

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Camila Pegoraro

**DIRETRIZES PARA A GESTÃO DE REQUISITOS
NO PROCESSO DE PROJETO DE AMBIENTES CONTRUÍDOS: UM ESTUDO DE
CASO COM ENFOQUE NOS REQUISITOS AMBIENTAIS**

Porto Alegre

2010

Camila Pegoraro

**DIRETRIZES PARA A GESTÃO DE REQUISITOS
NO PROCESSO DE PROJETO DE AMBIENTES CONTRUÍDOS: UM ESTUDO DE
CASO COM ENFOQUE NOS REQUISITOS AMBIENTAIS**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, modalidade Acadêmica, na área de concentração em Sistemas de Produção.

Orientador: Prof. Tarcísio Abreu Saurin, Dr.

Co-orientadora: Prof^ª. Istefani Carísio de Paula, Dr^ª.

Porto Alegre

2010

Camila Pegoraro

**DIRETRIZES PARA A GESTÃO DE REQUISITOS
NO PROCESSO DE PROJETO DE AMBIENTES CONTRUÍDOS: UM ESTUDO DE
CASO COM ENFOQUE NOS REQUISITOS AMBIENTAIS**

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção na modalidade Acadêmica e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora designada pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Prof. Tarcísio Abreu Saurin, Dr.
Orientador

Prof^a. Istefani Carísio de Paula, Dr^a.
Co-orientadora

Prof^a. Carla Schwengber ten Caten, Dr^a.
Coordenadora PPGEP-UFRGS

Banca Examinadora:

Prof. Carlos Torres Formoso, Phd (PPGEC – UFRGS)

Prof^a. Márcia Elisa Soares Echeveste, Dr^a. (PPGEP - UFRGS)

Prof^a. Luciana Inês Gomes Miron, Dr^a. (Faculdade de Arquitetura – UFRGS)

AGRADECIMENTOS

O alcance de nossos objetivos é muito mais difícil e menos recompensador quando estamos sós. Ao alcançar este objetivo, o título de mestre, gostaria de agradecer a algumas pessoas que foram fundamentais:

Ao professor Tarcísio Abreu Saurin por toda a atenção dedicada. Tudo teria sido mais difícil sem sua competente orientação, conhecimento, apoio, rigor e aconselhamentos. Muito obrigada pela pacienciosa apresentação ao mundo científico!

À professora Istefani Carísio de Paula, co-orientadora, pelo incentivo desde o início da pesquisa. Obrigada por todas as ideias, questionamentos, sugestões e interesse no trabalho.

Aos professores membros da banca avaliadora, os quais não somente avaliaram o resultado final, como deram contribuições importantes e incentivaram o desenvolvimento da pesquisa.

À Ângela Marx pela disposição e generosidade ao dar-me atenção todas as vezes em que tive dúvidas e ideias acerca da pesquisa.

À Karla, à Vera e ao Gabriel pela “pré-defesa”. Vocês foram muito importantes.

Aos meus amigos e amigas de Frederico que ao longo de tantos anos têm sido companheiros de fé, mesmo que por vezes à distância. Aos meus queridos colegas do mestrado, e também amigos, Adriano, André, Ana, Pedott, Diego, Ângela, Renata, Samanta, Gabriel, Karla, Livia e Néstor pela convivência agradável. Vocês foram essenciais ao longo destes dois anos, por dividirem todas as alegrias e dúvidas.

Aos demais professores e colegas do PPGEP, incluindo os bolsistas da graduação, pelo conhecimento dividido e pela companhia. Também aos funcionários, sempre solícitos.

Às empresas que, gentilmente, abriram suas portas para o desenvolvimento dos estudos de caso. Esta abertura foi fundamental e representa um exemplo de cooperação social. Da mesma forma, agradeço aos profissionais que me receberam para as entrevistas e dividiram seus conhecimentos, em especial ao Eng. Gustavo Navarro por toda a atenção dispensada.

Ao CNPq pela bolsa de estudos que viabilizou o desenvolvimento final da pesquisa.

Ao Filipe pelo seu incentivo, pelas revisões dos artigos, pela sua companhia em todos os momentos, sua paciência e, sobretudo, pelo seu amor, o qual recebo todos os dias de forma tão legítima e sincera. Muito importante também foi sua família, sempre tão atenciosa, interessada, generosa e acolhedora.

À minha família, toda, pelo carinho e pelas orações. Em especial, aos meus pais, Elci e Iria, pelo amor, pelo exemplo, pelas possibilidades abertas e pelo apoio irrestrito aos estudos e diante dos desafios, e a meu irmão, Ricardo, pelo amor, amizade e paciência. Vocês a base de tudo.

Por fim, a Deus, quem me ouve e me ilumina em todos os momentos.

*“Aprender é a única coisa da qual a mente
nunca se cansa, nunca tem medo e nunca se
arrepende.”*

Leonardo Da Vinci

RESUMO

Devido a fatores como o longo tempo de desenvolvimento e a elevada quantidade de clientes envolvidos, existem dificuldades para realizar a gestão dos requisitos dos clientes do processo de projeto de ambientes construídos. Na busca por alternativas para solucionar tais dificuldades, esta pesquisa explora conceitos e práticas de Gestão de Requisitos (GR) provenientes de outras áreas de conhecimento, em especial da engenharia de *software* (ES). O objetivo da pesquisa é apresentar diretrizes para integrar a GR ao processo de projeto, tendo em vista contribuir com o acompanhamento da evolução e no controle dos requisitos dos clientes. Uma versão preliminar das diretrizes foi desenvolvida com base na revisão bibliográfica e nos resultados de um estudo de caso exploratório. Posteriormente, as mesmas foram aplicadas com ênfase nos requisitos ambientais identificados em um segundo estudo de caso, o qual permitiu o refinamento e a proposta final das diretrizes. Tais diretrizes são formadas por duas premissas e nove atividades. As premissas são condicionantes a serem atendidas pelas empresas para a realização das atividades da GR. As atividades, por sua vez, são desdobramentos das quatro etapas da GR (identificação de requisitos, análise e priorização, especificação e validação) e repetem-se ciclicamente ao longo das fases do processo de projeto, podendo ser implantadas com o apoio de boas práticas. Embora as diretrizes sejam aplicáveis à gestão de quaisquer tipos de requisitos, existem particularidades intrínsecas na gestão de cada tipo (sociais, econômicos e ambientais, por exemplo). No caso desta pesquisa, foi enfatizada a investigação das peculiaridades referentes aos requisitos ambientais identificados no empreendimento do segundo estudo de caso. A principal contribuição teórica desta pesquisa é a proposta de diretrizes para a GR suficientemente generalizáveis para aplicação em diferentes modelos de processo de projeto e diferentes tipos de requisitos. Do ponto de vista prático, os resultados evidenciaram que as diretrizes contribuem para a gestão sistemática dos requisitos, uma atividade que é normalmente realizada de modo informal no processo de projeto.

Palavras Chave: gestão de requisitos, processo de projeto, construção civil, requisitos ambientais.

ABSTRACT

Long development period and a high number of stakeholders with different demands consist in some of the major difficulties to be managed along the building design process. This research explores the Requirements Management (RM) concepts and practices from areas as *software* engineering as an alternative to solve some managerial problems. The aim is to present guidelines to integrate RM in the building design process, viewing the improvement of requirements traceability and control. The guidelines draft was based on literature review and on the results of an exploratory case study. Afterwards the guidelines draft was tested through a second case study, with emphasis on the project environmental requirements. This application promoted the guidelines improvement into their final configuration. The guidelines are based on two premises and nine activities. Premises are conditions which should be accomplished before the activities implementation. The activities are refinements of the four RM steps (requirements elicitation, analysis and prioritization, specification and validation) and they should be cyclically performed through the design process, using adequate good practices. Although guidelines may be useful to the management of any type of requirements, there are particular features to manage each of them (e. g. social, economical environmental). In this research, environmental requirements from the main case study were emphasized. The main theoretical contribution of this research is the proposition of guidelines which are generic enough to be performed through different design process models and different types of requirements. From a practical standpoint, the results indicated that the guidelines have contributed to the systematic RM in design process, an activity that is often informally performed in design process.

Keywords: Requirements management, Building design process, Construction, Environmental requirements.

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

AHP - *Analytic Hierarchy Process*

APO – Avaliação Pós-Ocupação

AsBEA – Associação Brasileira de Escritórios de Arquitetura

BIM – *Building Information Modelling*

CASBEE – *Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency*

CBCS – Conselho Brasileiro de Construção Sustentável

CIB - *Conseil Insternational du Bâtiment*

CNTL – Centro Nacional de Tecnologias Limpas

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

ES – Engenharia de *Software*

FEPAM – Fundação Estadual de Proteção Ambiental

GR – Gestão de Requisitos

GRA – Gestão de Requisitos Ambientais

HQE – *Hauté Qualité Environnementale*

ISO – *International Organization for Standardization*

LEED® – *Leadership in Energy and Environment Design*

MACBETH - *Measuring Attractiveness by a Category Based Evolution Technique*

MAUT - *Multi Attribute Utility Theory*

NBR – Norma Brasileira da ABNT

PDP – Processo de Desenvolvimento de Produto

PBQP-H – Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade na Habitação

PE – Planejamento Estratégico

SENAI – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial

TI – Tecnologia da Informação

SUMÁRIO

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO	10
1.1 Contexto	10
1.2 Problema de pesquisa.....	12
1.3 Questões de pesquisa	13
1.4 Objetivos	13
1.5 Estrutura da dissertação e delineamento da pesquisa	14
1.6 Tipo de Pesquisa	16
1.7 Limitações do trabalho	16
CAPÍTULO II - ARTIGO 01: Gestão de requisitos no processo de projeto de ambientes construídos: um estudo exploratório	18
CAPÍTULO III - ARTIGO 02: Diretrizes para a gestão de requisitos no processo de projeto com enfoque nos requisitos ambientais	43
CAPÍTULO IV – ARTIGO 03: Gestão de requisitos ambientais no processo de projeto de ambientes construídos: proposta e aplicação de diretrizes em um estudo de caso	80
CAPÍTULO V – COMENTÁRIOS FINAIS	112
5.1 Conclusões.....	112
5.2 Sugestões para trabalhos futuros	115
REFERÊNCIAS	117
APÊNDICES.....	125

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO

1.1. CONTEXTO

As empresas que desenvolvem projetos de edificações enfrentam problemas relativamente bem conhecidos no meio acadêmico e no meio profissional, tais como as dificuldades na coordenação dos interesses dos intervenientes, no planejamento das atividades, na administração de recursos e no controle dos prazos. Considerando que melhorias nestes aspectos são essenciais para tais empresas se adequarem às exigências do mercado (MELHADO, 2005; PEKTAS e PULTAR, 2006), pesquisas nacionais e internacionais têm buscado, a partir da década de 90, mais enfaticamente, referências teóricas e práticas em outros setores. Alguns exemplos são a introdução de práticas de produção enxuta (KOSKELA, 1992; EVBUOMWAN e ANUMBA, 1998; FABRICIO, 2002) e da gestão do processo de desenvolvimento de produtos da indústria da manufatura (TZORTZOPOULOS, 2004).

Como resultado, uma série de alternativas têm sido propostas, tais como modelos e métodos para o desenvolvimento dos projetos (AUSTIN et al.; 2000; TZORTZOPOULOS, 1999; FABRICIO, 2002; ROMANO, 2003), e ferramentas de apoio no planejamento do projeto (PEKTAS e PULTAR, 2006) e para a tomada de decisão (HUOVILA e PORKKA, 2005). No entanto, a maioria das propostas oferecidas ainda não permite o controle sistemático dos ciclos que as informações percorrem ao longo das fases do projeto (PEKTAS e PULTAR, 2006). De fato, são necessários instrumentos de gestão dinâmicos, que acompanhem a evolução das informações.

Dentre estas informações estão os requisitos, os quais são o tipo de informação que orienta a transformação das demandas dos clientes em produtos ou serviços com valor agregado. Devido a fatores intrínsecos do processo de projeto de ambientes construídos, como o longo tempo de desenvolvimento e a grande quantidade de intervenientes, as mudanças nos requisitos são inevitáveis (SUN et al., 2005). Assim, considerando a importância e a volatilidade dos requisitos, justifica-se a necessidade de um acompanhamento sistemático dos mesmos para manter o processo de projeto sob controle.

A Gestão de Requisitos (GR) é uma abordagem que pode trazer soluções a este problema, uma vez que busca compreender e controlar requisitos ao longo de um projeto (SOMMERVILLE, 2007). A GR vem sendo estudada há alguns anos por pesquisadores da construção civil, tais como Kamara, Anumba e Evbuomwan (2002) e Huovila e Porkka (2005). Contudo,

embora estes estudos tenham trazido contribuições importantes, como ferramentas para a identificação e controle de requisitos (HUOVILA e PORKKA, 2005; SHEN et al., 2004) e sugestões de boas práticas de gerenciamento (MIRON, 2002, HUOVILA, 2005), ainda deixam algumas lacunas. Entre elas, é destacada nesta pesquisa a falta de instrumentos que gerenciem os requisitos como informações dinâmicas, que se alteram, se desdobram e se transformam em soluções funcionais ao longo do projeto. Para realizar esta gestão de forma eficaz, cada fase de projeto pode exigir práticas específicas, visto que elas envolvem diferentes clientes, objetivos e tipos de requisitos. Fases tardias, por exemplo, contêm requisitos mais específicos e mais clientes envolvidos do que fases iniciais, as estratégicas.

Frente a esta lacuna, a presente pesquisa introduz conceitos e práticas de GR provenientes da área da engenharia de *software* (KOTONYA e SOMMERVILLE, 2000; BRAY, 2002; YOUNG, 2003; WIEGERS, 2003, SOMMERVILLE, 2007), na qual se encontram conceitos e ferramentas de GR mais maduros. Apesar de *softwares* serem produtos significativamente diferentes de edifícios, devido a fatores como menor tempo de desenvolvimento, menor quantidade de intervenientes, maior facilidade de realização de testes, há entre eles uma característica comum e importante relacionada a requisitos: ambos são produtos únicos (portanto, com conjuntos de requisitos também únicos), desenvolvidos sob determinadas circunstâncias, para determinados clientes.

Kamara, Anumba e Ebuomwan (2002) discutiram aplicações de conceitos da engenharia de *software* à construção civil, porém não houve um aprofundamento quanto à adaptação e aplicação prática de tais conceitos. Já Marx (2009) propôs um método de GR para o desenvolvimento de produtos manufaturados sustentáveis (nas dimensões social, ambiental e econômica) baseado nos conceitos da engenharia de *software*. A presente pesquisa também investiga a GR com enfoque nos requisitos da dimensão ambiental da sustentabilidade. De um lado, essa ênfase permite aprofundar a investigação das aplicações da engenharia de *software* à construção civil. De outro lado, a construção civil é um dos setores de maior impacto no meio ambiente devido ao elevado consumo de materiais e energia, ocupação do solo, geração de poluição e resíduos (ZAMBRANO, 2008; OTHMAN, 2009, *Conseil International du Bâtiment*, CIB, 2008). Em resposta a tais impactos, a pressão da sociedade tem emergido no formato de novas demandas provenientes, por exemplo, de normas de cumprimento obrigatório (por exemplo, Resolução CONAMA nº307, 2002) e não obrigatório (por exemplo, NBR ISO 14001, 2004), de clientes finais (KEHL, 2008), além de sistemas de avaliação e certificação ambiental de edifícios, tendo destaque no Brasil o *Leadership in Energy and Environment Design* (LE-

ED®). Assim, a possibilidade de melhor gerenciar os requisitos ambientais é uma iniciativa benéfica para as empresas, para o meio ambiente e para a sociedade como um todo.

1.2. PROBLEMA DE PESQUISA

Existe uma substancial quantidade de estudos científicos acerca da GR no âmbito da construção civil (BARRET e STANLEY, 1999; KAMARA; ANUMBA e EVBUOMWAN, 2002; SHEN et al., 2004; MIRON, 2002; HUOVILA, 2005) e em outros setores (KOTONYA e SOMMERVILLE, 2000; BRAY, 2002; YOUNG, 2003; WIEGERS, 2003; SOMMERVILLE, 2007; MARX, 2009), os quais trazem contribuições em termos de conceitos e boas práticas, aplicados às suas áreas. Para identificar o problema de pesquisa, foram investigados três tópicos: (i) as principais dificuldades para identificar, organizar e controlar os requisitos ao longo do processo de projeto, (ii) as principais contribuições que as pesquisas sobre GR em outros setores, que não a construção civil, podem oferecer e (iii) a gestão dos requisitos ambientais nos projetos de edifícios.

Quanto ao primeiro ponto, ao interpretar o projeto como um processo de geração de valor, Koskela (2000) considera que pelo menos três problemas podem surgir em relação aos requisitos: a sua captação pode não ser perfeita; os requisitos podem ser perdidos ao longo do projeto; a transformação dos requisitos em soluções de projeto pode não ser satisfatória. De fato, a literatura não apresenta, mesmo em estudos mais recentes, orientações claras em relação a ferramentas e fontes de informações adequadas para identificar requisitos em cada fase do projeto; assim como os mecanismos disponíveis para rastreamento e controle da mudança dos requisitos não reconhecem o caráter dinâmico dos mesmos. Como exemplo do último problema, a verificação do atendimento dos requisitos normalmente é feita com pouca continuidade, negligenciando o fato de que, se os requisitos mudam, as suas soluções precisam acompanhá-los. Assim, de uma forma geral, a principal lacuna verificada é a não consideração da GR como um processo evolutivo, dinâmico e integrado ao processo de projeto.

Em relação ao segundo ponto, os conceitos e práticas de GR encontradas em pesquisas de outras áreas, como a engenharia de *software* (KOTONYA e SOMMERVILLE, 2000; BRAY, 2002 e YOUNG, 2003) e engenharia de produção (MARX, 2009), podem trazer significativas contribuições. Como já abordado, os projetos de edifícios possuem características únicas, o que é um elemento chave para justificar a adoção das práticas da engenharia de *software*. Por outro lado, o método de Marx (2009) explicitamente considera a evolução dos requisitos ao longo das fases do processo de projeto, ao qual a GR deveria ser integrada. Contudo, é neces-

sário investigar quais são os benefícios e as condições para as adequações à construção civil, tendo em vista suas características peculiares.

Por fim, as crescentes demandas ambientais ainda não são adequadamente gerenciadas pelas construtoras (MOTTA e AGUILAR, 2009), criando uma oportunidade e necessidade de pesquisa. Sob a perspectiva ambiental, já existem pesquisas que abordam aspectos como o papel e a eficiência dos sistemas de avaliação/certificação ambiental (COLE, 1998; 2005; SILVA; SILVA e AGOPYAN, 2003), os benefícios ambientais e econômicos proporcionados pelas construções “verdes” (RIES et al., 2006) e a especificação e reaproveitamento de materiais (THORMARK, 2006). Contudo, a mesma ênfase não vem sendo dispensada ao gerenciamento dos requisitos ambientais no desenvolvimento dos projetos.

Frente a estas informações, o problema de pesquisa diagnosticado é a falta de práticas (métodos, ferramentas, modelos, diretrizes) que considerem a característica evolutiva dos requisitos, e permitam que a GR seja um subprocesso adaptado às dinâmicas do processo de projeto.

1.3. QUESTÕES DE PESQUISA

Sob o panorama apresentado nos itens anteriores, foi constatada a principal questão de pesquisa: como gerenciar requisitos ao longo do processo de projeto de ambientes construídos?

Busca-se também responder às seguintes questões específicas, já relacionadas aos requisitos ambientais:

- a) Quais as condições de estruturação do processo de projeto são desejáveis para realizar uma adequada GRA?
- b) Quais diretrizes são mais relevantes para a adequada GRA?
- c) Que características das empresas, dos projetos e dos requisitos podem facilitar ou dificultar a GRA?

1.4. OBJETIVOS

Para responder à principal questão de pesquisa, o objetivo deste estudo é a proposição de diretrizes para gerenciar requisitos ao longo do processo de projeto de ambientes construídos. Este trabalho possui ainda três objetivos específicos:

- a) Identificar as condições de estruturação do processo de projeto desejáveis para realizar a adequada GRA.
- b) Identificar as diretrizes mais relevantes para a adequada GRA.
- c) Apontar características das empresas, dos projetos e dos requisitos que podem facilitar ou dificultar a GRA.

1.5. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO E DELINEAMENTO DA PESQUISA

O conteúdo da dissertação está estruturado no formato de artigos científicos, a serem submetidos a periódicos de engenharia de produção. Seguindo o primeiro capítulo, no qual são apresentados o tema, objetivos, método e limitações da pesquisa, três artigos são apresentados, configurando os capítulos II, III e IV. Cada artigo retoma um ou mais objetivos específicos da pesquisa, trazendo contribuições para o alcance do objetivo principal, que é a proposta das diretrizes para a GR no processo de projeto. A Figura 1 mostra como a pesquisa foi desenvolvida.

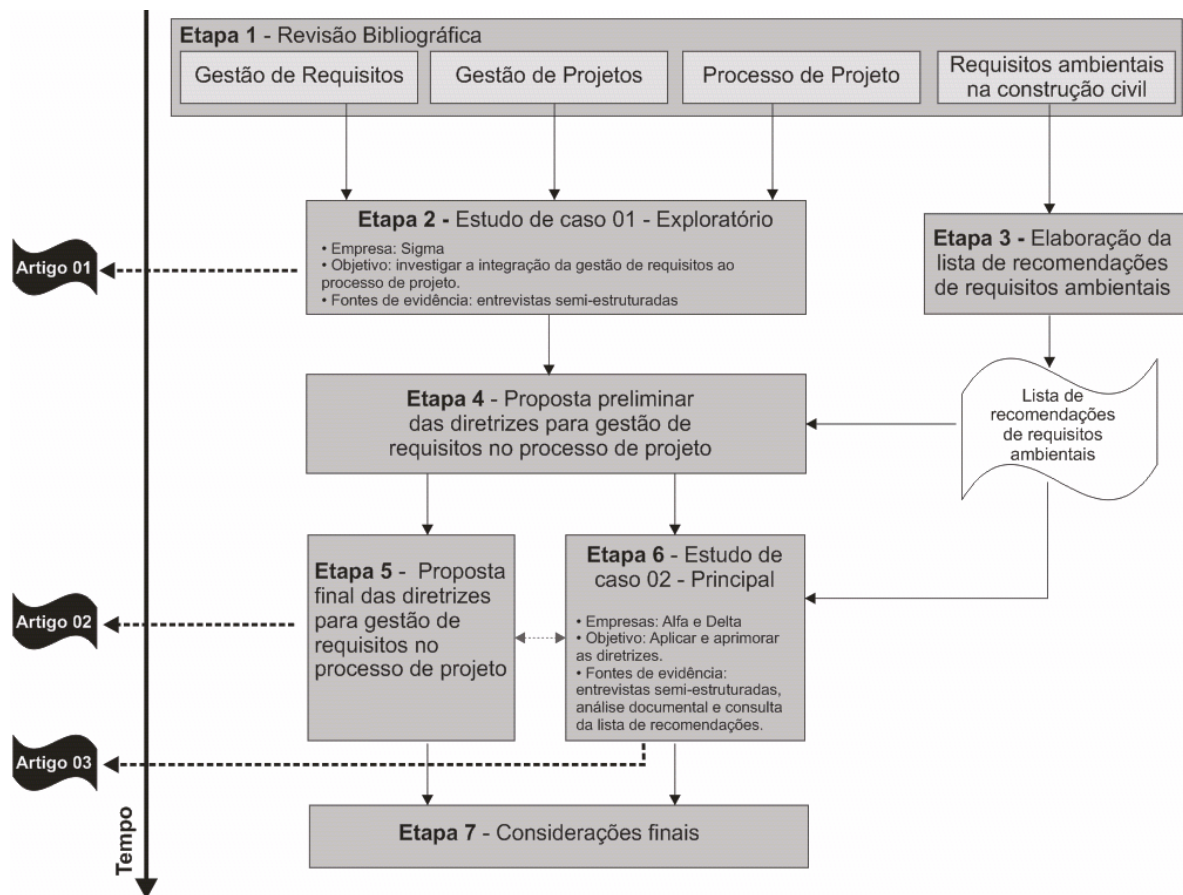


Figura 1 – Delineamento da pesquisa

O primeiro artigo investiga a GR, sob a perspectiva da engenharia de *software*, como uma abordagem de apoio à gestão do projeto. Esta investigação configurou o estudo exploratório, realizado por meio de um estudo de caso em uma empresa construtora. Os objetivos deste artigo são: (a) avaliar como as práticas de GR podem ser integradas às atividades do processo de projeto no cenário de desenvolvimento de projeto de edifícios; (b) quais as condições de estruturação do processo de projeto desejáveis para que a GR possa ser eficaz. Pretende-se com isso contribuir para o objetivo específico “a” da pesquisa (Figura 2).

O segundo artigo aprofunda a proposta de integração da GR ao processo de projeto, resultado do artigo 1, com o intuito de propor diretrizes para realizar tal integração. Baseada na revisão bibliográfica e no estudo exploratório, a proposta de diretrizes é a principal contribuição do artigo 2. Contudo, pelos motivos já introduzidos nas seções anteriores, há um aprofundamento na gestão dos requisitos ambientais. O artigo 2 não apresenta os resultados do estudo de caso, adotando, assim, um formato conceitual. Neste artigo, os objetivos específicos “b” e “c” são parcialmente atingidos, sendo complementados pelos resultados do artigo 3 (Figura 2).

O terceiro artigo resgata as diretrizes propostas no artigo 2 e seu objetivo é apresentar os resultados da aplicação parcial das mesmas em uma situação real e com ênfase nos requisitos ambientais, através do desenvolvimento do segundo estudo de caso. Seus resultados corroboram as conclusões do artigo 1 e completam o alcance dos objetivos específicos “b” e “c”, além do objetivo principal (Figura 2).

Objetivos específicos	Artigos relacionados	Contribuição
Objetivo específico “a”	Artigo 1	Identificação de condições desejáveis de estruturação do processo de projeto para a realização de uma adequada GR.
	Artigo 3	Identificação das condições estruturação do processo de projeto indicadas no artigo 1, considerando requisitos ambientais.
Objetivo específico “b”	Artigo 2	Identificação das diretrizes mais relevantes para a adequada GR. Dá indicações em relação à GRA.
	Artigo 3	Identificação das diretrizes mais relevantes para a adequada GRA.
Objetivo específico “c”	Artigo 2	Identificação dos tipos de requisitos, e características das empresas e dos projetos que podem facilitar ou dificultar a GR. Dá indicações em relação à GRA.
	Artigo 3	Identificação dos tipos de requisitos ambientais, e características das empresas e dos projetos que podem facilitar ou dificultar a GRA.

Figura 2 – Contribuição dos artigos no alcance dos objetivos específicos da pesquisa

Cada uma das etapas do delineamento da pesquisa é detalhada nas seções de método de pesquisa dos artigos. Um último capítulo apresenta as conclusões gerais da pesquisa e as sugestões de questões a serem exploradas em trabalhos futuros.

1.6. TIPO DE PESQUISA

A pesquisa a ser apresentada é de natureza aplicada, por pretender gerar um conhecimento dirigido à solução dos problemas encontrados na revisão da literatura (SILVA e MENEZES, 2001). Sua abordagem é basicamente qualitativa, pois o levantamento de dados é baseado em entrevistas e análises documentais, e as diretrizes propostas são essencialmente vinculadas à interpretação e organização de informações no formato de texto. No entanto, algumas atividades exigem ferramentas de natureza quantitativa para a geração de resultados.

A pesquisa pretende investigar problemas, tornando-os explícitos, para posterior análise e proposição de soluções, o que, segundo Gil (2002), configura-se como uma pesquisa de caráter exploratório. Para explorar na prática os temas estudados na revisão teórica, a estratégia de pesquisa adotada foi o estudo de caso, que, segundo Yin (2001), consiste na investigação de um fenômeno em um contexto real. O propósito do estudo de caso é possibilitar a descrição de como um determinado fenômeno ocorre na prática (GIL, 2002). Gil (2002) ainda recomenda cuidados com generalizações, pois o resultado de um, ou poucos, estudos de caso é limitado ao contexto da investigação. “Os propósitos do estudo de caso não são os de proporcionar o conhecimento preciso das características de uma população, mas sim os de proporcionar uma visão global do problema” (GIL, 2002, p.55). Finalmente, Quevedo e Scheer (2007) argumentam que esta estratégia permite a pertinente investigação dos conhecimentos tácitos presentes no meio pesquisado, o que pode trazer contribuições científicas.

1.7. LIMITAÇÕES DO TRABALHO

Duas características do processo de projeto citadas anteriormente (a grande quantidade de requisitos e o longo tempo de desenvolvimento) também foram fatores que limitaram a pesquisa. A primeira foi relevante na decisão sobre restringir o aprofundamento das diretrizes para a GR da dimensão ambiental da sustentabilidade. Entendeu-se que não seria viável desenvolver e aplicar as diretrizes de GR para todos os requisitos de um projeto no período de tempo disponível para a pesquisa.

Quanto à segunda dificuldade, somente a fase do projeto que estava sendo desenvolvida na época do estudo de caso foi investigada, a de anteprojetos. Houve a simulação da evolução dos

requisitos ao longo das fases anteriores, mas não foi possível investigar hipoteticamente as fases futuras, também por motivos de prazo para conclusão do trabalho. Outra limitação foi a impossibilidade de acompanhar a identificação de requisitos e a realização dos *trade-offs* simultaneamente ao desenvolvimento do projeto. Durante o período da pesquisa parte das atividades do projeto estava parada, aguardando a liberação de documentos legais. Diante disto, a aplicação das diretrizes foi parcial.

Outra limitação relevante é de que a pesquisa concentrou-se sobre as etapas iniciais da GR, identificação, e análise e priorização de requisitos. As etapas de especificação e validação merecem maior detalhamento em relação às possíveis atividades e boas práticas a serem realizadas. Ainda, é importante ressaltar que o estudo de caso foi realizado em um projeto de loteamento habitacional de alta renda, ficando assim os resultados da aplicação das diretrizes suscetíveis ao viés das características deste tipo específico de projeto e do ambiente onde estava sendo realizado.

CAPÍTULO II - ARTIGO 01

**GESTÃO DE REQUISITOS NO PROCESSO DE PROJETO DE
AMBIENTES CONSTRUÍDOS:
UM ESTUDO EXPLORATÓRIO**

Gestão de requisitos no processo de projeto de ambientes construídos: um estudo exploratório

Camila Pegoraro
Tarcísio Abreu Saurin, Dr.
Istefani Carísio de Paula, Dr^a.

PPGEP – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção
UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
E-mail: camila_pegoraro@yahoo.com.br, saurin@ufrgs.br, istefani@producao.ufrgs.br

Resumo

Tendo em vista as já conhecidas dificuldades na gestão do processo de projeto de ambientes construídos, pesquisadores e profissionais têm continuamente buscado boas práticas, como as da gestão de projetos. Neste artigo, a gestão de requisitos (GR) é apresentada como uma fonte de melhorias, pois mesmo já tendo sido estudada, ainda existem possibilidades a serem exploradas. Este artigo investiga a relação da GR com as práticas da gestão de projetos, e pretende identificar como e quando a GR pode ser integrada ao processo de projeto ambientes construídos. O objetivo é revelar quais seriam as vantagens e desvantagens desta integração, e quais as condições de estruturação do processo de projeto para que as práticas de GR funcionem eficientemente. Com base nos resultados de um estudo de caso realizado em uma empresa construtora, a pesquisa indicou (i) que a sua utilização é vantajosa, apesar de não oferecer soluções para todas as dificuldades do processo de projeto, e (iii) que a adequada estruturação das fases, atividades, entradas e saídas do processo de projeto é uma premissa importante para a realização da GR.

Palavras-chave: gestão de requisitos, gestão de projetos, processo de projeto, construção civil.

1. Introdução

As empresas construtoras enfrentam problemas ligados ao desenvolvimento de seus projetos relativamente bem compreendidos no meio acadêmico (TZORTZOPOULOS, 2004; MELHADO, 2005; SUN et al., 2005), tais como a fraca comunicação e coordenação entre os envolvidos, má administração de recursos, pouca documentação das alterações e decisões de projeto, e pouca qualidade das informações de entrada das etapas (TZORTZOPOULOS, 2004). Considerando que melhorias nestes aspectos são essenciais para as empresas construtoras se adequarem ao dinamismo e exigências do mercado (PEKTAS e PULTAR, 2006), a busca por soluções gerenciais inovadoras é uma importante iniciativa. Neste sentido, a gestão de projetos tem sido recomendada por alguns autores (ROMANO, 2003) como uma alternativa na investigação de práticas (métodos, modelos, ferramentas, procedimentos) que possam trazer avanços.

A gestão de projetos consiste no planejamento e controle de uma série de tarefas que pretendem atingir objetivos de todas as partes interessadas em um projeto (KERZNER, 2002). Muitos métodos são disponíveis na literatura (*Methodware®*; *TenSetp®*; PRINCE2 – *Project in Controlled Enviroment*, por exemplo) tendo eles alcançado nas últimas décadas patamares altos de detalhamento e disseminação em diferentes áreas (TURNER, 2010). Contudo, algumas deficiências ainda estão presentes nestes métodos, como a dificuldade em replicá-los em diferentes situações e utilizá-los sistematicamente ao longo de todo o processo de projeto (LI et al., 2009), e em gerenciar as incertezas e mudanças (ATKINSON; CRAWFORD e WARD, 2006).

Sob o argumento de que em projetos de ambientes construídos as incertezas e mudanças nos requisitos são inevitáveis (SUN et al., 2005; SENARATNE e SEXTON, 2008), por motivos como o longo tempo de desenvolvimento e a quantidade de envolvidos (SUN et al.; 2005), este artigo explora, em paralelo à gestão de projetos, uma área de conhecimento que busca contribuir com o gerenciamento dos requisitos dos envolvidos e suas mudanças: a Gestão de Requisitos (GR). Pouco disseminados no contexto da construção civil, os conceitos da GR objetivam viabilizar a identificação, análise, priorização, especificação e validação de requisitos ao longo do desenvolvimento dos projetos (BRAY, 2002; WIEGERS, 2003; SOMMERVILLE, 2007). Isto traz benefícios para o projeto como um todo, pois proporciona o acompanhamento dos requisitos e revelação das incertezas possibilitando a discussão e um melhor controle sobre as mudanças (BRAY, 2002; WIEGERS, 2003; SOMMERVILLE, 2007).

Diante da pouca presença de conceitos claros acerca da GR em pesquisas da construção civil, parte da revisão teórica foi feita na produção de autores da engenharia de *software*, área na qual se pode encontrar conceitos e práticas de GR mais bem desenvolvidos. Apesar de *softwares* serem produtos significativamente diferentes de edifícios em relação a aspectos como custo e ciclo de vida, existe uma característica comum importante relacionada aos requisitos: tanto os *softwares* como os edifícios são produtos únicos, desenvolvidos sob medida para um determinado cliente, para atuar sobre um determinado domínio.

Sob este contexto, entende-se que a gestão de projetos e a GR podem ter atividades integradas, como intuito de trazer benefícios gerenciais e contribuir na geração de valor no desenvolvimento de projetos de edifícios. Este artigo está baseado em um estudo de caso, e seu principal objetivo é apresentar as condições mínimas de estruturação do processo para receber a GR, além de explorar quais as principais vantagens e desvantagens dessa integração. Existem outras duas contribuições: (i) a apresentação de formas para identificar iniciativas de GR e gestão de projetos dentro do processo de projeto e (ii) a proposta de integração das fases da GR às do projeto. Estas contribuições são importantes, pois introduzem formas para adotar as melhores práticas da GR e da gestão de projetos.

2. Gestão de projetos

Dentre outras definições, para o *Project Management Institute* (PMI, 2004), um projeto é esforço temporário empreendido para criar um produto, um serviço ou um resultado. Um projeto é uma atividade que implica um prazo limitado, uma data definida para a conclusão e um resultado diferente daquele produzido no curso da rotina operacional de uma organização (KEELING, 2002). Este autor define algumas características e benefícios trazidos pela gestão de projetos, dentre as quais se destacam:

- Simplicidade: metas e objetivos de fácil entendimento;
- Controle independente: pode ser protegido do mercado ou de outras flutuações que afetam as operações rotineiras;
 - Maior facilidade de medição: o andamento do projeto pode ser medido por meio da comparação com metas e padrões definidos de desempenho;
 - Flexibilidade de emprego: pode empregar ou agregar especialistas e peritos por períodos limitados;
 - Útil ao desenvolvimento individual: trabalhar com uma equipe de projetos eficiente favorece ao desenvolvimento acelerado e a capacitação pessoal.

Meredith e Mantel Jr. (2002) complementam a definição com mais algumas características:

- Desmembramento: Ao longo da execução, o projeto é, geralmente, desmembrado em subtarefas, buscando atingir os objetivos aos poucos, mas com mais eficácia;
- Interdependências: há uma interação freqüente entre os projetos de uma mesma organização, os quais também acabam interagindo com as atividades de rotina;
- Unicidade: todo projeto possui elementos únicos, alguns projetos podem ser similares, mas nunca iguais;
- Conflito: característica inerente ao projeto, quando há a necessidade de concorrer com os departamentos funcionais por recursos.

Segundo o PMI (2004) a gestão de um projeto envolve a execução de processos gerenciais de (a) iniciação, (b) planejamento, (c) execução, (d) monitoramento e controle e (e) encerramento, os quais estão resumidamente descritos a seguir e têm uma atuação no projeto conforme a Figura 1.

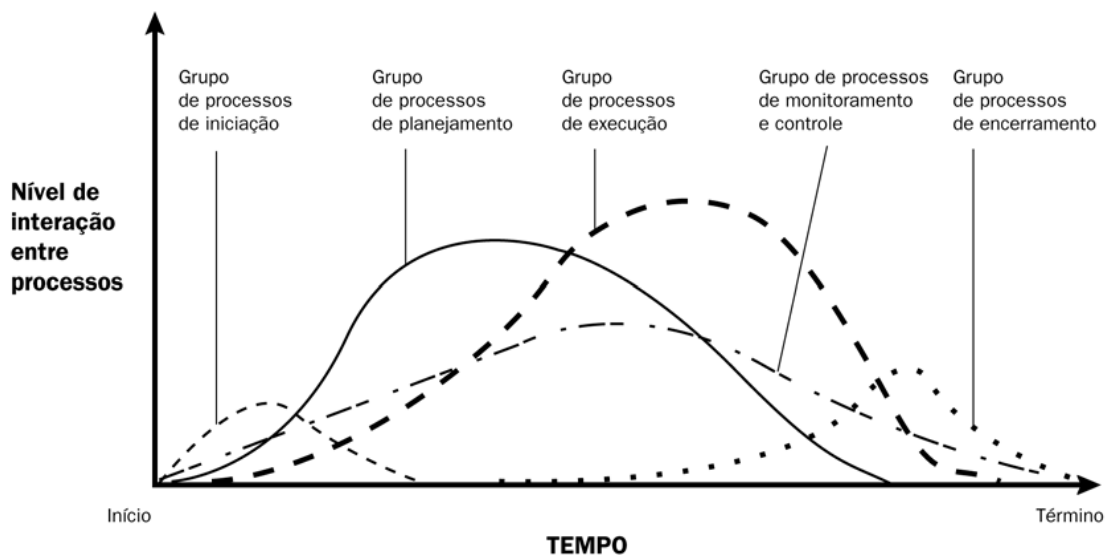


Figura 1 - Interação de grupos de processos em um projeto

Fonte: PMI (2004)

- a) Iniciação: fase na qual é definido o propósito do projeto e as necessidades para executá-lo.
- b) Planejamento: nessa fase é definido e refinado o objetivo do projeto, as ações necessárias para atingir os objetivos são planejadas e também é determinado o escopo para o qual se propõe o projeto. Nessa fase são desenvolvidos planos auxiliares para gestão do projeto (qualidade, comunicação, riscos, por exemplo).

c) **Execução:** integra as pessoas e os outros recursos para colocar em prática o plano do projeto. É geralmente nessa fase em que ocorre a maior parte do esforço e dispêndio do projeto.

d) **Monitoramento e Controle:** ocorre em paralelo ao processo de execução. Mede, monitora e controla o progresso para identificar variações em relação ao planejado, para que ações corretivas sejam disparadas quando necessário.

e) **Encerramento:** formaliza a aceitação do projeto, serviço ou resultado. Analisa a evolução do projeto para que erros não se repitam no futuro. Encerra formalmente as relações entre os envolvidos.

Para implementar projetos, o PMI (2004) propõe ao longo das fases a ação integrada de nove áreas de conhecimento, que atuam como subprocessos: gestão do escopo, tempo, custos, qualidade, recursos humanos, comunicação, riscos, aquisições e integração. Estas ações são gerenciadas pelo gerente de projetos, que é a pessoa responsável pela realização das atividades e atendimento dos objetivos (GUSMÃO et al., 2006). É de sua competência a identificação das necessidades; o estabelecimento de objetivos claros e alcançáveis; a aprovação de *trade-offs*; a alocação de pessoal e a adaptação dos planos diante de mudanças (PMI, 2004).

Dentre os subprocessos acima, a gestão do escopo e da comunicação são as mais relevantes a esta pesquisa, por recomendarem atividades relacionadas à GR. Ao tratar da gestão do escopo, o PMI (2004), por exemplo, preocupa-se com a identificação, priorização e acompanhamento dos requisitos, pois isto é necessário definir e manter o foco do escopo do projeto. Já a gestão da comunicação é importante por facilitar as relações e os organizar a troca de informação entre os envolvidos. Algumas atividades relacionadas a requisitos estão pulverizadas nas diferentes áreas da gestão de projetos.

Por fim, destaca-se que há vantagens em adotar os conceitos da gestão de projetos para gerenciar os processos de projeto da construção civil, pois estes últimos deixam de ser tratados como as atividades de rotina. Apesar de os procedimentos e etapas serem repetitivos de um empreendimento para outro, existe a característica essencial da não repetição do mesmo projeto. A presença de elementos repetitivos não muda a singularidade fundamental do trabalho do projeto (PMI, 2004). Para Patah e Carvalho (2001), a conduta de tratar projetos como atividades de rotina compromete a organização, pois implica em prejuízos, como o desperdício de tempo e recursos.

3. Gestão de requisitos (GR)

A GR é uma abordagem que contribui no desenvolvimento de projetos por buscar estabelecer e manter a concordância entre o consumidor, a equipe de desenvolvimento e todos os demais envolvidos (SOMMERVILLE, 2007). A concordância deve existir tanto frente aos requisitos iniciais, quanto perante as mudanças que ocorrem no decorrer do tempo (KOTONYA e SOMMERVILLE, 2000). Tais mudanças são inevitáveis (SUN et al., 2005) e quanto mais eficaz for a gestão dos requisitos, maior também a probabilidade de sucesso do projeto (BRAY, 2002). Miron (2008) ainda destaca que a boa GR contribui para o delineamento mais claro dos resultados que se espera de um projeto, e facilita a identificação das habilidades e carências que tornam os envolvidos hábeis ou não a desenvolvê-lo.

Na construção civil usa-se também o termo *briefing* para denominar o processo de GR de um projeto (BARRET e STANLEY, 1999; SHEN et al., 2004; entre outros). Na visão tradicional, até meados da década de 90, o *briefing* era uma atividade da concepção inicial do empreendimento, cujo objetivo era a elaboração de uma lista de necessidades a serem consideradas. No entanto, no final da década de 90, firma-se a proposta de que o *briefing* é a maior fonte de comunicação entre os clientes e que deve acompanhar todo o processo de projeto (BARRET e STANLEY, 1999; SHEN et al, 2004), quando os requisitos são progressivamente considerados e colocados em prática (HUOVILA, 2005). Esta nova abordagem deu origem ao *briefing* moderno que, basicamente, tem os mesmos conceitos e objetivos da GR, embora mais elementares.

Diante disto, para melhor embasar esta pesquisa, foram buscados conhecimentos na área da engenharia de *software*, pois é onde se encontra uma extensa e mais profunda produção ligada ao assunto. Apesar de *softwares* serem produtos distintos à edificação, e possuírem consideráveis diferenças no processo de desenvolvimento, no acesso à tecnologia da informação, na possibilidade de realização de testes e na própria capacitação dos profissionais em relação à GR, entende-se que é possível e válida a proposta de adaptação de algumas práticas. Os autores pesquisados (KOTONYA e SOMMERVILLE, 2000; BRAY, 2002; YOUNG, 2003; WIEGERS, 2003; SOMMERVILLE, 2007), destacam que a GR tem um objetivo fundamental, e diferencial, diante de outras abordagens gerenciais: controlar as mudanças no projeto através do rastreamento dos requisitos, e gerenciá-las.

Para identificar requisitos é preciso que, primeiramente, os clientes do projeto sejam ouvidos para o levantamento de suas demandas (KAMARA; ANUMBA e EVBUOMWAN, 2002;

SHEN et al., 2004; BRAY, 2002). Nesta pesquisa a definição de cliente é sinônima de *stakeholder*, ou seja, são todos os envolvidos em um projeto. Whiteley (1992) classifica os clientes em 3 tipos básicos, apresentados Figura 2. Esta classificação é útil, pois a origem atribui características aos requisitos, como sua prioridade dentro do projeto.

Tipos de Clientes	Descrição	Exemplos no caso de uma empresa que desenvolve projetos de edificações.
Finais	São os consumidores e usuários finais do produto.	Proprietários de imóveis, moradores, a sociedade (devido ao impacto da edificação no meio ambiente e intervenção no espaço público).
Internos	Pessoas ou equipes internas da empresa que desempenham funções ou desenvolvem etapas específicas do projeto.	Funcionários e/ou departamentos da empresa que desenvolvem o projeto.
Intermediários	Pessoas ou empresas externas à organização.	Profissionais terceirizados como arquitetos, engenheiros, empreiteira, fornecedores, corretores, órgãos governamentais, etc.

Figura 2 - Tipos de clientes

Fonte: Adaptado de Whiteley (1992)

Outro esclarecimento importante está relacionado à diferenciação entre demandas e requisitos. Demandas são as necessidades, desejos e restrições emitidas pelos clientes. É através delas que as empresas podem estabelecer os objetivos de um projeto e identificar as características que geram maior valor para os clientes. Já os requisitos, são transcrições das demandas em uma linguagem técnica (SOMMERVILLE, 2007; BRAY, 2002). São funcionalidades que o produto, ou serviço, devem ter para satisfazer uma necessidade ou alcançar objetivos dos clientes, quantificadas por condições mensuráveis e limitadas por restrições (PARVIAINEN; TIHINEN e VAN SOLINGEN, 2005). A tradução das demandas captadas para o formato de requisitos é importante para uma maior garantia de que toda a equipe de desenvolvimento irá interpretá-la da mesma forma (SOMMERVILLE, 2007). Segue abaixo um exemplo de transcrição de uma demanda no formato de requisito. É importante lembrar que é comum a necessidade de mais de um requisito para o atendimento integral de uma demanda (MARX, 2009).

Demanda: Adquirir um apartamento seguro.

Possíveis requisitos: O imóvel deve ser bem localizado; O imóvel deve ser dotado de sistemas de segurança; (...)

Segundo autores como Kotonya e Sommerville (2000) e Young (2003), requisitos de boa qualidade devem ser necessários, intelegíveis, exequíveis, exatos, completos, testáveis, rastreáveis, exclusivos e não devem exigir soluções prematuras. Estas características são importan-

tes, pois uma vez atendidas, garantem a qualidade da informação que irá entrar no projeto e gerar valor (YOUNG, 2003).

Tendo claros estes conceitos, pode-se partir para a análise das etapas¹ da GR, as quais, embora sejam encontradas com diferentes nomes (KOTONYA e SOMMERVILLE, 2000; BRAY, 2002; SOMMERVILLE, 2007), são apresentadas neste artigo como (i) identificação, (ii) análise e priorização, (iii) especificação e (iv) validação.

3.1. Identificação

Etapa de coleta e organização de informações dos clientes para a empresa entender o que é esperado do projeto (BRAY, 2002; SHEN et al., 2004; SOMMERVILLE, 2007) e identificar os requisitos a serem considerados. É necessário que todos os clientes sejam ouvidos para o completo entendimento sobre o que deve ser desenvolvido (SHEN et al., 2004). Alguns mecanismos para realizar o levantamento de informações que possam gerar requisitos são entrevistas, questionários, *brainstorming*, análise documental, *workshops* e análise conjunta (BRAY, 2002). Bray (2002) ainda observa que é importante que, primeiramente, haja um esforço na investigação do porquê da existência do projeto, através da identificação dos requisitos da própria empresa. Para ser competitiva é necessário atender simultaneamente aos requisitos dos clientes e aos requisitos internos da empresa, ligados ao seu planejamento estratégico (MÜLLER, 2003), pois eles servem de orientação.

3.2. Análise e priorização

A etapa de análise e priorização envolve a avaliação, organização e negociação dos requisitos (SOMMERVILLE, 2007). É comum que durante esta etapa sejam encontradas divergências devido a conflitos de interesse entre clientes (BARRET e STANLEY, 1999; KAMARA; ANUMBA e EVBUOMWAN, 2002; BRAY, 2002; SHEN et al., 2004; SOMMERVILLE, 2007). Cada um deles tem seus próprios requisitos e é necessário, através de *trade-offs*, encontrar um conjunto que possa resultar em um produto final com maior valor agregado (MIRON, 2002). Para que estes problemas sejam controlados, alguns autores propõe ferramentas para priorização (SHEN et al. 2004) e estimulam a adoção de práticas da gestão de *stakeholders* (WARD e CHAPMAN, 2008).

¹ Neste artigo a palavra “etapa” será relacionada às etapas da GR, enquanto a palavra “fase” será relacionada às fases do projeto. A convenção serve para facilitar a compreensão do texto.

3.3. Especificação

A especificação é uma maneira de converter os requisitos em um comportamento (BRAY, 2002), de encontrar a solução funcional para eles serem atendidos. Esta etapa é muito importante por englobar uma série de decisões sobre o projeto (SOMMERVILLE, 2007). As soluções de projeto são elementos-chave na geração de valor e também exigem análise de *trade-offs*, uma vez que um requisito pode ser atendido de diferentes formas. Podem, inclusive, estimular mudanças no projeto (BRAY, 2002).

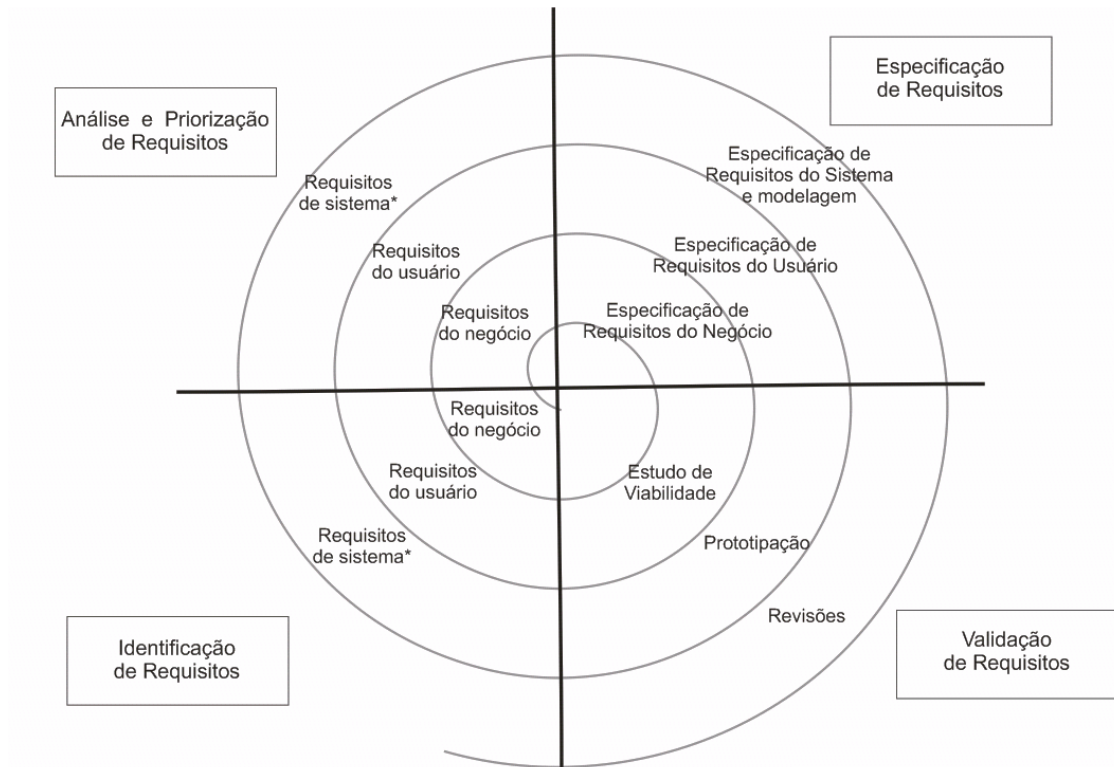
3.4. Validação

Bray (2002) afirma que a etapa de validação existe porque é necessário haver testes sobre os requisitos durante o desenvolvimento de projeto. A finalidade é evitar que problemas cheguem a fases mais avançadas. Está relacionada com a descoberta de problemas em tempo de corrigi-los evitando prejuízos e retrabalhos (SOMMERVILLE, 2007; SUN et al. 2005). A validação serve para certificar que o requisito está sendo atendido corretamente, conforme o especificado. Algumas das formas de realizar a validação são a prototipagem, testes e revisões com *checklists* (SOMMERVILLE, 2007). Requisitos consistentes devem ser testáveis (KOTONYA e SOMMERVILLE, 2000; YOUNG, 2003) e esta é uma das proeminentes dificuldades dos projetos de edificações, pois além de serem únicos, a elaboração de protótipos próximos à escala real e a execução de testes são possibilidades geralmente inviáveis. Possíveis de serem realizadas somente em alguns casos, ou com alguns componentes, como os pré-fabricados.

3.5. Relação entre as etapas da GR

Cada uma das quatro etapas apresentadas são, segundo Sommerville (2007), ciclicamente repetidas ao longo do projeto (Figura 3). As fases do projeto correspondem aos ciclos, nos quais os requisitos são identificados, analisados, priorizados, especificados e validados, pois o conjunto de requisitos se altera com o tempo. O acompanhamento permanente dos requisitos facilita o registro e controle das mudanças. Segundo Sommerville (2007), rastreabilidade é a propriedade de um requisito que reflete na facilidade de encontrar a sua origem e as relações para com os demais, ou seja, é possível saber quem o propôs, como este requisito evoluiu durante o desenvolvimento do projeto e o quanto outros requisitos poderão ser afetados por sua mudança. O rastreamento é feito na maioria das vezes pela atribuição de códigos, mas tam-

bém podem ser utilizadas matrizes e figuras, dependendo da quantidade de requisitos, complexidade do projeto e ferramentas disponíveis (SOMMERVILLE, 2007).



* A palavra "sistema" refere-se ao produto final e é usada devido à área de origem da figura: Engenharia de Software.

Figura 3 - Modelo em espiral das etapas da gestão de requisitos

Fonte: Adaptado de Sommerville (2007)

Com estes esclarecimentos, pode-se perceber com mais clareza as contribuições que a GR pode trazer ao processo de projeto. A seguir será discutido como tais contribuições ocorrem, ou poderiam ocorrer, na prática.

4. Método de Pesquisa

As etapas da pesquisa estão representadas na Figura 4. Após a revisão teórica sobre os assuntos pertinentes, foi realizado um estudo de caso em uma empresa construtora, o qual permitiu que os pesquisadores analisassem, em um ambiente real, como a gestão de projetos e a GR poderiam ser integradas.

A empresa do estudo de caso, Sigma, foi escolhida por possuir algumas características que permitiram uma abordagem objetiva acerca dos temas da pesquisa. Entre elas estão a estrutura gerencial bem organizada e um processo de projeto formalizado. O estudo foi baseado em

duas rodadas de entrevistas semi-estruturadas, as quais foram gravadas e transcritas para posterior análise. Os entrevistados foram escolhidos em função do seu envolvimento no gerenciamento dos projetos da construtora, quais sejam: a gerente de produto, a gerente de projetos complementares e a gerente de planejamento de obras.

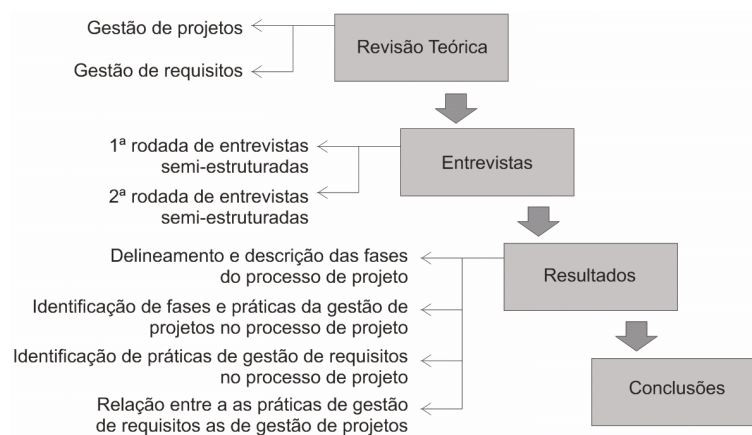


Figura 4 – Delineamento da Pesquisa

Os objetivos da primeira rodada de entrevistas foram: (i) identificar características gerenciais e funcionais da empresa para haver um entendimento sobre o ambiente onde seria desenvolvida a pesquisa, (ii) fazer um diagnóstico do processo de projeto adotado pela empresa, pois a identificação e caracterização das principais fases, e respectivas atividades, envolvidos, entradas, saídas, são passos importantes para a investigação de abordagens de gerenciamento, (iii) identificar as fases e práticas da gestão de projetos em tal processo, pretendendo investigar que benefícios trazem para a empresa.

Na primeira rodada foram feitas 2 entrevistas, uma delas com a gerente de produto, responsável pela concepção do empreendimento e desenvolvimento dos projetos arquitetônico e legal, e a outra com a gerente de projetos complementares, responsável pelo acompanhamento dos projetos complementares, como o hidrossanitário, elétrico, de ar-condicionado e de paisagismo. As entrevistas duraram aproximadamente 90 minutos e possuíam 20 questões, as quais estavam divididas em dois grupos. As do primeiro grupo examinaram as características da empresa (por exemplo: qual o ano de fundação, área de atuação, tipos de produtos, número de funcionários e descrição dos setores). Já as do segundo, buscaram informações que permitissem o delineamento do processo de projeto (duração, fases, envolvidos, *gates*, entre outros).

O diagnóstico do processo de projeto da empresa foi realizado a partir da estruturação gráfica das fases citadas pelos entrevistados em paralelo às da gestão de projetos. A estruturação ocorreu primeiramente de acordo com as semelhanças de propósito entre as fases, seguida pela

ordenação das subfases e posicionamento dos *gates*, identificação dos principais envolvidos em cada uma das fases e, por fim, identificação das principais atividades, entradas e saídas de cada uma das fases. Os *gates*, representam os marcos gerenciais e técnicos dos projetos, que normalmente envolvem aprovações parciais e decisões importantes.

Na segunda rodada, foram investigadas iniciativas que poderiam estar relacionadas às práticas da GR, como o uso de ferramentas ou existência de conhecimentos tácitos que pudessem ser analisados e aprimorados. Essa rodada envolveu 3 entrevistas semi-estruturadas, uma com cada uma das gerentes da primeira rodada, com o acréscimo da gerente de planejamento de obras. Estas entrevistas foram precedidas por uma breve explicação sobre a GR. Apresentavam aproximadamente 20 questões, tendo algumas variações devido à diferença de atividades exercidas pelos entrevistados. A gerente de produto, por exemplo, foi questionada sobre como eram levantados e priorizados os requisitos estratégicos do projeto, presentes nas fases iniciais e que envolviam a diretoria, acionistas e pesquisas de mercado, e que ferramentas eram utilizadas ao longo das fases sob sua responsabilidade. A gerente de projetos complementares discorreu sobre os requisitos dos projetistas complementares e sobre as frequentes incompatibilidades que surgem no projeto executivo. Já a gerente de planejamento de obras respondeu a questões mais específicas sobre os requisitos de obra, os quais devem ser considerados desde as fases anteriores à de obras.

Como a GR é ainda é um assunto pouco conhecido nas empresas deste setor, a abordagem dos entrevistados na segunda rodada evoluiu gradualmente, na medida em que os mesmos compreendiam os conceitos da GR. Neste sentido, a utilização de entrevistas semi-estruturadas foi vantajosa, pois se pode, aos poucos, revelar conhecimentos tácitos acerca do tema.

As informações coletadas nos relatos, antes de serem analisadas, ainda foram classificadas segundo três critérios: (i) fase do processo de projetos à que estavam relacionadas, (ii) ligação com práticas de gestão de projetos e (iii) ligação com práticas de GR. Esta classificação facilitou a análise dos dados por já direcionar a informação ao tópico pertinente.

5. Resultados

Este trabalho foi realizado em uma incorporadora e construtora de grande porte da cidade de Porto Alegre, presente no mercado há mais de 30 anos. A empresa Sigma em seu portfólio a construção e incorporação de mais de um milhão de metros quadrados, com mais de sete mil imóveis para habitação. Os empreendimentos são voltados para as classes A e B, tendo, po-

rém, tipologias e aspectos formais variados de acordo com o público alvo específico de cada empreendimento.

5.1. Delineamento e descrição das fases do processo de projeto

Como resultado das informações da primeira rodada de entrevistas, foi delineado o processo de projeto genérico da empresa, o que permitiu a compreensão das suas fases, atividades e principais envolvidos. A Figura 5 foi obtida a partir do procedimento descrito no método de pesquisa e aprovada pela gerente de produto. Representa a síntese do processo de projeto, tendo suas fases colocadas em paralelo às fases da gestão de projetos para a realização da análise.

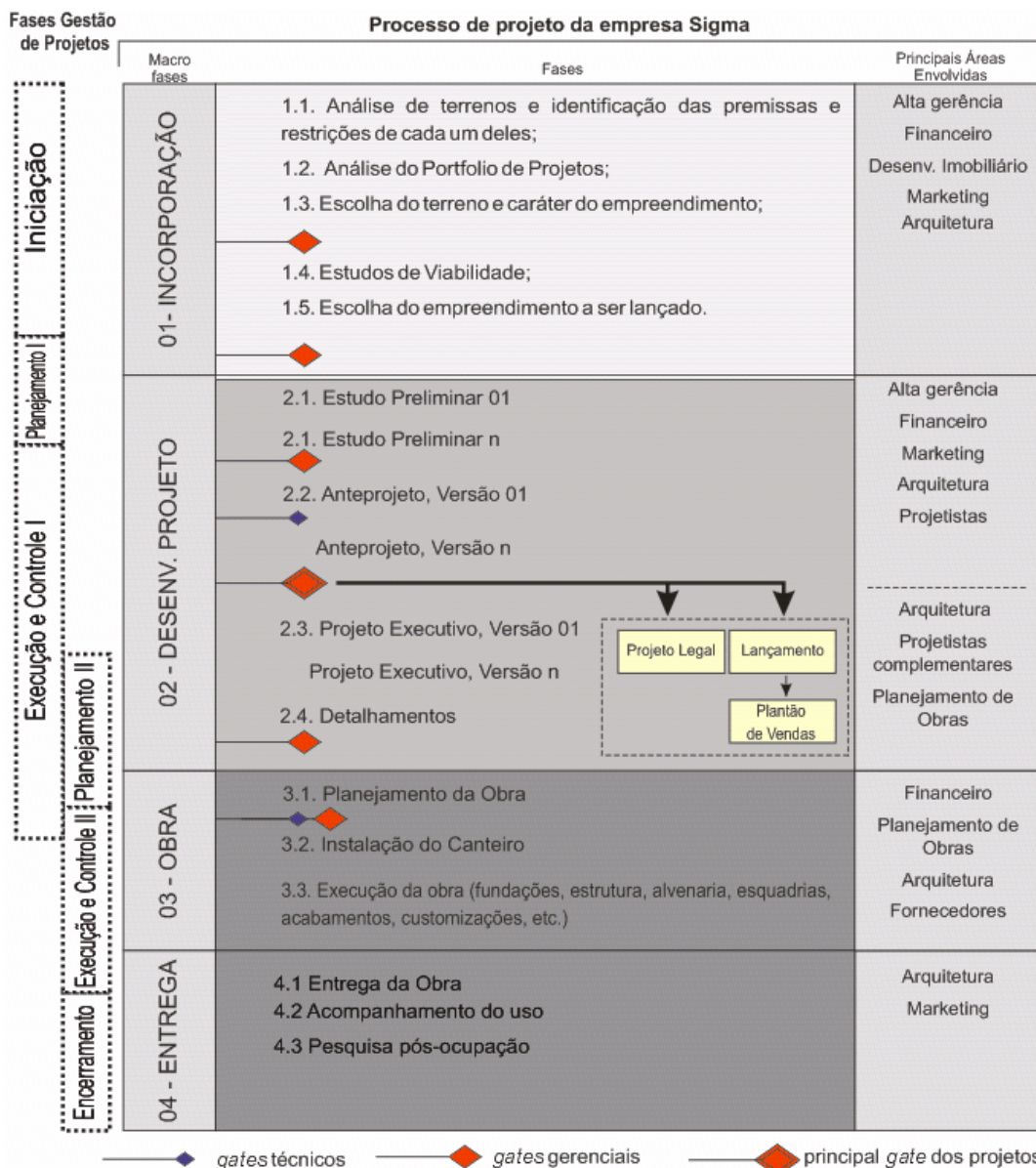


Figura 5 - Fases do processo de projeto da empresa Sigma e relações com as fases da gestão de projetos

5.1.1. Macrofase 01 – Incorporação

Envolve definições importantes realizadas pela diretoria, principais acionistas e altas gerências. Este grupo analisa o portfólio de projetos frente às demandas, possibilidades de terrenos e objetivos estratégicos da empresa. Possui como principal *gate* a escolha do terreno e a definição do caráter do empreendimento, o que envolve a decisão das principais características, do público alvo e do estilo arquitetônico do edifício, por exemplo.

As fases 1.1 e 1.2 podem ocorrer em ordem inversa, pois tanto uma demanda pode deliberar a compra de um terreno, como um terreno com bom potencial pode ser comprado para a posterior concepção de um projeto específico para ele. Na macrofase de incorporação são adotadas medidas de prevenção de riscos como a realização de ensaios para a verificação da condição geológica, análise da vegetação e das leis aplicáveis aos terrenos. Além disso, também nesta fase são esboçados cronogramas de longo prazo e pré-estabelecidas as equipes que trabalharão no projeto.

5.1.2. Macrofase 02 – Desenvolvimento do Projeto

Após ser feita a escolha do terreno e caráter do empreendimento, no segundo *gate* gerencial, é iniciada a fase de desenvolvimento do projeto, coordenada pela gerente de produto. Durante o estudo preliminar, ainda existe uma série de definições, como a área privativa dos apartamentos, quantidade de vagas para veículos, tipos de usos para áreas condominiais e tecnologias construtivas a serem adotadas. Muitas vezes, nesta fase o terreno ainda não foi comprado, pois pode haver incerteza acerca de informações geradas na macrofase anterior. É nesta fase também que são elaborados cronogramas e estabelecidas as atividades e responsabilidades dos envolvidos.

Após a definição da tipologia do empreendimento, que envolve a definição de questões como número de pavimentos, quantidade de apartamentos por andar e área construída aproximada, por exemplo, é autorizado, pela diretoria, o início da fase de anteprojeto, que inclui o desenvolvimento de plantas, cortes e fachadas. Neste momento, as gerentes dos projetos arquitetônicos, que gerenciam mais de um projeto, coordenam uma equipe que os desenvolve em profundidade fazendo definições mais precisas de dimensões dos compartimentos, esquadrias, configuração da fachada, usos dos espaços condominiais, atendimento efetivo da legislação e também iniciam a integração do projeto arquitetônico com os projetos complementares, terceirizados, a fim de já pré-dimensionar os espaços necessários para as instalações e estrutura.

Foi enfatizado pelos entrevistados, que, pelo fato do grupo de projetistas envolvidos nos projetos já trabalharem juntos há anos, existem práticas já consolidadas. Elas são manifestadas, por exemplo, nas formas de comunicação, troca de informações e nos tipos de soluções de projeto adotadas. Isto facilita as soluções de problemas e incompatibilidades, e traz melhorias para projetos futuros diante das lições aprendidas em conjunto.

O segundo *gate* gerencial da macrofase de desenvolvimento do projeto é o principal marco do processo de projeto. Após terem sido feitas todas as principais definições de questões funcionais, estéticas e financeiras, é realizada uma reunião com representantes de todas as áreas da empresa a fim de decidir se o projeto vai ser lançado no mercado, ou se ainda precisa de melhorias. Uma vez aprovado, além de passar para a fase de projeto executivo e detalhamentos, quando é consolidada a integração com os projetos complementares, é preparado o projeto legal, a ser aprovado pela prefeitura. Simultaneamente ao início do projeto legal, ocorre o processo de lançamento do empreendimento, envolvendo com intensidade a área de *marketing*.

5.1.3. Macrofase 03 – Obra

Uma vez que sejam encerrados os detalhamentos e o projeto esteja aprovado na prefeitura, a obra pode ser iniciada. Contudo, é comum que a preparação do canteiro de obras e a execução de fundações iniciem antes da finalização dos detalhamentos. Na fase de produção, o produto da construção civil possui algumas características intrínsecas: não é passível à produção em larga escala, tem longo ciclo de produção, forte fragmentação e heterogeneidade de fornecedores e clientes internos e há dificuldades em fazer prototipagens (FABRICIO, 2002). Para auxiliar no gerenciamento desta macrofase, existe um gerente e um setor específico para o planejamento de obra, responsáveis pela logística do canteiro, sequência de atividades e cronogramas. Este setor conta com o apoio de engenheiros e técnicos que trabalham na obra, os quais coletam informações, além de controlarem e fiscalizarem as atividades previstas.

5.1.4. Macrofase 04 – Entrega

A macrofase de encerramento do projeto ocorre ao longo das entregas dos apartamentos. Nessa fase, além de serem feitos os últimos ajustes nos acabamentos e encerramentos de contratos, é realizado o acompanhamento do uso, quando a empresa coleta informações sobre todo o andamento do projeto e registra as lições aprendidas para retroalimentar os próximos projetos. Com o mesmo intuito, após alguns meses é feita a avaliação pós-ocupação (APO) visando

identificar o nível de satisfação, e quais requisitos, que atendidos ou não, causaram maior impacto na opinião dos clientes finais.

5.2. Identificação de fases e práticas da gestão de projetos no processo de projeto

Com base na descrição das fases do processo de projeto, percebeu-se que os objetivos e saídas de cada fase são bem definidos, assim como a posição dos *gates* e as atribuições dos envolvidos. Por ser uma construtora de grande porte, com 9 setores e 12 projetos em andamento, percebeu-se a preocupação, mesmo que demonstradas de formas pontuais nas entrevistas, com todas as nove áreas de conhecimento citadas na bibliografia de gestão de projetos. A exemplo cita-se (i) a definição criteriosa do escopo do projeto com base nas pesquisas de mercado e interesses dos principais envolvidos (gestão do escopo), (ii) as análises de risco (gestão de riscos), (iii) o monitoramento dos prazos das atividades, por meio dos cronogramas e realização medições (gestão do tempo), (iv) o uso de *extranet* para troca de informações entre os envolvidos e controle sobre versões do projeto (gestão da comunicação), (v) registro dos erros de projetos através de relatórios e documentação das mudanças (gestão do escopo), (v) avaliação dos profissionais envolvidos (gestão de recursos humanos).

Estas iniciativas representam importantes contribuições, pois esclarecem informações importantes, possibilitam o controle sobre o andamento do projeto e favorecem o desenvolvimento do grupo de profissionais. O registro dos erros, lições e avaliações dos envolvidos ao longo do projeto são exemplos de fontes de aprendizado, as quais trazem benefícios a todos.

Ao longo das fases do projeto foram percebidas as características da gestão de projetos citadas por Keeling (2002) e Meredith e Mantel Jr. (2002) como desmembramento dos processos em atividades, foco nos objetivos, interdependências com atividades de rotina e medição dos processos (especialmente na obra). Destaca-se também a constatação da existência de duas fases de planejamento, e controle e execução, as quais, inclusive, são coordenadas por gerentes diferentes. Em relação a este aspecto, as entrevistadas defenderam que é comum que as fases de *design* do edifício sejam planejadas e executadas separadamente das fases de produção sob a justificativa de que envolvem capacitação, atividades e equipes diferentes. Além disso, o início das fases de *design* é separado do início da obra por aproximadamente oito meses. Contudo, há uma dificuldade associada a esta prática, pois a fragmentação do planejamento tende a criar lacunas na concepção do projeto, pois limitações de canteiro e dificuldades na obra podem interferir no *design*.

Outra característica que merece ser destacada é estrutura organizacional da empresa, a qual se assemelha à estrutura do tipo funcional proposta por Ulrich e Eppinger (2000). Existe um gerente geral de todos os projetos, a qual coordena os gerentes funcionais, que, por sua vez, são responsáveis por determinadas etapas e/ou funções dentro do projeto (Figura 6).

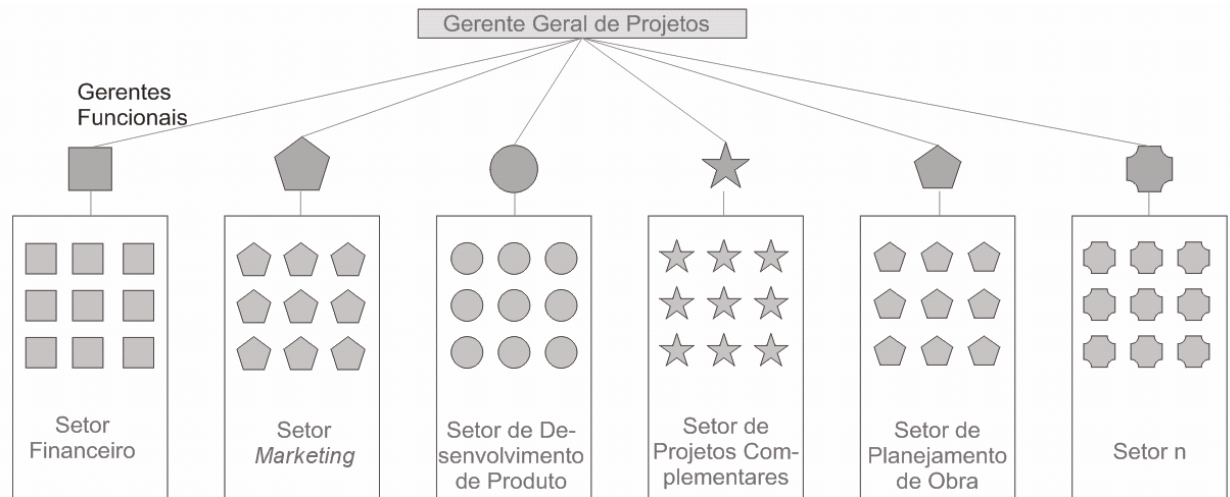


Figura 6 - Estrutura da empresa

Fonte: Adaptado de Ulrich e Eppinger (2000)

Esta estrutura não é considerada a mais favorável para a gestão de projetos, pois, o projeto não possuiu uma pessoa responsável por todo o seu desenvolvimento e é comum que neste formato existam dificuldades como falhas de comunicação e de registro de informações e pouca disseminação das lições aprendidas (ULRICH; EPPINGER, 2000). No entanto, a forte estrutura do processo de projeto, a ligação coesa entre os gerentes funcionais, o uso de tipologias e tecnologias construtivas já consolidadas, e a boa comunicação, por vezes informal, entre os envolvidos fazem com que, na prática, a estrutura funcional não seja tão rígida, superando algumas barreiras deste modelo. Este ponto, acrescido dos aproximados cinco anos de experiência conjunta do grupo de projetistas, emerge uma discussão acerca dos prós e contras das informalidades. Pelo que se viu na prática, a comunicação informal e algumas maneiras tácitas de conduzir a gestão do projeto podem funcionar adequadamente, se dentro desta informalidade existirem regras e entrosamento entre os envolvidos. Assim, é importante que as propostas de novas práticas, que pretendem superar problemas, sejam suficientemente flexíveis para que as informalidades benéficas de cada empresa sejam consideradas e, se conveniente, formalizadas.

5.3. Identificação das fases e práticas de GR no processo de projeto

O primeiro passo para a identificação das práticas de GR foi compreender quais eram os envolvidos no projeto para, em seguida, investigar como suas demandas e requisitos tendem a ser considerados no desenvolvimento dos projetos. A Figura 7 explicita alguns clientes identificados no estudo de caso, classificados de acordo com Whiteley (1992).

Categoria de Clientes		Exemplos de Requisitos
Internos	Diretoria	O edifício deve ter padrão de acabamento classe A.
	Departamento de <i>Marketing</i>	O empreendimento deve ter ampla área esportiva.
	Departamento de arquitetura	Os dormitórios devem ser ensolarados.
	Departamento de projetos complementares	As tubulações de gás devem passar em <i>shafts</i> isolados de outras instalações.
Intermediários	Projetistas de instalações	A área para o reservatório de água inferior deve ser suficiente para a realização da manutenção dos equipamentos.
	Projetistas de estrutura e fundações	Os pilares não devem interferir nas vagas.
	Equipes de obra (operários, engenheiros de obra, técnicos em edificações) terceirizadas	Os materiais de construção devem permanecer em locais protegidos da chuva.
	Imobiliárias	Os apartamentos devem ter um preço de venda abaixo de R\$400.000,00.
Final	Público alvo	O empreendimento deve ter ampla área de lazer.
	Sociedade em geral	As vegetação que interfere no espaço público deve ser mantida.

Figura 7 - Exemplos de clientes envolvidos nos projetos da empresa e exemplos de requisitos

Na Figura 7 percebe-se que os clientes podem emitir requisitos de diferentes níveis hierárquicos, visto que, enquanto alguns se referem a questões estratégicas do projeto, outros se referem a questões operacionais. Um requisito estratégico da diretoria, como o “o edifício deve ter padrão de acabamento classe A”, por exemplo, é amplo e acompanha o projeto desde a incorporação, devendo ser desdobrado ao longo das fases em requisitos mais específicos, que englobam itens como materiais, tecnologias construtivas, mão-de-obra, entre outros. Sua modificação provavelmente causa mais impacto em outros requisitos, e no projeto como um todo, do que se houver mudança em um requisito mais específico ou tardio, relacionado à escolha de um tipo de tinta, por exemplo.

Mesmo havendo algumas boas práticas como a retroalimentação pelo *feedback* de outros projetos, o registro de erros e a boa comunicação entre os projetistas, percebeu-se que a etapa de identificação é limitada. Um exemplo claro desta limitação é a existência de duas fases de planejamento (Figura 5). Esta dissociação dificulta a consideração de requisitos de obra (ligados à logística e à segurança do trabalho, por exemplo) durante o desenvolvimento do projeto.

Além disso, nas etapas de identificação deveria ser feita uma coleta de informações mais aprofundada junto aos envolvidos, e não somente com os clientes finais. Embora a maior prioridade dos requisitos dos clientes finais possa ser uma estratégia da empresa, os requisitos de clientes intermediários e internos devem ser melhor considerados. Estes clientes emitem requisitos fundamentais (como os técnicos, estéticos, funcionais e financeiros) que, por vezes, podem não ser percebidos pelo cliente final, mas são fundamentais para a satisfação do mesmo. Outro possível efeito da pouca consideração dos requisitos dos clientes internos e intermediários no início do processo é a ocorrência de retrabalhos e na insatisfação entre parceiros.

Em relação aos requisitos dos clientes internos, dos setores da empresa, foi diagnosticada a prioridade dos departamentos de *marketing* e financeiro, além da área de alta gerência, devido à ênfase nas entrevistas. O motivo é o de que eles têm requisitos mais ligados ao planejamento estratégico e questões voltadas à lucratividade dos empreendimentos.

Durante as entrevistas, também foi percebida pouca preocupação em tornar os requisitos claros e bem definidos, como sugerido por Bray (2002), Kotonya e Sommerville (2000), Young (2003), e tampouco uma forma de estabelecimento de ligações claras com as estratégias da empresa. De fato, os primeiros requisitos de um projeto devem ser provenientes da própria empresa e não de agentes externos. Eles devem estar claramente definidos por serem determinantes tanto à gestão de projetos, quanto à GR, pois norteiam a alta ou baixa prioridade dos demais requisitos e das atividades a seu atendimento.

Assim, as iniciativas de GR identificadas no estudo de caso são de pouca significância, se comparadas às possíveis melhorias. Os requisitos são identificados, analisados, priorizados e especificados tacitamente ao longo do projeto, não havendo método, ferramentas para o rastreamento, o controle da mudança ou a análise detalhada das relações entre eles e desdobramentos.

5.4. Relação entre as práticas de GR e as de gestão de projetos

Com base nas análises realizadas, foi possível identificar pontos positivos e negativos nos procedimentos adotados pela empresa tanto sob a ótica da GR, quanto da gestão de projetos. Alguns desses pontos são comuns a ambos os casos. O registro de mudanças e controle de versões, por exemplo, são práticas importantes para as duas abordagens, visto que são atividades básicas da GR, que contribuem para a gestão do escopo, qualidade e do tempo. Já do ponto de vista negativo, a falta de um método para identificação de requisitos de todos os cli-

entes é um problema que pode, da mesma forma, trazer dificuldades às duas abordagens: se por um lado compromete todo o processo de GR, devido à incompleta coleta de requisitos, por outro interfere em pontos críticos da gestão de projetos, entre eles uma determinação acertada do escopo.

As atividades da GR, em geral, podem trazer vantagens à gestão do projeto devido à atualização contínua dos requisitos do projeto. Uma vez que controla e rastreia os requisitos, a GR age como um apoio ao permitir que todos os envolvidos tenham uma visão clara acerca das relações e das decisões. Neste sentido, atua como uma aliada na gestão da integração.

Contudo, como algumas atividades da GR são semelhantes a outras já tradicionais da gestão de projetos, como a identificação de requisitos a partir de demandas, o registro e detalhamento dos requisitos, a análise das mudanças de projeto para não perder o foco no escopo, se não houver uma ação integrada entre as abordagens, é possível que ocorra uma repetição de atividades nos dois processos. Esta repetição potencializa o desperdício de tempo, conflitos entre informações e, conseqüentemente, erros e retrabalhos. Portanto, a integração efetiva da GR à gestão do projeto, através da unificação de documentos, bases de dados, capacitação dos profissionais, por exemplo, é essencial para evitar estes riscos.

Com a realização das entrevistas pode-se também entender como as fases da GR se conectam com as fases do projeto. Neste aspecto, verificou-se que a GR pode ser realizada ciclicamente ao longo do projeto, conforme proposto por Sommerville (2007) na Figura 3. Os requisitos percorrem as etapas da GR ao longo das fases do processo de projeto, e, conseqüentemente, das fases da gestão de projetos também. Para ilustrar esta análise, foi elaborada a Figura 8. Ao final de cada ciclo deve ser emitido um documento com requisitos atualizados, com suas prioridades e especificações, para a ciência de todos os envolvidos.

Para realizar uma boa GR também é recomendável que os requisitos sejam classificados de acordo com a origem e fase onde deve ser considerado (analisado, priorizado, especificado e validado). A classificação de requisitos, que ocorre na etapa de análise e priorização, é uma dificuldade eminente, para a qual ainda precisam ser desenvolvidos métodos e ferramentas de apoio. A adequada análise contribui para a escolha de requisitos mais importantes e para a tomada de decisão frente a situações de conflitos. A elaboração de planilhas, matrizes ou até mesmo estruturas gráficas que possam facilitar o rastreamento, a visualização dos desdobramentos e ligações entre requisitos são possíveis alternativas.

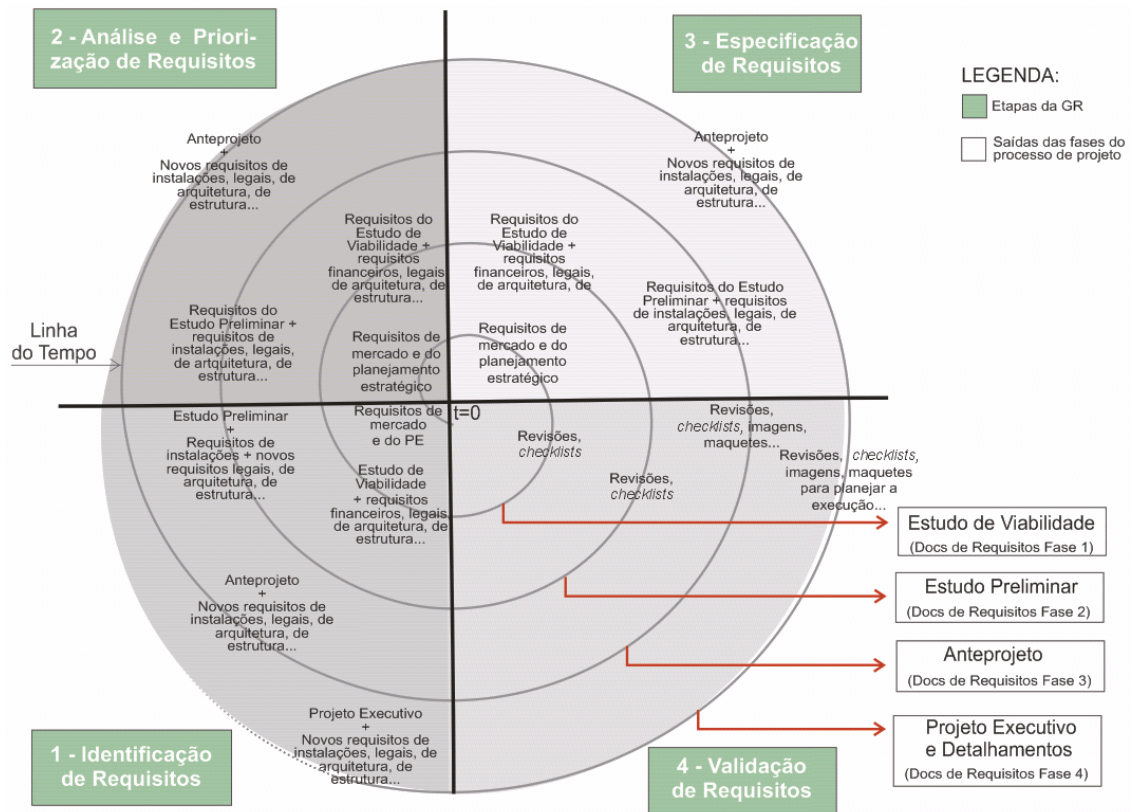


Figura 8 - Relação das etapas da GR com as fases do processo de projeto

Diante destes resultados, entende-se que a GR pode atuar como uma abordagem que supre algumas deficiências da gestão de projetos, tendo em vista o cenário de desenvolvimento de projetos de ambientes construídos. Os benefícios oferecidos pela GR não atendem plenamente as nove áreas de conhecimento existentes (gestão do escopo, tempo, custos, comunicação, riscos, recursos humanos, aquisições, qualidade e integração), mas podem trazer importantes contribuições. Por exemplo:

- Alinhamento os requisitos dos clientes aos da empresa (gestão do escopo);
- Controle as mudanças e prevenção de retrabalhos (gestão do tempo, custos, qualidade);
- Melhorias para a comunicação entre os envolvidos (gestão da comunicação, tempo, riscos).

Deve-se ainda salientar que as quatro etapas do ciclo da GR são importantes para que a mesma seja efetiva. Porém, a primeira etapa, identificação, é fundamental na prevenção de retrabalhos, mudanças de escopo e de todos os efeitos destes dois problemas. Esta observação é especialmente importante nos primeiros ciclos, durante a iniciação do projeto, quando devem ser definidos os requisitos estratégicos, que atuam como norteadores dos demais.

Com este estudo também foi evidenciada a importância de haver um processo de projeto estruturado para a realização das atividades da GR. Esta premissa é fundamental, pois uma vez que existe um processo de projeto organizado e claro para todos os envolvidos, a GR pode ser mais eficiente. Tal estruturação consiste na organização clara e documentada das fases do processo de projeto, e a identificação das principais atividades, envolvidos, entradas e saídas de cada uma delas.

6. Conclusões

Na comparação do objetivo desta pesquisa frente ao que se viu na prática, percebeu-se que a colocação da GR como um processo de apoio à gestão de projetos pode trazer benefícios, pois seus objetivos se complementam. A GR acontece em um projeto, mesmo que de forma desorganizada e tácita, pois os requisitos precisam existir para que o projeto seja concebido. Assim, a iniciativa de gerenciá-los e controlar suas mudanças pode trazer bons resultados para as empresas que desenvolvem projetos de edificações.

Concluiu-se também que uma adequada estruturação do processo de projeto é uma premissa para a GR, pois esta abordagem necessita de um ambiente bem preparado para que seja efetiva. Ainda, percebeu-se a relevância da etapa de identificação, uma vez que define as informações de entrada do projeto, ou seja, determina quais requisitos entrarão no espiral e serão transformados em um produto final.

Por fim, observou-se que, de fato, a GR é uma disciplina ainda pouco explorada tanto na teoria quanto na prática. A falta de conhecimento sobre o tema, identificada no estudo de caso, pode ser reflexo da falta de propostas de diretrizes e boas práticas de GR dinâmicas, que possibilitem o acompanhamento dos requisitos ao longo do processo de projeto. Como sugestão de trabalhos futuros, é recomendado que as atividades das etapas da GR sejam mais bem detalhadas e reveladas em um ambiente real, e que a integração proposta na Figura 8 seja desdobrada e aprofundada.

Referências

ATKINSON, R.; CRAWFORD, L. e WARD, S. Fundamental uncertainties in project and scope of project management. **International Journal of Project Management**. v.24, p. 687-698, 2006.

BARRET, P.S; STANLEY, C.A. **Better construction briefing**. Blackwell Science ISBN 0-632-05102-7, 1999.

- BRAY, I.K. **An Introduction to Requirements Engineering**. Pearson Education Limited. UK. 2002.
- FABRÍCIO, M. M. **Projeto simultâneo na construção de edifícios**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil e Urbana). Escola Politécnica, USP, São Paulo, 2002.
- GUSMÃO, I. F.; CÂNDIDO, A. P.; HERMENEGILDO, J. L. S. **A Gestão De Projetos Nas Organizações: O Gerente De Projetos Como Pessoa-Chave**. Disponível em <http://npdeweb.cefetsc.edu.br/conteudos/upload/artigo/15101818082006.pdf>. Acesso em 05 dez 2009.
- HUOVILA, P. **Organisation&Management**. Technical Research Centre of Finland, VTT, 2005.
- KAMARA, J. M.; ANUMBA, C. J.; EVBUOMWAN, N. F. **Capturing Client Requirements in Construction Projects**; American Society of Civil Engineers; Thomas Telford Ltd. 2002
- KEELING, R. **Gestão de Projetos: uma abordagem global**. São Paulo: Saraiva, 2002.
- KERZNER, H. **Gestão de Projetos. As melhores Práticas**. Porto Alegre: Bookman, 2002.
- KOTONYA, G.; SOMMERVILLE, I. **Requirements engineering: process and techniques**. Chichester: John Wiley & Sons, 2000.
- LI, H.; LU, W.; HUANG, T. Rethinking project management and exploring virtual design and construction as a potential solution. **Construction Management and Economics**. Volume 27, Issue 4, 2009.
- MARX, A.M. **Proposta de Método de GR para o Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). PPGEP, UFRGS. 2009.
- MELHADO, S.B... Ed. Coordenação de projetos de edificações. Escola Politécnica da USP. São Paulo: O Nome da Rosa, 2005.
- MEREDITH, J. R.; MANTEL JR., S.J. **Project management: a managerial approach**. 5.ed. New York: John Wiley & Sons, 2002.
- MIRON, L. I. G. **Proposta de Diretrizes para o Gerenciamento dos Requisitos do Cliente em Empreendimentos da Construção**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). NORIE, UFRGS, 2002.
- MIRON, L. I. G. **Gerenciamento de Requisitos dos Clientes de Empreendimentos Habitacionais de Interesse Social: Proposta para o Programa Integrado Entrada da Cidade em Porto Alegre – RS**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). NORIE, UFRGS, 2008.
- MÜLLER, C. J. **Modelo de Gestão Integrando Planejamento Estratégico, Sistemas de Avaliação de Desempenho e Gerenciamento de Processos (MEIO – Modelo de Estratégia, Indicadores e Operações)**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) PPGEP, UFRGS, 2003.
- PARVIAINEN, P.; TIHINEN, M.; VAN SOLINGEN, R. Requirements engineering: dealing with the complexity of Sociotechnical Systems Development. In: MATÉ, J. L.; SILVA, A. **Requirements engineering for socio-technical systems**. Hershey: Information Science Publishing, 2005. cap. 2.
- PATAH, L. A.; CARVALHO, M. M. Estruturas de gerenciamento de projetos e competências em equipes de projetos. In: XXII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Curitiba, 2002. **Anais...** Porto Alegre: ABEPRO, p. 1-8, 2002.
- PEKTAS, S.T.; PULTAR M. Modelling detailed information flows in building design with the parameter-based design structure matrix. **Design Studies**. Londres, v.27, 122, 2006.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE (PMI) - **Um Guia do Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos** (Guia PMBOK®). 3 Ed. Project Management Institute, 14 Campus Boulevard, Newtown Square, PA EUA. 2004.

ROMANO, F.V. **Modelo de Referência para o Gerenciamento do Processo de Projeto na Construção Civil**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). PPGEP, UFSC. 2003.

SHEN, Q.; LI H.; CHUNG, J.; HUI, P. A framework for identification and representation of client requirements in briefing process. **Construction management and economics**, v. 22, 2004.

SOMMERVILLE, I. **Engenharia de Software**. Perason Addison-Wesley: São Paulo, 2007.

SUN, M. et al. **Managing Changes in Construction Project**. UWE, Bristol, 2005. Disponível em <http://www.built-environment.uwe.ac.uk/research/cprc/publications/mcd.pdf>. Acesso: 14 nov 2009.

TURNER, J.R. Evolution of project management research as evidenced by papers published in the International Journal of Project Management. **International Journal of Project Management**. 28 (2010) 1–6. 2010.

TZORTZOPOULOS, P. **Contribuições para o desenvolvimento de um modelo do processo de projeto de edificações em empresas construtoras incorporadoras de pequeno porte**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). NORIE, UFRGS, 1999.

TZORTZOPOULOS, P. **The design and implementation of product development process models in construction companies**. Tese (Engenharia Civil). University of Salford, Salford, UK, 2004

ULRICH, K.T; EPPINGER S.D. **Product and Design Development**. 2 ed. Irwin McGraw-Hill, 2000

WARD, S; CHAPMAN, C. Stakeholders and uncertainty management in projects. **Construction Management and Economics**. Volume 26, Issue 6, 2008.

WHITELEY, R.C. **A Empresa Totalmente Voltada para o Cliente**. Tradução de Ivo Korytowski. Rio de Janeiro: Campus; São Paulo: Publifolha, 1999.

WIEGERS, K.E. **Software Requirements**. 2 Ed. Microsoft Press, 2003.

YOUNG, R. **The requirements engineering handbook**. Norwood: Artech House, 2003. Disponível em <http://site.ebrary.com/lib/ufrgs/docDetail.action?docID=10081936>. Acesso em: 10 jun. 2009.

CAPÍTULO III – ARTIGO 02

DIRETRIZES PARA A GESTÃO DE REQUISITOS NO PROCESSO DE PROJETO COM ENFOQUE NOS REQUISITOS AMBIENTAIS

Diretrizes para a gestão de requisitos no processo de projeto com enfoque nos requisitos ambientais

Camila Pegoraro

Tarcísio Abreu Saurin, Dr.

Istefani Carísio de Paula, Dr^a.

PPGEP – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

E-mail: camila_pegoraro@yahoo.com.br, saurin@ufrgs.br, istefani@producao.ufrgs.br

Resumo

Devido a fatores como o longo tempo de desenvolvimento e a elevada quantidade de clientes envolvidos, existem algumas dificuldades para realizar a gestão dos requisitos dos diversos clientes do processo de projeto de edifícios. Na busca por alternativas para solucionar tais dificuldades, esta pesquisa explora conceitos e práticas de Gestão de Requisitos (GR) provenientes de outras áreas, em especial da engenharia de *software*. O objetivo é propor diretrizes para a GR do processo de projeto, as quais trazem influências de sua aplicação aos requisitos ambientais de um estudo de caso. Os principais resultados indicaram que (i) as diretrizes podem contribuir na gestão sistemática dos requisitos no processo de projeto, (ii) que existem boas práticas de GR associadas às diferentes fases do processo de projeto e que, (iii) embora as diretrizes sejam genéricas e aplicáveis a qualquer tipo de requisito, há particularidades intrínsecas a serem consideradas na gestão de cada um destes tipos.

Palavras-chave: gestão de requisitos, processo de projeto, construção civil, requisitos ambientais

1. Introdução

As dificuldades gerenciais encontradas no processo de projeto, tais como a coordenação entre os interesses dos diversos intervenientes, o planejamento das atividades e o controle sobre os prazos, têm sido objeto de diversos estudos. Como exemplos de ações para implementação de melhorias, podem ser citadas a introdução de princípios e práticas de produção enxuta (KOSKELA, 1992; EVBUOMWAN e ANUMBA, 1998) e a proposta de modelos e ferramentas para a gestão do processo de projeto (AUSTIN et al., 2000; ROMANO, 2003). Contudo, embora as ações propostas tenham impacto em todo o ciclo de vida da edificação, ainda não existem mecanismos consolidados em termos teóricos e empíricos que permitam analisar e controlar os ciclos que as informações percorrem ao longo das fases dos projetos (PEKTAS e PULTAR, 2006). De fato, há carência de instrumentos que reconheçam a natureza evolutiva das informações ao longo de seu processo de desenvolvimento.

Dentre estas informações estão os requisitos dos clientes, que durante o desenvolvimento dos projetos passam por inevitáveis mudanças, devido a fatores como os longos prazos e a elevada quantidade de clientes (SUN et al., 2005). Por pretender controlar tais mudanças, a gestão de requisitos (GR) é um ponto chave para o sucesso do projeto, pois o atendimento aos requisitos dos clientes está diretamente ligado à geração de valor (HUOVILA, 2005). Contudo, os estudos que abordam a GR na construção civil (KAMARA; ANUMBA e EVBUOMWAN, 2002; SHEN et al., 2004; HUOVILA, 2005, por exemplo) possuem lacunas como (i) a excessiva generalização das boas práticas, ao pouco detalhá-las em relação a determinadas fases do processo de projeto ou tipo de requisitos, e (ii) a consideração da GR como um processo pouco dinâmico, que não acompanha a evolução e as mudanças dos requisitos ao longo do projeto.

Por outro lado, a área de engenharia de *software* oferece alternativas conceituais e metodológicas para que a natureza dinâmica da GR seja considerada nos projetos. Segundo autores como Bray (2002), Young (2003), Wiegers, (2003) e Sommerville (2007), todos enfocando a GR na área de *softwares*, a GR é uma abordagem que busca identificar, analisar, priorizar, especificar e validar requisitos, além de controlar as suas mudanças. A GR têm sido amplamente estudada e aplicada por pesquisadores desta área, apresentando assim conceitos e práticas mais maduros do que na construção. Apesar de os *softwares* serem produtos significativamente diferentes de edifícios (por exemplo, eles têm menor tempo de desenvolvimento, menor quantidade de clientes e maior facilidade de prototipagem), há entre eles uma característica comum e importante sob a perspectiva dos requisitos: ambos são exemplos de produtos

únicos (portanto com conjuntos de requisitos também únicos), desenvolvidos sob determinadas circunstâncias e para determinados clientes.

Como continuação de uma pesquisa desenvolvida por Marx (2009), a qual sugere a organização sistemática dos requisitos ao longo das fases do processo de desenvolvimento de produtos (PDP) manufaturados, os autores deste trabalho realizaram um estudo exploratório com o objetivo de investigar a possibilidade de integração das práticas de GR da engenharia de *software* ao processo de projeto da construção civil (PEGORARO et al., 2009²). Os resultados indicaram que, mediante uma maior investigação e adaptação, as práticas de GR poderiam trazer melhorias à gestão do processo de projeto ao permitir o acompanhamento sistemático dos requisitos. No entanto, considerando a grande quantidade de requisitos envolvidos no desenvolvimento de projetos de ambientes construídos, essa investigação foi limitada a um determinado grupo, a fim de possibilitar um estudo mais aprofundado. Assim, foram escolhidos os requisitos ambientais, devido a dois motivos: (i) as crescentes demandas ambientais sobre a construção civil, setor que causa consideráveis impactos no meio ambiente (OTHMAN, 2009); (ii) as dificuldades peculiares encontradas no gerenciamento dos requisitos ambientais, tais como alinhá-los aos objetivos das empresas e gerenciar suas incompatibilidades com os demais tipos de requisitos (MOTTA e AGUILAR, 2009).

O objetivo deste artigo é apresentar diretrizes para gerenciar requisitos no processo de projeto da construção civil, considerando a necessidade de lidar com a natureza evolutiva dos mesmos e enfatizando as particularidades dos requisitos ambientais. As diretrizes foram desenvolvidas a partir de uma revisão bibliográfica sobre GR, gestão do processo de projeto e requisitos ambientais envolvidos no projeto de edifícios, tendo sido refinadas por meio de um estudo de caso em que foram aplicadas (PEGORARO; SAURIN e PAULA, 2009³). Em particular, este artigo também pretende trazer contribuições em termos de identificar (i) as condições de estruturação do processo de projeto desejáveis para realizar a gestão dos requisitos ambientais (GRA), (ii) as etapas e atividades de GR mais relevantes, sob o ponto de vista conceitual, (iii) e as características da empresa, do projeto e dos requisitos que podem facilitar ou dificultar a realização da GRA. Ainda, apesar de as diretrizes terem sido aprimoradas durante um estudo de caso, os resultados de tal aplicação não são discutidos neste artigo. Este é um artigo conceitual, voltado para a apresentação das diretrizes e seu embasamento teórico.

² Versão preliminar do Artigo 1 da dissertação, publicada no XXIX ENEGEP, Salvador - BA, 2009.

³ Versão preliminar do Artigo 3 da dissertação, publicada no I SBQP, São Carlos - SP, 2009.

2. Gestão de requisitos (GR)

2.1. Considerações gerais

Nos estudos da construção civil, e nas empresas, usa-se também o termo *briefing* (KAMARA; ANUMBA e EVBUOMWAN, 2002) para referir-se à GR. Tradicionalmente o *brief* é um documento elaborado na iniciação do projeto, cuja função é indicar que características os clientes, e predominantemente o usuário final, esperam do produto. Tais características são atendidas através dos requisitos, os quais devem ser acompanhados e controlados durante todo o processo de projeto devido às mudanças (HUOVILA, 2005). Neste artigo, o termo clientes é adotado para denominar todos os envolvidos no projeto.

A GR é vista nesta pesquisa como uma alternativa para superar os problemas ligados à identificação, organização e controle das mudanças dos requisitos de um projeto. De acordo com autores da engenharia de *software* (SOMMERVILLE, 2007; BRAY, 2002; WIEGERS, 2003), é uma abordagem que possibilita a melhor captação e entendimento dos requisitos de projeto, além de manter a concordância entre o consumidor, a equipe de desenvolvimento e todos os demais clientes frente às mudanças. Este controle contribui na manutenção do foco do projeto e na geração de valor (SOMMERVILLE, 2007).

Para estudar a GR é preciso ter claras as definições e diferenças entre três termos: demandas, requisitos e soluções de projeto. Demandas são as necessidades, desejos e restrições emitidas pelos clientes. É através das demandas que as empresas podem fazer definições quanto às características do projeto. Autores como Clausing (1994) sugerem que as demandas sejam tratadas (esclarecidas, selecionadas, agrupadas) antes de serem consideradas em um projeto. Um exemplo de demanda pra o projeto de um edifício pode ser: isolar o ambiente interno do calor do ambiente externo.

Os requisitos são funcionalidades que o produto, ou o serviço, deve ter para satisfazer demandas ou para alcançar objetivos emitidos pelos clientes, qualificáveis por condições mensuráveis e limitadas por restrições (PARVIAINEN; TIHINEN e VAN SOLINGEN, 2005). São transcrições técnicas das demandas. Um exemplo de requisito pode ser: a laje de cobertura do edifício deve possuir um bom isolamento térmico. Destaca-se que a estrutura frasal deste exemplo, utilizando o verbo “dever”, é uma orientação dada por diversos autores, como Kotonya e Sommerville (2000), por ser um formato que esclarece quem deve fazer o que.

Já as soluções de projeto são soluções funcionais (BRAY, 2002) que implicam na decisão sobre como o requisito será atendido. Um exemplo de solução de projeto pode ser: a laje de cobertura do edifício deve receber cobertura vegetal (telhado verde). Observa-se que uma vez adquirida a solução de um requisito, ela tende a gerar novos requisitos mais específicos.

Uma demanda pode precisar de mais de um requisito para ser atendida, da mesma forma que um requisito pode ter mais de uma solução de projeto (MARX, 2009). A importância em dissociar estes termos para realizar a GR deve-se ao fato de que o requisito indica “o que” o produto deve fazer para atender às demandas, enquanto a solução de projeto define “como” o requisito pode ser resolvido (BRAY, 2002).

2.2. Classificação dos requisitos

Neste trabalho serão utilizadas duas classificações para os requisitos: quanto à origem e quanto à função. A origem está relacionada aos clientes que emitem requisitos para um determinado projeto. Neste trabalho será utilizada a classificação proposta por Whiteley (1992) que classifica os tipos de clientes em finais, internos e intermediários. Os clientes finais, no caso de uma edificação são os usuários finais: proprietários, moradores e, até mesmo, a sociedade, devido ao impacto no meio ambiente e intervenção no espaço público. Os clientes internos são as pessoas ou equipes internas da empresa que promove o projeto, como por exemplo gerentes e analistas de uma construtora. Já os clientes intermediários são pessoas ou empresas externas que atuam no projeto, mas não fazem parte da empresa que o está promovendo, como arquitetos e engenheiros terceirizados, fornecedores e imobiliárias. A definição quanto ao grupo a que pertence um requisito é importante por determinar algumas características, como a alta ou baixa prioridade do requisito.

Quanto à função, os requisitos são classificados em funcionais e não-funcionais (BRAY, 2002; YOUNG, 2003; SOMMERVILLE, 2007). Os requisitos funcionais são aqueles que expressam claramente as funcionalidades que o produto deve desempenhar (YOUNG, 2003). Já os requisitos não-funcionais especificam propriedades do produto como um todo (PARVI-AINEN; TIHINEN; VAN SOLINGEN, 2005; YOUNG, 2003), como segurança e conforto. São orientações gerais, por vezes restritivas, que guiam o projeto e podem sacrificar requisitos funcionais (KOTONYA e SOMMERVILLE, 2000). Esta diferenciação é importante para a organização e consideração dos requisitos: requisitos funcionais tendem a estar ligados a questões operacionais e atividades específicas; requisitos não-funcionais tendem a ser estratégicos, os quais (i) são definidos pela diretoria e alta gerência, (ii) atuam como orientações de

atendimento a longo prazo, (iii) destinam-se a todos os colaboradores da empresa, se forem de planejamento estratégico, ou do projeto, se forem da fase de plano do projeto.

2.3. Etapas da gestão de requisitos

Sob a ótica dos autores da engenharia de *software* (BRAY, 2002; WIEGERS, 2003; SOMMERVILLE, 2007), mesmo com algumas diferenças, a GR possui quatro etapas: identificação, análise e priorização, especificação e validação. Segundo Sommerville (2007), tais etapas⁴ repetem-se ciclicamente durante as fases do projeto. Pegoraro et al. (2009) estudaram a relação das etapas da GR com as fases do processo de projeto e concluíram que esta é uma associação válida, que pode trazer vantagens como a possibilidade de acompanhamento da evolução dos requisitos. A Figura 1 representa a integração das etapas da GR com as fases do processo de projeto, a qual foi uma das bases para a proposta de diretrizes deste artigo.

A etapa de identificação consiste na execução de atividades de coleta e organização de informações dos clientes acerca do projeto (BRAY, 2002; SHEN et al., 2004; SOMMERVILLE, 2007). É necessário que todos os clientes sejam considerados para o completo entendimento sobre o que deve ser desenvolvido (SHEN et al., 2004). Alguns mecanismos para realizar o levantamento de informações que possam gerar requisitos são entrevistas, questionários, *brainstorming*, análise documental, *workshops*, observação e análise conjunta (BRAY, 2002). Bray (2002) e Sommerville (2007), alertam que o levantamento e compreensão dos requisitos dos clientes nas fases iniciais do projeto podem enfrentar algumas dificuldades, entre elas: alguns clientes ainda não sabem exatamente o que precisam, problemas de comunicação, omissão de informações consideradas óbvias, contradições, limitações do projeto mal definidas. Essas dificuldades ressaltam a importância de uma coleta de dados criteriosa e de um adequado rastreamento dos requisitos, que possibilite a busca da origem das informações (WIEGERS, 2003). Bray (2002) observa que nos primeiros ciclos é importante que exista um esforço na investigação do porquê da existência do projeto, através da identificação dos requisitos da própria empresa, ligados ao seu planejamento estratégico (PE). Estes requisitos servem de orientação na gestão dos requisitos do projeto.

⁴ Neste artigo a palavra “etapa” será relacionada às etapas da GR, enquanto a palavra “fase” será relacionada às fases do projeto. A convenção serve para facilitar a compreensão do texto.

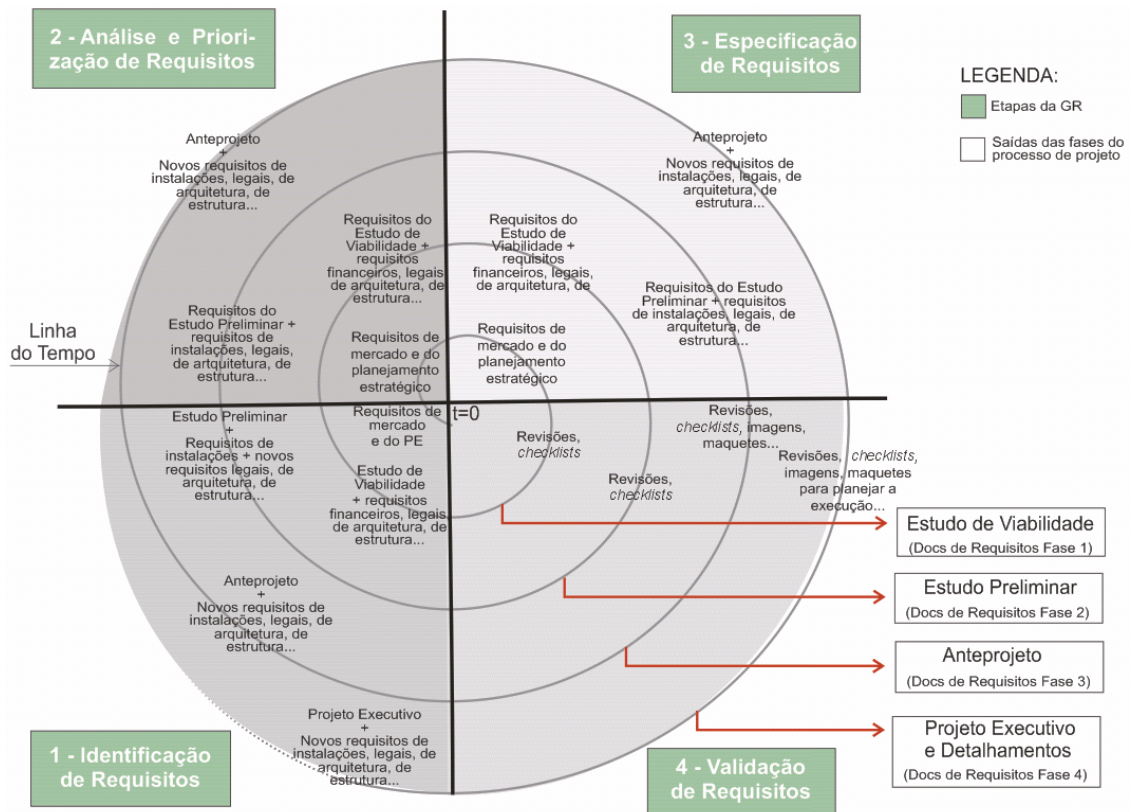


Figura 1 - Relação das etapas da GR com as fases do processo de projeto.

Fonte: Adaptado de Pegoraro et al. (2009)

A etapa de análise e priorização envolve a avaliação, organização e negociação dos requisitos (SOMMERVILLE, 2007). É comum que durante esta etapa sejam encontradas divergências e conflitos de interesse (KAMARA; ANUMBA e EVBUOMWAN, 2002; BRAY, 2002; WIEGERS, 2003; SHEN et al., 2004; SOMMERVILLE, 2007), especialmente em projetos com muitos clientes, como é o caso dos de edificações. Cada cliente tem seus próprios requisitos e é necessário, através da análise de *trade-offs*, encontrar um conjunto que possa resultar em um produto final com maior valor agregado (HUOVILA, 2005). Para que estes problemas sejam controlados, alguns autores (SHEN et al. 2004) estimulam a adoção de práticas da gestão de *stakeholders* em paralelo à GR.

Durante a etapa de especificação, os requisitos devem ser convertidos em um comportamento, deve-se encontrar uma solução funcional para os mesmos (BRAY, 2002). Esta etapa é importante por englobar decisões (SOMMERVILLE, 2007) e exige a análise de *trade-offs*, pois as soluções de projeto também podem ter conflitos entre si. Assim como os requisitos, a inclusão de soluções de projeto deve estar em acordo com os interesses dos clientes, e não devem ser definidas prematuramente (MARX, 2009).

A última etapa, validação, existe porque e é necessário haver testes sobre os requisitos durante o desenvolvimento de projeto para que problemas não cheguem a fases mais avançadas, quando ele está sendo finalizado (BRAY, 2002). Está relacionada à descoberta de problemas com os requisitos e suas soluções de projeto, em tempo de corrigi-los evitando prejuízos e retrabalhos (SOMMERVILLE, 2007). Algumas das formas de realizar a validação são a prototipagem, revisões com *checklists* e testes (SOMMERVILLE, 2007). Requisitos consistentes devem ser testáveis (KOTONYA e SOMMERVILLE, 2000; YOUNG, 2003) e esta é uma das eminentes dificuldades da construção civil, visto que seu produto é único. Protótipos de edificações próximos à escala real, ou execução de testes, são possibilidades geralmente inviáveis.

2.4. Método para a gestão de requisitos de produtos sustentáveis de Marx (2009)

O método de GR de Marx (2009) foi desenvolvido para a realização das etapas iniciais da GR (identificação e análise de requisitos) e está voltado para o desenvolvimento de produtos sustentáveis manufaturados. Foi desenvolvido sob os conceitos de GR da engenharia de *software* e testado sobre um PDP hipotético de uma empresa também hipotética. Apesar de estar direcionado a uma área diversa da construção civil, será utilizado como referência nesta pesquisa por três motivos: (i) apresenta uma proposta consistente e sistemática para a identificação e organização dos requisitos, (ii) considera requisitos ambientais, uma vez que aborda a sustentabilidade no PDP e (iii) propõe o desdobramento dos requisitos desde o PE, viabilizando o alinhamento dos requisitos do projeto às estratégias das empresas.

O método de Marx (2009) possui 3 etapas. A primeira é uma etapa preparatória, na qual os objetivos do negócio, identificados a partir do PE da empresa, devem ser desdobrados em objetivos de sustentabilidade (sociais, econômicos e ambientais). A segunda consiste na transcrição dos objetivos de sustentabilidade em requisitos, com o intuito de preparar a base para organizar os requisitos que tendem a surgir nas fases seguintes do PDP. A terceira etapa apresenta as atividades para identificação e análise de requisitos a serem desenvolvidas ao longo das fases do PDP. Esta última é a etapa mais relevante do método de Marx (2009), enquanto referência na proposta das atividades para a GR no processo de projeto.

Para realizar tal etapa, Marx (2009) sugere boas práticas para o (i) levantamento de informações acerca do projeto, (ii) tratamento e documentação das informações coletadas, (iii) verificação das características de qualidade dos requisitos adquiridos, (iv) a estruturação gráfica dos requisitos do projeto.

Para o levantamento de informações Marx (2009, p. 141) sugere a utilização entrevistas, questionários, *workshops* e pesquisas de mercado, por exemplo. A autora recomenda que as informações coletadas sejam tratadas de acordo com orientações de autores como Creveling, Slutsky e Antis (2003) e Young (2003). Tais autores definem procedimentos para tratar demandas e requisitos, respectivamente, no sentido de dispor informações claras e precisas para o projeto. Estas informações devem ser documentadas em planilhas, a exemplo da Figura 2, as quais facilitam a organização, a análise e permitem o rastreamento das mesmas até sua origem (MARX, 2009)

Data	Número	Responsável	Setor	Documento/ Fonte	Localização do documento	Conteúdo	Relevância	Interpretação	Caráter PEST+AL	Riscos/ Restrições	Stakeholder	Necessidades/ Demandas	Flexibilidade	Pendências	Setores interessados

Figura 2 – Planilha de entrada de informações

Fonte: Marx (2009, p. 81)

Uma vez que as demandas dos clientes tenham sido documentadas, as mesmas devem ser convertidas em requisitos. Em seguida, Marx (2009) recomenda que os mesmos sejam verificados segundo algumas características de qualidade, compiladas a partir da revisão de autores como Kotonya e Sommerville (2000) e Young (2003). Segundo estes autores, requisitos devem ser necessários, inteligíveis, exequíveis, exatos, completos, testáveis, rastreáveis, alocados, exclusivos e não-prematuros.

Por fim, estando os requisitos do projeto verificados, Marx (2009) propõe a estruturação gráfica dos mesmos no formato da Figura 3, a partir do desdobramento das estratégias da empresa. Esta estruturação proporciona visibilidade aos envolvidos acerca das relações entre requisitos e do alinhamento dos mesmos aos objetivos estratégicos da empresa. O método de Marx (2009) revela-se adequado para realizar a GR no processo de projeto devido à forma estruturada com que prescreve passos e atividades, as quais são adaptáveis ao contexto desta pesquisa. Contudo, foram necessárias adequações para sua replicação, pois Marx (2009) desenvolveu a pesquisa para a indústria de manufatura, englobou somente as fases de identificação e análise de requisitos e aborda o desenvolvimento de produtos sustentáveis, nas três dimensões (social, ambiental e econômica). Já as diretrizes propostas são voltadas para o desenvolvimen-

to de projetos de edificações, engloba as quatro fases da GR, e está focado somente nos requisitos da dimensão ambiental, os quais estão descritos a seguir.

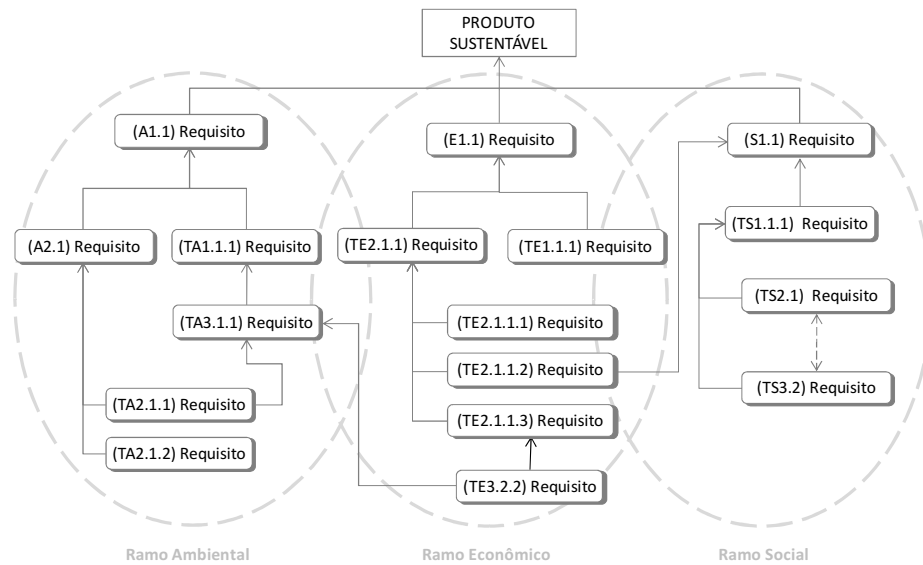


Figura 3 – Exemplo de estruturação dos requisitos de um produto sustentável

Fonte: Marx (2009)

2.5. Requisitos ambientais para projetos de edificações

O setor da construção civil tem o suporte de uma extensa cadeia de suprimentos, cujas atividades resultam em um elevado consumo de materiais e energia, na geração de poluição e resíduos, e na intensa ocupação do solo. Por consequência, a ação desta cadeia faz da construção civil um dos setores industriais que mais provoca impactos negativos no meio ambiente (*Conseil International du Bâtiment - CIB, 2008; OTHMAN, 2009*).

Em resposta a estes impactos, o subsetor de edificações tem-se visto diante de novas demandas provenientes de normas de cumprimento obrigatório (por exemplo, Resolução CONAMA nº307, 2002) e não obrigatório (por exemplo, NBR ISO 14001, 2004), clientes finais (KEHL, 2008), além de sistemas de avaliação e certificação ambiental de edifícios, tendo destaque no Brasil o *Leadership in Energy and Environment Design (LEED®)*. No país, ainda destaca-se a iniciativa de grupos como o Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS) e a Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura (AsBEA), os quais têm disseminado, mesmo que de formas generalizadas, a adoção de algumas práticas ambientalmente corretas no desenvolvimento de edifícios, tais como: aproveitamento das condições naturais dos locais de

intervenção, adoção de baixas taxas de ocupação, promoção baixo impacto na paisagem e no clima do entorno, utilização matérias-primas eco-eficientes, entre outras.

No meio científico também existem uma série de estudos sobre questões ambientais ligadas às edificações, tratando de assuntos como a eficiência energética (PAN, YIN e HUANG, 2008), escolha e reaproveitamento de materiais (THORMARK, 2006), e ocupação e uso do solo (DOBBELSTEEN e WILDE, 2004). Com o intuito de sintetizar algumas destas sugestões, Pegoraro; Saurin e Paula (2009) investigaram reconhecidos sistemas de avaliação ambiental de edifícios (LEED®, *Haute Qualité Environnementale* - HQE, *Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency* – CASBEE e o Índice de Sustentabilidade de Edificações do Centro Nacional de Tecnologias Limpas – CNTL) e propuseram uma lista com as recomendações ambientais encontradas, as quais podem contribuir na escolha de requisitos ambientais a serem atendidos (Figura 4 e Apêndice A da dissertação).

	Sistema de Origem	Recomendações de requisitos ambientais a serem atendidos no projeto de edifícios	LEGENDA: A = LEED B = HQE C = CNTL D = CASBEE
Nº	Fontes: LEED®, CNTL, HQE, CASBEE		
01	A, B, C	Os impactos negativos na vizinhança do empreendimento devem ser evitados (população, trânsito, infraestrutura).	
02	A	O terreno do empreendimento deve estar em uma gleba previamente urbanizada.	
	A	O terreno não deve conter mais que 25% de solos excelentes, solos únicos, ou solos com qualidade significativa, identificado por agência de preservação de recursos naturais.	
03	B, C	O empreendimento deve utilizar oportunidades oferecidas não só pelo terreno, mas também pela localidade, contribuindo para a organização e trazendo benefícios para a parcela urbana.	
04	B	O empreendimento deve contribuir com a organização da parcela para criar uma condição de vida agradável.	

Figura 4 - Extrato da lista recomendações de requisitos ambientais

Fonte: Pegoraro, Saurin e Paula (2009)

Contudo, embora existam diversas iniciativas e informações disponíveis, poucos estudos têm se dedicado a oferecer soluções para as empresas superarem as dificuldades no gerenciamento dos requisitos ambientais. Além de estes requisitos serem, por vezes, legalmente obrigatórios, os mesmos podem ter conflitos com outras categorias de requisitos e exigem capacitação das equipes envolvidas no projeto para serem compreendidos e executados adequadamente (PEGORARO; SAURIN e PAULA, 2009). Assim, empresas que desenvolvem projetos precisam adaptar não somente seus produtos, mas também seus processos e estratégias a este novo paradigma (MOTTA e AGUILAR, 2009). Como uma evolução do modelo comumente utilizado para a inserção da sustentabilidade no processo de projeto, o horizontal (Figura 5a), Motta e Aguilár (2009) sugerem o modelo vertical (Figura 5b) como uma base conceitual para a exis-

tência de um ambiente mais propício para integração sistemática dos conceitos de sustentabilidade.

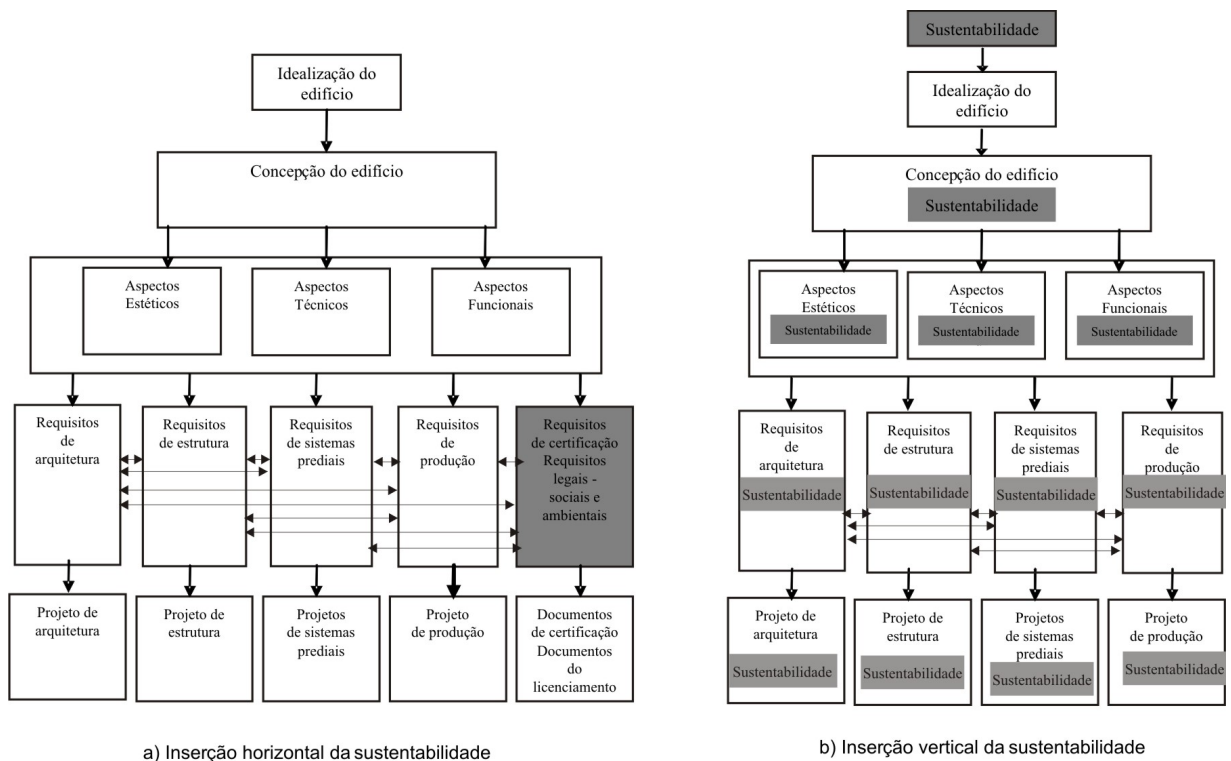


Figura 5 – Modelos de inserção da sustentabilidade no processo de projeto

Fonte: Adaptado de Motta e Aguilar (2009)

Os autores (MOTTA e AGUILAR, 2009) assumem que a plena utilização do modelo vertical ainda exige estudos e ações colaborativas entre o meio científico e as empresas. Neste sentido, entende-se que alguns conceitos e práticas da GR podem contribuir com soluções para a adequada integração dos requisitos ambientais.

3. Método de pesquisa

A Figura 6 apresenta a sequência de passos adotada para desenvolver pesquisa.

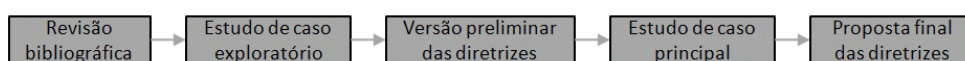


Figura 6 – Delineamento da pesquisa

As diretrizes propostas foram desenvolvidas a partir da revisão bibliográfica sobre três temas: gestão do processo de projeto, GR (áreas da construção civil, engenharia de *software* e engenharia de produção) e requisitos ambientais a serem considerados no processo de projeto de edificações. A revisão contribui para a (i) identificação das lacunas das propostas de GR já

existentes na área da construção civil, (ii) identificação de conceitos de GR originados em outras áreas e que poderiam ser úteis no contexto da construção civil, e (iii) identificação de requisitos ambientais envolvidos no processo de projeto de edifícios, enfatizando as dificuldades para seu gerenciamento.

O segundo passo foi a realização de um estudo de caso exploratório (PEGORARO et al., 2009), com o intuito de investigar a possibilidade de integração das práticas da GR da engenharia de *software* ao processo de projeto de edificações. Os resultados apontaram os condicionantes, vantagens e desvantagens para tal integração, além de uma forma de associação das etapas da GR com as fases do processo de projeto, ilustrada pela Figura 1.

A partir dos resultados adquiridos, o terceiro passo foi o desenvolvimento de uma versão preliminar das diretrizes. Nesta etapa também foram entrevistados dois especialistas em GR (um acadêmico da área da engenharia de produção e um profissional da área da engenharia de *software*) e três profissionais que trabalham com a gestão do processo de projeto de edificações, os quais contribuíram na identificação das dificuldades e facilidades da GR em suas áreas de atuação. A versão preliminar incluiu a definição de premissas para aplicação da GR, a proposta de atividades a serem desenvolvidas ao longo das fases do projeto, bem como um conjunto de boas práticas associadas a tais atividades. Além disso, as diretrizes enfatizaram as particularidades dos requisitos ambientais, tendo em vista delimitar o escopo das mesmas e permitir o aprofundamento conceitual. De fato, o pressuposto adotado foi de que, embora existam diretrizes genéricas aplicáveis a qualquer tipo de requisito (ambientais, técnicos, estéticos, por exemplo), há particularidades intrínsecas na gestão de cada tipo.

Tais diretrizes foram aplicadas em um segundo estudo de caso, o qual permitiu a investigação da aplicação das mesmas em um contexto real para seu refinamento. O objeto do estudo de caso foi o projeto urbanístico de um condomínio para casas de alto padrão, localizado no município de Eldorado do Sul, na região metropolitana de Porto Alegre. O projeto está sendo desenvolvido em conjunto por uma empresa porto-alegrense e outra paulista. A aplicação das diretrizes no estudo de caso exigiu a realização de 15 entrevistas semi-estruturadas com diferentes profissionais ligados ao projeto (diretor de engenharia da construtora, gerente do projeto, 1 coordenador, 2 gerentes funcionais e 3 especialistas) acrescidas pelos dados de uma extensa análise documental, a qual envolveu o exame de plantas e documentos do licenciamento ambiental, que possuía 600 páginas. O estudo de caso decorreu ao longo de quatro meses e proporcionou importantes contribuições ao (i) indicar indícios da utilidade e facilidade de uso

das diretrizes, (iii) indicar a sequência mais adequada para a realização das atividades propostas, (iv) indicar exemplos de boas práticas para a execução de tais atividades em diferentes fases do projeto, (v) indicar exemplos de particularidades da GRA em relação à GR. A partir dos resultados do estudo de caso principal, foi feita a formatação final as diretrizes.

4. Diretrizes propostas

A principal justificativa para a proposta das diretrizes a seguir é a carência de meios para a gestão sistemática dos requisitos no processo de projeto. Na tentativa de suprir tais carências, buscou-se adaptar algumas práticas de outros setores, em especial da engenharia de *software* (etapas e atividades da GR, e classificação dos requisitos, por exemplo) ao contexto da construção civil. Além disso, alguns critérios foram norteadores da concepção das diretrizes. Entre eles estão a não vinculação a modelos específicos de processo de projeto, o foco sobre os requisitos ambientais, a possibilidade de executar as atividades ciclicamente ao longo das fases do processo de projeto e a consideração de todas as etapas do ciclo da GR (Figura 1), muito embora as etapas de identificação e análise e priorização tenham sido mais detalhadas do que as demais.

As diretrizes são constituídas por quatro premissas, sendo duas delas voltadas aos requisitos ambientais, e nove atividades associadas a boas práticas. Pelo que se observou nos estudos de caso e também na revisão bibliográfica, as responsabilidades sobre a verificação do cumprimento das premissas e execução das atividades da GR estão relacionadas ao tipo e porte do projeto. Sugere-se que a pessoa, ou equipe, responsável pela gestão do processo de projeto também seja a responsável pela GR. Contudo, em atividades que envolvem a análise de *trade-offs*, detalhamentos (atribuição de indicadores e valores-alvo, por exemplo), priorização e especificação dos requisitos deve-se contar com o apoio dos especialistas envolvidos (arquitetos, engenheiros, técnicos, fornecedores, por exemplo). É importante que a definição dos responsáveis pela GR seja realizada no início do projeto, e que os mesmos sejam capacitados devido ao pouco conhecimento sobre os conceitos e práticas de GR no meio profissional, identificado durante os dois estudos de caso.

Como as diretrizes foram refinadas ao longo de sua aplicação sobre os requisitos ambientais do empreendimento do segundo estudo de caso, ao longo da descrição das mesmas, nas próximas seções, serão ressaltados alguns aspectos específicos da GRA.

4.1. Premissas para realizar a GR

O primeiro passo para realizar uma adequada GR consiste no atendimento de algumas premissas. A primeira delas é a existência de um PE que forneça orientações gerais, mas suficientemente significativas para nortear a gestão de todos os tipos de requisitos do projeto. Pressupondo uma situação de desenvolvimento sustentável, por exemplo, deve haver orientações para as questões econômicas, sociais e ambientais. A exemplo das etapas iniciais do método de Marx (2009), os objetivos estratégicos econômicos, sociais e ambientais devem ser transcritos no formato de requisitos estratégicos. Estes requisitos, normalmente não-funcionais, atuam como orientadores e servem como base para a escolha e organização dos requisitos dos projetos. O objetivo estratégico ambiental de uma empresa, por exemplo, pode ser desenvolver projetos que gerem baixo impacto ambiental.

A segunda premissa é a existência de uma adequada estruturação do processo de projeto. Esta premissa é fundamental na medida em que torna o processo de projeto visível para todos os clientes e prepara o ambiente para receber as atividades da GR. Para a verificação de seu atendimento deve ser observada a existência da organização clara e documentada das fases do processo de projeto, com a identificação das principais atividades, envolvidos, entradas e saídas de cada uma delas, conforme exemplo da Figura 7.

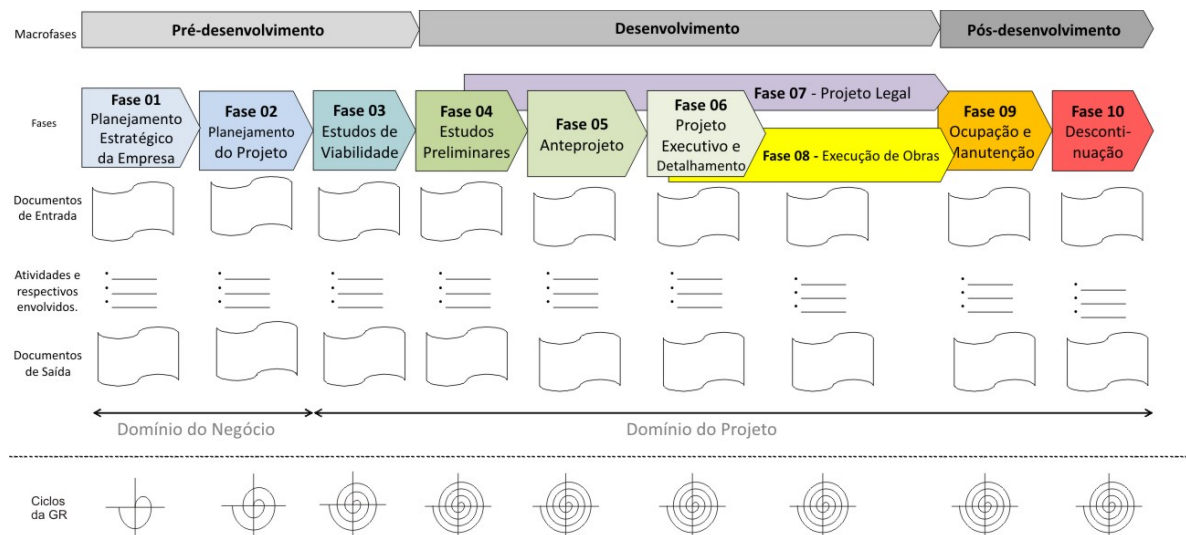


Figura 7 – Exemplo representação gráfica do processo de projeto e sua relação com os ciclos da GR
Fonte: Elaborado pela autora (2010)

A definição destes itens auxilia na realização das atividades e na escolha das melhores práticas de GR. Sem o conhecimento dos clientes envolvidos nas fases, por exemplo, a identificação dos requisitos tende a ser incompleta e também inconsistente, pois do tipo e quantidade de clientes envolvidos depende a escolha das fontes de coleta de dados. Ainda, é importante que

o processo de projeto inclua as fases do domínio do negócio, as quais estão ligadas às estratégias da empresa. É a partir delas que surgem os primeiros requisitos, os estratégicos, que atuam como orientações no desenvolvimento do projeto.

Cada empresa possui um processo de projeto com características particulares, como o tempo de duração, número de fases, nomes das fases, tipos de documentos de entrada e saída, entre outras. Para formalizar o processo de projeto, uma boa prática é a utilização de modelos de referências, tais como aqueles propostos por Tzortzopoulos (1999), Souza e Silva (2003), Fabrício (2002) e Romano (2003). Além disso, uma vez que a estrutura tenha sido formalizada, o uso da mesma deve ser continuamente monitorado ao longo do projeto, pois é possível que ocorram mudanças.

No âmbito ambiental, destacam-se também outras duas premissas, identificadas durante o estudo de caso: o comprometimento da alta direção e a conscientização das partes envolvidas. Estas premissas também servem para outros tipos requisitos, contudo quando trata-se de requisitos resultantes de pressões externas ou que podem não agregar valor ao produto sob o ponto de vista do cliente final, é preciso que exista um engajamento interno da empresa em atendê-los. Como exemplos estão os requisitos ambientais e de segurança do trabalho. Assim, caso exista o intuito de considerar tais requisitos em um projeto, é importante que as orientações a respeito sejam disseminadas a partir da diretoria. Desta forma, todos os envolvidos podem mais facilmente ser atingidos e conscientizados, com o intuito de criar um ambiente colaborativo e engajado no alcance das metas ambientais. A realização e capacitações periódicas e a disseminação contínua das metas ambientais são práticas recomendadas.

4.2. Atividades e boas práticas de GR

Cada uma das etapas da GR, destacadas na Figura 1, possui algumas atividades (Figura 8) que devem ser ciclicamente executadas ao longo das fases do processo de projeto (Figura 7). A seguir cada uma delas é descrita, sendo ressaltados alguns aspectos específicos sobre sua execução em determinadas fases. Apesar de as atividades da GR terem sempre a mesma função, pode haver variações quanto ao uso de ferramentas, fontes de evidência e boas práticas, pois as fases do processo de projeto possuem características diferentes, como número de clientes envolvidos e tipo de requisitos. Em função da delimitação em pesquisar somente os requisitos ambientais serão destacadas algumas particularidades específicas para a GRA.

Atividades da GR	
Etapa 01 - Identificação de requisitos	Coleta de informações
	Documentação e tratamento das informações levantadas
	Transformação das informações coletadas em requisitos
Etapa 02 - Análise e Priorização de requisitos	Documentação e detalhamento dos requisitos a serem considerados.
	Verificação da qualidade dos requisitos.
	Estruturação gráfica dos requisitos e análise de conflitos e dependências.
	Priorização dos requisitos.
Etapa 03 – Especificação de requisitos	Definição de soluções de projeto para os requisitos.
Etapa 04 – Validação de requisitos	Revisões e testes dos requisitos.

Figura 8 - Atividades da GR nas fases do processo de projeto

Fonte: Elaborado pela autora (2010)

4.2.1. Coleta de informações

Pressupondo que as premissas para a GR tenham sido atendidas, deve-se buscar informações sobre o projeto através da abordagem dos clientes identificados. Durante a coleta de informações devem ser questionadas as necessidades, desejos, expectativas e restrições dos clientes sobre o projeto.

As definições do escopo e das fontes da coleta de dados de cada fase são boas práticas recomendadas. Caso o escopo da coleta de dados esteja sobre as questões legais envolvidas, por exemplo, é importante que uma das fontes de dados seja a legislação aplicável ao projeto. As coletas podem ser feitas a partir de diversas fontes de dados, mas devido aos diferentes objetivos, tipos de clientes, documentos de entrada e saída de cada fase, existem fontes mais adequadas para cada uma delas. Nas fases do domínio do negócio, por exemplo, é importante que as informações sejam identificadas a partir da análise de documentos do PE, entrevistas com a diretoria e alta gerência da empresa. Já em fases mais avançadas, como a de projeto executivo, é fundamental que sejam consultados os clientes intermediários (especialistas, fornecedores, por exemplo), pois eles estão mais envolvidos com a etapa de construção.

A matriz da Figura 9 apresenta uma lista de exemplos de fontes de dados que podem ser utilizadas ao longo das fases do processo de projeto. Esta matriz pode ser contribuir no planejamento dos levantamentos e ser preenchida com informações como (i) quais clientes devem fazer parte da amostra, (ii) o que será investigado (questões ambientais, econômicas, estéticas, funcionais, legais, por exemplo), (iii) e especificações das fontes dados (que tipos de documentos devem ser investigados durante a análise documental, por exemplo). Sugere-se a utilização de mais de uma fonte de dados por fase, para ser possível a triangulação.

Fontes de dados	Fases do processo de projeto								
	Planejamento estratégico	Plano do Projeto	Estudos de Viabilidade	Estudos Preliminares	Anteprojeto	Projeto executivo e detalhamentos	Obra	Uso e manutenção	Descontinuação
Análise Documental									
Análise do ciclo de vida									
Dados de Avaliações pós-ocupação (APO)									
<i>Benchmarking</i>									
<i>Brainstorming</i>									
Entrevistas									
Etnografia									
Grupos focados									
Legislação									
Observação direta									
Pesquisa de mercado									
Questionários									
Normas (Ex: certificações)									
<i>Workshops/Reuniões</i>									
Outros:									

Figura 9 – Exemplos de fontes de dados para a coleta de informações durante o processo de projeto

Fonte: Elaborado pela autora (2010)

É importante que esta atividade também seja desenvolvida nas fases do pós-desenvolvimento, através da análise pós-ocupação (APO) e da avaliação dos projetistas e demais envolvidos no projeto. As informações identificadas nesta macrofase são importantes na retroalimentação de outros projetos e também podem ser considerados durante a manutenção da edificação.

Considerando a dimensão ambiental da sustentabilidade, é importante que sejam consultadas as normas e leis aplicáveis a cada projeto, levando em consideração a localização do terreno e tipo de atividades a serem desenvolvidas. Caso a empresa deseje obter uma certificação ambiental para o empreendimento, o sistema a ser adotado deve ser consultado desde as fases do domínio do negócio. Cada sistema possui diferentes abrangências, indicadores e valores de referência, e seu atendimento pode impactar no alcance de metas da empresa e do projeto se seus efeitos não forem previamente avaliados.

Outra particularidade do levantamento de informações da dimensão ambiental é relativa à capacitação da equipe para realizá-la. Para poder identificar tais informações, é necessário que os responsáveis pela atividade tenham uma visão esclarecida sobre a variedade de impactos ambientais que a construção pode causar ao longo do seu ciclo de vida. Durante o estudo de caso, por exemplo, a utilização da lista de recomendações de requisitos ambientais de Pegora-

ro; Saurin e Paula (2009) auxiliou os entrevistados a perceberem alguns requisitos ambientais que estavam sendo atendidos no projeto em questão, mas eram despercebidos. Com esta experiência conclui-se que a manutenção de uma banco de requisitos para consulta é uma boa prática na execução desta atividade, independentemente de tratar-se de requisitos ambientais.

4.2.2. Documentação e tratamento das informações

Durante o levantamento de dados podem ser encontradas informações em diferentes formatos: demandas, requisitos ou soluções de projeto. Na medida em que os dados são coletados, tais informações devem ser documentadas e organizadas. Para isto, sugere-se a utilização de uma planilha de entrada de informações, baseada no método de Marx (2009) e ilustrada na Figura 10. Uma vantagem importante da utilização da planilha é a viabilidade de rastreamento da origem das informações.

Planilha de Entrada									
Projeto: Empreendimento A Versão: A			Data: 15/09/2009			Responsável: Gerente 1			
Nº do Doc.	Data	Quem identificou	Conteúdo Relevante	Cientes solicitantes	Demandas Identificadas	Requisitos	Soluções de Projeto	Restrições ou riscos	Observações
01	10	23/7/09	Gerente 01	A nossa ideia é trazer muito do visual da vegetação para dentro do empreendimento, então, por exemplo, nas praças, a ideia é tentar recriar o mesmo ambiente que eu tenho entorno.	Paisagista	Reproduzir, através do plantio de vegetação em praças e áreas verdes comuns, o ambiente natural da região.	10.1 As espécies vegetais das áreas comuns devem ser nativos. 10.2 As espécies vegetais das áreas comuns devem ter porte similar às existentes no entorno.	S10.1 As espécies vegetais devem ser as constantes no Doc. 21 do projeto.	Os jardins e praças podem ser menos ornamentais do que o usuário final espera.
02	06	28/7/09	Gerente 02	Nós só transplantamos as árvores de preservação obrigatória em última instância.	Diretoria	Transplantar árvores de preservação obrigatória somente em última instância.	06.1 As árvores de preservação obrigatória devem ser transplantadas somente em última instância.	S06.1 O traçado das ruas e divisão dos lotes deve considerar a manutenção de tais espécies.	Ruas e lotes com traçados irregulares, conflitos com instalações subterrâneas.
03									

Figura 10 – Exemplo de preenchimento da Planilha de entrada

Fonte: Adaptado de Marx (2009, p. 81)

-Nº do documento de origem: todos os documentos do projeto devem ser listados e codificados. Estes documentos podem ser textos, figuras, plantas, planilhas, atas, entre outros;

-Data: data em que a demanda foi identificada;

-Conteúdo relevante: contém a parte do documento na qual consta o conteúdo relevante para o projeto. Este campo é importante por registrar o conteúdo original do documento, e permitir que, em caso de dúvidas, a informação possa ser revista. Ainda, outra pessoa pode identificar uma informação diferente a partir do mesmo conteúdo e complementar as colunas das demandas, requisitos e soluções de projeto.

-Clientes solicitantes: clientes que emitiram a informação;

-Demandas: descrição das demandas identificadas;

-Requisitos: descrição dos requisitos identificados;

-Soluções de projeto: descrição das soluções de projeto identificadas;

-Restrições ou riscos: no caso de a demanda, requisito ou solução de projeto identificados restrinjam outrem, ou tragam algum tipo de risco para o projeto;

Uma vez organizadas e classificadas, as informações devem ser tratadas. Autores como Clausing (1994) e Creveling; Slutsky e Antis (2003) sugerem que as mesmas sejam esclarecidas textualmente, selecionadas e agrupadas por similaridade. Quando houver demandas ou requisitos muito similares, derivados de diferentes documentos ou a partir de diferentes envolvidos, por exemplo, elas podem ser agrupadas em apenas uma para evitar a geração de requisitos replicados (MARX, 2009). Durante este procedimento devem ser tomados cuidados como a sinalização do código de todos os documentos-fonte das demandas agrupadas junto ao texto da demanda resultante. Esta prática garante o rastreamento até todas as origens da informação, caso haja necessidade de revisar o conteúdo original ou encontrar os clientes relacionados a ela.

4.2.3. Transformação das informações coletadas em requisitos

O próximo passo é a transcrição das demandas e soluções de projeto, identificadas nas atividades anteriores, no formato de requisitos, utilizando ainda a planilha da Figura 10. Conforme foi discutido no item 2.1 deste artigo, para encontrar os requisitos a partir de uma demanda, deve-se identificar qual a funcionalidade (ou funcionalidades) que o produto deve ter para atendê-la. Por outro lado, caso os clientes emitam soluções de projeto, é necessário extrair os requisitos nelas embutidos. Se o cliente, por exemplo, deseja que o aquecimento da água do edifício seja feito através da energia solar (solução de projeto), pode ser que o seu requisito seja que o aquecimento da água seja feito por uma energia limpa e renovável. Neste caso, a solução de projeto deve permanecer atrelada ao requisito, pois ela pode ser importante para o cliente. Contudo, é possível que soluções de projeto sejam alteradas ou desconsideradas ao longo do projeto, por motivos financeiros, estéticos, entre outros. Assim, a identificação do requisito é importante para que ele não seja perdido junto com a alteração ou descarte da solução de projeto.

Nas das fases de pré-desenvolvimento os requisitos identificados tendem a ser não-funcionais, emitindo orientações gerais sobre o projeto. Contudo, é possível que requisitos funcionais, destinados a fases mais tardias (por exemplo, no canteiro de obras devem ser utilizadas lâm-

padas eficientes energeticamente) também sejam identificados em fases iniciais do projeto, por serem resultado de *feedbacks* de outros empreendimentos ou, simplesmente, por terem sido lembrados. Quando requisitos surgirem prematuramente, não precisam ser considerados de imediato, na fase em que foram identificados. No entanto, ele deve ficar registrado na planilha até o momento oportuno para o seu detalhamento e especificação, a ser definido pelo gerente, ou pelo especialista responsável por seu atendimento.

Já nas fases do domínio do projeto, espera-se que surjam requisitos funcionais devido ao maior detalhamento do projeto. Estes requisitos podem surgir de clientes externos, como órgãos regulamentadores do governo ou clientes finais, ou também de clientes internos, como resultado da interação entre os diversos especialistas que concebem o projeto. Quanto a este aspecto, a boa comunicação entre os envolvidos, favorecida por ferramentas como a *extranet*, e a realização de reuniões multidisciplinares periódicas são exemplos de boas práticas.

A transformação das informações coletadas em requisitos é a última atividade da primeira etapa da GR, a qual é importante por fornecer requisitos atualizados para o projeto, tendo grande importância para a geração de valor.

4.2.4. Documentação e detalhamento dos requisitos

A primeira atividade da etapa de análise e priorização consiste na documentação dos requisitos em uma planilha específica para serem detalhados conforme (Figura 11). Durante esta atividade, ocorrem os primeiros *trade-offs*, pois alguns requisitos identificados podem ser desconsiderados por estarem fora do escopo do projeto. Quando desconsiderados, os requisitos devem ser mantidos somente na planilha de entrada (Figura 10).

Documento de requisitos													
Projeto: Empreendimento A		Versão: A		Data: 12/09/9009				Responsável pela atualização: Gerente 1					
Cód.	Solução antecedente	Requisitos	Soluções	Responsáveis	Fase em que surgiu	Fase em que deve ser inicialmente considerado	Depende de	Conflito com	Indicador	Valor-meta	Observações	Peso	Flexibilidade
11.1	-	A descaracterização da topografia original do terreno deve ser evitada.	S11.1 O terreno deve ter uma morfologia adequada para a implantação do terreno.	Todos	PEN	PP	08.4	-	m ³ movimentados	menos de 100m ³ (menor-é-melhor)	-		
06.3	-	Devem ser previstos mecanismos para o adequado tratamento do esgoto doméstico gerado pelo condomínio, de acordo com os condicionantes locais.	S06.3 Deve ser prevista uma estação de tratamento para o esgoto doméstico gerado no condomínio.	engenheiro hidrossanitário, arquiteto-urbanista.	PEN	EV	-	06.4	% tratada em relação ao esgoto gerado.	mais de 70% (maior-é-melhor)	-		

Figura 11 – Documento de Requisitos

Fonte: Adaptado de Marx (2009)

Durante detalhamento, é desejável que sejam explicitadas as seguintes informações:

- Código: o número anterior ao ponto representa o código do documento de origem do requisito. O posterior, o número do requisito.
- Solução precedente: caso o requisito seja originário da solução de projeto de um requisito mais geral. Esta indicação é fundamental para o rastreamento da origem do requisito.
- Soluções: este campo somente é preenchido na etapa de especificação. Contém a solução, ou soluções, funcionais para o requisito, devendo ser acompanhada do código do requisito precedido da letra S.
- Responsáveis: responsáveis pelo atendimento do requisito.
- Fase em que surgiu: fase do processo de projeto na qual o requisito foi identificado.
- Fase em que deve ser inicialmente considerado: fase do processo de projeto na qual os requisitos identificados prematuramente devem ser inicialmente considerados.
- Relações de conflito e dependência entre requisitos: nestes campos devem ser colocados os códigos dos requisitos com os quais existe algum tipo de conflito ou dependência. Estas relações devem ser revisadas durante a atividade de estruturação gráfica dos requisitos, quando as relações se tornam visualmente explícitas.
- Indicador: requisitos devem ser mensuráveis, portanto deve estar atrelados a indicadores.
- Valor-alvo: meta a ser atingida, apontada pelo indicador. Requisitos provenientes de leis ou exigidos por sistemas de certificação, por exemplo, comumente já possuem indicadores e valores-alvo associados.
- Peso do requisito: vide atividade de priorização dos requisitos (seção 4.2.7 do artigo).
- Flexibilidade: vide atividade de priorização dos requisitos (seção 4.2.7 do artigo).

4.2.5. Verificação das características de qualidade dos requisitos

Consiste na verificação das características de qualidade dos requisitos. Propõe-se que essa análise seja realizada com base no *checklist* desenvolvido por Marx (2009), a partir da revisão de autores como Kotonya e Sommerville (2000) e Young (2003), apresentado na Figura 12. O resultado desta atividade é a obtenção de “bons” requisitos (SOMMERVILLE, 2007; YOUNG, 2003) para o projeto. O ideal é que todos os requisitos atendam a todos os itens do

checklist, contudo, é possível encontrar dificuldades para atingir esta situação. Requisitos não-funcionais, por exemplo, são ainda orientações gerais e, portanto, de difícil avaliação quanto a sua exequibilidade e formas de verificação. Nestes casos, pode-se aguardar o desdobramento dos requisitos que não atenderam a todos os itens do *checklist* em outros mais específicos, durante as próximas fases, para verificar as características faltantes.

Este requisito...	
é necessário?	Se o produto pode suprir as demandas sem este requisito, ele não é necessário e pode ser descartado.
é inteligível?	Se os leitores não compreendem o que o requisito significa, ele deve ser reescrito.
é exequível?	Se este requisito não pode ser implementado dentro do prazo e orçamento, ele não é viável e deve ser descartado ou analisado mais atentamente.
é testável/verificável?	Se a implementação deste requisito não puder ser verificada por meio de um teste, deve ser definida outra forma de verificação.
é rastreável?	Se a fonte deste requisito e sua localização não forem rastreáveis, o requisito deve ser revisado.
está alocado?	Se este requisito não estiver ancorado a algum componente do sistema-produto (qualidade, materiais, tecnologia, etc.), ele não é necessário e pode ser descartado.
é exclusivo?	Não devem haver requisitos duplicados, repetidos.
é prematuro?	Se este requisito impuser uma solução de projeto prematura, ele deve ser revisado ou reservado para consideração em fases mais tardias.

Figura 12 – Checklist das características de qualidade dos requisitos.

Fonte: Adaptado de Marx (2009)

A verificação das características de qualidade pode ser feita pelo responsável, ou responsáveis, pela GR no processo de projeto. No entanto, é pertinente a participação dos especialistas envolvidos no atendimento dos requisitos (engenheiros, arquitetos, fornecedores, por exemplo).

4.2.6. Estruturação gráfica dos requisitos

A estruturação gráfica é uma atividade importante por oferecer aos envolvidos visibilidade sobre a evolução e sobre as relações entre os requisitos. A Figura 13 apresenta um exemplo de estruturação, englobando, no entanto, somente a dimensão ambiental de um projeto. A partir do objetivo principal da empresa, os requisitos ambientais identificados devem ser desdobrados, partindo dos requisitos mais gerais, resultantes das orientações estratégicas da empresa, até os mais específicos. Para facilitar esta atividade podem-se questionar repetidamente as perguntas “como o requisito X pode ser atendido?” e “por que o requisito Y existe?”. Na Figura 13, por exemplo, o requisito #2 é atendido pelos requisitos #5, #6 e #7. Já o requisito #5 existe porque os requisitos #1 e #2 precisam ser desdobrados. Estas perguntas ajudam a esclarecer a relação de desdobramento, expressado pelas setas, cujo sentido indica o porquê da existência dos requisitos: atingir objetivos do projeto, que por sua vez atendem aos objetivos da empresa.

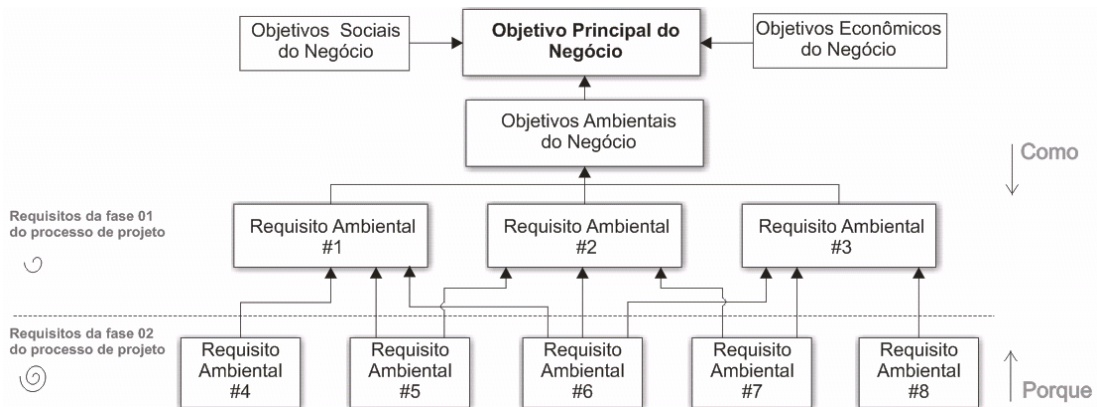


Figura 13 – Exemplo de estruturação dos requisitos ambientais das fases domínio do negócio

Fonte: Elaborado pela autora (2010)

Nesta estrutura também podem ser assinaladas situações de conflitos, com setas com linha diferenciada. Contudo, nos requisitos dos ciclos iniciais, caso da Figura 13, não é desejável que existam conflitos, pois eles são requisitos estratégicos. A ocorrência disso é um indicativo de que os requisitos ou, em segunda instância, as estratégias devem ser revisados.

Ao surgirem os primeiros requisitos funcionais, surgem também as soluções de projeto. Como foi visto no item 2.1 deste artigo, soluções de projeto tendem a gerar requisitos mais específicos do que os que lhe deram origem. Por exemplo, se um requisito de um empreendimento for a necessidade de adequado tratamento do esgoto doméstico dentro do próprio empreendimento, a solução pode ser a construção de um estação de tratamento. Esta decisão, por sua vez, gera requisitos mais específicos, atrelados a ela. Portanto, assim que os requisitos tiverem suas soluções definidas (atividade 4.2.8), as mesmas devem ser inseridas na estruturação gráfica, em caixas de texto diferenciadas, para que os próximos requisitos, mais específicos, possam ser ancorados na estrutura.

A cada fase do projeto, novos requisitos e soluções surgem, são eliminados ou alterados, e a atualização da estrutura gráfica permite a visualização desta dinâmica. As principais contribuições práticas desta visibilidade são: (i) a percepção sobre como os requisitos estratégicos estão sendo atendidos, (ii) a possibilidade de sinalização de situações de conflito e dependência entre requisitos e, conseqüentemente, (iii) a melhor visualização dos impactos que a mudança em um requisito tem sobre os demais. A manutenção de versões da estrutura ao longo da evolução do projeto é uma prática importante, pois serve como *backup* e é uma fonte de evidência para avaliação do projeto.

4.2.7. Priorização dos requisitos

Dois métodos diferentes são sugeridos para realizar a atividade de priorização de requisitos devido às diferenças entre os requisitos estratégicos, das fases do domínio do negócio, e os requisitos das fases do domínio do projeto. Para as fases do domínio do negócio é sugerido o *Analytic Hierarchy Process* (AHP) e para as do domínio do projeto, uma priorização mais simples conforme descrito a seguir.

▪ Fases do domínio do negócio

Durante a realização desta atividade no estudo de caso, percebeu-se a dificuldade dos entrevistados em discernir a importância relativa dos requisitos estratégicos. Por serem estabelecidos pela diretoria, emitirem orientações gerais ao projeto (requisitos não-funcionais) e terem impacto em várias dimensões de desempenho (custo, tempo, qualidade, por exemplo) todos estes requisitos tendem a ser percebidos como sendo muito importantes. De acordo com Saaty (1991), este tipo de priorização está além das possibilidades humanas de raciocínio intuitivo, requerendo o apoio de métodos específicos.

Dentre tais métodos, um dos mais disseminados no meio acadêmico e profissional é o AHP, proposto por Saaty (1977). Mesmo havendo outras ferramentas na literatura, como o *Multi Attribute Utility Theory* (MAUT) e o *Measuring Attractiveness by a Category Based Evolution Technique* (MACBETH), o AHP foi escolhido uma vez que proporciona resultados confiáveis (SALOMON, MONTEVECHI e PAMPLONA, 1999) e permite o cálculo de consistência do resultado.

Para aplicar o AHP, é necessário que exista uma estrutura hierárquica similar à da Figura 13. Deve-se fazer a análise pareada dos requisitos nível por nível, seguindo três passos:

a) realizar a análise pareada sobre a importância dos requisitos do primeiro nível (#1, #2 e #3), tendo em mente um objetivo principal, conforme a matriz da Tabela 1. O julgamento deve ser feito de acordo com os valores da Tabela 2.

Tabela 1 – Exemplo de matriz de julgamento de requisitos do primeiro nível

Priorização dos requisitos do nível 1				
	Requisito Ambiental #1	Requisito Ambiental #2	Requisito Ambiental #3	Peso dos requisitos
Requisito Ambiental #1	1	a_{12}^*	a_{13}	%
Requisito Ambiental #2	$1/a_{12}$	1	a_{23}	%
Requisito Ambiental #3	$1/a_{13}$	$1/a_{23}$	1	%
TOTAL				100%

* Quanto o requisito ambiental #1 é mais, ou menos, importante que o #2?

Tabela 2 – Pesos para o julgamento dos requisitos nas matrizes do AHP

Julgamento de prioridades: a_i em relação a a_j	Peso
Absolutamente dominante	9
Extremamente mais importante	7
Muito mais importante	5
Mais importante	3
Igual	1
Menos importante	1/3
Muito menos importante	1/5
Extremamente menos importante	1/7
Absolutamente irrelevante	1/9

Fonte: Saaty (1991)

b) Determinar a prioridade relativa de cada requisito através da normalização dos pesos da matriz de julgamento, conforme a Tabela 3. As prioridades relativas podem ser transformadas em porcentagem.

Tabela 3 – Determinação da prioridade relativa dos requisitos

Matriz de julgamento				Matriz de normalizada			Prioridade relativa dos requisitos	
	a	b	c	d	e	f		
	Requisito Ambiental #1	Requisito Ambiental #2	Requisito Ambiental #3	Requisito Ambiental #1	Requisito Ambiental #2	Requisito Ambiental #3		
1	Requisito Ambiental #1	a1	b1	c1	$a1/(\sum a1:a3)$	$b1/(\sum b1:b3)$	$c1/(\sum c1:c3)$	PR1 = média(d1:f1)
2	Requisito Ambiental #2	a2	b2	c2	$a2/(\sum a1:a3)$	$b2/(\sum b1:b3)$	$c2/(\sum c1:c3)$	PR2 = média(d2:f2)
3	Requisito Ambiental #3	a3	b3	c3	$a3/(\sum a1:a3)$	$b3/(\sum b1:b3)$	$c3/(\sum c1:c3)$	PR3 = média(d3:f3)

c) Avaliar a consistência do resultado. A taxa de consistência (CR) é um valor que aponta a coerência dos julgamentos realizados. É importante encontrá-la devido à subjetividade dos

julgamentos dos entrevistados (SAATY, 1991). Para encontrar a CR, o primeiro passo é calcular o Vetor dos Pesos, que é a matriz resultante da multiplicação da matriz de julgamento pela matriz das prioridades relativas. Posteriormente é necessário calcular o Vetor Consistência, dado pela razão entre o Vetor dos Pesos e Vetor Prioridade Relativa de cada requisito. Obtendo o Vetor Consistência dos requisitos da matriz, deve-se calcular o maior autovalor ($\lambda_{\text{máx}}$), dado pela soma dos vetores consistência. Por fim, encontra-se a CR da matriz de julgamento através da Equação 1:

$$CR = \frac{\lambda_{\text{máx}} - \eta}{IR(\eta - 1)} \quad (\text{Eq.1})$$

Onde:

CR = taxa de consistência

$\lambda_{\text{máx}}$ = maior autovalor

η = ordem da matriz de julgamento

IR = índice randômico médio, adquirido por séries de simulações (Tabela 4)

Tabela 4 – Índice randômico médio

Ordem da matriz	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Índice randômico médio (IR)	0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Fonte: Saaty (1991)

De acordo com Saaty (1991), o valor máximo aceitável para a CR é 0,1, por ser uma situação próxima a $\lambda_{\text{máx}} = \eta$, quando o julgamento é totalmente consistente. Caso a CR seja maior que 0,1 os julgamentos dos pesos dos requisitos devem ser reavaliados.

Finalmente, tendo os pesos dos requisitos no primeiro nível, deve ser feita a análise pareada dos requisitos dos outros níveis estratégicos, a exemplo da Tabela 5, que utiliza os requisitos da Figura 13. Deve-se seguir os mesmos três passos recém descritos.

Tabela 5 – Exemplo de matriz de julgamento de requisitos do segundo nível

Priorização dos requisitos do nível 2 em relação a #1				
	Requisito Ambiental #4	Requisito Ambiental #5	Requisito Ambiental #6	Prioridade média dos requisitos
Requisito Ambiental #4	1	a_{12}^*	a_{13}	%
Requisito Ambiental #5	$1/a_{12}$	1	a_{23}	%
Requisito Ambiental #6	$1/a_{13}$	$1/a_{23}$	1	%
TOTAL				100%

* Quanto o requisito ambiental #4 é mais, ou menos, importante que o #5?

A priorização dos requisitos estratégicos das fases do domínio do negócio deve ser realizada pela diretoria da empresa, sendo aconselhável a participação da alta gerência, acionistas e demais profissionais que a diretoria julgar pertinente.

▪ Fases do domínio do projeto

A partir do momento em que os requisitos passam a ser mais numerosos, a aplicação do método AHP torna-se pouco viável. É necessário muito tempo para o preenchimento das matrizes e a análise pareada entre mais de 7 itens traz alta probabilidade de resultados inconsistentes (SAATY, 1991). Além disso, os requisitos funcionais das fases do domínio do projeto tendem a ser menos inter-relacionados do que os requisitos não-funcionais das fases do domínio do negócio, tornando mais fácil a atribuição intuitiva de pesos relativos. Assim, nas fases de domínio do projeto, a priorização ocorre de forma simplificada, conforme a Figura 14. Observa-se que pode haver desdobramentos dos requisitos em mais de um nível por fase.

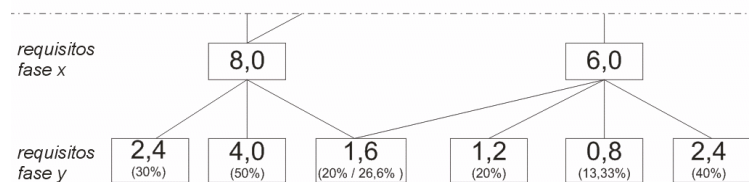


Figura 14 – Exemplo de priorização dos requisitos das fases de domínio do projeto

É importante destacar que uma boa prática na execução desta atividade é a realização de reuniões multidisciplinares com os especialistas envolvidos no projeto. Assim, os mesmos podem atribuir os pesos conjuntamente, pois o atendimento de um requisito pode estar ligado a mais de um especialista. Além disso, durante a atribuição dos pesos os especialistas têm a oportunidade de considerar no valor atribuído, questões ligadas a aspectos como, por exemplo, um possível diferencial competitivo trazido com o atendimento do requisito. Requisitos com alto diferencial competitivo, solicitados fortemente pelos clientes finais, podem ter seu peso valorizado no momento da priorização.

Quando os valores dos requisitos atingirem números com mais de um zero após a vírgula, pode-se usar um fator de multiplicação para elevá-los, desde que todos os requisitos da mesma fase do projeto sejam incluídos. É importante que se mantenha a proporção do peso dos requisitos nas fases, pois uma vez que tenham sido obtidos, podem ser expressos em gráficos, como o de Pareto, para a mais fácil visualização dos requisitos prioritários.

Estabelecidos os pesos, os clientes envolvidos no atendimento dos requisitos devem determinar a flexibilidade no atendimento dos mesmos em uma escala de 0 a 3. Segundo Shen et al. (2004), requisitos podem ser absolutamente inflexíveis (0), pouco flexíveis (1), flexíveis (2) e muito flexíveis (3). Estes valores indicam o quanto os requisitos são negociáveis e devem ser indicados na tabela da Figura 11, bem como os pesos.

Ao estudar o caso específico dos requisitos ambientais do estudo de caso principal, por exemplo, verificou-se que pelo fato de os requisitos ambientais serem, majoritariamente, obrigatórios por lei, eles são preponderantes a outros tipos de requisitos (técnicos, financeiros, estéticos, por exemplo), por serem inflexíveis.

4.2.8. Definição de soluções de projeto

A atividade da etapa de especificação tem dois objetivos: (i) definir as soluções funcionais para os requisitos do projeto, ou seja, como ele será atendido; (b) verificar a ocorrência de conflitos e dependências entre tais soluções. As soluções devem ser definidas pelos especialistas responsáveis pelo atendimento dos requisitos e aprovadas pelo gerente do projeto. Nesta fase, podem existir conflitos entre soluções exigindo novas análises de *trade-offs* entre os envolvidos. Desta forma, a realização de reuniões multidisciplinares é uma boa prática também para esta atividade. Quando necessário, as soluções, e até mesmos os requisitos, podem ser revisados conjuntamente pelos especialistas para evitar retrabalhos.

Nos ciclos das fases do domínio do negócio, quando é esperado que surjam os requisitos não-funcionais, de difícil especificação, pode-se postergar a especificação dos mesmos para fases posteriores, quando forem desdobrados em requisitos funcionais. Por fim, ressalta-se que a maioria das regulamentações para o projeto de edifícios são prescritivas (CIB, 1997) e exigem determinadas soluções de projeto, ao invés de determinar o desempenho desejado através de um requisito. Tais soluções atuam como restrições no desenvolvimento do projeto.

4.2.9. Revisões e testes dos requisitos

Embora seja menos eficiente do que testes ou prototipagens, uma das formas de validação dos requisitos é a revisão dos mesmos (BRAY, 2002). A revisão pode ser feita através da utilização de *checklists*, releitura de documentos, plantas, leis, normas e afins com o intuito de verificar se os requisitos estão atendidos corretamente. Nas fases iniciais, a revisão cabe aos gerentes, com respaldo da alta diretoria. Já em fases mais tardias, cabe aos gerentes e especialistas responsáveis. Como a validação é uma etapa que deve ser realizada a cada ciclo da GR,

não é necessário que todos os requisitos do projeto sejam revisados, mas que a revisão alcance, pelo menos, os requisitos da fase atual do processo de projeto. Requisitos não conformes devem ser revistos pelos responsáveis que o requereram ou executaram.

5. Passos para aplicação das diretrizes

Conforme a Figura 15, o primeiro passo para a aplicação das diretrizes é a definição e capacitação dos responsáveis pela GR. Assunto já discutido no início da seção 4. O segundo passo é a verificação do atendimento das diretrizes para, posteriormente serem iniciadas as atividades. As atividades, por sua vez, devem ser realizadas ciclicamente, conforme a Figura 1, ao longo das fases do processo de projeto.

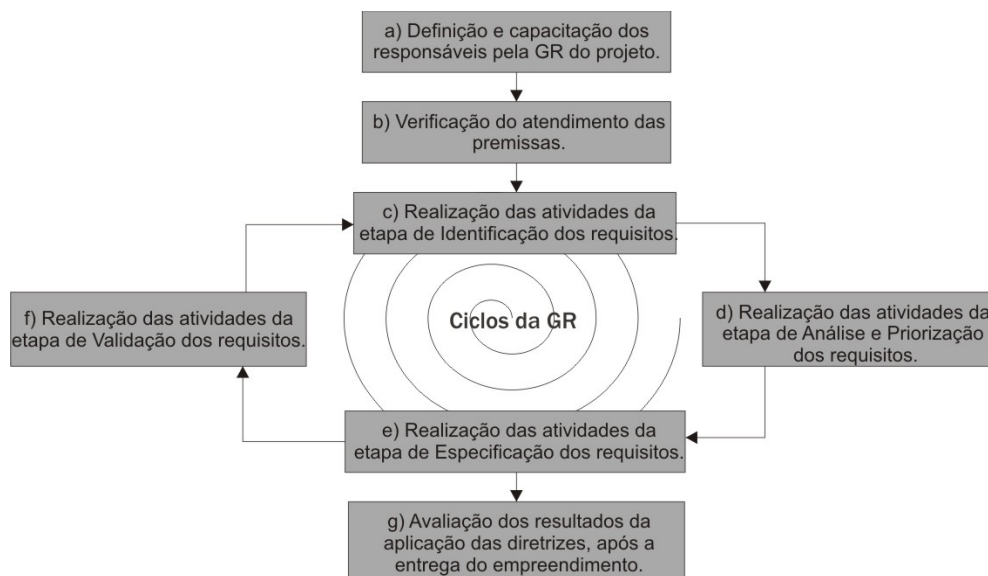


Figura 15 – Passos para aplicação das diretrizes propostas

Fonte: Elaborado pela autora (2010)

Após a entrega da edificação aos clientes finais, deve ser feita uma avaliação sobre a utilização das diretrizes ao longo do desenvolvimento do projeto, levantando aspectos como sua eficácia, e facilidades e dificuldades de sua utilização junto às pessoas que se envolveram na aplicação das mesmas. O objetivo é o de implementar melhorias para que a GR seja um processo adequado ao contexto da empresa e contribua no alcance de bons resultados.

6. Discussão

Tendo apresentado as diretrizes para a GR no processo de projeto, com um viés específico sobre os requisitos ambientais, torna-se importante a discussão sobre alguns aspectos, como:

(i) qual a utilidade, facilidade de uso e limitações das diretrizes, (ii) quais são mais relevantes e (iii) que implicações determinadas características do projeto podem promover na GR.

Quanto à sua utilidade, as diretrizes podem ser avaliadas segundo critérios como a influência na geração de valor, no controle das mudanças, na tomada de decisão e enquanto mecanismos de apoio para os sistemas de gestão. Em relação à geração de valor, todas as diretrizes são úteis, uma vez que contribuem na escolha, organização e rastreamento dos requisitos, que por sua vez refletem os interesses dos clientes. Para o controle da mudança, destaca-se a contribuição das atividades de documentação e estruturação gráfica dos requisitos, pois elas permitem o rastreamento das informações e a análise do impacto sistêmico da mudança dos requisitos.

Para a tomada de decisão, verificou-se que um adequado planejamento estratégico, com objetivos definidos com precisão, atua como uma orientação importante na escolha dos requisitos desde o início do projeto. Frente a este critério, a completa identificação dos requisitos, a estruturação gráfica e a priorização dos mesmos também são atividades importantes. A estruturação permite a visualização dos desdobramentos, relações de conflito e dependências entre os requisitos. Já a priorização contribui ao indicar os requisitos mais relevantes.

Quanto à facilidade de aplicação, as diretrizes estão relacionadas a critérios como a integração às atividades pré-existentes, necessidade de capacitação das pessoas responsáveis por sua aplicação, número de áreas envolvidas, custo e tempo para implantação. Estes fatores dependem das características de cada empresa ou empreendimento. A integração às atividades pré-existentes, por exemplo, está ligada à maturidade gerencial da empresa. Se as atividades pré-existentes forem organizadas, ou se, por exemplo, houver outros sistemas de gestão na empresa com atividade similares, as atividades de GR tendem a ser melhor absorvidas. De uma forma geral, elas podem ser integradas de duas maneiras: por adaptação, quando são ajustadas com atividade pré-existentes, ou por adição, quando são novas.

As atividades, bem como sua sequência, ainda podem ser flexíveis. Pode-se, por exemplo, associar algumas atividades, desdobrá-las em mais tarefas ou detalhar mais ou menos as informações sobre os requisitos. Ainda sobre a facilidade de aplicação, a maioria das atividades tende a exigir discussões interdisciplinares por envolverem análises de *trade-offs* e decisões de projeto.

O atendimento das premissas são pontos relevantes na aplicação das diretrizes, pois não somente são importantes por preparar o ambiente para receber as práticas de GR, mas também

por ter impacto em outros processos gerenciais. Uma vez que exista um PE e o processo de projeto seja organizado, outras boas práticas ou sistemas de gestão (qualidade, tempo, custos, meio ambiente, por exemplo), tendem a ser implantados mais eficientemente. Além disso, as atividades da etapa de identificação de requisitos e a de estruturação gráfica também merecem destaque por permitirem, respectivamente a atualização contínua e a visualização dos desdobramentos e relações entre os requisitos. Estes benefícios são pontos chave para a GR, pois viabilizam uma maior eficiência na execução das demais atividades.

Quando estão envolvidos requisitos ambientais, o comprometimento da diretoria e a conscientização das partes envolvidas tornam-se premissas essenciais. Assim como requisitos sociais e de segurança do trabalho, por exemplo, os requisitos ambientais tendem a não ser colocados em primeiro plano, a menos que exista uma pressão externa, da sociedade ou da legislação, por exemplo. Além disso, nem sempre agregam valor ao produto sob o ponto de vista do usuário final. Desta forma, a integração eficiente dos requisitos ambientais ao processo de projeto depende do empenho no atendimento destas premissas.

O estudo de caso também indicou o benefício de ser adotada uma clara diferenciação conceitual entre requisitos e soluções de projeto. Esta discussão não é recente e está implícita no conceito de desempenho, abordado no âmbito da construção desde a década de setenta (CIB, 1975). Para autores mais recentes, como Huovila (2005), o desempenho do projeto está relacionado às funcionalidades que devem ser atendidas, por isso primeiramente deve haver um esforço para encontrar os requisitos do projeto, antes de especificar como eles devem ser atendidos (soluções). Tendo os requisitos do projeto identificados e claros pode-se manter o foco no problema a ser resolvido e há menos riscos de perder requisitos junto com as alterações e descartes de soluções.

Como uma limitação na proposta das diretrizes, está a dificuldade em realizar algumas das atividades, como a de estruturação gráfica e priorização, devido à grande quantidade de requisitos do projeto de um edifício. Por isso, parece ser fundamental o auxílio de ferramentas de TI, a exemplo dos *softwares* (*MSExcels*, *Expert Choice*, *Quality Center*, *MSProject*). Neste sentido, cabe destacar que a implantação de ferramentas de TI pode facilitar a GR em vários aspectos. Para a análise de conflitos, por exemplo, a tecnologia *Building Information Modelling* (BIM – SHEER e AYRES, 2009) pode ser uma boa aliada. Plataformas de troca de informações entre os projetistas baseadas na *web* (*extranet*) também tendem a ser facilitadores. Além disso, outras limitações das diretrizes propostas são a não inclusão de instrumentos para a medição do valor

que está sendo gerado pelo projeto, e o pouco aprofundamento nas atividades das etapas de especificação e validação de requisitos.

Por fim, é importante observar que embora a realização de um ciclo de GR por fase de projeto seja a situação ideal, na prática pode ocorrer mais de um ciclo por fase. Isto porque edificações são produtos complexos, que dependem da realização de inúmeras iterações para alcançar um conjunto de requisitos, e respectivas soluções, compatíveis entre si e que, ao mesmo tempo, gere valor para os clientes. Por esse motivo, a realização de mais ciclos não significa, necessariamente, retrabalhos, mas uma consequência de um complexo processo de criação.

7. Conclusões

Com esta pesquisa, conclui-se que, de fato, as práticas de GR provenientes da engenharia de *software* podem contribuir com a GR do processo de projeto. Os maiores benefícios estão relacionados às possibilidades de organizar e controlar os requisitos, através do acompanhamento sistemático dos mesmos ao longo do processo de projeto. Dentre as dificuldades estão as evidências de que a adequada realização das atividades da GR depende de capacitação de pessoal. Além disso, a realização das atividades de estruturação e priorização parecem envolver um maior grau de dificuldade frente a projeto com elevado número de requisitos, necessitando de ferramentas mais ágeis, como as de TI.

Também concluiu-se que as atividades da GR podem ser adaptadas às pré-existentes de duas formas, por adequação ou por adição, dependendo da maturidade da empresa. Quanto menos intervenção a GR causar nos processos e atividades pré-existentes e consolidadas, mais facilmente a empresa tende a integrar a GR ao processo de projeto.

As diretrizes apresentadas foram elaboradas com o intuito de serem aplicáveis na gestão dos variados tipos de requisitos que podem existir no processo de projeto de ambientes construídos. No entanto, como foram testadas sobre os requisitos ambientais há uma limitação da pesquisa, pois os resultados e conclusões estão sob a influência dos requisitos ambientais e das características do projeto e da empresa onde foi realizado o estudo de caso. De fato, o pressuposto adotado foi de que, embora existam diretrizes genéricas aplicáveis a qualquer tipo de requisito (ambientais, técnicos, estéticos, por exemplo), há peculiaridades intrínsecas na gestão de cada tipo de requisito.

Outra limitação é o pouco detalhamento das atividades das etapas de especificação e validação dos requisitos. O aprofundamento na realização destas etapas é uma das sugestões de tra-

balhos futuros. Outras sugestões são a validação das diretrizes em diferentes cenários de processo de projeto, o desdobramento dos critérios para avaliação das mesmas e o preenchimento de uma lacuna importante, relacionada à falta de mecanismos para medir o quanto os requisitos que estão sendo considerados no projeto estão gerando de valor para os clientes.

Referências

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro. **NBR ISO 14001:2004 – Sistemas de Gestão Ambiental – Requisitos com orientações para o uso**. Rio de Janeiro, 2004. 20p.

AUSTIN, S.; BALDWIN, A.; LI, B.; WASKETT, P. Analytical design planning technique (ADePT): a dependency structure matrix tool to schedule the building design process. **Construction Management and Economics**, vol.18, pp.173-182. 2000.

BRAY, I.K. **An Introduction to Requirements Engineering**. Pearson Education Limited. UK. 2002.

BRASIL, Resolução nº 307 do Conselho Nacional de Meio Ambiente, de 05 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 17 de jul. de 2002, seção1, p. 95-96.

CLAUSING, D. **Total quality development: a step-by-step guide to world-class concurrent engineering**. New York: ASME press. 1994.

CIB – Conseil International du Bâtiment. **The Performance Approach and its Terminology**. Report No. 32, Rotterdam, Netherlands. 1975.

_____. **Final Report of CIB Task Group 11 - Performance-based Building Codes**. Canada. 1997.

_____. Meeting Report. 7º W018 CLIMATE CHANGE AND BUILT ENVIRONMENT. **Proceedings...**Nantes, France, CIB, 2008.

COLE, R.J. Building environmental assessment methods: assessing construction practice. **Construction Management and Economics** 18, 2000.

CREVELING C. M.; SLUTSKY, J.; ANTIS, D. **Design for Six Sigma: in technology and product development**. Upper Saddle River: Prentice Hall PTR, 2003.

DOBBELSTEEN, A.; WILDE, S. Space use optimisation and sustainability: environmental assessment of space use concepts. **Journal of Environmental Management**, V. 73, Issue 3. 2004.

HUOVILA, P. **Organisation&Management**. Technical Research Centre of Finland, VTT, 2005.

HUOVILA, P.; PORKKA, J. **Conclusions and Recommendations on Decision Support Tools for Performance Based Building**. VTT Building and Transport Report. Finland, 2005.

KAMARA, J. M.; ANUMBA, C. J.; EVBUOMWAN, N. F. **Capturing Client Requirements in Construction Projects**; American Society of Civil Engineers; Thomas Telford Ltd. 2002.

KEHL, C. **Contribuições para a identificação da opinião de clientes finais sobre atributos de desenvolvimento sustentável para o produto habitação**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). PPGEC – UFRGS, 2008.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction**. Technical report number 72. Centre for integrated facilities engineering. Stanford University, UK. 1992.

KOSKELA, L. **An exploration towards a production theory and its application to construction**. VTT Publications 408, Espoo, Finland, 2000.

KOTONYA, G.; SOMMERVILLE, I. **Requirements engineering: process and techniques**. Chichester: John Wiley & Sons, 2000.

MARX, A. M. **Proposta de Método de GR para o Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). PPGE, UFRGS. 2009.

MIRON, L. I. G. **Proposta de Diretrizes para o Gerenciamento dos Requisitos do Cliente em Empreendimentos da Construção**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). NORIE, UFRGS, 2002

MOTTA, S.R.F.; AGUILAR, M.T.P. Sustentabilidade e processos de projeto de edificações. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, São Paulo, v.4, n.1, 2009. USP, São Paulo, 2009.

OTHMAN, A.A.E.; Corporate Social Responsibility of Architectural Design Firms Towards a Sustainable Built Environment in South Africa. **Architectural Engineering and Design Management**, UK, v. 5, n.1-2, 2009.

PAN, Y.; YIN, R.; HUANG, Z. Energy modeling of two office buildings with data Center for green building design. **Energy and Buildings**. V.40. Issue 7. 2008.

PARVIAINEN, P.; TIHINEN, M.; VAN SOLINGEN, R. Requirements engineering: dealing with the complexity of Sociotechnical Systems Development. In: MATÉ, J. L.; SILVA, A. **Requirements engineering for socio-technical systems**. Hershey: Information Science Publishing, 2005. cap. 2.

PEGORARO, C.; MATEI, A.P.; CORNELLI, R.; PAULA, I.C.; SAURIN, T.A. A gestão de requisitos como um apoio à gestão de projetos de empreendimentos da construção civil. In: XXIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. **Anais...** Salvador, outubro de 2009.

PEGORARO, C.; SAURIN, T.A.; PAULA, I.C. Requisitos ambientais no processo de projeto da construção civil e suas relações com os objetivos das empresas: um estudo de caso. In: I SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE NO PROJETO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, São Carlos, 2009. **Anais...** São Carlos, novembro de 2009.

PEKTAS, S.T.; PULTAR M. Modelling detailed information flows in building design with the parameter-based design structure matrix. **Design Studies**. Londres, v.27, 122, 2006.

ROMANO, F.V. **Modelo de Referência para o Gerenciamento do Processo de Projeto na Construção Civil**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). PPGE, UFSC. 2003.

SAATY, T. L. A Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structures. **Journal of Mathematical Psychology**, vol. 15, p.234-281. 1977.

SAATY, T. L. **Método de Análise Hierárquica**. São Paulo: McGraw-Hill, 1991.

SALOMON, V. P.; MONTEVECHI, J. A. B.; PAMPLONA, E. O. Justificativas para Aplicação do Método de Análise Hierárquica. In: XIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. **Anais...** Rio de Janeiro, RJ, novembro de 1999.

SHEER, S.; AYRES, C.G. Abordando a BIM em níveis de modelagem. In: I SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE NO PROJETO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, São Carlos, 2009. **Anais...** São Carlos, novembro de 2009.

SHEN, Q.; LI H.; CHUNG, J.; HUI, P. A framework for identification and representation of client requirements in briefing process. **Construction management and economics**, v. 22, 2004.

SOMMERVILLE, I. **Engenharia de Software**. Perason Addison-Wesley: São Paulo, 2007.

SOUZA, R; SILVA, M.A. **Gestão do Processo de Projeto de Edificações**. São Paulo: O Nome da Rosa, 2003.

SUN, M. et al. **Managing Changes in Construction Project**. UWE, Bristol, 2005. Disponível em <http://www.built-environment.uwe.ac.uk/research/cprc/publications/mcd.pdf>. Acesso: 14 nov 2009.

THORMARK, C. The Effect of Material Choice on the Total Energy Need an Recycling Potential of a Building. **Building and Environment**. v. 41. n. 8. 2006.

WHITELEY, R.C. **A Empresa Totalmente Voltada para o Cliente**. Rio de Janeiro: Campus; 1992.

WIEGERS, K.E. **Software Requirements**. Ed. 2. Ed. Microsoft Press, 2003.

YOUNG, R. **The requirements engineering handbook**. Norwood: Artech House, 2003.

CAPÍTULO IV – ARTIGO 03

GESTÃO DE REQUISITOS AMBIENTAIS NO PROCESSO DE PROJETO DE AMBIENTES CONSTRUÍDOS: PROPOSTA E APLICAÇÃO DE DIRETRIZES EM UM ESTUDO DE CASO

Gestão de requisitos ambientais no processo de projeto de ambientes construídos: proposta e aplicação de diretrizes em um estudo de caso

Camila Pegoraro

Tarcísio Abreu Saurin, Dr.

Istefani Carísio de Paula, Dra.

PPGEP – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

E-mail: camila_pegoraro@yahoo.com.br, saurin@ufrgs.br, istefani@producao.ufrgs.br

Resumo

Na busca por alternativas para solucionar as dificuldades para a gestão sistemática dos requisitos dos clientes no processo de projeto, esta pesquisa explora conceitos e práticas de Gestão de Requisitos (GR) provenientes de estudos de outros setores, em especial da engenharia de *software*. O objetivo é apresentar diretrizes para a GR ao longo do processo de projeto, que possam contribuir no acompanhamento e controle das mudanças dos requisitos. Um estudo de caso em um empreendimento de construção ilustra a aplicação das diretrizes com ênfase nos requisitos ambientais. Em tal estudo, a aplicação das diretrizes envolveu entrevistas e análise de documentos, enfatizando as duas etapas iniciais do ciclo de GR: identificação e análise e priorização de requisitos. Os resultados evidenciaram que, de um ponto de vista prático, as diretrizes contribuem para a gestão sistemática dos requisitos no processo de projeto, uma vez que essa atividade é normalmente realizada de modo informal. A contribuição teórica do artigo é a proposta de diretrizes para a GR suficientemente generalizáveis e aplicáveis em diferentes modelos de processo de projeto e diferentes tipos de requisitos.

Palavras-chave: Processo de projeto, Gestão de Requisitos, Requisitos ambientais, Construção Civil

1. Introdução

As dificuldades encontradas no processo de projeto de ambientes construídos (PPAC), tais como a coordenação entre os interesses dos diversos intervenientes, o planejamento das atividades e o controle sobre os prazos, têm sido objeto de diversos estudos. Como exemplos de ações para o controle dessas dificuldades, podem ser citadas a introdução de princípios e práticas de produção enxuta, tais como as de projeto simultâneo (EVBUOMWAN e ANUMBA, 1998), e a proposta de modelos e ferramentas específicos para gestão do PPAC (AUSTIN et al.; 2000; ROMANO, 2003). No entanto, ainda há carência de instrumentos que reconheçam a natureza evolutiva das informações do PPAC e que permitam o controle das mesmas ao longo do projeto (PEKTAS e PULTAR, 2006).

Dentre estas informações estão os requisitos, que, devido a fatores como os longos prazos e a elevada quantidades de envolvidos, passam por inevitáveis mudanças durante o PPAC (SUN et al., 2005). Diversos autores (KAMARA; ANUMBA e EVBUOMWAN, 2002; HUOVILA, 2005) vêm estudando práticas de Gestão de Requisitos (GR) em busca de soluções para controlar tais mudanças. Embora estes estudos tenham trazido contribuições importantes, como ferramentas para a identificação e controle de requisitos (HUOVILA e PORKKA, 2005) e sugestões de boas práticas para o seu gerenciamento (MIRON, 2002; HUOVILA, 2005), os mesmos ainda não levam em conta o caráter dinâmico da GR, dificultando o controle da evolução dos requisitos ao longo do PPAC.

O conceito de requisitos tem sido abordado desde a década de setenta por autores (PAHL e BEITZ, 1996) em pesquisas sobre o desenvolvimento de produtos manufaturados. Já o conceito de GR, embora seja usado em diversos setores, é amplamente reconhecido por suas aplicações na área de engenharia de *software* (ES). De acordo com Bray (2002) e Sommerville (2007), a GR é uma disciplina que busca identificar, analisar, priorizar, especificar e validar requisitos, além de controlar as suas mudanças. Apesar de os *softwares* serem produtos diferentes de edifícios, há entre eles uma característica comum e importante sob a perspectiva dos requisitos: ambos são produtos únicos, desenvolvidos sob determinadas circunstâncias para determinados clientes.

Sob este contexto, o objetivo do artigo é apresentar diretrizes para realizar a GR no PPAC. A principal justificativa da proposta é suprir a carência de meios para a gestão sistemática dos requisitos no PPAC. Enquanto um processo oportunístico, o PPAC necessita de meios diferenciados para controlar os requisitos que surgem ao longo de seu desenvolvimento a partir

diferentes fontes e situações. Alguns critérios foram norteadores da concepção das diretrizes. Entre eles estão a não vinculação a modelos específicos de processo de projeto, o foco sobre os requisitos ambientais, a possibilidade de executar as atividades ciclicamente ao longo das fases do processo de projeto e a consideração das quatro etapas da GR, sugeridas pelos autores da ES. A aplicação de tais diretrizes é ilustrada por meio de um estudo de caso em um empreendimento imobiliário, enfatizando os requisitos ambientais. As razões da ênfase nos requisitos ambientais são (i) a necessidade de reduzir a quantidade de requisitos para facilitar a aplicação completa das diretrizes (ii) as crescentes demandas ambientais existentes sobre a construção civil. Segundo Motta e Aguilar (2009), as empresas que desenvolvem projetos de edificações ainda precisam aprender gerenciar sistematicamente os requisitos ambientais em seus projetos.

2. Gestão de Requisitos (GR)

2.1. Considerações gerais

A GR é vista nesta pesquisa como uma alternativa para superar os problemas ligados à identificação, organização e controle das mudanças dos requisitos de um projeto. Apesar de ser explorada em diferentes áreas de conhecimento, a GR tem sido amplamente conhecida por seu desenvolvimento teórico e prático na área da ES. Segundo autores como Sommerville (2007), a GR é uma abordagem que possibilita a melhor captação e entendimento dos requisitos de projeto. Busca manter a concordância entre o consumidor, a equipe de desenvolvimento e todos os demais clientes frente às mudanças (BRAY, 2002; WIEGERS, 2003), o que contribui com a geração de valor para o produto final.

No setor da construção, os estudos sobre a GR, algumas vezes sob o termo *briefing*, trazem importantes contribuições como a sugestão de ferramentas (SHEN et al, 2004, HUOVILA e PORKKA, 2005), modelos (KAMARA; ANUMBA e EVBUOMWAN, 2002) e boas práticas para realizá-la (MIRON, 2002). No entanto, tais propostas deixam lacunas ao não oferecer instrumentos que gerenciem os requisitos enquanto informações dinâmicas, que se alteram, se desdobram e se transformam-se em soluções funcionais ao longo do projeto.

Para estudar a GR é importante ter claras as definições de termos como: clientes, demandas, requisitos e soluções de projeto. Clientes são todos os envolvidos no projeto, que não somente o usuário final (WHITELEY, 1992). Demandas são as necessidades, desejos e restrições emitidas pelos clientes. Requisitos são funcionalidades que o produto, ou o serviço, deve ter para

satisfazer as demandas ou para alcançar objetivos emitidos pelos clientes, qualificáveis por condições mensuráveis e limitadas por restrições (PARVIAINEN; TIHINEN e VAN SO-LINGEN, 2005). Já as soluções de projeto, são soluções funcionais para o atendimento dos requisitos (BRAY, 2002) e implicam decisões de projeto.

Além destas definições, considerando a ótica dos autores da ES, mesmo com algumas diferenças, esta pesquisa considera que a GR possui quatro etapas: identificação, análise e priorização, especificação e validação (BRAY, 2002; SOMMERVILLE, 2007). A primeira etapa, identificação de requisitos, consiste na execução de atividades de coleta e organização de informações dos clientes acerca do projeto (BRAY, 2002; SOMMERVILLE, 2007). É necessário que todos os clientes sejam considerados para o completo entendimento sobre o que deve ser desenvolvido (SHEN et al., 2004). Alguns mecanismos para realizar o levantamento de informações que possam gerar requisitos são entrevistas, questionários, *brainstorming*, análise documental, *workshops*, observação e análise conjunta (BRAY, 2002).

A segunda etapa, envolve a avaliação, organização e negociação dos requisitos (SOMMERVILLE, 2007). É comum que durante esta etapa sejam encontradas divergências devido a conflitos de interesse (BRAY, 2002; SHEN et al., 2004), especialmente em projetos com muitos clientes, como é o caso dos de edificações. Cada cliente tem seus próprios requisitos e é necessário, através de *trade-offs*, encontrar um conjunto que possa resultar em um produto final com maior valor agregado (HUOVILA, 2005). Durante a terceira etapa, especificação, os requisitos devem ser convertidos em um comportamento, através da proposta das soluções de projeto (BRAY, 2002). Por fim, a última etapa, validação, existe porque e é necessário haver testes sobre os requisitos durante o desenvolvimento do projeto para que problemas não cheguem a fases mais avançadas (BRAY, 2002). Está relacionada à descoberta de problemas em tempo de corrigi-los, evitando erros e retrabalhos (SOMMERVILLE, 2007).

A partir da teoria de Sommerville (2007), que afirma que as quatro etapas da ES repetem-se ciclicamente durante as fases do projeto, Pegoraro et al. (2009) estudaram os ciclos da GR frente às fases do processo de projeto de ambientes construídos. Como contribuição, propuseram a Figura 1 enquanto uma síntese da possível integração das etapas da GR com as fases do processo de projeto. A realização da GR em ciclos foi apontada como uma possível forma de suprir a lacuna encontrada nos estudos da construção civil, previamente citada.

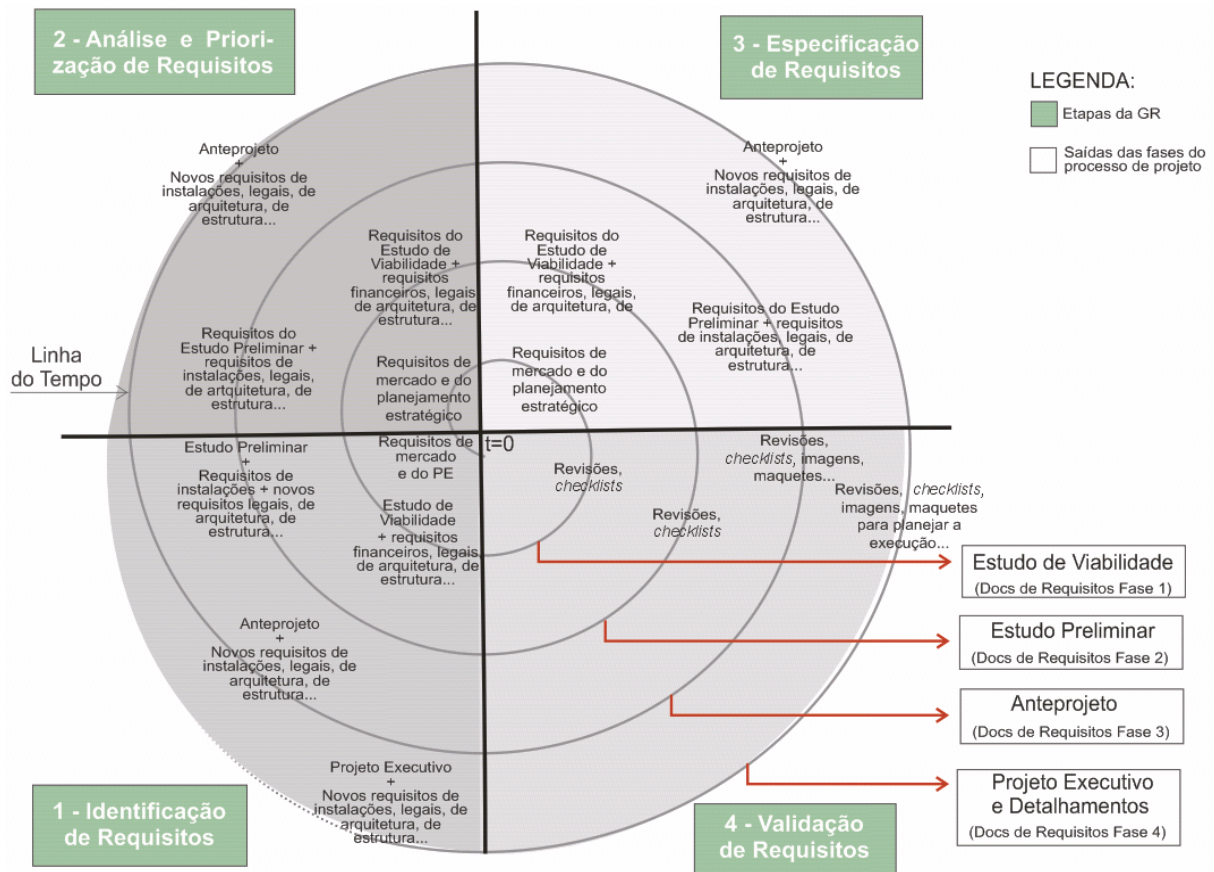


Figura 1 - Relação das etapas da GR com as fases do processo de projeto.

Fonte: Adaptado de Pegoraro et al. (2009)

Além da determinação de fases, os autores da ES também propõem a classificação dos requisitos em funcionais e não-funcionais (BRAY, 2002; YOUNG, 2003). Os requisitos funcionais são aqueles que expressam uma funcionalidade que o produto deve desempenhar (YOUNG, 2003). Já os requisitos não-funcionais especificam propriedades do produto como um todo (PARVIAINEN; TIHINEN; VAN SOLINGEN, 2005; YOUNG, 2003), como segurança e confiabilidade. São orientações gerais, por vezes restritivas, que guiam o projeto e podem sacrificar requisitos funcionais (KOTONYA e SOMMERVILLE, 2000). Esta diferenciação é importante no momento da organização dos requisitos para sua consideração no projeto: requisitos funcionais tendem a estar ligados a questões operacionais e atividades específicas; requisitos não-funcionais tendem a estar ligados a orientações gerenciais, mais genéricas e de atendimento a longo prazo.

2.2. Requisitos ambientais no PPAC

Frente à decisão de aplicar as diretrizes propostas aos requisitos ambientais do estudo de caso, fez-se necessária a exploração deste tipo de requisitos no contexto da construção. Verificou-se

que desde as primeiras evoluções importantes deste setor, em um nível global, na direção do desenvolvimento sustentável, durante a ECO'92 (SILVA; SILVA e AGOPYAN, 2003), o subsetor de edificações tem-se visto diante de novas demandas ambientais. Estas demandas envolvem novas normas de cumprimento obrigatório (Resolução CONAMA n°307, 2002, por exemplo) e não obrigatório (NBR ISO 14001, 2004, por exemplo), novos requisitos dos clientes finais (KEHL, 2008), além de uma série de sistemas de avaliação e certificação ambiental de edifícios (*Leadership in Energy and Environment Design - LEED®*, *Haute Qualité Environnementale - HQE* e do *Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency - CASBEE*, por exemplo).

De acordo com Cole (2005), os sistemas de avaliação/certificação ambiental têm sido vistos, nesta transformação do mercado, como ferramentas de apoio ao projeto por emitirem sugestões de requisitos, possíveis soluções de projeto e indicadores de desempenho. Atualmente inúmeros deles podem ser facilmente identificados e, apesar de ainda serem questionados quanto a seus critérios e objetivos (COLE, 2005), e sua eficácia em contextos (sociais, econômicos e ambientais) diferentes dos locais onde foram originalmente desenvolvidos (SILVA; SILVA e AGOPYAN, 2003), estes sistemas são boas fontes de requisitos ambientais a serem atendidos nos projetos. Apesar de cada um deles ter diferentes áreas de enfoque (água, energia, ar, por exemplo), vantagens e desvantagens, sente-se a falta de propostas consistentes para a integração dos requisitos dos mesmos ao processo de projeto, seguindo a lógica da inserção vertical da sustentabilidade (Figura 3) sugerida por Motta e Aguilar (2009).

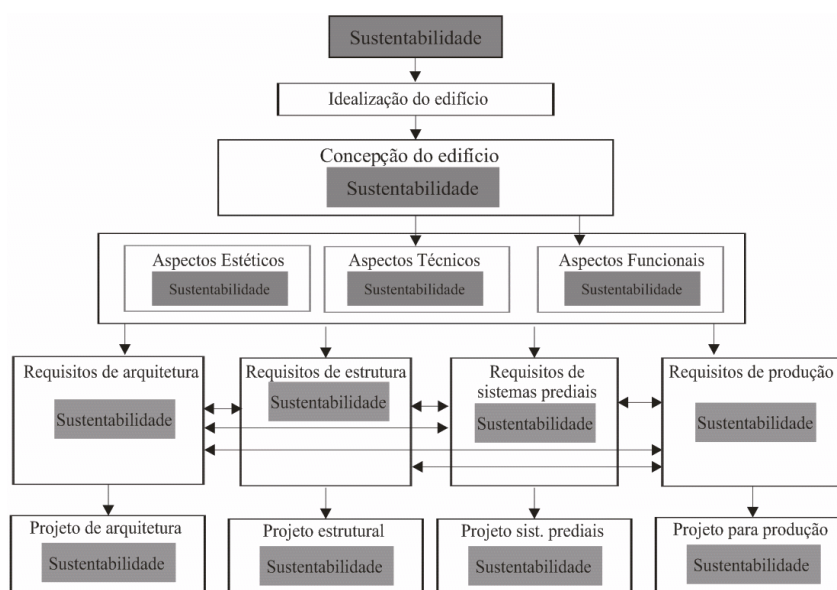


Figura 3 - Inserção vertical da sustentabilidade
Fonte: Adaptado de Motta e Aguilar (2009)

Através da aplicação das diretrizes sugeridas neste artigo, pretende-se realizar esta integração com o objetivo propor uma alternativa viável para o gerenciamento sistemático e ordenado dos requisitos ambientais.

3. Método de Pesquisa

Com base na revisão bibliográfica e nos resultados de um estudo exploratório (PEGORARO et al., 2009), o qual indicou boas possibilidades de a integração dos conceitos de práticas de GR ao PPAC, buscou-se aprofundar as investigações acerca de tal integração. Concluído o estudo exploratório, foi elaborada uma estrutura preliminar de diretrizes para sua implementação sistemática, no formato de uma lista de possíveis atividades e boas práticas a serem realizadas ao longo do ciclo da GR. Nesta etapa foram entrevistados dois especialistas em GR (um acadêmico da área da engenharia de produção e um profissional da área de ES) e três profissionais que trabalham com a gestão do processo de projeto de ambientes construídos. Os entrevistados contribuíram na identificação das dificuldades em relação à GR em suas áreas de atuação, para que as mesmas fossem mitigadas pelas diretrizes.

Para o refinamento das diretrizes, foi planejado um estudo de caso com o intuito de verificar a aplicação das mesmas em um contexto real. Devido à grande quantidade de requisitos existentes no projeto do estudo de caso, foi necessário reduzir o escopo da pesquisa a um determinado grupo de requisitos. Desta forma, foi adotado o princípio de que, apesar de as diretrizes serem genéricas e aplicáveis a qualquer tipo de requisito (ambientais, técnicos, estéticos, por exemplo), existem peculiaridades intrínsecas na gestão de cada um destes tipos. No caso desta pesquisa, tais peculiaridades são referentes aos requisitos ambientais identificados no empreendimento do estudo de caso. Este grupo foi escolhido devido (i) à ciência das crescentes demandas ambientais existentes sobre a construção civil e (ii) à carência de estudos focados no gerenciamento de tais requisitos no PPAC.

O objeto do estudo de caso foi o projeto urbanístico de um condomínio para casas de alto padrão, localizado no município de Eldorado do Sul, na região metropolitana de Porto Alegre. O empreendimento estava na fase de anteprojeto e foi idealizado pela empresa Alfa, sediada em São Paulo. Esta empresa apresenta uma orientação sustentável, nas três dimensões (econômica, social e ambiental), explícita no seu PE e possui certificação NBR ISO 14001 (ABNT, 2004). Estas características foram a principal justificativa na escolha do estudo de caso, pois era fundamental que o empreendimento tivesse requisitos ambientais a serem considerados.

Além disso, parte do terreno abrange o Parque do Delta do Jacuí, área legalmente protegida de intervenções que causem impactos ambientais negativos, fato que trouxe ao projeto requisitos ambientais mais rigorosos do que aqueles comuns em áreas previamente urbanizadas. Durante a fase de aprovação nos órgãos governamentais, a empresa Alfa necessitou de um parceiro, empresa Delta, construtora líder em empreendimentos de alto padrão no Rio Grande do Sul, que passou a ter um papel importante no gerenciamento do projeto. Cabe destacar que o foco do estudo é a estrutura condominial, pois o projeto das casas ainda não estava disponível no período da pesquisa.

A proposta final das diretrizes para a GR inclui o atendimento de quatro premissas e nove atividades, vinculadas a boas práticas. A descrição e os passos para aplicação das mesmas estão descritos na seção a seguir deste artigo. Para realizar a aplicação, durante os quatro meses do estudo de caso foram utilizados três tipos de fontes de dados: (i) entrevistas semi-estruturadas (4 com o gerente do projeto, 3 com um coordenador auxiliar, 2 com o gerente e incorporação, 2 com o gerente de *marketing*, 2 com engenheiros da empresa que responsável pelo licenciamento ambiental, 2 com o engenheiro paisagista), (ii) análise documental (documentos do PE das mesmas, plantas do projeto, *websites* das empresas e cerca de 600 páginas de documentos do licenciamento ambiental), (iii) 3 encontros com o gerente do projeto, colaborador da empresa Delta e (iv) 2 encontros com o diretor de engenharia da empresa Alfa. As entrevistas e encontros foram gravados e transcritos para posterior análise. Os profissionais abordados durante o estudo de caso foram escolhidos devido a sua participação em atividades que tinham claro impacto ambiental.

As fontes de dados foram úteis à aplicação das diretrizes de diferentes formas. A verificação do atendimento das duas primeiras premissas, relacionadas ao PE e à estrutura do processo de projeto, foi feita através da consulta aos *websites* das empresas, documentos do PE das mesmas, assim como de duas entrevistas conjuntas com o gerente do projeto e um de seus coordenadores. A primeira entrevista seguiu um roteiro de 18 perguntas. Dez delas questionavam o perfil, objetivos e estrutura das empresas, enquanto oito estavam voltadas à identificação das principais características do empreendimento que seria estudado. Na segunda entrevista foram realizados os questionamentos sobre as outras duas premissas, ligadas aos requisitos ambientais do projeto.

Quanto à realização das atividades para a GR, as primeiras entrevistas com os profissionais previamente citados, exceto as utilizadas na verificação das premissas, buscaram identificar as

demandas ambientais de cada profissional. As respostas foram úteis à primeira atividade da GR, a de coleta de informações sobre o projeto. A análise documental também foi importante por confirmar os relatos dos entrevistados, permitir a identificação de novas informações e também por elucidar o histórico do projeto. A exploração destas duas fontes de dados foi fundamental para a estruturação gráfica dos requisitos ambientais e compreensão da evolução do projeto atual.

Já as segundas entrevistas realizadas com cada profissional tiveram dois objetivos: (i) investigar como os mesmos poderiam executar as atividades e boas práticas de GR propostas, e (ii) questionar as particularidades que o desenvolvimento do empreendimento em estudo, que contém um número elevado de requisitos ambientais, possuía em relação a projetos tradicionais. Com os resultados buscou-se identificar conhecimentos tácitos, facilidades e dificuldades para a execução das diretrizes para, assim, aprimorá-las.

A escolha destes tipos de fontes de dados deveu-se às possibilidades das empresas quanto à disponibilidade dos profissionais envolvidos. Algumas atividades, como as de detalhamentos e priorização dos requisitos, foram realizadas pelo gerente do projeto, colaborador da empresa Delta, e pelo diretor de engenharia da empresa Alfa em um encontro com cada. Contudo, outras fontes de dados, como *brainstorming* e *workshops* com os diversos especialistas envolvidos, também podem ser utilizadas nestas atividades, conforme sugerido na seção seguinte deste artigo.

Por fim, tendo aplicado as diretrizes na gestão dos requisitos ambientais do estudo de caso, foram avaliados aspectos, como (i) quais as utilidades, facilidades de uso e limitações das diretrizes, (II) quais são mais relevantes e (iii) que implicações específicas os requisitos ambientais trazem à GR. Para contribuir nesta avaliação, foram realizados outros dois encontros, um com o gerente do projeto e um com o diretor de engenharia da empresa Alfa. Nestas ocasiões as diretrizes foram apresentadas, seguidas dos resultados de sua aplicação ao estudo de caso. O objetivo dos encontros foi discutir os aspectos acima elencados.

4. Diretrizes propostas

4.1. Considerações gerais

As diretrizes para a GR no PPAC são constituídas por quatro premissas (sendo duas específicas para a Gestão de Requisitos Ambientais (GRA), identificadas durante o estudo de caso) e

nove atividades associadas a boas práticas. As diretrizes estão resumidas na Figura 4, sendo mais bem detalhadas por Pegoraro; Saurin e Paula (2010).

O que fazer		Porque fazer (contribuições)	Como fazer (boas práticas)
Premissas para a realização da GR	Formalização do Planejamento Estratégico (PE)	Estabelecimento de objetivos gerais, mas suficientemente claros para orientar todos os tipos de requisitos (ex: ambientais, sociais e econômicos).	<ul style="list-style-type: none"> - Buscar e incluir informações acerca das diversas áreas envolvidas em um projeto para poder abrangê-las no PE. - Estabelecer metas possíveis. - Revisar o PE periodicamente.
	Estruturação do processo de projeto	O planejamento das principais atividades, envolvidos, entradas e saídas de cada uma das fases do processo de projeto, contribui para a eficiência da GR.	<ul style="list-style-type: none"> - Utilizar um modelo de referência do processo de projeto. - Atualizar as informações (ex: novos documentos de entrada, saída, envolvidos) ao longo do desenvolvimento do projeto.
Premissas para a realização da GRA	Comprometimento da alta direção	Orienta e garante o comprometimento dos demais envolvidos no projeto com a GR.	<ul style="list-style-type: none"> - Disseminar continuamente as metas ambientais da empresa.
	Conscientização de todos os envolvidos	Facilita o trabalho colaborativo e comprometido com as metas ambientais.	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar capacitações periódicas sobre as questões ambientais envolvidas no processo de projeto. - Disseminar continuamente as metas ambientais da empresa.
Atividades da etapa 1 da GR – Identificação de requisitos	Coleta de informações	É o primeiro passo para a geração de valor. Permite a captação contínua e organizada das demandas de todos os clientes envolvidos (internos, intermediários e finais).	<ul style="list-style-type: none"> - Consultar todos os clientes envolvidos na fase na qual está sendo realizado o ciclo da GR atual. - Utilizar fontes de coleta de dados adequadas para cada fase do projeto (Anexo A). - Utilizar mais de um tipo de fonte de dados para triangulação. - Definir o escopo das informações a serem levantadas em cada fase. - Manter uma base de dados com recomendações de requisitos, a exemplo da lista de recomendações de Pegoraro, Saurin e Paula (2009). - Utilizar planilhas para registro e codificação das demandas identificadas. - Capacitar as pessoas que executam esta atividade.
	Documentação e tratamento das informações levantadas	Evita entrada de informações de má qualidade no projeto (pouco claras, repetidas, ambíguas, por exemplo).	<ul style="list-style-type: none"> - Organizar, agrupar, melhorar o texto das informações (CLAUSING, 1994; CREVELING, SLUTSKI E ANTIS, 2003). - Utilizar planilhas e a codificação das informações para não perder o rastreamento das fontes de dados durante o agrupamento das informações.
	Transformação das informações coletadas em requisitos	Possibilita a identificação de requisitos a partir das demandas e soluções de projeto.	<ul style="list-style-type: none"> - Os requisitos devem ser escritos utilizando o verbo "dever". Devem expressar quem deve fazer o que (YOUNG, 2003; KAMARA; ANUMBA e EVBUOW-MAN, 2000). - Utilizar planilhas e a codificação das informações para não perder o rastreamento das fontes de origem dos requisitos.
Atividades da etapa 2 da GR – Análise e Priorização de requisitos	Documentação e detalhamento dos requisitos a serem considerados	A documentação evita a perda de requisitos por mantê-los organizados e o detalhamento possibilita a aquisição de informações mais detalhadas sobre os requisitos.	<ul style="list-style-type: none"> - Preencher o maior número de campos possíveis do Documento de requisitos. - Buscar fontes confiáveis para o detalhamento de custos, indicadores, valores-meta, etc. - Contar com equipe multidisciplinar para execução desta atividade.
	Verificação da qualidade dos requisitos	Possibilita que requisitos não-conformes sejam excluídos ou revisados antes de serem incluídos no projeto no formato de soluções ou desdobrem-se em outros requisitos.	<ul style="list-style-type: none"> - Utilizar o <i>checklist</i> proposto por Marx (2009) (Anexo B)
	Estruturação gráfica dos requisitos e análise de conflitos e dependências	Permite a visualização do desdobramento e relações (conflito, dependência) entre requisitos.	<ul style="list-style-type: none"> - Estabelecer previamente quais os critérios para a estruturação (por fase, por <i>stakeholder</i>, por subprocesso, por exemplo) - Incluir as soluções de projeto na estruturação, pois elas geram requisitos. - Manter versões da estrutura adquirida em cada ciclo para <i>backup</i> e para a avaliação do projeto.
	Priorização dos requisitos	Serve de apoio na tomada de decisão, diante de conflitos entre requisitos de uma mesma, ou de diferentes categorias.	<ul style="list-style-type: none"> - Utilizar ferramentas adequadas a cada fase. (ex: AHP nas fases do domínio do negócio). - Contar com equipe multidisciplinar para execução desta atividade.
Atividades da etapa 3 da GR - Especificação de requisitos	Definição de soluções de projeto para os requisitos	Transforma requisitos em soluções funcionais, as quais serão incorporadas ao projeto.	<ul style="list-style-type: none"> - Pesquisar soluções de projeto que agreguem valor ao produto, do ponto de vista do clientes finais, internos e intermediários. - Contar com equipe multidisciplinar para execução desta atividade.
Atividades da etapa 4 da GR - Validação de requisitos	Revisões e testes dos requisitos	Revisar todas as atividades anteriores (ex: se os requisitos foram corretamente detalhados, priorizados, especificados)	<ul style="list-style-type: none"> - Utilizar <i>checklists</i>, modelagem em 3D, reler documentos.

Figura 4 – Diretrizes para a GR do processo de projeto

As duas premissas relacionadas com a GRA, também serviriam para outros requisitos. Contudo quando existem requisitos resultantes de pressões externas, ou que podem não agregar valor ao produto sob o ponto de vista do cliente final, como pode ocorrer com os ambientais, é ressaltada a importância de haver o comprometimento da alta direção e a conscientização dos envolvidos para que as metas sejam alcançadas.

Quanto às atividades, elas devem ser repetidas ciclicamente ao longo das fases do projeto. É importante observar que cada fase possui características diferenciadas e, apesar de as atividades da GR terem sempre a mesma função, pode haver variações quanto ao uso de ferramentas, fontes de evidência e boas práticas. As fontes de dados para a coleta de informações das fases iniciais do projeto, por exemplo, podem ser documentos do Planejamento Estratégico (PE), dados das Avaliações Pós-Ocupação (APO) e pesquisas de mercado. Já na fase de anteprojeto, devem ser consultados os diversos especialistas envolvidos com os projetos complementares (hidrossanitário, elétrico, ar-condicionado, etc), fornecedores, entre outros. Vide sugestões de fontes de dados para o planejamento da coleta de informações no Anexo A do artigo.

Um exemplo de atividade que necessita de diferentes ferramentas ao longo das fases do processo de projeto, é a de priorização dos requisitos. Para realizar esta atividade nas fases estratégicas, como a de PE da empresa e plano do projeto é sugerida a utilização do *Analytic Hierarchy Process* (AHP), proposto por Saaty (1977), de acordo com as instruções de Pegoraro, Saurin e Paula (2010). Por serem orientadores do projeto, terem impacto em várias dimensões de desempenho (custo, tempo, qualidade, por exemplo) e serem provenientes da diretoria, todos os requisitos destas fases tendem a ser percebidos como sendo muito importantes. De acordo com Saaty (1991), este tipo de priorização está além das possibilidades humanas de raciocínio intuitivo e requerem apoio de métodos específicos. Já para realizar a priorização dos requisitos das fases posteriores às estratégicas, é utilizada uma atribuição de pesos simplificada. Devido à maior quantidade de requisitos e à mais fácil intuição dos pesos relativos (visto que os requisitos das fases de domínio do projeto tendem a ser menos inter-relacionados do que os estratégicos, das fases do domínio do negócio), os requisitos devem ser priorizados de acordo com a Figura 5. Juntamente com os pesos dos requisitos deve também ser atribuída sua flexibilidade em uma escala de 0 (inflexível) a 3 (muito flexível). A flexibilidade determina o quão negociável é o requisito. Requisitos legalmente obrigatórios, por exemplo, são inflexíveis.

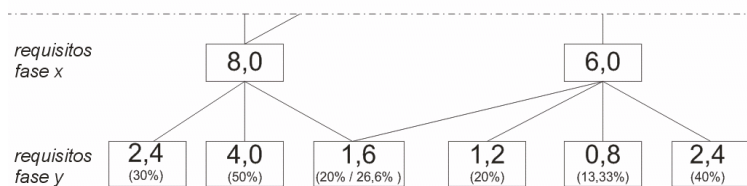


Figura 5 – Exemplo de priorização dos requisitos das fases de domínio do projeto

Uma atividade de destaque é a de estruturação gráfica dos requisitos. A partir do objetivo principal da empresa, os requisitos, e suas soluções de projeto, são distribuídos partindo dos mais gerais, resultantes das orientações estratégicas, até os mais específicos representando um desdobramento. A cada ciclo do espiral, ou fase do projeto, novos requisitos surgem, são eliminados ou alterados, e, portanto, a estrutura modifica-se, emitindo uma versão mais atualizada dos requisitos do projeto.

Outra contribuição das diretrizes é a possibilidade de dissociar requisitos de soluções de projeto, visto que, de fato, estes são tipos de informações com diferentes papéis. Ao manter explícitos os requisitos do projeto, extraíndo os mesmos a partir de outros tipos de informação (demandas e soluções de projeto, por exemplo), há mais garantias de que o desempenho desejado pelos clientes seja atingido. Desta forma, há menos riscos de requisitos serem perdidos junto com as mudanças nas soluções de projeto. Dentre as vantagens das diretrizes estão as possibilidades de flexibilização, pois (i) as atividades podem ser realizadas com o apoio de diferentes ferramentas, dependendo da fase do processo de projeto, (ii) as atividades podem ser adaptadas às atividades pré-existentes da empresa, (iii) a codificação das informações desde a sua origem e a estruturação gráfica dos requisitos possibilitam a visibilidade e o controle sobre o que está sendo desenvolvido. Este último benefício faz com que os requisitos que surgem oportunamente, como resultado de novos interesses ou da iteração dos especialistas, por exemplo, podem ser considerados, ou não, diante da análise de seu impacto.

4.2. Passos para aplicação das diretrizes

As diretrizes propostas devem ser aplicadas conforme os passos da Figura 6. O primeiro passo é a definição e capacitação dos profissionais responsáveis pela GR, os quais podem ser os mesmos responsáveis pela gestão do processo de projeto. No entanto, em atividades que envolvem a análise de *trade-offs* (especificação e priorização, por exemplo) e detalhamentos é importante a participação dos especialistas envolvidos com os requisitos (arquitetos, engenheiros, técnicos, fornecedores, por exemplo).

A segunda etapa consiste na verificação do atendimento das diretrizes, quando devem ser checadas se as condições para a implementação da GR são favoráveis. Em seguida, devem ser executadas as atividades das etapas da GR. Por fim, tendo em vista que a maioria dos empreendimentos da construção civil tem um longo ciclo de vida, torna-se inviável o acompanhamento de toda a sua fase de uso até a descontinuação. Assim, após a entrega do empreendimento aos usuários, deve ser realizada a avaliação da aplicação das diretrizes e levantados aspectos relacionados à eficácia, e facilidades e dificuldades de sua utilização. O objetivo é identificar possibilidades de melhorias para que a GR seja um processo adaptado à rotina da empresa, e contribua no alcance dos objetivos dos projetos.

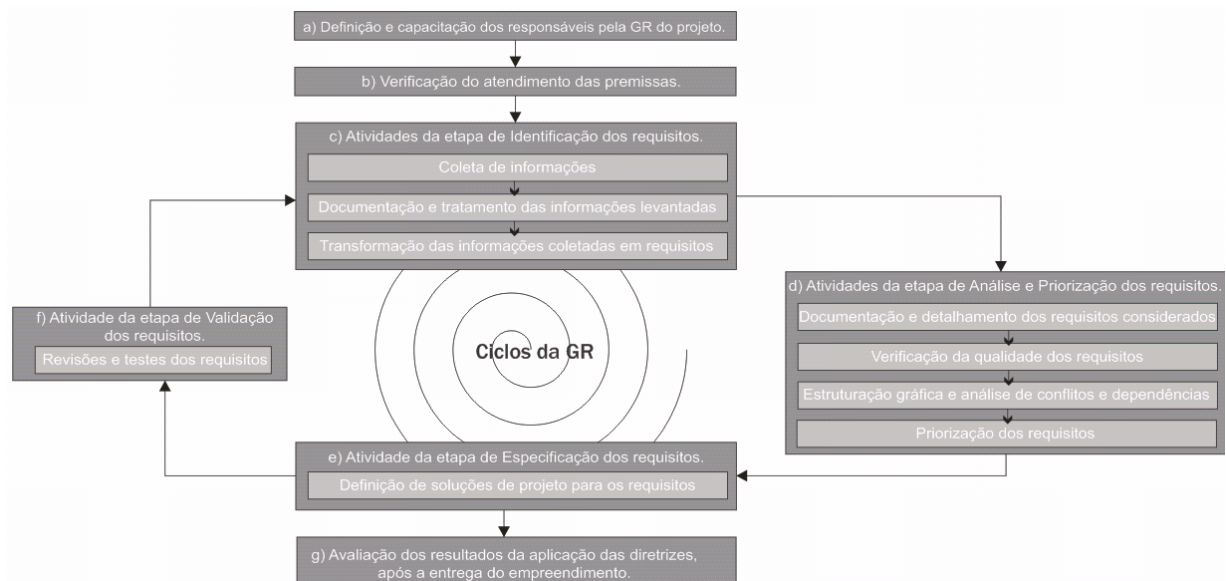


Figura 6 – Passos para aplicação das diretrizes propostas

5. Aplicação das diretrizes ao estudo de caso

Com o objetivo de testar e refinar as diretrizes propostas, as mesmas foram aplicadas aos requisitos ambientais de um empreendimento, conforme os passos da Figura 6. As informações necessárias foram coletadas através das fontes detalhadas na seção de método de pesquisa.

5.1. Definição e capacitação dos responsáveis pela GRA

Em razão de a estratégia de pesquisa escolhida ter sido o estudo de caso, não houve intervenção nas atividades de rotina nas empresas pesquisadas. Desta forma, os profissionais entrevistados somente emitiram informações sobre o projeto. Os pesquisadores foram os responsáveis pela aplicação das diretrizes. Caso as diretrizes viessem a ser aplicadas pelas empresas estudadas, tanto o gerente do projeto, quanto o diretor de engenharia da empresa Alfa, julgaram necessária a capacitação de pessoal. No caso do empreendimento estudado, a responsabilidade

ficaria a cargo do gerente do projeto, podendo ainda haver o apoio de um profissional, focado nos requisitos ambientais.

5.2. Verificação das premissas para a GRA

Através de entrevistas com o gerente do projeto e um de seus coordenadores, e da análise de documentos do PE, foi comprovado o atendimento da primeira premissa. A empresa Alfa, responsável pela concepção do empreendimento, através de seu PE expunha claramente os objetivos a serem atingidos pela empresa e pelo projeto em diferentes aspectos (ambientais, sociais, econômicos). Cada um deles estava documentado e detalhado para a ciência de todos os colaboradores. No âmbito ambiental existem três políticas norteadoras de todos os projetos: promover a conscientização ambiental de todas as partes envolvidas, reduzir os impactos negativos provenientes da construção e do uso de edifício e ir além do cumprimento das leis, regulamentações e normas técnicas.

Em relação à segunda premissa, durante a primeira entrevista, quando foram pesquisadas as informações básicas sobre o empreendimento, verificou-se que seu processo de projeto não estava adequadamente detalhado conforme as diretrizes propostas. Havia uma lista de fases, com as respectivas atividades, mas não estavam claras as entradas e saídas de cada uma delas, nem os envolvidos. Além disso, não havia uma representação gráfica de tais fases, explicitando a relação das fases do processo de projeto. Para atender esta premissa, com as informações coletadas acerca do projeto durante a entrevista, foi elaborado um esboço do PPAC, baseado no modelo de referência de Romano (2003). Este esboço foi entregue ao gerente do projeto e sua equipe, os quais foram solicitados a complementá-lo com as seguintes informações: descrição das partes envolvidas, principais atividades, entradas e saídas de cada fase, obtendo-se assim a síntese do processo de projeto. Como resultado, obteve-se a estrutura da Figura 7, onde também podem ser verificados os principais marcos do projeto, diretamente ligados ao licenciamento ambiental. A definição dos envolvidos, atividades, entradas e saídas de tais fases foi importante para a escolha dos demais entrevistados da pesquisa.

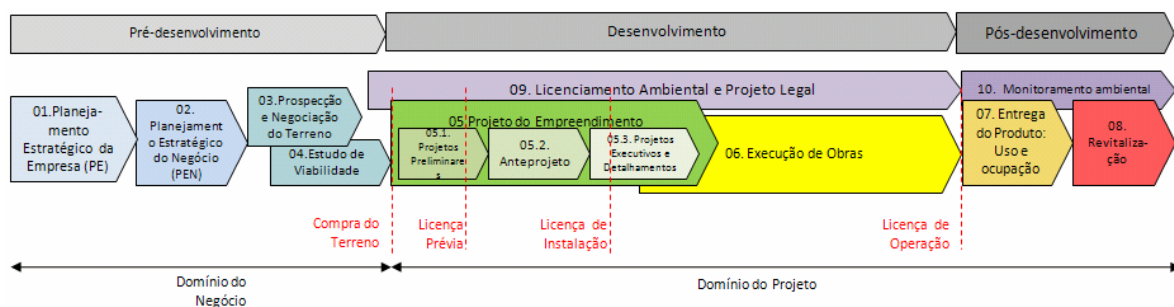


Figura 7 – Síntese do mapeamento do PPAC do estudo de caso

Em relação às premissas ligadas à GRA, comprometimento da alta direção e conscientização dos envolvidos, observou-se um forte empenho dos entrevistados com o atendimento dos requisitos ambientais do projeto. A conscientização é realizada através de treinamentos periódicos que disseminam a importância das metas ambientais para a empresa e para a sociedade. Diretores, gerentes e coordenadores recebem capacitação mais aprofundada e repassam seus conhecimentos e lições aos colaboradores sob sua supervisão. Durante todas as entrevistas, foi notória a disseminação das políticas ambientais da empresa Alfa, que parece ser um exemplo de inserção vertical da sustentabilidade (MOTTA e AGUILAR, 2009). Destaca-se que este envolvimento trouxe ao projeto requisitos, por vezes, mais restritivos e soluções de projeto mais rigorosas do que as exigidas pelos órgãos governamentais.

5.3. Realização das atividades da GR

5.3.1. Coleta de informações sobre aspectos ambientais envolvidos no projeto

A coleta de dados foi realizada através das entrevistas e da análise de documentos do projeto. Os profissionais entrevistados contribuíram com diferentes informações, de acordo com suas funções. O gerente de incorporação, por exemplo, deu contribuições em relação às demandas ambientais estratégicas da empresa durante a concepção do projeto. A gerente de *marketing* contribuiu com uma visão sobre as demandas ambientais do mercado local. A engenheira agrônoma proporcionou informações sobre demandas ligadas à redução dos impactos do empreendimento na fauna, flora e solo. Já os responsáveis pelo licenciamento ambiental contribuíram com informações sobre impactos ambientais e sobre questões legais e burocráticas envolvidas neste processo.

A análise documental também foi importante para esta atividade por confirmar os relatos dos entrevistados, permitir a identificação de novas informações e também por elucidar o histórico do projeto. Os documentos com o *briefing* do projeto e versões antigas do licenciamento ambiental foram importantes por apontar demandas, requisitos e soluções de projeto que estavam presentes desde as primeiras fases. Por outro lado, ao longo das entrevistas foram relevadas decisões não documentadas e obtidas informações ausentes nos documentos por serem consideradas óbvias, ou que ainda estavam em processo de formação. Estes últimos tipos de informação são exemplos que não podem ser excluídos da documentação, uma vez que, mesmo ainda não sendo requisitos claros, podem vir a originá-los. Além disso, o registro dos requisitos permite a rastreabilidade até sua origem.

5.3.2. Documentação e tratamento das informações levantadas

As informações relevantes foram organizadas textualmente e agrupadas quando similares, além de documentadas na planilha de entrada (Figura 8). Um benefício importante da utilização desta planilha, além da organização as informações, é a possibilidade de rastreamento oferecida pelo preenchimento de alguns campos: o número do documento de origem, a data de identificação, o conteúdo relevante, identificado durante a coleta de informações, e a denominação dos clientes que emitiram e demanda/ requisito/solução. O rastreamento é importante por permitir a verificação da origem e do impacto das mudanças nos requisitos.

Planilha de Entrada										
Projeto: Empreendimento A		Versão: A		Data: 15/09/2009			Responsável: Gerente 1			
Nº do Doc.	Data	Quem identificou	Conteúdo Relevante	Cientes solicitantes	Demandas Identificadas	Requisitos	Soluções de Projeto	Restrições ou riscos	Observações	
01	10	23/7/09	Pesquisador A	A nossa idéia é trazer muito do visual da vegetação para dentro do empreendimento, então, por exemplo, nas praças, a idéia é tentar recriar o mesmo ambiente que eu tenho entorno.	Paisagista	Reproduzir, através do plantio de vegetação em praças e áreas verdes comuns, o ambiente natural da região.	10.1 As espécies vegetais das áreas comuns devem ser nativas. 10.2 As espécies vegetais das áreas comuns devem ter porte similar às existentes no entorno.	S10.1 As espécies vegetais devem ser as constantes no Doc. 21 do projeto.	Os jardins e praças podem ser menos ornamentais do que o usuário final espera.	
03	06	28/7/09	Pesquisador A	Nós só transplantamos as árvores de preservação obrigatória em última instância.	Diretoria	Transplantar árvores de preservação obrigatória somente em última instância.		S06.1 O traçado das ruas e divisão dos lotes deve considerar a manutenção de tais espécies.	Ruas e lotes com traçados irregulares, conflitos com instalações subterrâneas.	

Figura 8 – Exemplo de preenchimento da Planilha de entrada

As colunas de demandas, requisitos e soluções de projeto servem para a descrição sobre o que foi identificado a partir do conteúdo relevante. São previstas atividades específicas para a conversão das demandas em requisitos e, posteriormente, dos requisitos em soluções de projeto (seções 5.3.3 e 5.3.8, respectivamente). Contudo, devido ao estágio avançado do projeto, algumas informações já foram encontradas no formato de requisitos e soluções de e projeto, sendo, portanto, documentadas de imediato na planilha da Figura 8.

Algumas informações coletadas foram ainda agrupadas quando similares para evitar a geração de requisitos duplicados. Por fim, a coluna restrições ou riscos foi preenchida somente quando o cumprimento da demanda, requisito ou solução de projeto restringiam outros ou traziam algum tipo de risco para o projeto.

Ressalta-se que, durante a realização desta atividade, foi notória a capacidade dos entrevistados em identificar informações relacionadas a demandas e requisitos ambientais, possivelmente devido aos treinamentos recebidos.

5.3.3. Transformação das informações coletadas em requisitos ambientais

Para realizar a GR é importante que as informações sobre o projeto estejam no formato de requisitos, indicando as funcionalidades e, assim, o desempenho que o projeto deve atender. Para a transformação das demandas e soluções de projeto, identificadas nas atividades anteriores, no formato de requisitos, foi utilizada novamente a planilha da Figura 8. Verificou-se que das informações emitidas pelos entrevistados e encontradas na análise documental 36% estavam no formato de demandas, 12% no formato de requisitos e 52% no formato de soluções de projeto. Pelo fato do projeto já estar evoluído, esta proporção é, neste caso, um indicador positivo, pois era esperado que muitos dos requisitos já estivessem solucionados na fase de anteprojeto.

Após a realização desta atividade, foram elencados 72 requisitos ambientais, dos quais 16 foram identificados a partir das entrevistas; 26 da análise documental e 30 estavam presentes em ambas as fontes. Dos 46 requisitos identificados nas entrevistas, 31 foram identificados durante entrevistas com o gerente do projeto, 22 com o coordenador auxiliar, 15 com o engenheiro agrônoma responsável pelo paisagismo, 20 com os engenheiros responsáveis pelo licenciamento ambiental e 15 com o diretor de engenharia da empresa Alfa. 89% dos requisitos ambientais citados na entrevistas foram citados por mais de um entrevistado. Isto demonstra que tais requisitos possuem características multidisciplinares, pois depende de mais de um profissional para ser atendido.

Percebeu-se também a grande quantidade de requisitos legais, os quais representam 91% do total de requisitos ambientais, devido ao porte e localização do empreendimento, além das exigências da empresa Alfa no cumprimento de suas metas ambientais, ligadas à NBR ISO 14001 (ABNT, 2004).

5.3.4. Documentação e detalhamento dos requisitos ambientais

Nesta etapa, os requisitos ambientais identificados foram detalhados em uma segunda planilha (Figura 9). Dentre as informações de tal planilha estão:

Documento de requisitos													
Projeto: Empreendimento A			Versão: A		Data: 12/09/9009				Responsável pela atualização: Gerente 1				
Cód.	Solução antecedente	Requisitos	Soluções	Responsáveis	Fase em que surgiu	Fase em que deve ser inicialmente considerado	Depende de	Conflito com	Indicador	Valor-meta	Observações	Peso	Flexibilidade
11.1	-	A descaracterização da topografia original do terreno deve ser evitada.	S11.1 O terreno deve ter uma morfologia adequada para a implantação do terreno.	Todos	PEN	PP	08.4	-	m ³ movimentados	menos de 100m ³ (menor-é-melhor)	-		
06.3	-	Devem ser previstos mecanismos para o adequado tratamento do esgoto doméstico gerado pelo condomínio, de acordo com os condicionantes locais.	S06.3 Deve ser prevista uma estação de tratamento para o esgoto doméstico gerado no condomínio.	engenheiro hidrossanitário, arquiteto-urbanista.	PEN	EV	-	06.4	% tratada em relação ao esgoto gerado.	mais de 70% (maior-é-melhor)	-		

Figura 9 – Documento de Requisitos

- Código: os documentos do estudo de caso foram listados e receberam códigos (01 a 22). Nesta coluna, o número anterior ao ponto representa o código do documento de origem do requisito. O posterior, o número do requisito.
- Solução precedente: campo preenchido quando o requisito é originário de uma solução de projeto. Esta informação é fundamental para o rastreamento da origem do requisito.
- Soluções: campo preenchido quando o requisito já possuía uma solução de projeto vinculada. Esta coluna foi complementada durante a etapa de especificação (ver seção 4.10 deste artigo). O texto foi acompanhado do código do requisito atendido, precedido pela letra S.
- Responsáveis: responsáveis pelo requisito. Devem desenvolver as respectivas soluções de projeto para o atendimento do requisito.
- Fase em que surgiu: como tentou-se ao longo do estudo de caso compreender como o projeto evoluiu, este campo indicou a fase do processo de projeto na qual o requisito, provavelmente, surgiu.
- Fase em que deve ser inicialmente considerado: fase do processo de projeto na qual os requisitos identificados foram, de fato, considerados. A diferenciação desta coluna para a anterior foi importante no caso dos requisitos prematuros. Desde o planejamento estratégico do negócio, por exemplo, foi identificado o requisito que dizia que não deveriam ser usadas telhas de fibrocimento nas instalações provisórias. No entanto, este requisito só foi, de fato, considerado durante os estudos preliminares.
- Valor-alvo: metas a serem atingidas pelas soluções de projeto. São apontados pelo indicador. Os requisitos provenientes de leis e os definidos para o atendimento das metas da NBR ISO 14001 (ABNT, 2004) já possuíam indicadores e valores-alvo associados.

- Peso do requisito: esta coluna foi preenchida quando da atividade de priorização dos requisitos (ver seção 3.3.9)

Diante da impossibilidade de realizar de reunião multidisciplinar com os especialistas envolvidos no projeto, o detalhamento foi realizado pelos pesquisadores, em conjunto com o gerente do projeto. Nos resultados, observaram-se poucas situações de conflitos entre requisitos ambientais. Um exemplo é a necessidade de derrubada de mais árvores do que era previsto para a ampliação dos canais de macro-drenagem exigida para o escoamento da água da chuva. De outro lado, foram identificadas relações de conflito dos requisitos ambientais com os de outras categorias, como os econômicos e técnicos. Além disso, também se observou que quase a totalidade dos requisitos ambientais 93% dependiam da ação de mais de um especialista para ser atendido, reforçando o caráter multidisciplinar previamente identificado. Entre os especialistas, os mais solicitados até a etapa de anteprojeto foram o arquiteto responsável pelo projeto urbanístico, o engenheiro agrônomo responsável pelo projeto paisagístico e os engenheiros responsáveis pelo projeto de terraplanagem e contenções.

5.3.5. Verificação das características de qualidade dos requisitos ambientais

Ao verificar as características de qualidade dos requisitos ambientais através do *checklist* da figura do Anexo B, alguns deles foram reescritos, conforme Figura 10, com a finalidade de torná-los mais precisos.

Este requisito...	Situação encontrada antes da verificação com o <i>checklist</i> do Anexo B	Situação após os ajustes
é necessário?	83,33% eram necessários.	Os requisitos desnecessários foram retirados da planilha do documento de requisitos (Figura 9).
é inteligível?	51,66% eram inteligíveis.	Os 48,34% de requisitos não inteligíveis foram reescritos.
é exequível?	100% eram exequíveis.	100% exequíveis.
é testável/verificável?	80% eram testáveis/verificáveis.	20% dos requisitos permaneceram não testáveis/verificáveis até a fase do estudo de caso.
é rastreável?	100% eram rastreáveis.	100% eram rastreáveis.
está alocado?	100% estavam alocados.	100% alocados.
é exclusivo?	2 requisitos estavam repetidos 1 vez.	Os requisitos repetidos foram agrupados.
é prematuro?	83,33% exigiam soluções de projeto prematuras e foram reposicionados.	Requisitos prematuros foram sinalizados por terem sido somente resolvidos em fases posteriores à sua identificação.

Figura 10 - Avaliação das características de qualidade dos requisitos ambientais do estudo de caso

Esta verificação foi uma atividade importante, pois requisitos desnecessários (os que constavam nos documentos iniciais do projeto e foram, posteriormente, supridos, por exemplo) foram excluídos da planilha da Figura 9 e mantidos somente na planilha de entrada (Figura 8). Os requisitos desnecessários não devem ser eliminados da planilha de entrada, pois ela é im-

portante para manter o histórico do projeto. Além disso, os requisitos prematuros puderam ser mais claramente identificados e sinalizados na coluna “Fase em que deve ser inicialmente considerado” da Figura 6. A maior dificuldade de verificação ocorreu ao avaliar se os requisitos eram testáveis/verificáveis. Neste sentido, alguns requisitos como o 11.4 (o projeto do empreendimento deve prever medidas para preservar a fauna) não são totalmente verificáveis, uma vez que englobam uma série de requisitos e soluções de projeto, que só poderão ter sua eficiência comprovada ao final do projeto.

5.3.6. Estruturação gráfica dos requisitos ambientais e análise de conflitos e dependências

Para realizar a estruturação gráfica dos requisitos ambientais, foi necessário investigar como os mesmos evoluíram desde as primeiras fases do processo de projeto através de uma modelagem retrospectiva (Figura 11). Essa modelagem divide a GR por fases de projeto, sendo que em cada fase os requisitos foram distribuídos seguindo três princípios: (i) explicitar a fase em que o requisito foi identificado, (ii) explicitar a fase na qual o requisito foi inicialmente considerado, e (iii) explicitar o desdobramento dos requisitos, partindo dos requisitos gerais (os estratégicos) para os mais específicos.

A Figura 11 ilustra a possível evolução dos requisitos ambientais do projeto até a fase em que foi realizado o estudo de caso. Esta estrutura evoluiu gradativamente a cada fase do processo de projeto, e seu formato modificar-se-á ao longo das próximas fases, quando novos requisitos serão adicionados, excluídos ou alterados. Naturalmente, os requisitos mais gerais, demandantes de funcionalidades que têm impacto em vários subsistemas (projeto hidrossanitário, paisagístico, de terraplenagem, por exemplo), ficaram posicionados nas fases iniciais. Já os mais específicos, por mais que, por vezes, tenham sido lembrados desde o início do projeto, foram somente posicionados em fases posteriores. Este é o significado, por exemplo, das caixas de requisitos amarelas que estão fora do espaço delimitado para fase de Estudos Preliminares.

Outra questão importante está relacionada à inclusão das soluções de projeto na Figura 11. Isto é muito importante, pois as soluções de projeto originam novos requisitos. Por exemplo, uma vez que foi decidido que a solução de projeto para resolver o requisito de conforto térmico de uma laje de cobertura é o uso de cobertura vegetal (telhado verde), esta decisão implica em novos requisitos, mais específicos e relacionados ao uso desta determinada tecnologia (tipo de impermeabilização, reforço na estrutura devido ao peso do solo, tipo de vegetação

utilizada). Mantendo as soluções na estrutura gráfica, a rastreabilidade torna-se mais explícita e compreensível.

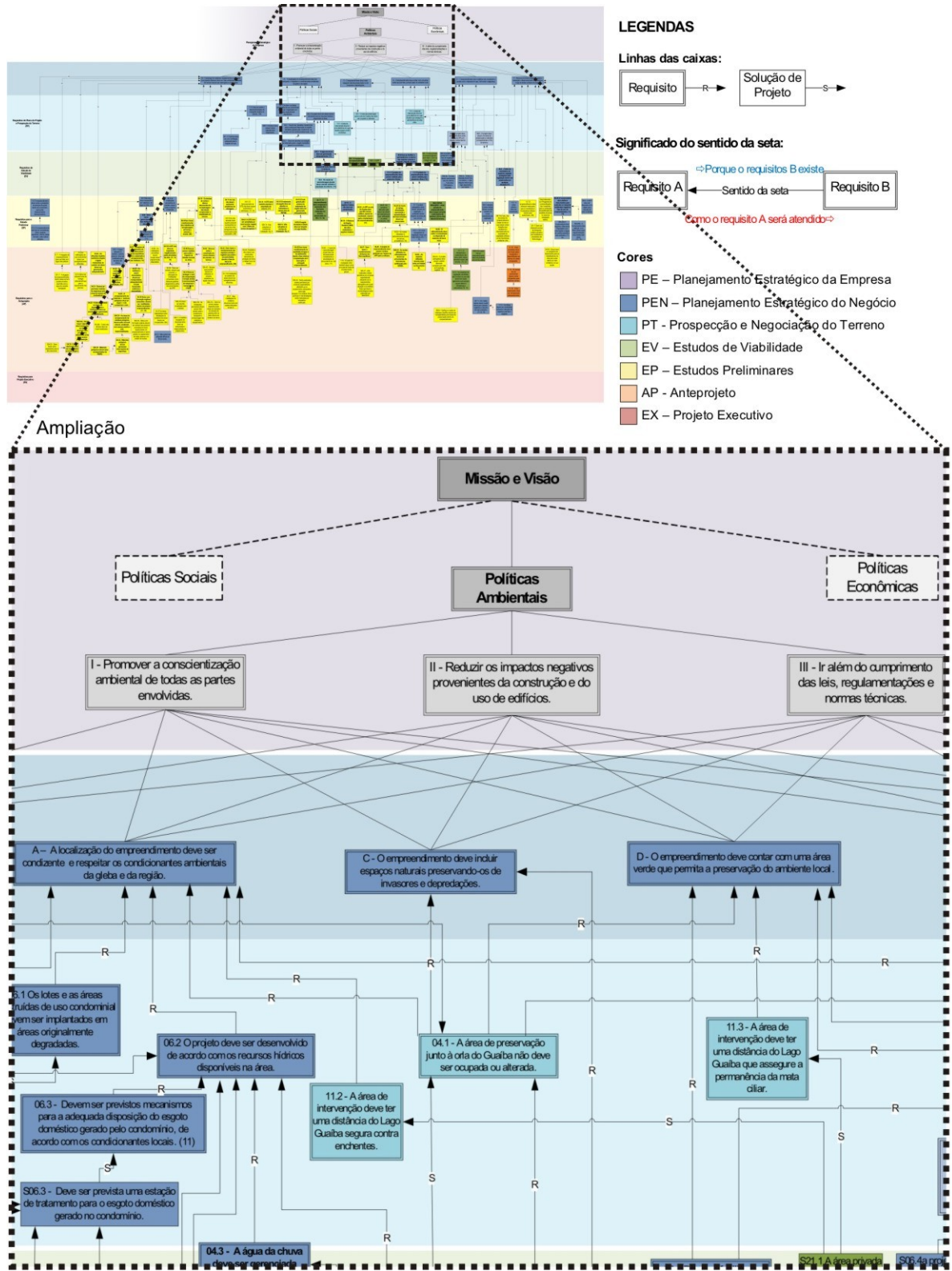


Figura 11- Estruturação gráfica dos requisitos ambientais do empreendimento (Vide figura completa no Apêndice B)

Por meio desta modelagem, foi possível interpretar os desdobramentos e, principalmente, compreender como os requisitos estratégicos estavam sendo satisfeitos. Verificou-se, por exemplo, que o requisito estratégico B (o emprego de materiais, equipamentos e atividades que possam oferecer riscos ao meio ambiente e à saúde do homem devem ser restringidos e controlados) passou a ser atendido somente a partir da fase de Estudos Preliminares, pois ele dizia respeito ao emprego de materiais e equipamentos. Já o requisito estratégico A (a localização do empreendimento deve ser condizente e respeitar os condicionantes da gleba e da região), foi considerado desde a fase de Prospecção e Negociação do terreno. O requisito estratégico A possui 6 desdobramentos logo na fase posterior, enquanto o requisito C possui somente 2. O número de setas que convergem em um determinado requisito estratégico, representando quantos requisitos mais específicos e relacionados a ele existem no projeto, é um forte indicativo de concentração de esforços em determinados pontos do projeto.

De uma forma geral, a visualização dos requisitos neste formato foi útil, pois permitiu a compreensão das relações entre os requisitos e o desdobramento dos requisitos estratégicos. Outra contribuição prática é a visibilidade do impacto que a mudança de um requisito pode causar nos demais. Uma vez que a solução de um requisito com muitos desdobramentos (S06.3 da Figura 11) é alterada, pode-se prever uma substancial parte dos impactos desta mudança em outros requisitos ambientais.

5.3.7. Priorização dos requisitos ambientais

Após a estruturação gráfica dos requisitos, foi realizada a última atividade da etapa 2 da GR. Para a priorização dos requisitos ambientais das fases de planejamento estratégico da empresa e do negócio foi utilizado o método AHP. Todas as matrizes do AHP foram preenchidas pelo gerente do projeto e pelo diretor de engenharia da empresa Alfa em um encontro de aproximadamente 2 horas. Em um primeiro momento foi realizada a priorização das três políticas ambientais, tendo em mente a missão e a visão da empresa Alfa, através do preenchimento da matriz da Tabela 1.

Tabela 1 – Matriz de julgamento dos pesos das Políticas Ambientais da empresa Alfa

Priorização das Políticas Ambientais em função da Missão e Visão da empresa Alfa				
	I - Promover a conscientização ambiental de todas as partes envolvidas.	II - Reduzir os impactos negativos provenientes da construção e do uso de edifícios.	III - Ir além do cumprimento das leis, regulamentações e normas técnicas.	Prioridade média
I - Promover a conscientização ambiental de todas as partes envolvidas.	1	1/3	3	26,50%
II - Reduzir os impactos negativos provenientes da construção e do uso de edifícios.	3	1	5	63,33%
III - Ir além do cumprimento das leis, regulamentações e normas técnicas.	1/3	1/5	1	10,62%
CR=0,03	TOTAL			100%

Pesos para julgamento de a, em relação à a; 9 – absolutamente dominante; 7 – extremamente mais importante; 5 – muito mais importante; 3 – mais importante; 1 – igual; 1/3 – menos importante; 1/5 – muito menos importante; 1/7 – extremamente menos importante; 1/9 – absolutamente irrelevante.

Posteriormente, a taxa de consistência (CR), valor que aponta a coerência dos julgamentos realizados, foi calculada conforme instruções de Saaty (1991) alcançando, na matriz da Tabela 1, o valor 0,03. Valores entre 0,00 e 0,10 são considerados adequados (SAATY, 1991), indicando julgamentos consistentes.

Como todos os requisitos estratégicos do negócio tinham relações com as políticas ambientais, o passo seguinte foi a análise pareada dos requisitos estratégicos da fase de Planejamento Estratégico do Negócio em relação às políticas utilizando o AHP. Os resultados, representados na Tabela 2, atribuíram os pesos finais aos requisitos estratégicos do negócio.

Tabela 2 – Matriz com os pesos dos requisitos ambientais estratégicos do negócio

Resultado da Avaliação Multicriterial dos Requisitos Ambientais Estratégicos do Negócio					
		Política I	Política II	Política III	Peso dos requisitos estratégicos
		26,05%	63,33%	10,62%	
A	A localização do empreendimento deve ser condizente com os condicionantes ambientais da gleba e da região.	12,08%	26,20%	5,45%	20,32%
B	O emprego de materiais, equipamentos e atividades que possam oferecer riscos ao meio-ambiente e à saúde do homem devem ser restringidos e controlados.	18,69%	17,52%	21,02%	18,19%
C	O empreendimento deve incluir espaços e reservas naturais preservando-os de invasores e depredações.	18,93%	24,14%	26,45%	23,03%
D	O empreendimento deve contar com uma área verde que permita a preservação do ambiente local.	23,10%	11,63%	12,43%	14,70%
E	O empreendimento deve viabilizar aos moradores o contato com a natureza em paz, harmonia e segurança.	12,98%	5,78%	10,05%	8,11%
F	Deve-se promover programas para a educação e desenvolvimento ambiental ao longo de todas as fases do projeto.	14,23%	14,74%	24,60%	15,65%
TOTAL					100,00%

A priorização dos requisitos estratégicos foi importante para a empresa estudada, pois apontou onde estavam focados os esforços para o atendimento das metas ambientais e mostrou que alguns pontos, como o planejamento de iniciativas relacionadas à preservação do meio ambiente após a entrega do empreendimento aos moradores precisava receber maior atenção. Uma

vez que os pesos dos requisitos ambientais estratégicos foram encontrados, os mesmos poderiam ter sido considerados para a priorização dos demais requisitos ambientais do projeto. Contudo, considerando os requisitos ambientais das fases seguintes possuíam poucos conflitos entre si e eram comumente obrigatórios por lei, neste caso específico não foi realizada a priorização dos requisitos nas demais fases.

5.3.8. Definição de soluções de projeto

Conforme comentado na seção 5.5 (transformação das informações coletadas em requisitos), grande parte das informações coletadas já estava no formato de soluções. Os requisitos que ainda exigiam soluções de projeto, doze, foram levados ao gerente do projeto, o qual apresentou a solução para sete deles. Os outros cinco permaneceram com a solução em aberto, a ser resolvida nas próximas fases do projeto. Tais requisitos podem ser sinalizados na estruturação gráfica dos requisitos (Figura 11), para ressaltar essa particularidade.

5.3.9. Validação dos requisitos ambientais

A validação dos requisitos ambientais estratégicos foi realizada, a partir da revisão dos mesmos por parte do gerente do projeto e do diretor de engenharia da empresa Alfa. Os demais requisitos, que foram identificados, organizados, priorizados e especificados até a fase de anteprojeto, foram conferidos a partir da releitura das entrevistas transcritas e documentos recolhidos durante a análise documental. A revisão destes últimos requisitos foi realizada pelos pesquisadores. Como resultado, foi percebido que alguns requisitos, provenientes de atividades de escritório da empresa que podem causar impacto ambiental (como o uso de energia e papel, por exemplo) não haviam sido considerados. Esta lacuna foi deixada como uma limitação da pesquisa, que se restringiu à exploração dos impactos ambientais das fases de construção e uso.

6. Discussão e avaliação da aplicação das diretrizes

Após a aplicação das diretrizes, foram avaliadas (i) quais as utilidades, facilidades de uso e limitações das diretrizes, (ii) quais são mais relevantes e (iii) que implicações específicas os requisitos ambientais trazem à GR. As entrevistas e encontros com os profissionais ligados ao projeto contribuíram nesta avaliação.

Quanto às utilidades, as diretrizes foram avaliadas segundo a contribuição das mesmas (i) na geração de valor, (ii) no controle das mudanças, (iii) na tomada de decisão e (iv) enquanto

mecanismos de apoio aos sistemas de gestão da qualidade e ambiental. Em relação à geração de valor, as diretrizes contribuíram não somente na escolha e organização, mas também com a visibilidade dos requisitos, mantendo-os mais claros, o que facilita a eficácia de seu atendimento. Para o controle da mudança, destaca-se a contribuição das atividades de documentação dos requisitos nas planilhas, pois são elas que permitem o rastreamento e manutenção do histórico do projeto. A estruturação gráfica também é um instrumento de apoio no controle das mudanças por facilitar a análise de conflitos e dependências entre requisitos. Na tomada de decisão, a orientação dada pelos pesos dos requisitos estratégicos parece ser determinante, pois a prioridade de tais requisitos influencia nas decisões sobre os demais requisitos. Em relação ao apoio nos sistemas de gestão da qualidade e ambiental, verificou-se que as atividades de GR são úteis aos mesmos, uma vez que contribuem na organização de informações sobre o projeto e na garantia do atendimento dos requisitos ambientais. A atividade que resultou em maior utilidade prática para as empresas, considerando o estágio atual do projeto foi a de estruturação gráfica, pois a mesma deu visibilidade aos requisitos ambientais do projeto, permitindo análises mais rápidas do que se os requisitos estivessem listados em planilhas ou distribuídos em documentos.

As duas premissas destacadas como importantes para a GRA, comprometimento da alta direção e a conscientização das partes envolvidas, foram destacadas como sendo muito relevantes para as empresas. De acordo com o relato da gerente de *marketing*, a pesquisa de mercado realizada pela empresa indicou que as questões ambientais agregam menos valor ao produto final sob o ponto de vista do usuário final, do que outras, como a localização e a infraestrutura de lazer. Assim como os requisitos sociais e de segurança do trabalho, por exemplo, os requisitos ambientais tendem a não ser colocados em primeiro plano pelos clientes e, desta forma, a integração dos mesmos ao processo de projeto depende do empenho no atendimento destas duas premissas. As mesmas podem ser atendidas pelas empresas mediante o empenho em reduzir os impactos ambientais negativos do empreendimento através de medidas como (i) realização de treinamentos com todos os clientes internos e intermediários envolvidos no projeto sobre as questões ambientais e (ii) o atendimento de requisitos ambientais mais rigorosos do que os estabelecidos pela legislação. Os motivos que levaram as empresas do estudo de caso a agirem desta forma baseiam-se, em especial, na filosofia de negócio da empresa Alfa. Esta empresa explicita claramente que seu objetivo é desenvolver empreendimentos inovadores, de forma econômica, social e ambientalmente sustentável.

Quanto às facilidades para a aplicação das diretrizes, foram investigados os critérios (i) integração às atividades pré-existentes, (ii) necessidade de capacitação, (iii) número de áreas envolvidas e (iv) custo e tempo para implantação. Visto que ambas as empresas envolvidas no empreendimento têm certificações importantes, as mesmas possuem atividades pré-existentes que podem ser úteis à integração das atividades da GR como a boa documentação das informações sobre o projeto (atribuição de códigos aos documentos, utilização de sistema *online* para troca de informações entre os clientes) e realização de reuniões multidisciplinares periódicas. A empresa Alfa possui certificação ISO 14001 (ABNT, 2004), enquanto a empresa Delta possui ISO 9001 (ABNT, 2000) e a mais alta certificação (A) do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade na Habitação (PBQP-H).

Quanto à necessidade de capacitação, os entrevistados entendem que há necessidade de capacitação especial dos clientes internos e intermediários e, especialmente, da equipe responsável pela GR para a aplicação das diretrizes. Este é o ponto mais crítico quanto à facilidade de uso, pois os demais aspectos, como o tempo para implantação, podem ser integrados a outras atividades, causando menos impacto na rotina.

Durante o estudo de caso, foi observado que as principais diferenças que a alta quantidade de requisitos ambientais obrigatórios (91% do total de 72 requisitos ambientais) trouxe ao projeto, em relação a outros mais tradicionais, refere-se à mudança de foco das prioridades e, novamente, à necessidade de capacitação dos envolvidos no projeto. Além disso, a consideração de tantos requisitos ambientais trouxe impactos nos prazos, pelo fato de a legislação aplicável ser, por vezes, ambígua. Entre outras razões, o município de Eldorado do Sul não estava preparado para legislar sobre um empreendimento deste porte e características. Estes fatos desencadearam um licenciamento ambiental longo, burocrático, que refletiu em inúmeras alterações nos requisitos ambientais e suas soluções de projeto, e, por consequência, retrabalhos para as equipes do seu desenvolvimento. Caso a GRA tivesse sido implementada nas fases iniciais, é possível que alguns impactos das mudanças de exigências legais fossem avaliados mais eficientemente e, assim, os retrabalhos consumiriam menos tempo.

A diferenciação entre requisitos e soluções de projeto também trouxe vantagens à GRA. Ao gerente do projeto pareceu útil a diferenciação destes tipos de informação. Contudo, a existência de um número alto de soluções de projeto, verificada durante o levantamento de informações, ocorre devido à fase em que o projeto se encontra, anteprojeto, quando espera-se que a maioria das decisões acerca do projeto já tenham sido tomadas. Foi possível observar

que a própria legislação possui caráter prescritivo, emitindo frequentemente soluções de projeto ao invés de requisitos, aspecto abordado por outros autores, como Haupt (2001). Por um lado, a definição de soluções de projeto pode ser considerada benéfica, uma vez que o desenvolvimento do projeto depende de definições, e porque determinadas soluções podem ser fundamentais na geração de valor. No entanto, por outro lado, deve haver um esforço para a identificação dos requisitos do projeto, pois eles indicam claramente quais problemas (as funcionalidades) devem ser resolvidos, buscando atingir o desempenho esperado pelos clientes e garantindo que os requisitos não serão perdidos ou alterados junto com mudanças de suas soluções.

Como uma limitação na proposta das diretrizes, está a dificuldade em realizar algumas das atividades, como a de estruturação gráfica e priorização, devido à grande quantidade de requisitos ambientais existentes. Por isso, é importante o auxílio de ferramentas de TI específicas para a GR. Apesar de um sistema de troca informações entre os projetistas baseada na *web* (*extranet*) e de *softwares* para o apoio na gestão das atividades pré-existentes (*MSExcel* e *MS-Project*) serem facilitadores, a existência de ferramentas direcionadas às atividades da GR seriam úteis na agilização da execução das atividades e boas práticas. Por sugestão do gerente do projeto, os requisitos estruturados na Figura 10 poderiam ser organizados no formato de um gráfico de Gantt, através do *MSProject*. Isto tornaria visível, e controlável, a ordem na qual os mesmos deveriam ser considerados (tanto na obra, quanto na fase de “desenho”) no projeto.

Ao longo do estudo de caso, verificou-se que requisitos podem ser perdidos em várias atividades: (i) no levantamento de informações, (ii) na identificação dos requisitos a partir das demandas e soluções de projeto, (iii) durante a documentação, caso a codificação e organização dos mesmos não for feita corretamente. Por fim, os requisitos ainda correm o risco de não serem atendidos corretamente, ou completamente, pelas soluções de projeto. Desta forma, torna-se clara a importância de haver mecanismos para o seu gerenciamento.

Outra questão importante, ressaltada pelo diretor de engenharia da empresa Alfa, é de que os impactos dos projetos de ambientes construídos vão além daqueles provocados pelas atividades da obra e do uso da edificação, os quais são normalmente enfatizados pela legislação e boas práticas. Contudo, todas as atividades do desenvolvimento do projeto podem ser potenciais causadoras de impactos negativos no meio ambiente. Entre elas, incluem-se desde as atividades realizadas no canteiro até as de escritório (uma vez que utilizam papel, energia,

entre outros recursos). Esta é mais uma limitação na aplicação das diretrizes, visto que a mesma deteve-se à análise dos requisitos ambientais que podem causar impacto nas fases de construção e uso do empreendimento.

7. Conclusões

Com esta pesquisa, conclui-se que, de fato, as práticas e conceitos de GR estudadas na revisão bibliográfica podem contribuir com a GRA no processo de projeto de edificações. Os maiores benefícios oferecidos pelas diretrizes estão relacionados às possibilidades de organizar e controlar os requisitos, através do acompanhamento sistemático dos mesmos ao longo do processo de projeto. Dentre as dificuldades, pode-se salientar que algumas atividades, como as de estruturação e priorização, consomem bastante tempo, o que poderia ser reduzido com o apoio de ferramentas de TI. Além disso, a adequada realização das atividades da GR parece depender de capacitação dos projetistas, pois nos estudos de caso verificou-se a existência de pouco conhecimento dentro das empresas sobre tal abordagem.

As características do processo de projeto na construção civil impuseram limitações no teste prático das diretrizes no estudo de caso. A grande quantidade de requisitos envolvidos em projetos de edificações fez com que o estudo de caso fosse baseado na aplicação das diretrizes apenas aos requisitos ambientais. No que tange as particularidades de tais requisitos verificou-se (i) sua prioridade diante de outras categorias, devido a obrigatoriedades legais no seu atendimento, (ii) a possibilidade de retrabalhos resultantes de mudanças nos valores-alvo e nas soluções de projeto, devido à existência de leis que têm sofrido frequentes alterações, e (iii) a necessidade de haver comprometimento da alta direção e conscientização de todas as partes envolvidas, visto que os requisitos ambientais normalmente agregam valor para a sociedade, ao invés de diretamente para o cliente final. Em relação a este último item, entendeu-se que é essencial que a empresa que deseja gerenciar adequadamente seus requisitos ambientais, manifeste estas intenções de forma explícita seu planejamento estratégico. Isto facilita a disseminação, inserção e execução dos conceitos nos processos e atividades.

O estudo de caso também indicou o benefício de ser adotada uma clara diferenciação conceitual entre requisitos e soluções de projeto. O desempenho do projeto está relacionado às funcionalidades que devem ser atendidas, por isso primeiramente deve haver um esforço para encontrar os requisitos do projeto, antes de especificar como os mesmos devem ser atendidos (soluções). Tendo os requisitos do projeto identificados e claros pode-se manter o foco no

problema a ser resolvido e há menos riscos de perder requisitos junto com alterações e descartes de soluções.

Esta pesquisa possui limitações, pois nem todas as diretrizes puderam ser testadas em função das restrições da empresa e do tempo disponível para seu desenvolvimento. Dentre as sugestões de trabalhos futuros decorrentes dessa pesquisa, podem ser salientadas as seguintes: (i) aplicar as diretrizes em outros cenários, (ii) aprofundar as etapas de especificação e validação dos requisitos, através de um maior detalhamento das atividades a serem desenvolvidas e (iii) aperfeiçoar os critérios para avaliação das diretrizes, definindo um método para sua aplicação.

Referências

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro. **NBR ISO 14001:2004 – Sistemas de gestão ambiental – Requisitos com orientações para o uso**. Rio de Janeiro, 2004. 20p.
- _____. **NBR ISO 9001:2000 – Sistemas de gestão da qualidade - Requisitos**. Rio de Janeiro, 2000, 21p.
- AUSTIN, S.; BALDWIN, A.; LI, B.; WASKETT, P. Analytical design planning technique (ADePT): a dependency structure matrix tool to schedule the building design process. **Construction Management and Economics**, vol.18, pp.173-182. 2000.
- BARRET, P.S; STANLEY, C.A. **Better construction briefing**. Blackwell Science ISBN 0-632-05102-7, 1999.
- BRASIL, Resolução nº 307 do Conselho Nacional de Meio Ambiente, de 05 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 17 de jul. de 2002, seção1, p. 95-96.
- BRAY, I.K. **An Introduction to Requirements Engineering**. Pearson Education Limited. UK. 2002.
- CLAUSING, D. **Total quality development: a step-by-step guide to world-class concurrent engineering**. New Yourk: ASME press. 1994.
- COLE, R.J. Building environmental assessment methods: redefining intentions and roles. **Build Research & Information**, v.35, 2005.
- CREVELING C. M.; SLUTSKY, J.; ANTIS, D. **Design for Six Sigma: in technology and product development**. Upper Saddle River: Prentice Hall PTR, 2003.
- EVBUOMWAN N. F. O.; ANUMBA, C.J. An integrated framework for concurrent life-cycle design and construction. **Advances in Engineering Software**, v.29, n.7-9, p.587-97, 1998.
- HAUPT, T. **The performance approach to construction worker safety and health**. Tese (Doutorado). University of Florida, 2001.
- HUOVILA, P. **Organisation&Management**. Technical Research Centre of Finland, VTT, 2005.
- HUOVILA, P.; PORKKA, J. **Conclusions and Recommendations on Decision Support Tools for Performance Based Building**. VTT Building and Transport Report. Finland, 2005.

KAMARA, J. M.; ANUMBA, C. J.; EVBUOMWAN, N. F. **Capturing Client Requirements in Construction Projects**; American Society of Civil Engineers. Thomas Telford Ltd., 2002.

KEHL, C. **Contribuições para a identificação da opinião de clientes finais sobre atributos de desenvolvimento sustentável para o produto habitação**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). PPGEC – UFRGS, 2008.

KOTONYA, G.; SOMMERVILLE, I. **Requirements engineering: process and techniques**. Chichester: John Wiley & Sons, 2000.

MARX, A. M. **Proposta de Método de GR para o Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, UFRGS, Porto Alegre, 2009.

MIRON, L. **Proposta de Diretrizes para o Gerenciamento dos Requisitos do Cliente em Empreendimentos da Construção**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). NORIE, UFRGS, Porto Alegre, 2002.

MOTTA, S.R.F.; AGUILAR, M.T.P. Sustentabilidade e processos de projeto de edificações. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, São Paulo, v.4, n.1, 2009. USP, São Paulo, 2009.

PARVIAINEN, P.; TIHINEN, M.; VAN SOLINGEN, R. Requirements engineering: dealing with the complexity of Sociotechnical Systems Development. In: MATÉ, J. L.; SILVA, A. **Requirements engineering for socio-technical systems**. Hershey: Information Science Publishing, 2005. cap. 2.

PAHL, G.; BEITZ, W. **Engineering design: a systematic approach**. 2. ed. London: Springer, 1996.

PEGORARO, C.; MATEI, A.P.; CORNELLI, R.; PAULA, I.C.; SAURIN, T.A. A gestão de requisitos como um apoio à gestão de projetos de empreendimentos da construção civil. In: XXIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. **Anais...** Salvador, outubro de 2009.

PEGORARO, C. **Proposta de diretrizes para a gestão de requisitos no processo de projeto com enfoque nos requisitos ambientais**. Working papers. (Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção). PPGE – UFRGS, 2010.

PEKTAS, S.T.; PULTAR M. Modelling detailed information flows in building design with the parameter-based design structure matrix. **Design Studies**. Londres, v.27, 122, 2006.

ROMANO, F.V. **Modelo de Referência para o Gerenciamento do Processo de Projeto na Construção Civil**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). PPGE, UFSC. 2003.

SAATY, T. L. A Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structures. **Journal of Mathematical Psychology**, vol. 15, p.234-281. 1977.

SAATY, T. L. **Método de Análise Hierárquica**. São Paulo: McGraw-Hill, 1991.

SHEN, Q.; LI H.; CHUNG, J.; HUI, P. A framework for identification and representation of client requirements in briefing process. **Construction management and economics**, v. 22, 2004.

SILVA, V. G; SILVA, M. G.; AGOPYAN, V. Avaliação de edifícios no Brasil: da avaliação ambiental para avaliação de sustentabilidade. **Revista Ambiente Construído**, Porto Alegre, v.3, n.3, 2003. Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2003.

SOMMERVILLE, I. **Engenharia de Software**. São Paulo: Perason Addison-Wesley, 2007.

SUN, M. et al. **Managing Changes in Construction Project**. UWE, Bristol, 2005. Disponível em <http://www.built-environment.uwe.ac.uk/research/cprc/publications/mcd.pdf>. Acesso: 14 nov 2009.

WIEGERS, K.E. **Software Requirements**. 2 ed. Microsoft Press, 2003.

YOUNG, R. **The requirements engineering handbook**. Norwood: Artech House, 2003.

Anexo A - Planilha com fontes de dados para coleta de informações. Fonte: Pegoraro; Saurin e Paula (2010)

Fontes de dados	Fases do processo de projeto									
	Planejamento estratégico	Plano do Projeto	Estudos de Viabilidade	Estudos Preliminares	Anteprojeto	Projeto executivo e detalhamentos	Obra	Uso e manutenção	Descontinuação	
Análise Documental										
Análise do ciclo de vida										
Dados de Avaliações pós-ocupação (APO)										
<i>Benchmarking</i>										
<i>Brainstorming</i>										
Entrevistas										
Etnografia										
Grupos focados										
Legislação										
Observação direta										
Pesquisa de mercado										
Questionários										
Normas (Ex: certificações)										
<i>Workshops/Reuniões</i>										
Outros:										

Anexo B - Checklist das características de qualidade dos requisitos. Fonte: Adaptado de Marx (2009)

Este requisito...	
é necessário?	Se o produto pode suprir as demandas sem este requisito, ele não é necessário e pode ser descartado.
é inteligível?	Se os leitores não compreendem o que o requisito significa, ele deve ser reescrito.
é exequível?	Se este requisito não pode ser implementado dentro do prazo e orçamento, ele não é viável e deve ser descartado ou analisado mais atentamente.
é testável/verificável?	Se a implementação deste requisito não puder ser verificada por meio de um teste, deve ser definida outra forma de verificação.
é rastreável?	Se a fonte deste requisito e sua localização não forem rastreáveis, o requisito deve ser revisado.
está alocado?	Se este requisito não estiver ancorado a algum componente do sistema-produto (qualidade, materiais, tecnologia, etc.), ele não é necessário e pode ser descartado.
é exclusivo?	Não deve haver requisitos duplicados, repetidos.
é prematuro?	Se este requisito impuser uma solução de projeto prematura, ele deve ser revisado ou reservado para consideração em fases mais tardias.

8. CAPÍTULO V – COMENTÁRIOS FINAIS

Neste capítulo são retomados alguns tópicos importantes da pesquisa como o seu tema, objetivos e limitações, seguidos das principais conclusões do estudo. Ao final, são sugeridos assuntos a serem explorados em trabalhos futuros.

5.1 CONCLUSÕES

A presente pesquisa teve como objetivo geral propor diretrizes para a GR no processo de projeto de ambientes construídos. Com base na revisão de literatura em quatro áreas (GR, gestão do processo de projeto, gestão de projetos e requisitos ambientais na construção civil), as diretrizes foram desenvolvidas ao longo de quatro etapas: (i) estudo de caso exploratório, (ii) proposta preliminar das diretrizes, (iii) aplicação e refinamento das diretrizes durante o estudo de caso principal e (iv) proposta final das diretrizes, as quais são formadas por quatro premissas e nove atividades associadas a boas práticas. Durante o primeiro estudo de caso, foram exploradas as possibilidades para integração da GR ao processo de projeto, assim como as condições desejáveis de estruturação do processo de projeto para receber a GR. Já o segundo estudo de caso, foi importante por permitir a aplicação das diretrizes aos requisitos ambientais de um projeto real e o refinamento das mesmas. Tendo em vista subsidiar a melhoria contínua das diretrizes em estudos futuros, seus princípios de concepção foram explicitamente definidos, quais sejam:

- (a) as mesmas devem ser suficientemente generalizáveis para que sejam aplicáveis a diferentes modelos de processo de projeto e diferentes tipos de requisitos;
- (b) as mesmas devem considerar que a GR acompanha o longo ciclo de vida do processo de projeto, o que por sua vez implica a repetição cíclica das atividades da GR ao longo das fases do processo de projeto;
- (c) GR não precisa, necessariamente, ser realizada como um processo novo e de grande impacto nas atividades pré-existentes nas empresas. Uma vez atendidas as premissas, as atividades da GR podem ser integradas àquelas já existentes na empresa;
- (d) todas as etapas do ciclo da GR devem ser abordadas pelas diretrizes;

(e) embora as diretrizes sejam aplicáveis a qualquer tipo de requisito (ambientais, técnicos, estéticos, por exemplo), há particularidades intrínsecas na gestão de cada um destes tipos - no caso desta pesquisa, o foco esteve sobre os requisitos ambientais;

(f) as práticas e conceitos de GR provenientes das engenharias de *software* e de produção podem ser estendidas sem a necessidade de adaptações conceituais substanciais, para o contexto da construção civil. Como exemplos da aplicação desse último princípio, a engenharia de *software* contribuiu com a identificação das etapas e atividades da GR, e formas de classificação dos requisitos. Já a engenharia de produção contribuiu com algumas boas práticas para a execução das atividades da GR;

(g) buscar definir com precisão os conceitos chave associados à GR. Em particular, vale salientar o impacto da diferença conceitual entre requisitos e soluções de projeto. O desempenho do projeto está relacionado às funcionalidades que devem ser atendidas. Por isso deve haver um esforço para encontrar os requisitos do projeto, antes de especificar como os mesmos devem ser atendidos (soluções). Tendo os requisitos do projeto identificados e claros, pode-se manter o foco no problema a ser resolvido e há menos riscos de perder requisitos em função de alterações e descartes de soluções.

As características do processo de projeto na construção civil impuseram limitações no teste prático das diretrizes no estudo de caso. De um lado, a grande quantidade de requisitos envolvidos em projetos de edificações fez com que o estudo de caso principal fosse baseado na aplicação das diretrizes apenas aos requisitos ambientais. De outro lado, o longo tempo de desenvolvimento do processo de projeto (cerca de 6 anos se passaram entre seu início e o período de conclusão do estudo de caso) exigiu que houvesse a simulação da aplicação das diretrizes nas fases anteriores à da realização do estudo de caso, com a finalidade de investigar a evolução dos requisitos retrospectivamente. Não foi possível investigar o comportamento dos requisitos em fases futuras. Contudo, com mais tempo disponível e com a realização de novas entrevistas, seria possível simular esta evolução e avaliar as diretrizes.

Outra limitação relevante é o fato do estudo de caso ter investigado mais a fundo as duas etapas iniciais da GR (identificação; análise e priorização de requisitos). As atividades e boas práticas das etapas de especificação e validação merecem maior detalhamento conceitual e posterior validação prática. Nesse sentido, também cabe salientar que a atividade de priorização foi parcialmente aplicada durante o estudo de caso, pois os requisitos ambientais eram em sua maioria legalmente obrigatórios e, conseqüentemente, prioritários. Além disso, a compa-

ração frente a requisitos de outras categorias foi impossibilitada pela exploração restrita dos requisitos ambientais.

Frente aos resultados do estudo de caso, pode-se salientar que algumas atividades, como as de estruturação gráfica e priorização dos requisitos, consomem bastante tempo, o que poderia ser reduzido com o apoio de ferramentas de TI. A adequada realização das atividades da GR também parece depender de capacitação dos projetistas, pois nos estudos de caso verificou-se a existência de pouco conhecimento dentro das empresas sobre tal abordagem.

Os resultados dos estudos de caso contribuíram no alcance dos objetivos específicos da pesquisa: (a) identificar as condições de estruturação do processo de projeto desejáveis para realizar a adequada GRA, (b) identificar as diretrizes mais relevantes para a adequada GRA e (c) apontar características das empresas, dos projetos e dos requisitos que podem facilitar ou dificultar a GRA.

No que diz respeito ao objetivo específico (a), os estudos de caso indicaram que são necessárias duas condições mínimas de estruturação do processo de projeto, para que a GR e a GRA possam ser realizadas adequadamente: (i) o mapeamento do processo de projeto, incluindo a explicitação de suas fases, entradas, saídas, atividades e clientes envolvidos; (ii) a formalização e documentação destas informações, pois tornam o processo de projeto transparente para todos os clientes e prepara o ambiente para receber as atividades da GR. A definição destes itens auxilia na realização das atividades e na escolha das melhores práticas para a gestão de quaisquer requisitos, inclusive os ambientais.

Em relação ao objetivo específico (b), o atendimento de duas premissas é essencial para a GRA: comprometimento da alta direção e a conscientização de todas as partes envolvidas. De fato, é necessário engajamento da empresa com os requisitos ambientais, que provavelmente ainda são vistos como secundários pelos clientes, em comparação aos requisitos financeiros e técnicos, por exemplo. Caso exista o intuito de considerar requisitos ambientais em um projeto, é importante que as orientações a respeito sejam disseminadas a partir da diretoria. Desta forma, todos os envolvidos podem mais facilmente ser atingidos e conscientizados, com o intuito de criar um ambiente colaborativo e engajado no alcance das metas ambientais.

Ainda sobre o segundo objetivo específico, a avaliação da aplicação das diretrizes no segundo estudo de caso indicou que as atividades da etapa de identificação e a de estruturação gráfica merecem destaque por permitirem, respectivamente, a atualização contínua e a visibilidade

dos desdobramentos e relações entre os requisitos ambientais. Estes benefícios são pontos chave não somente para a GRA, mas para a GR de uma forma geral, pois viabilizam uma maior eficiência na execução das demais atividades.

Quanto ao objetivo específico (c), foi concluído que uma característica das empresas que favorece a realização da GRA é, novamente, o comprometimento da alta direção com as metas ambientais. No estudo de caso principal esta característica facilitou a aplicação das diretrizes, pois o projeto possuía objetivos ambientais claros e a empresa contava com profissionais esclarecidos acerca das questões ambientais do empreendimento. De outro lado, foram identificadas algumas particularidades dos requisitos ambientais que trazem dificuldades à GR. Entre eles estão (i) os frequentes retrabalhos resultantes de mudanças nos valores-alvo e soluções dos requisitos ambientais, devido à incidência de leis recentes e que ainda não foram suficientemente aplicadas e refinadas; (ii) a preponderância dos requisitos ambientais em relação aos de outras categorias, devido a obrigações. Em relação a este último item, atualmente há uma tendência de os requisitos ambientais serem resultantes de pressões externas, geralmente na forma de leis. Quando legalmente obrigatórios, os requisitos podem trazer dificuldades ao desenvolvimento do projeto, especialmente quando atrelados a soluções de projetos também obrigatórias, pois elas trazem restrições aos projetos.

5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Este trabalho introduziu uma série de novos conceitos e possibilidades para a realização da GR no processo de projeto da construção civil. Alguns destes conceitos e possibilidades permaneceram generalizados e merecem ser aprofundados em trabalhos futuros. Além disso, algumas lacunas permaneceram abertas enquanto outras surgiram ao longo da pesquisa, trazendo novas dúvidas e hipóteses a serem discutidas. São sugestões para trabalhos futuros:

- a) Aplicar as diretrizes de GR em outros cenários de processo de projeto (diferentes tipos de empreendimentos; diferentes estruturas de processo de projeto, por exemplo, processos simultâneos, seqüenciais e ágeis) como intuito de refiná-las e corroborar as hipóteses levantadas nas conclusões desta pesquisa;
- b) Aprofundar a proposta das atividades e boas práticas nas etapas de especificação e validação dos requisitos;

- c) Aprofundar a interpretação das relações entre os requisitos a partir da estruturação gráfica;
- d) Aperfeiçoar os critérios para avaliar a utilidade e a facilidade de uso das diretrizes, definindo um método para sua aplicação;
- e) Explorar como as diretrizes para a GR podem ser relacionadas a outros temas, assim como foi feito no artigo 1 com a gestão de projetos. Pode-se, por exemplo, avaliar mais a fundo que contribuições a GR pode trazer aos sistemas de gestão (por exemplo da qualidade e ambiental, introduzidas no artigo 3).

REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro. **NBR ISO 14001:2004 – Sistemas de Gestão Ambiental – Requisitos com orientações para o uso**. Rio de Janeiro, 2004. 20p.

_____. **NBR ISO 9001:2000 – Sistemas de gestão da qualidade - Requisitos**. Rio de Janeiro, 2000, 21p.

ADDENDA. Disponível em: <<http://www.addenda.fr>>. Acesso em: 12 jul. 2009.

ATKINSON, R.; CRAWFORD, L. e WARD, S. Fundamental uncertainties in project and scope of project management. **International Journal of Project Management**. v.24, p. 687–698, 2006.

AUSTIN, S.; BALDWIN, A.; LI, B.; WASKETT, P. Analytical design planning technique (ADePT): a dependency structure matrix tool to schedule the building design process. **Construction Management and Economics**, vol.18, pp.173-182. 2000.

BARRET, P.S; STANLEY, C.A. **Better construction briefing**. Blackwell Science ISBN 0-632-05102-7, 1999.

BRAY, I.K. **An Introduction to Requirements Engineering**. Pearson Education Limited. UK. 2002.

BRASIL, Resolução nº 307 do Conselho Nacional de Meio Ambiente, de 05 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 17 de jul. de 2002, seção1, p. 95-96.

CLAUSING, D. **Total quality development: a step-by-step guide to world-class concurrent engineering**. New Yourk: ASME press. 1994.

CIB – Conseil International du Bâtiment. **The Performance Approach and its Terminology**. Report No. 32, Rotterdam, Netherlands. 1975.

_____. **Final Report of CIB Task Group 11 - Performance-based Building Codes.** Canada. 1997.

_____. Meeting Report. 7° W018 CLIMATE CHANGE AND BUILT ENVIRONMENT. **Proceedings...**Nantes, France, CIB, 2008.

COLE, R.J. Building environmental assessment methods: assessing construction practice. **Construction Management and Economics** 18, 2000.

CREVELING C. M.; SLUTSKY, J.; ANTIS, D. **Design for Six Sigma: in technology and product development.** Upper Saddle River: Prentice Hall PTR, 2003.

DOBBELSTEEN, A.; WILDE, S. Space use optimisation and sustainability: environmental assessment of space use concepts. **Journal of Environmental Management**, V. 73, Issue 3. 2004.

EVBUOMWAN N. F. O.; ANUMBA, C.J. An integrated framework for concurrent life-cycle design and construction. **Advances in Engineering Software**, v.29, n.7–9, p.587–97, 1998.

FABRÍCIO, M. M. **Projeto simultâneo na construção de edifícios.** Tese (Doutorado em Engenharia Civil e Urbana). Escola Politécnica,USP, São Paulo, 2002.

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

HAUPT, T. **The performance approach to construction worker safety and health.** Tese (Doutorado). University of Florida, 2001.

HQE. <<http://www.assohqe.org>>. Acesso em: 12 jul. 2009.

HUOVILA, P. **Organisation&Management.** Technical Research Centre of Finland, VTT, 2005.

HUOVILA, P.; PORKKA, J. **Conclusions and Recommendations on Decision Support Tools for Performance Based Building.** VTT Building and Transport Report. Finland, 2005.

IBEC-CASBEE – Disponível em: <<http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/index.htm>>. Acesso em: 25 jun. 2009.

KAMARA, J. M.; ANUMBA, C. J.; EVBUOMWAN, N. F. **Capturing Client Requirements in Construction Projects**; American Society of Civil Engineers; Thomas Telford Ltd. 2002.

KEELING, R. **Gestão de Projetos: uma abordagem global**. São Paulo: Saraiva, 2002.

KEHL, C. **Contribuições para a identificação da opinião de clientes finais sobre atributos de desenvolvimento sustentável para o produto habitação**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). PPGEC – UFRGS, 2008.

KERZNER, H. **Gestão de Projetos. As melhores Práticas**. Porto Alegre: Bookman, 2002.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction**. Technical report number 72. Centre for integrated facilities engineering. Stanford University, UK. 1992.

KOSKELA, L. **An exploration towards a production theory and its application to construction**. VTT Publications 408, Espoo, Finland, 2000.

KOTONYA, G.; SOMMERVILLE, I. **Requirements engineering: process and techniques**. Chichester: John Wiley & Sons, 2000.

LI, H.; LU, W.; HUANG, T. Rethinking project management and exploring virtual design and construction as a potential solution. **Construction Management and Economics**. Volume 27, Issue 4, 2009.

MARX, A. M. **Proposta de Método de GR para o Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). PPGEP, UFRGS. 2009.

MEREDITH, J. R.; MANTEL JR., S.J. **Project management: a managerial approach**. 5.ed. New York: John Wiley & Sons, 2002.

MIRON, L. I. G. **Proposta de Diretrizes para o Gerenciamento dos Requisitos do Cliente em Empreendimentos da Construção**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). NORIE, UFRGS, 2002

MIRON, L. I. G. **Gerenciamento de Requisitos dos Clientes de Empreendimentos Habitacionais de Interesse Social: Proposta para o Programa Integrado Entrada da Cidade em Porto Alegre – RS**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). NORIE, UFRGS, 2008.

MELHADO, S.B. **Coordenação de projetos de edificações**. Escola Politécnica da USP. São Paulo: O Nome da Rosa, 2005.

MOTTA, S.R.F.; AGUILAR, M.T.P. Sustentabilidade e processos de projeto de edificações. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, São Paulo, v.4, n.1, 2009. USP, São Paulo, 2009.

MÜLLER, C. J. **Modelo de Gestão Integrando Planejamento Estratégico, Sistemas de Avaliação de Desempenho e Gerenciamento de Processos (MEIO – Modelo de Estratégia, Indicadores e Operações)**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) PPGEP, UFRGS, 2003

OTHMAN, A.A.E.; Corporate Social Responsibility of Architectural Design Firms Towards a Sustainable Built Environment in South Africa. **Architectural Engineering and Design Management**, UK, v. 5, n.1-2, 2009.

PAHL, G.; BEITZ, W. **Engineering design: a systematic approach**. 2. ed. London: Springer, 1996.

PAN, Y.; YIN, R.; HUANG, Z. Energy modeling of two office buildings with data Center for green building design. **Energy and Buildings**. V.40. Issue 7. 2008.

PARVIAINEN, P.; TIHINEN, M.; VAN SOLINGEN, R. Requirements engineering: dealing with the complexity of Sociotechnical Systems Development. In: MATÉ, J. L.; SILVA, A. **Requirements engineering for sociotechnical systems**. Hershey: Information Science Publishing, 2005. cap. 2.

PATAH, L. A.; CARVALHO, M. M. Estruturas de gerenciamento de projetos e competências em equipes de projetos. In: XXII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Curitiba, 2002. **Anais...** Porto Alegre: ABEPRO, p. 1-8, 2002.

PEGORARO, C.; MATEI, A.P.; CORNELLI, R.; PAULA, I.C.; SAURIN, T.A. A gestão de requisitos como um apoio à gestão de projetos de empreendimentos da construção civil. In: XXIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. **Anais...** Salvador, outubro de 2009.

PEGORARO, C.; SAURIN, T.A.; PAULA, I.C. Requisitos ambientais no processo de projeto da construção civil e suas relações com os objetivos das empresas: um estudo de caso. In: I SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE NO PROJETO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, São Carlos, 2009. **Anais...** São Carlos, novembro de 2009.

PEGORARO, C.; SAURIN, T.A.; PAULA, I.C. **Proposta de diretrizes para a gestão de requisitos no processo de projeto com enfoque nos requisitos ambientais.** Working papers (Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção). PPGEP – UFRGS, 2010.

PEKTAS, S.T.; PULTAR M. Modelling detailed information flows in building design with the parameter-based design structure matrix. **Design Studies.** Londres, v.27, 122, 2006.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE (PMI) - **Um Guia do Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos** (Guia PMBOK®). 3 Ed. Project Management Institute, 14 Campus Boulevard, Newtown Square, PA EUA. 2004.

QUEVEDO, J. R. S; SCHEER, S. Estratégias de Desenvolvimento de Pesquisas em Projetos pelo Método de Estudos de Caso Múltiplos. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, São Paulo, v. 2, maio 2007.

RIES, R.; M. BILEC; N. GOKHAN; K. NEEDY. The economic benefits of Green buildings: a comprehensive case study. **The Engineering Economist**, n. 51, 2006.

RIO GRANDE DO SUL. Lei nº 9.519, de 21 de janeiro de 1992. Institui o Código Florestal do Estado do Rio Grande do Sul e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, 21 jan. 1992.

ROMANO, F.V. **Modelo de Referência para o Gerenciamento do Processo de Projeto na Construção Civil**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). PPGEP, UFSC. 2003.

SAATY, T. L. A Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structures. **Journal of Mathematical Psychology**, vol. 15, p.234-281. 1977.

SAATY, T. L. **Método de Análise Hierárquica**. São Paulo: McGraw-Hill, 1991.

SALOMON, V. P.; MONTEVECHI, J. A. B.; PAMPLONA, E. O. Justificativas para Aplicação do Método de Análise Hierárquica. In: XIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. **Anais...** Rio de Janeiro, RJ, novembro de 1999.

SENAI - Disponível em: <<http://www.senairs.org.br/indicedesustentabilidade>>. Acesso em: 07 jul. 2009.

SILVA, V. G.; SILVA, M. G.; AGOPYAN, V. Avaliação de edifícios no Brasil: da avaliação ambiental para avaliação de sustentabilidade. **Revista Ambiente Construído**, Porto Alegre, v.3, n.3, 2003. Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2003.

SHEN, Q.; LI H.; CHUNG, J.; HUI, P. A framework for identification and representation of client requirements in briefing process. **Construction management and economics**, v. 22, 2004.

SHEER, S.; AYRES, C. G. Abordando a BIM em níveis de modelagem. In: I SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE NO PROJETO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, São Carlos, 2009. **Anais...** São Carlos, novembro de 2009.

SILVA, E. L. e MENEZES, E. M. **Metodologia da Pesquisa e elaboração de dissertação**. UFSC/PPGEP/LED, Florianópolis-SC, 2001.

SOMMERVILLE, I. **Engenharia de Software**. Perason Addison-Wesley: São Paulo, 2007.

SOUZA, R; SILVA, M. A. **Gestão do Processo de Projeto de Edificações**. São Paulo: O Nome da Rosa, 2003.

SUN, M. et al. **Managing Changes in Construction Project**. UWE, Bristol, 2005. Disponível em <http://www.built-environment.uwe.ac.uk/research/cprc/publications/mcd.pdf>.

THORMARK, C. The Effect of Material Choice on the Total Energy Need an Recycling Potential of a Building. **Building and Environment**. v. 41. n. 8. 2006.

TURNER, J.R. Evolution of project management research as evidenced by papers published in the International Journal of Project Management. **International Journal of Project Management**. 28 (2010) 1–6. 2010.

TZORTZOPOULOS, P. **Contribuições para o desenvolvimento de um modelo do processo de projeto de edificações em empresas construtoras incorporadoras de pequeno porte**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). NORIE, UFRGS, 1999.

TZORTZOPOULOS, P. **The design and implementation of product development process models in construction companies**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). University of Salford, Salford, UK, 2004

ULRICH, K.T; EPPINGER S.D. **Product and Design Development**. 2 ed. Irwin McGraw-Hill, 2000

USGBC - Disponível em: <<http://www.usgbc.org>>. Acesso em: 10 jun. 2009.

WARD, S; CHAPMAN, C. Stakeholders and uncertainty management in projects. **Construction Management and Economics**. Volume 26, Issue 6, 2008.

WHITELEY, R.C. **A Empresa Totalmente Voltada para o Cliente**. Rio de Janeiro: Campus; 1992.

WIEGERS, K.E. **Software Requirements**. Ed. 2. Ed. Microsoft Press, 2003.

YOUNG, R. **The requirements engineering handbook**. Norwood: Artech House, 2003.

ZAMBRANO, L. **Integração dos Princípios da Sustentabilidade ao Projeto de Arquitetura**. Tese (Doutorado em Arquitetura). Programa de Pós-Graduação em Arquitetura – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2008.

APÊNDICE

APÊNDICE A – Lista de recomendação de requisitos ambientais a serem considerados no projeto de edifícios

LEGENDA: A = LEED B = HQE C = CNTL D = CASBEE

		Sistema de Origem	Recomendações de requisitos ambientais a serem atendidos no projeto de edifícios
Nº		Fontes: LEED®, CNTL, HQE, CASBEE	
01	Escolha do terreno e implantação do empreendimento.	A, B, C	Os impactos negativos na vizinhança do empreendimento devem ser evitados (população, trânsito, infraestrutura).
02		A	O terreno do empreendimento deve estar em uma gleba previamente urbanizada.
03		A	O terreno não deve conter mais que 25% de solos excelentes, solos únicos, ou solos com qualidade significativa, identificado por agência de preservação de recursos naturais.
04		B, C	O empreendimento deve utilizar oportunidades oferecidas não só pelo terreno, mas também pela localidade, contribuindo para a organização e trazendo benefícios para a parcela urbana.
05		B	O empreendimento deve contribuir com a organização da parcela para criar uma condição de vida agradável.
06		A	O empreendimento não deve abranger áreas que, prioritariamente, deveriam ser destinadas a uso público.
07		A	O empreendimento deve respeitar a densidade populacional média da região.
08		A	Terrenos virgens devem ser protegidos.
09		A	O empreendimento não deve abranger áreas de habitat de espécies protegidas.
10		D	O empreendimento deve conservar as reservas biológicas do local e o uso do habitat natural deve ser gerenciado de forma a pouco intervir.
11		D	As características locais (ex: relevo, vegetação, materiais) devem ser exploradas em benefício do conforto interno e externo da edificação.
12		A, C	O empreendimento deve estar localizado próximo a pontos de prestação de serviços.
13		A	O empreendimento deve promover a biodiversidade proporcionando uma área aberta maior que a área de projeção construída.
14		D	A implantação do empreendimento deve assegurar a permanência da vegetação
15		A	A implantação do empreendimento deve respeitar a distância mínima de rios, mar, lagos, conforme legislação específica.
16		A	A implantação do empreendimento deve dar preferência às áreas contaminadas ou subutilizadas, pesquisados os incentivos e possíveis custos de remediação do solo.
17		A	A poluição da água deve ser reduzida ou eliminada. Exemplos de soluções: (i) reduzindo superfícies impermeáveis, (ii) aumentando a infiltração, (iii) eliminando fontes de contaminantes e (iv) removendo poluentes de água da chuva acumulada.
18		A	O empreendimento deve limitar a interrupção da hidrologia natural.
19		A, D	O empreendimento deve reduzir as ilhas de aquecimento (diferença gradiente térmica entre áreas construídas e não construídas) com uso de vegetação e ventilação, por exemplo, a fim de minimizar o impacto no microclima e no habitat humano e animal.
20	Água e Esgoto	A, C, D	O empreendimento deve maximizar a eficiência no uso da água.
21		A	O empreendimento deve diminuir o volume de água descartada.
22		A, C, D	O empreendimento deve oferecer alternativas para reduzir a vazão de água.

23		A	O empreendimento deve usar água não potável para funções não-nobres.
24		A, B	A água utilizada deve ser tratada no local, podendo ela ser usada como água não potável.
25		A	O empreendimento deve usar somente água capturada da chuva, água desperdiçada, águas cinzas tratadas ou afins, que não sejam úteis como água potável, para fins de irrigação.
26		B, C, D	O projeto deve prever alternativas de uso de águas pluviais e cinzas durante o uso do edifício.
27		C, D	A descarga de água durante as chuvas na rede pública deve ser reduzida (Exemplo de solução: bacias de amortecimento).
28	Energia	A, B, C, D	O projeto deve estabelecer um nível mínimo de eficiência energética para os sistemas propostos no projeto. Especialmente ar-condicionado.
29		B	O uso de recursos (materiais, equipamentos...) processados com energias limpas deve ser estimulado.
30		D	O uso de energia renovável gerada no local (ex. solar, eólica, biomassa) para auto-abastecimento deve ser encorajado.
31		A, D	O edifício deve ter sistemas de vedação adequados para o melhor controle da temperatura interna.
32		A, B, C, D	O uso da iluminação e ventilação natural deve ser otimizado (orientação e tipo das aberturas, artifícios como prateleiras de luz, etc.)
33		A	O consumo de energia do edifício deve ser verificado e controlado por no mínimo 1 ano após a entrega.
34		A, D	Os sistemas que utilizam energia devem estar instalados, calibrados e operando de acordo com as especificações dos fabricantes/fornecedores.
35		A, D	O uso de CFC nos sistemas HVAC (<i>heating, ventilation, air conditioning</i>) deve ser igual a zero.
36		Materiais de Construção e resíduos	B, C
37	A, D		O manejo correto das florestas deve ser encorajado através do uso de madeira certificada (inclusive instalações temporárias e mobília)
38	A, B, D		O uso de materiais não renováveis deve ser reduzido.
39	A		O uso e o esgotamento de matérias primas finitas e de ciclo de vida longo, deve ser reduzido substituindo-os por materiais rapidamente renováveis (ciclo de vida de 10 anos).
40	D		O uso de materiais cujo conteúdo seja poluente deve ser evitado.
41	C, D		Devem ser consideradas na fase de projeto questões ligadas a possíveis reformas e manutenção (previsão de <i>shafts</i> , manutenção de equipamentos), vida útil dos componentes (A.C., equipamentos, tubulações, acabamentos, revestimentos de fachada), flexibilidade da planta, por exemplo.
42	A		Os edifícios devem ser concebidos para ter um ciclo de vida longo. (Conservar recursos, manter recursos culturais, reduzir a geração de resíduos e impactos ambientais causados por prédios novos).
43	C		Deve-se buscar formas de minimizar a geração de resíduos durante todo o processo de projeto
44	Atividades da Obra	D	O não desperdício de materiais e recursos durante a obra deve ser incentivado.
45		C	A empresa responsável pela obra deve atender à resolução nº 307 do CONAMA (gestão de resíduos).
46		A	A empresa responsável pela obra deve desenvolver e implementar um plano de gerenciamento dos resíduos.
47		A	A empresa responsável pela obra deve evitar o novo processamento dos recursos.
48		A	A empresa responsável pela obra deve aumentar a demanda de produtos que incorporem conteúdo reciclado.
49		A	A empresa responsável pela obra deve reduzir o uso e o esgotamento de matérias primas finitas e de ciclo de vida longo, substituindo-os por materiais rapidamente renováveis (ciclo de vida de 10 anos).
50		D	A empresa responsável pela obra deve controlar o consumo de energia.
51		B	A empresa responsável pela obra deve reduzir a quantidade de contaminantes do ar nocivos a saúde.
52		D	Equipamentos de incineração ou que emitam outros tipos de gases poluentes na atmosfera não devem ser utilizados na obra.

53	Gestão do Lixo	D	O não desperdício deve ser incentivado.
54		A	Uma área facilmente acessível deve ser oferecida para servir toda a edificação, dedicada à coleta e armazenamento de materiais não perigosos para reciclagem incluindo, no mínimo, papel, vidro, plástico, metais.
55	Qualidade do ar	A	O edifício deve ter ventilação natural adicional para melhorar a qualidade do ar e o conforto e bem estar dos usuários.
56		A	A quantidade de contaminantes do ar nocivos a saúde deve ser reduzida, inclusive durante a fase de uso do empreendimento.
57		A	Devem ser previstas ferramentas de verificação para avaliação do controle do conforto térmico do prédio ao longo do tempo.
58		A, B, D	Os usuários devem ter permanente possibilidade de conexão com o ambiente exterior.
59	Transporte	A, B	O empreendimento deve estar a menos de 800m de paradas de metrô ou similares úteis ao público alvo. Ou deve estar a menos de 400m de paradas de ônibus úteis ao público alvo.
60		A, D	O empreendimento deve ter bicicletário para atender a 15% de sua população, com vestiários.
61		A	O empreendimento deve oferecer estacionamento preferencial para ocupantes com veículos mais eficientes.
62		A, B	Deve haver incentivo o uso de transporte coletivo.

APÊNDICE B – Lista completa de requisitos ambientais do estudo de caso

Vide em:

<https://docs.google.com/fileview?id=0B5SMZLxr6i5zZjE5MDFkOTMtOWU2Zi00YTcxLTgwNmQtMDIxZjQxNTA5M2Vm&hl=en>