cada uma das atividades possui artefatos de entrada e/ou de saída. Além disso, dois eventos-chave caracterizam o início e o término de um processo, o círculo verde e vermelho, respectivamente.

Na Seção 2, é descrita a base conceitual utilizada. Na seção 3, o processo de educação dos conceitos correlatos a sustentabilidade é apresentado. Na Seção 4, tem-se a modelagem dos conceitos encontrados. Finalmente, na Seção 5, apresentam-se as conclusões e trabalhos futuros

2 BACKGROUND

2.1 Ontologia

Ontologia é um componente importante em diversas áreas, fornecendo uniformidade aos conceitos no que diz respeito à sintaxe e semântica e facilitando a comunicação em diversos domínios. Atualmente é indispensável em áreas como gestão organizacional e do conhecimento, bem como na recuperação e extração de informação. Tipicamente são compostas de um conjunto de termos organizados hierarquicamente e de especificações de seus significados (PINTO; MARTINS, 2004). Ontologia vem sendo usada tanto na área industrial quanto na acadêmica proporcionando suporte às aplicações no que diz respeito à interoperabilidade, configuração, especificação de restrições e validações (NOY; McGUINNESS, 2001). Podendo ainda ser usada para: compartilhar entendimento comum de uma estrutura de informação; promover reuso do conhecimento; fazer suposições do domínio explicitamente; separar conhecimento de domínio do conhecimento operacional; e, analisar o conhecimento do domínio. Gruber (1995) define ontologia como sendo uma especificação explícita de um conceito, construída para: fornecer uma descrição explícita e formal dos conceitos num domínio de discurso; ou, para especificar a semântica de um domínio em termos de relacionamentos conceituais e teorias lógicas. Assim, distinguem-se ontologias que representam uma taxonomia, daquelas que modelam o domínio de maneira mais profunda, fornecendo mais restrições sobre a semântica do domínio (PEREIRA, 2007). Porém, em essência ontologia provém da filosofia e refere-se ao estudo do que existe.

2.2 NFR-Framework

Usamos o conceito de requisitos não-funcionais (do inglês, Non-Functional Requirements – NFR) para descrever sustentabilidade. Um NFR é associado a aspectos relativos a atributos de qualidade,

desempenho, restrições de projeto, dentre outros. Segundo (CHUNG et al., 2000), não existe uma definição formal ou lista completa de NFRs, nem esquema de classificação único e universal que acomode todas as necessidades de aplicações de diferentes domínios. Por isso, para cada aplicação e domínio, diferentes classificações são feitas. Para representar os NFRs, existe o NFR-Framework proposto por Chung e Mylopoulos, utilizado neste trabalho para a definição do conceito de sustentabilidade. Trata-se uma abordagem muito representativa, pois se ajusta a todos os tipos de NFRs (CHUNG et al., 2000), concebida para ser intuitiva e basear-se em árvores E/OU. Os NFRs são representados por objetivos, que raramente são vistos como totalmente “satisfeitos”. Diferentes decisões podem contribuir positiva ou negativamente em direção a um NFR em particular. É uma ferramenta semi-formal, por oferecer uma estrutura para representar e registrar a concepção e o raciocínio dos NFRs em grafos, chamados Softgoal Interdependency Graph (SIG). Grafos onde o conceito pretendido (o NFR), é refinado em outros até que se possa atingir uma definição mais concreta. Os NFRs são difíceis de serem avaliados (GOLDSBY et al., 2007), são aqui chamados de *softgoals*, e no SIG são representados por nuvens (Figura 2). No NFR-Framework, as operacionalizações são também tratadas como *softgoals* que podem novamente ser refinados em outros *softgoals* e compostos em operacionalizações ainda mais específicas. Uma operacionalização é algo que pode ser implementável. No SIG, as operacionalizações são destacadas graficamente como nuvens de contorno mais escuro (Figura 2). A transição de NFR para operacionalização é um passo crucial no processo e pode não se dar em apenas um passo, necessitando-se de mais refinamento. Ao final do processo de construção do SIG, tem-se um catálogo para o conceito desejado e as várias maneiras de implementá-lo.

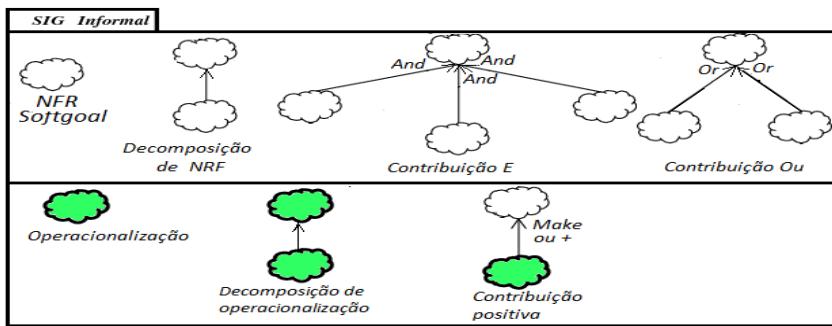


Figura 2 – Elementos estruturais do SIG

Fonte: adaptado de (CHUNG et al., 2000).

Os *softgoals* são organizados em uma hierarquia. Os mais gerais são apresentados acima através de um relacionamento “é um” (do inglês, *IsA*). As interdependências entre os *softgoals* são expressas em relacionamentos de correlação e contribuição. *Softgoals* contribuem positiva ou negativamente na satisfação de outros, sendo proposto assim diferentes tipos de contribuições. Quando todos os *sub-softgoals* são necessários juntos para a satisfação do *softgoal* de mais alto nível, tem-se uma contribuição do tipo E (AND). Caso qualquer um dos *sub-softgoals* é utilizado para a satisfação do *softgoal* de mais alta hierarquia, então tem-se uma contribuição do tipo OU (OR). Há ainda os tipos de interdependências implícitas, incluindo-se as positivas e negativas. No caso, em particular desse trabalho estamos utilizando apenas o tipo MAKE (ou +), representando um nível de satisfação positiva.

3 EDUZINDO A SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Nesta seção, tendo por base os principais veículos de divulgação, apresenta-se o sub-processo de educação dos conceitos (Figura 3), com três macro-atividades: identificação de Pesquisas; Seleção das Pesquisas; e, Avaliação sistêmica das abordagens identificadas. Com saída final do processo de educação, têm-se os conceitos de consenso que integrarão a ontologia desejada e que determinará padrões que facilitam a compreensão de sustentabilidade na indústria da construção. Cada uma dessas macro-atividades é detalhada nas próximas subseções.

3.1 Identificação das pesquisas

Nesta etapa foram usadas a ferramenta de busca Google Acadêmico e o portal CAPES, tendo por base as palavras-chave (primeira variável da pesquisa) e, algumas combinações. Inicialmente, as palavras

foram consideradas em português; numa segunda tentativa, foram consideradas em inglês. Para o escopo do trabalho, consideraram-se apenas as pesquisas publicadas entre os anos de 2005 a 2010. Assim, foram identificados 797 trabalhos de pesquisas: artigos completos publicados em periódicos e anais de congresso; pôsteres; dissertações; e, teses. Desconsideraram-se as ocorrências redundantes, as bases sem textos completos, aquelas que referenciavam patentes e normas técnicas, além daquelas que direcionavam a outros portais particulares de instituições nacionais e internacionais.

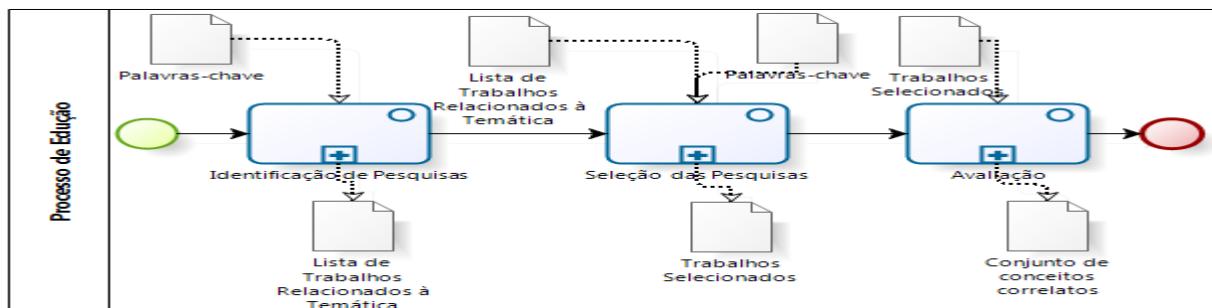


Figura 3 – Processo de educação do conceito de Sustentabilidade

Na Tabela 1, vêem-se as combinações consideradas e o número de trabalhos relativos a cada combinação, explicitados na coluna E (Encontrados). Observa-se, ainda, que as combinações de palavras-chave, estão ligeiramente diferentes. Isso porque o Portal da CAPES possui a “facilidade” de restringir a busca por área e subárea do conhecimento. Assim, ao colocarmos, no Portal da CAPES, o conjunto de combinações usadas no Google Acadêmico, considerando-se a área Engenharia e subárea Civil, o resultado foi nulo para todas as combinações. Nova busca foi realizada, considerando-se as expressões “ambiente sustentável” e “ontology+sustainability”. Com base na relação de trabalhos identificados nessa primeira etapa, procedeu-se a uma leitura global dos trabalhos, tentando-se identificar a correlação com a temática. A segunda macro-atividade do processo de educação (Figura 1), Seleção das Pesquisas, é apresentada na subseção 3.2.

Tabela 1 - Número de trabalhos de pesquisas considerados

		PALAVRAS-CHAVE		E	S	A
PORTAL CAPES	GOOGLE ACADEMICO	ontologia	construção civil	55	7	2
		taxonomia	construção civil	232	10	2
		ontologia/taxonomia	construção civil	1	1	1
		ontologia	ambientes construídos	12	1	1
		taxonomia	ambientes construídos	49	4	2
		desenvolvimento sustentável	ambientes construídos	325	18	5
	sustabilidade	sustainability	ontology		60	5
				ambiente sustentável	63	4
				TOTAL	797	50
						19

Fonte: Google Acadêmico e Portal da CAPES¹

3.2 Seleção das pesquisas

Para o processo de seleção dos trabalhos identificados na etapa anterior, procedeu-se a uma sistêmica de leitura dos títulos e subtítulos. A partir de então, procedeu-se a uma leitura compreensiva do conteúdo dos resumos e conclusões, donde se pode ter uma visão macro dos objetivos dos trabalhos. Em associação, foi realizada leitura das figuras e gráficos, uma vez que nosso interesse estava na identificação da existência de algum formalismo gráfico, sobretudo. Ao mesmo tempo, restringiu-se efetivamente, os argumentos da pesquisa. A investigação consistiu em identificar e associar a problemática apontada pelos artigos aos setores específicos da construção civil e/ou de ambientes construídos. Relacionamos as informações contidas nos textos com as informações já identificadas em literatura de referência específica aos setores. Na Tabela 1, na coluna S (Selecionados), tem-se o total

¹ www.novo.periodicos.capes.gov.br

de trabalhos utilizados nessa etapa. O total foi de 50 artigos, cerca de 6% do total inicialmente identificado. Procurou-se distinguir as idéias principais das secundárias, e identificar ferramentas, argumentos e métodos de modelagem utilizados na composição dos relatos das pesquisas.

3.3 Avaliação das pesquisas

Nesta última etapa do processo de educação, procurou-se identificar os conceitos-consenso sobre sustentabilidade, bem como a pré-existência de esforços realizados no sentido de se compor uma ontologia. Utilizamos como referência os 50 artigos selecionados na etapa anterior e o conjunto de questionamentos apontados na Tabela 2.

Tabela 2 - Proposições de investigação na atividade de avaliação

Questionamentos
Q1: Os elementos-base sobre o conceito de sustentabilidade foram definidos na construção civil?
Q2: Existe uma taxonomia sobre o conceito de sustentabilidade na construção civil?
Q3: Existe um consenso sobre sustentabilidade na construção civil?
Q4: Existe uma Ontologia para sustentabilidade na construção civil?

A partir desses questionamentos, reduzimos o universo de trabalhos a 19, conforme indicado pela coluna A (Avaliados), na Tabela 1. O máximo alcançado foi o de algumas correlações, com construção civil, arquitetura, ambientes construídos e ambientes urbanos. Desses 19 trabalhos, cerca de 3% do total inicial de artigos, em apenas 6 conseguimos encontrar algum esforço para a definição precisa do conceito de sustentabilidade, desenvolvimento sustentável e da ciência da sustentabilidade. Na seção 4.3, é realizada uma breve discussão desses trabalhos. Devido ao pequeno número de artigos resultantes, resolvemos considerar conceitos identificados em todos os 19 trabalhos, bem como nos textos literários e guias relativos ao setor da indústria da construção. A partir de então, procedemos à modelagem do conceito de sustentabilidade como um *softgoal*, para o que utilizamos o NFR-framework (seção 2.2).

4 PROPOSTA DE UMA ONTOLOGIA

O processo de refinamento de um requisito não-funcional (NFR), no caso, sustentabilidade, provê uma melhor interpretação de seu significado. Todavia, ainda não fornece um meio de alcançar o NFR. Conforme Chung et al.(2000), quando um NFR é suficientemente refinado é possível identificar técnicas de desenvolvimento ou requisitos palpáveis que podem ser utilizadas para executar o NFR pretendido.

4.1 O SIG Inicial de Sustentabilidade

A partir dos 19 trabalhos avaliados e na literatura disponível (BELLÉN, 2005; ALMEIDA, 2002; SACHS, 2002), conceitos foram identificados e assim, construiu-se o grafo SIG inicial para representar o NFR Sustentabilidade e seus correlatos. Algumas operacionalizações desse NFR são encontradas na literatura: necessidade de certificação; estabelecimento de legislação pertinente e ações reguladoras; definição de limites e diretrizes; e a definição de indicadores de forma a ser possível avaliar-se o conceito chave. Procedeu-se então a identificação em qual das dimensões poderiam estar associados. Por outro lado, alguns conceitos derivados podem ser conflitantes, e podem ser representados no SIG por outros elementos estruturais, possibilitando análise mais acurada e o estabelecimento, inclusive, de prioridades e reivindicações (*claims*). Todavia, na medida em que enriquecemos a representação gráfica, com detalhes, sua complexidade aumenta substancialmente. Assim, por falta de espaço não apresentamos esse tipo de detalhamento.

Correlatamente ao conceito de Sustentabilidade, identifica-se o conceito de Desenvolvimento Sustentável, bem mais trabalhado e especificado pelo setor da indústria da construção civil, em específico. Assim, optamos também pela construção de um grafo relativo a esse conceito (Figura 4), tomando-se por base as idéias sugeridas por Sachs (2002). Posteriormente, o grafo da Figura 4, foi instanciado para o setor da indústria da construção, procurando-se identificar os elementos passíveis de serem concretizados, através de empreendimentos ditos sustentáveis. Nesse sentido, foi-nos bastante útil a visão prática dessa indústria através dos vários guias disponibilizados (PRIORI; MENEZES, 2008; CIC, 2008). Na próxima seção, é apresentado o SIG de desenvolvimento

sustentável instanciado ao setor da indústria da construção civil.

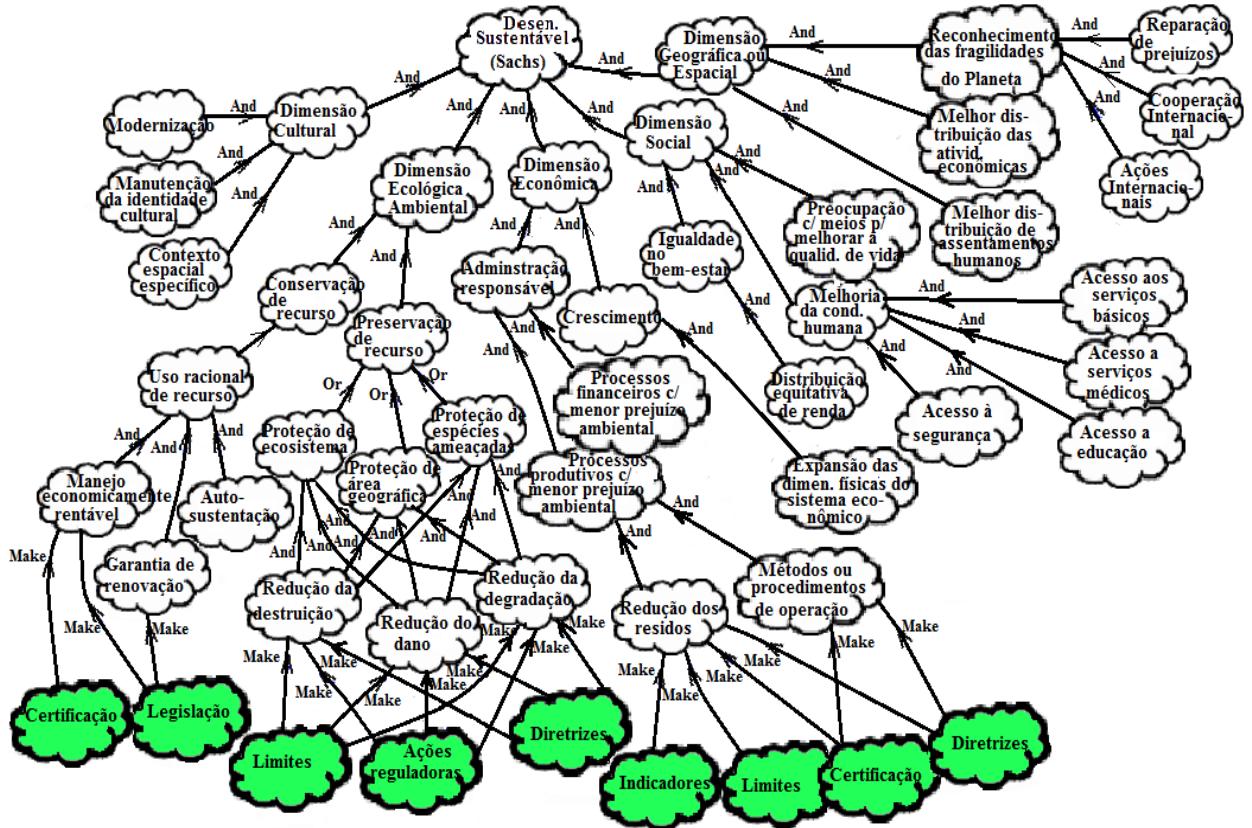


Figura 4 – Catálogo de Desenvolvimento Sustentável segundo Sachs (2002)

4.2 Conceitos e Operacionalizações de Desenvolvimento Sustentável na Construção Civil.

Nessa primeira abordagem consideramos apenas as três dimensões básicas: a econômica; a ambiental; e, a social. Muito embora, hoje, já encontremos além das cinco apontadas, uma sexta, a dimensão política. Na figura 5 encontramos especificadas essas três dimensões, estabelecendo-se mecanismos práticos (nuvens escuras que representam operacionalizações, refinamentos implementáveis dos *softgoals*) que colaboram para a implementação efetiva do conceito modelado. Tem-se uma primeira estruturação do conceito de sustentabilidade aplicada ao setor da construção civil como um todo, sem se considerar uma a uma, todas as etapas do ciclo de vida da construção. Assim, por exemplo, a partir da definição do que representa a *Dimensão Social* para a *Sustentabilidade*, chega-se a que o *Acesso ao bem-estar* está relacionado ao conceito de *Conforto Ambiental*. A satisfação do requisito *Conforto Ambiental* colabora positivamente para a satisfação do *Acesso ao bem-estar*. Por outro lado, para que se alcance a satisfação do *Conforto Ambiental*, simultaneamente, deve-se ter a satisfação dos conceitos: *Desempenho térmico*, *Desempenho acústico* e *Desempenho luminoso*. Considerando-se esse último, chega-se a que o *Uso de lâmpadas e luminárias adequadas* e o *Aproveitamento da iluminação natural*, representam maneiras de se implementar na prática esse conceito. Por falta de espaço, não é possível apresentar o enriquecimento de todo o modelo. Inclusive, várias visões específicas a cada dimensão podem ser representadas, onde é possível se fazer toda uma análise de conflitos e estabelecimento de prioridades. Dessa forma, além da especificação clara do próprio conceito têm-se as razões pelas quais algumas operacionalizações são consideradas.

4.3 Discussão de trabalhos relacionados

Poucos trabalhos, dentre os identificados, tratam da construção do conceito de sustentabilidade. Apenas seis trabalhos foram identificados, e são comentados nesta seção.

Pereira (2007) conceitua e modela um processo de gestão e manutenção da informação e do conhecimento em um ambiente colaborativo virtual, usando-se um sistema de biblioteca de ontologias

o qual mantém as ontologias de cada empresa envolvida, bem como a relação entre essas ontologias. Os conceitos abordados, todavia, encontram-se nas áreas: (1) comércio e negócio eletrônico; (2) gestão do conhecimento e memórias corporativas, (3) recuperação de informação; e (4) portais web. O foco está em ontologias para o processo de criação e dissolução de redes colaborativas. Os conceitos que definem a sustentabilidade não são abordados.

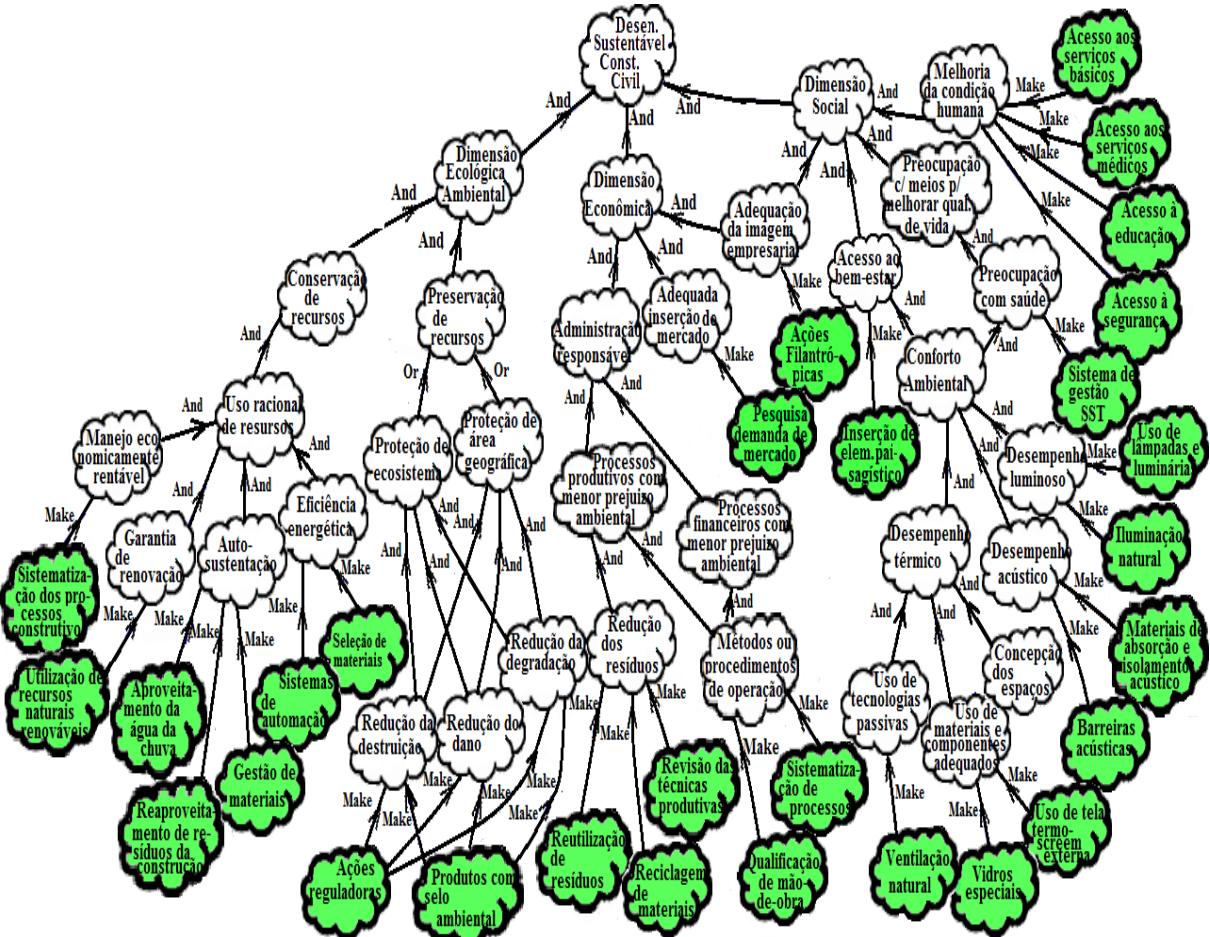


Figura 5– SIG de desenvolvimento sustentável instanciada ao setor da construção civil

Silva e Freitas (2009) afirmam que em função das especificidades dos conceitos de sustentabilidade, muitas vezes se torna complexa a análise dos mesmos e a identificação dos relacionamentos. Assim, propõem uma ontologia, ainda em desenvolvimento, através de grafo radial, para expressar os principais conceitos e relacionamentos envolvidos no estudo de sistemas configuracionais urbanos, visando à identificação de diferentes aspectos. Estudam também alternativas de visualização para a tal ontologia. Usam hierarquização de conceitos através do relacionamento “é-um” (IsA) a semelhança do que utilizamos nos SIG dos *softgoals*. Em particular, nosso trabalho trata da aplicação do conceito de sustentabilidade no setor da construção civil.

Kozaki et al. (2008) apresentam o desenvolvimento de uma ferramenta para a geração de Mapas Conceituais, a fim de explorar ontologias. A ferramenta extrai conceitos de uma ontologia e os visualizam através de um Mapa Conceitual, que depende dos pontos de vistas que os usuários especificam. A ferramenta faz a ligação entre ontologias e especialistas de domínio, contribuindo na efetiva utilização de ontologias. Também utilizam como um dos relacionamentos o IsA. O ponto de partida está no uso de Mapas Conceituais como forma de expressão da ontologia. Em nosso trabalho, usamos os SIGs como elemento estruturador, que também buscam a decomposição ou refinamento de conceitos e seus inter-relacionamentos.

Rezgui et al. (2010) define uma perspectiva evolucionária para gestão de conhecimento (KM) na indústria de arquitetura engenharia e construção (AEC). Os autores afirmam que organizações AEC para serem eficazes precisam, além de compartilhar e cultivar conhecimento, observar o impacto da

gestão do conhecimento nos aspectos humanos, organizacionais e sociais, em termos de criação de valor. Apesar de identificarem a posição da indústria AEC no que diz respeito à gestão do conhecimento e de apresentar a importância das ontologias como base de criação do conhecimento esse trabalho não esclarece o conceito de termos tais como, sustentabilidade e responsabilidade social, necessários ao entendimento desse novo universo.

Em Edum-Fotwe e Price (2009) encontramos uma ontologia preocupada com a dimensão social de sustentabilidade relacionada ao estudo da viabilidade de projetos de construção em ambientes de desenvolvimento urbanos proposta no escopo do projeto SUE-MoT em Sustentabilidade do Ambiente Urbano, consórcio de Universidades financiadas pelo Reino Unido. São propostas métricas, modelos e ferramentas de apoio para todo o ciclo de vida do desenvolvimento urbano sustentável. Tem por base o método da interação de grupos. Segundo os autores essa ontologia poder ser combinada com os aspectos econômicos e ambientais, todavia não é apresentado como essas dimensões são abrangidas. Nossa trabalho visa abranger as três dimensões da sustentabilidade em relação ao ciclo da construção como um todo. Procurando adequá-la a realidade Brasil. Os grafos SIG e o NFR-framework são utilizados.

Em Kumazawa et al. (2009) é apresentada a estruturação do conhecimento como apoio ao pensar para a área da ciência da sustentabilidade (do inglês, Sustainability Science – SS) na qual o desenvolvimento sustentável é um sub-conceito. São abordados os principais desafios associados à estruturação do conhecimento em SS; além de identificarem os requisitos para a estruturação do conhecimento e desenvolverem um modelo de referência, e uma ferramenta de mapeamento baseada em ontologias como solução a uma das camadas do modelo de referência. O foco é o estudo da sustentabilidade enquanto ciência, não especificando áreas específicas. Os autores utilizam mapas conceituais para a geração de sua ontologia para a ciência da sustentabilidade.

Da análise comparativa dos trabalhos vê-se que nossas pesquisas estão em paridade com os trabalhos desenvolvidos na comunidade nacional e internacional e apontam para a importância de uma definição semântica para o conceito de sustentabilidade e, por conseguinte a importância do trabalho proposto. Destacamos que poucos são os grupos nacionais, ligados ao setor da indústria da construção civil que trabalham nessa linha.

5 CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

Constata-se que o conceito de sustentabilidade é muito mais do que apenas garantir boas práticas ambientais e controlar a velocidade do consumo dos recursos naturais. Hoje, é consenso que o conceito de sustentabilidade deve ser olhado por um prisma mais amplo, contemplando não só os aspectos ambientais ou ecológicos, mas da mesma forma os aspectos sociais, espaciais ou geográficos, culturais e econômicos de qualquer projeto empresarial ou agrupamento humano, bem com um sexto aspecto, político-institucional. Todavia, identificamos apenas alguns esforços nacionais e internacionais no sentido de definirem uma ontologia para o que seja sustentabilidade e mesmo, desenvolvimento sustentável. Contudo, muito pouco se tem, especificamente, para o setor da indústria da construção civil.

Planejar um empreendimento com sustentabilidade requer a compreensão do mercado como um todo. Ainda existem vários desafios para o desenvolvimento de um mercado sustentável no setor da construção civil, além da clara e exata definição do que seja sustentabilidade e mais ainda sustentabilidade em um determinado setor. Fato é que novas posturas devem ser tomadas para que todo o ciclo de vida das edificações seja corretamente avaliado mediante uma base consensual do que seja sustentável para a indústria da construção civil.

Como trabalho futuro é preciso se definir formalmente todos os relacionamentos entre os vários conceitos e se fazer uma análise mais profunda, esgotando-se do o potencial do framework de modelagem e propondo-se catálogos operacionais a cerca do *softgoal* sustentabilidade para os empreendimentos sustentáveis. Além de se considerar a integração das dimensões aplicadas a cada uma das etapas do ciclo de vida da construção.

6 REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F. **O bom negócio da sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2002.
- BELLEN, H. M. van **Indicadores de Sustentabilidade: uma análise comparativa**. Rio de Janeiro: FGV, 2005)
- BPMI.org **Business Process Modeling Notation**. OMG Available Specification. Object Management Group, 1.1 ed., 2008.
- CHUNG, L., NIXON, B. A., YU, E., MYLOPOULOS, J. **Non-Functional Requirements in Software Engineering**. Springer, 2000.
- CIC - Câmara da Indústria da Construção. **Guia de Sustentabilidade na Construção**. Belo Horizonte: FIEMG, 2008.
- EDUM-FOTWE, F.T., PRICE, A.D.F. **A social ontology for appraising sustainability of construction project and developments**. Int. J. of Project Management, n. 27, p. 313–322, 2009.
- GOLDSBY, H. J.; KONRAD, S.; CHENG, B. H. **Goal-oriented patterns for uml-based modeling of embedded systems requirements**. In: Proc. the 10th IEEE High Assurance Systems Engineering Symposium, Dallas, TX, USA, 2007.
- GRUBER, T.R. **Towards Principles for the Design of Ontologies Used for knowledge Sharing**. International Journal of Human-Computer Studies, n. 43, p.907-928, 1995
- KOZAKI, K.; Hirota,T.; Mizoguchi, R. **Development of a Conceptual Map Generation Tool for Exploring Ontologies**. Poster Noets of the 5th European Semantic Web Conference (ESWC 2008), Tenerife, Spain, Jun. 1-5th, 2008.
- KUMAZAWA, T.; SAITO, O.; KOZAKI, K.; MATSUI, T.; MIZOGUCHI, R. **Toward knowledge structuring of sustainability science based on ontology engineering**. Integrated Research System for Sustainability Science and Springer, n. 4, p. 99–116, Feb., 2009.
- NOY, N. F.; McGUINNESS, D. L. **Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology**. Stanford Knowledge Systems Laboratory Technical Report KSL-01-05, Mar., 2001.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento - Agenda 21**. Brasil: ONU, 1992.
- PEREIRA, D.M.O.S.R. **Engenharia de ontologias para redes colaborativas**. Tese de doutoramento. Engenharia Informática. Faculdade de Engenharia. Universidade do Porto, Porto, 2007
- PINTO, H.S; MARTINS, J.P. **Ontologies: How can They be Built?** Source, Knowledge and Information Systems archive, vol. 6, issue 4, p. 441 - 464, Jul., 2004
- PRIORI, L. Junior, MENEZES, J.R.R. de, **Construção sustentável: potencialidades e desafios pra o desenvolvimento sustentável na construção civil**. Recife: Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado de Pernambuco, 2008.
- REZGUI, Y.; HOPFE, C. J.; VORAKULPIPAT, C. **Generations of knowledge management in the architecture, engineering and construction industry: An evolutionary perspective**. Advanced Engineering Informatics, vol. 24, issue 2, p. 219-228, Apr., 2010.
- SACHS, I. **Caminhos para o Desenvolvimento Sustentável**. Rio de Janeiro: Garamond, 2^a ed., 2002.
- SILVA,I.C.S.; FREITAS, C.M.D.S.; NETO, V.M. **Ontologia para Sistemas Configuracionais Urbanos**. II Seminário de Pesquisa em Ontologia no Brasil, IME, Rio de Janeiro, Set., 2009.
- WCED (World Commission on Environment and Development) **Our common future**. Oxford and New York: Oxford University Press, 1987.