

Novas exigências decorrentes de programas de certificação ambiental de prédios e de normas de desempenho na construção

New requirements resulting from construction environmental certification programs and performance standards

Adriana Teresinha Silva

adrianat@feevale.br
Universidade Feevale

Andrea Parisi Kern

apkern@unisinos.br
Universidade do Vale do Rio dos Sinos

Rossana Piccoli

rpiccoli@ucs.br
Universidade de Caxias do Sul

Marco Aurélio Stumpf González

mgonzalez@unisinos.br
Universidade do Vale do Rio dos Sinos

RESUMO - Preocupações ambientais e de desempenho no ambiente construído são tendências mundiais. No Brasil, cresce o uso de certificações ambientais de edificações, e, desde julho de 2013, está em vigor a NBR 15.575. Esta situação tem desafiado o setor como um todo, incluindo projetistas, construtores e fornecedores. As novas exigências afetam especialmente os projetistas, tendo em vista a complexidade das questões que envolvem os temas e devem ser resolvidas na fase de projeto. Esse artigo discute novas exigências decorrentes da adoção de critérios ambientais e do conceito de desempenho, com base nos resultados de duas Dissertações de Mestrado que investigaram o processo de projeto e de produção de um prédio comercial com certificação ambiental e a implantação das normas de desempenho espanhola (CTE) e brasileira (NBR 15.575) por empresas construtoras.

Palavras-chave: construção civil, ambiente construído, certificação ambiental, desempenho.

ABSTRACT - The concern with environmental issues and the performance of buildings is a global trend. In Brazil, the adoption of environmental certification has been growing, and since July 2013, the national standard NBR 15.575 is in force, under the general heading of residential buildings. Both, environmental and performance issues have challenged the industry as a whole, including designers, constructors and suppliers, in view of the complexity of the issues surrounding the concept of performance. This paper discusses new requirements resulting from the adoption of environmental criteria and from the concept of performance, based on results of research that investigated, respectively, the design and production processes of a certificated commercial building and the implementation of the Spanish (CTE) and Brazilian (NBR 15.575/2013) performance standards by construction firms.

Keywords: civil construction, built environment, environmental certification, building performance.

Introdução

O cenário atual do setor da construção é caracterizado por pressões voltadas à diminuição de impactos ambientais e à melhoria de desempenho do ambiente construído. Como consequência tem-se o surgimento de programas de certificação ambiental e normas de

desempenho, em diferentes países e formatos, mas com propósitos similares. Por sua vez, esses regulamentos passam a exigir dos projetistas uma nova visão sobre o projeto. Em síntese, a prática de pensar em fins, invertendo a tradicional abordagem prescritiva de grande parte da normatização técnica brasileira anterior à NBR 15.575 (ABNT, 2013).

Como uma consequência, novas exigências técnicas desafiam o setor como um todo: projetistas, construtores, fornecedores, e o poder público, nos papéis de legislador e fiscalizador. Além disto, demandam da Academia a progressiva introdução de novos conceitos no processo de formação de arquitetos e engenheiros civis.

Esse artigo discute algumas exigências novas, decorrentes da adoção de critérios ambientais e do conceito de desempenho, com base nos resultados de duas Dissertações de Mestrado (Piccoli, 2009; Silva, 2011), no âmbito das quais foram investigados o processo de projeto e produção de um prédio comercial com certificação ambiental e a implantação da norma espanhola (CTE) e brasileira (NBR 15.575/2013) de desempenho por empresas construtoras.

A questão ambiental e os programas de certificação de prédios

A diminuição de impactos ambientais pelo setor tem sido pauta de ampla discussão. Dentre os impactos mais citados destacam-se o consumo de energia (na produção de materiais e componentes e na fase de uso do ambiente construído), a emissão de CO₂, o consumo de recursos naturais não renováveis e a geração de resíduos sólidos. Em todos estes impactos, a participação da construção civil nos números globais da sociedade é significativa. Esses impactos têm relação com os problemas ambientais atualmente em foco: esgotamento da matriz energética, mudanças climáticas, escassez de recursos naturais e o grande volume de resíduos sólidos gerados nos grandes centros urbanos (Agopyan e John, 2012; Lobo *et al.*, 2010; Kulatunga *et al.*, 2006).

O acúmulo de gases do efeito estufa é tido como uma das principais causas das mudanças climáticas mundiais. Segundo algumas fontes, a indústria de cimento do tipo Portland é responsável pelo lançamento de cerca de 6% de todas as emissões globais de CO₂. Cerca de 40% da energia consumida no mundo abastece a indústria da construção civil, ao passo que em outras indústrias, essa taxa é aproximadamente 10%, em média (Lobo *et al.*, 2010).

Do total da matéria-prima utilizada anualmente no mundo, o setor da construção civil é responsável pelo consumo de aproximadamente 25% da madeira virgem e 40% das rochas e areia empregados pela sociedade (Kulatunga *et al.*, 2006). No Brasil, de acordo com dados do Anuário Mineral Brasileiro de 2010, a construção civil consome cerca de 80% da areia, 90% da argila, 90% da rocha britada e 95% da gipsita extraídas no país (DNPM, 2010).

Como contraponto a esses dados, algumas iniciativas vêm sendo adotadas para reduzir os impactos ambientais da construção civil. Estados Unidos, Canadá, Austrália, Japão, Hong Kong e alguns países europeus têm investido em sistemas de certificação ambiental de edifícios, baseados em critérios e indicadores de desempenho

ambiental. Segundo Silva (2003), o grande impulso ao desenvolvimento desses sistemas surgiu a partir da constatação de que mesmo os países que acreditavam dominar os conceitos de projeto ecológico, não possuíam meios para verificar quão “verdes” eram de fato os seus edifícios.

A maioria dos sistemas existentes funciona por adesão, com a intenção de que o próprio mercado impulse a elevação do padrão ambiental, seja por comprometimento ambiental ou por questão de competitividade e diferenciação mercadológica (Zimmermann *et al.*, 2002). Por outro lado, em alguns países, a proposta de certificação “verde” das edificações deixou de ser meramente estratégia de mercado e passou a ser condição para a legalização do edifício (Silva, 2007). Por exemplo, desde 1992, a Dinamarca passou a exigir dos grandes edifícios comerciais o atendimento a um sistema de avaliação de energia. Esse sistema de avaliação é obrigatório, relativamente caro e bastante abrangente (Cantalapiedra *et al.*, 2006).

No Brasil, a certificação ambiental de prédios já é percebida pelos agentes do setor da construção civil e o interesse pelo tema está se consolidando. O primeiro sistema brasileiro de certificação ambiental de edifícios para o setor da construção civil foi criado em 2007. O Referencial Técnico de Certificação de Edifícios do setor de serviços – sistema Alta Qualidade Ambiental – AQua, da Fundação Vanzolini, é baseado no sistema francês NF Bâtiments Tertiaires – Démarche HQE® (Aulicino, 2008; Vanzolini, 2007). Outras iniciativas identificadas consistem na criação, em 2003, do Programa Nacional de Eficiência Energética em Edificações – PROCEL EDIFICA, que visa incentivar a conservação e o uso eficiente dos recursos naturais (água, luz, ventilação, etc.) nas edificações, reduzindo os desperdícios e os impactos sobre o meio ambiente (Eletrobrás, 2009), e o selo azul da Caixa Econômica Federal, que certifica empreendimentos seguindo uma lista de 46 critérios (Caixa, 2009).

No entanto, a aplicação destas iniciativas ainda é incipiente e alguns sistemas estrangeiros também têm sido utilizados. Neste contexto, destaca-se o sistema norte-americano LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), que está sendo adaptado às edificações brasileiras.

O LEED é um sistema de classificação e certificação ambiental projetado para a indústria de construção americana, criado em 1996 pelo US Green Building Council (USGBC). Esta instituição, sem fins lucrativos, é financiada pelo NIST (National Institute of Standards and Technology) a partir da iniciativa de alguns agentes individuais, incluindo representantes do mercado de construção civil, órgãos governamentais e associações de classe (Hernandes e Duarte, 2007).

Os vários créditos são distribuídos em cinco categorias de impactos ambientais (sítios sustentáveis; uso eficiente de água; energia e atmosfera; materiais e recursos; e qualidade do ambiente interno), e mais cinco

créditos são destinados à categoria de inovação e processo de projeto. Como referência aos princípios ambientais e de uso de energia, o LEED é baseado em normas de credibilidade reconhecida, definidas por entidades como ASHRAE – American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers; ASTM – American Society for Testing and Materials; EPA – Environmental Protection Agency; e DOE – Department of Energy (Benini *et al.*, 2003).

No Brasil, o LEED tem sido utilizado para conferir o selo de *green building*, já implementado por algumas empresas construtoras, especialmente em obras comerciais nos grandes centros urbanos.

Em síntese, a maioria dos sistemas de certificação ambiental utiliza listas de verificação que concedem créditos em função da aplicação de determinadas estratégias de projeto ou especificação de materiais e equipamentos (Degani e Cardoso, 2002). Estes sistemas são compostos por um determinado conjunto de critérios que respeitam diferentes categorias de aspectos ambientais e fatores de construção relevantes, sendo a certificação dos edifícios efetuada de acordo com o seu desempenho frente a esses critérios (Cole e Larsson, 2002; Pinheiro e Soares, 2007).

A questão do desempenho e a NBR 15.575/2013

A palavra “desempenho” é utilizada de maneira coloquial e normalmente é associada a um nível de qualidade apresentado. A aplicação efetiva deste conceito teve início na fabricação de produtos destinados à indústria bélica, ainda no período da Segunda Guerra Mundial, para atender exigências de segurança estrutural (Borges e Sabbatini, 2008).

Na construção, o conceito de desempenho de edificações vem sendo estudado desde a década de 60. Suas primeiras formulações e debates ocorreram a partir das questões apresentadas no segundo congresso do Council International for Building – CIB (Conselho Internacional para Edificação), realizado em 1962. No final desta década, uma importante publicação neste tema consiste na primeira edição do livro intitulado *Savoir Bâtir: Habitabilité, Durabilité, Économie des Bâtiments* (Saber Construir: Habitabilidade, Durabilidade, Economia dos Edifícios), de Gerard Blachère, no qual o desempenho de edificações é conceituado como o comportamento em uso, ao longo de sua vida útil (Blachère, 1967).

Em 2000, na União Europeia (UE) foi criada a Rede Temática PeBBu (Performance Based Buildings, ou Construção Baseada no Desempenho) para consolidar os trabalhos anteriores sobre o assunto (Szigeti e Davis, 2005). Posteriormente foi adotada uma série de diretivas relativas à padronização técnica. Entre as principais normas estão os Eurocódigos, desenvolvidos pelo Comitê Europeu de Normalização. Trata-se de um grupo de

normas estruturais para o projeto de edifícios e obras de engenharia civil, a partir de um ponto de vista estrutural e geotécnico (García, 2006; Caldentey *et al.*, 2008).

Nos últimos anos, várias organizações internacionais relacionadas com normas que versam sobre as edificações se preocuparam com o desempenho e criaram sistemas regulamentadores baseados nesse conceito, como é o caso do Reino Unido, Nova Zelândia, Austrália, Canadá, Holanda, Suécia, Noruega e Estados Unidos (CTE, 2006).

Na Espanha, até a promulgação da Lei de Planejamento das Construções Espanholas, em 2000, faltava uma regulamentação do setor em questões de desempenho das edificações. A criação do Código Técnico das Edificações (CTE), em 2006, é considerada um marco no setor de construção espanhol. Consiste num programa de avaliação oficial onde são definidas metas de desempenho e maneiras de alcançá-las, porém sem enfatizar o uso de um determinado procedimento ou solução. O projetista tem liberdade para escolher as soluções, desde que atinja as metas propostas no CTE. São consideradas as características qualitativas ou quantitativas, construindo objetivos identificáveis que contribuem para determinar a capacidade da edificação de responder às diferentes funções para as quais foi concebida (CTE, 2006).

O CTE é dividido em duas partes. A primeira parte contém as disposições e condições de aplicação do CTE e os requisitos básicos a serem atendidos pelos edifícios, considerando projeto, construção, manutenção e conservação e instalações (CTE, 2006).

A segunda parte consiste em documentos elaborados com base em técnicas de construção diferentes, que são atualizados em função da evolução técnica e das demandas sociais e aprovações regulatórias. Por sua vez, a segunda parte é dividida em seis capítulos: segurança estrutural (SE), segurança contra incêndios (SI), segurança em uso (SU), salubridade (Sa), eficiência energética (EE) e proteção contra ruídos (PR). Em cada capítulo, os requisitos básicos são caracterizados através do estabelecimento de normas ou limites de desempenho a ser atingido pelos edifícios ou suas partes, de maneira qualitativa ou quantitativa. Também contém os procedimentos que atestam o cumprimento dessas exigências básicas na prática. Contém ainda referências a instruções, regulamentos ou outras normas técnicas para fins de especificação e controle de materiais, métodos de ensaio e dados ou procedimentos de cálculo (CTE, 2006).

No Brasil, o conceito de desempenho na construção é fortemente ligado à habitação e começou a ser discutido na década de 80, tendo em vista o déficit habitacional e suas consequências. Entre 1950 e 1980, a população urbana cresceu em torno de 300%, gerando um problema de falta de habitações adequadas nas cidades, o que incitou construções irregulares e em áreas periféricas urbanas, contribuindo para o aumento das favelas (Maricato, 1999;

Serra, 1989). Esse cenário aqueceu o mercado de provisão habitacional, especialmente o de Empreendimentos de Habitação de Interesse Social (EHIS) (Bonduki, 2004).

Neste contexto, novos sistemas construtivos foram desenvolvidos, visando a atualizar os produtos e processos tradicionais até então utilizados, pensando principalmente na racionalização e industrialização da construção. Porém, por falta de referências técnicas, a implantação de tecnologias desenvolvidas ou adaptadas levou, na maioria dos casos, a experiências pouco exitosas, com prejuízos para todos os agentes do processo. Aos usuários foram transferidos os problemas das patologias e os altos custos de manutenção. Houve prejuízos econômicos para os agentes financiadores e falência de algumas construtoras (Gonçalves *et al.*, 2003).

Um dos primeiros documentos brasileiros que é baseado no conceito de desempenho para avaliação dos sistemas construtivos de habitações consiste na publicação do Instituto de Pesquisas Tecnológicas denominada “Critérios Mínimos de Desempenho”, resultado da pesquisa “Formulação de Critérios de Desempenho das Edificações” e da “Normalização de Interesse da Construção de Habitações” (Borges, 2008).

A partir do ano 2000, a Caixa financiou um projeto para a criação de um método de avaliação de sistemas construtivos inovadores baseado no conceito de desempenho, que foi o primeiro passo concreto para a publicação, em 12 de maio de 2008, da NBR 15.575/2010 – Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Desempenho, com uma carência de dois anos para sua aplicação. Neste prazo, foi realizada uma discussão pública, para avaliação dos textos-base com toda a cadeia produtiva da construção civil.

Participaram deste processo o governo federal, através do Ministério das Cidades e da CAIXA, a Câmara Brasileira da Indústria da Construção – CBIC, e diversos atores do setor da construção, tais como construtoras, incorporadoras, projetistas, universidades, laboratórios e institutos de pesquisa, além de fabricantes de materiais e componentes. Porém, em função do forte impacto previsto como decorrente das alterações propostas pela Norma, o prazo para esta entrar em vigor, inicialmente datado de 2010, foi prorrogado para março de 2012, e posteriormente postergado para julho de 2013, quando finalmente a NBR 15.575 entrou em vigor. Devido à complexidade do conceito, “por dois anos, o trabalho de revisão contou com participação jamais vista em Comissões de Estudos de normas técnicas do Brasil, com a presença de mais de 120 participantes”, segundo as palavras do presidente da Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), Sr. Paulo Simão (CBIC, 2013).

A NBR 15.575/2013 especifica critérios mínimos de desempenho para os sistemas das edificações, além de definir as incumbências e intervenções necessárias para a vida útil mínima obrigatória das construções.

É constituída das seguintes partes: (i) Requisitos gerais; (ii) Requisitos para os sistemas estruturais; (iii) Requisitos para os sistemas de pisos; (iv) Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas; (v) Requisitos para os sistemas de coberturas; e (vi) Requisitos para os sistemas hidrossanitários (ABNT, 2013).

Uma importante publicação referente à NBR 15.575/2013 consiste no guia orientativo lançado pela CBIC, estabelecendo principais incumbências aos projetistas, construtores e fornecedores, referentes a ações voltadas para atingir e manter os níveis de desempenho dos edifícios (CBIC, 2013).

O conceito de desempenho envolve a consideração de necessidades humanas que devem ser satisfeitas pelo edifício a fim de que este cumpra suas funções ao longo de sua vida útil. Por exemplo, devem ser consideradas as necessidades de caráter fisiológico, psicológico, sociológico e econômico (Mitidieri *et al.*, 1998), e as necessidades relativas à segurança, conforto, e funcionalidade, que são transformadas em requisitos e critérios de desempenho a serem considerados no projeto e na execução de uma edificação (Hopfe, 2009).

O desempenho das edificações também está diretamente ligado ao impacto ambiental destas, pois, na medida em que as construções têm menor durabilidade, apresentando patologias e necessitando reparos ou mesmo demolição, aumenta o impacto ambiental gerado pela construção civil. De acordo com Boselli e Dunowicz (2009), o aparecimento de manifestações patológicas em edifícios habitacionais resulta em uma obsolescência prematura de edifícios e seu entorno, que leva ao declínio da qualidade de vida, durabilidade e segurança dos moradores. Assim, a relação entre desempenho e sustentabilidade é de suma importância no cenário atual, ainda mais tendo em vista que a indústria da construção se apresenta como a atividade humana com maior impacto sobre o meio ambiente, seja pelo alto consumo dos recursos naturais, pelas modificações na paisagem e pela geração de resíduos (Agopyan e John, 2012).

O uso da metodologia de análise de desempenho exige o envolvimento de diferentes áreas do conhecimento, o que requer um grande esforço de diferentes agentes do setor da construção. Além disso, o arcabouço normativo tradicionalmente utilizado no Brasil para a construção civil é prescritivo, ou seja, especifica os meios e não os fins que se deseja atingir, o que contraria o conceito de desempenho. Esta diferença conceitual é considerada por Borges e Sabbatini (2008) uma das maiores dificuldades para a aplicação da Norma de desempenho. Outra dificuldade apresentada por Paula *et al.* (2013) é referente às deficiências gerenciais das empresas construtoras. De acordo com os autores, empresas pesquisadas em relação à implantação da Norma sentem necessidade de atualização e capacitação para implantação da Norma e estudo e aplicação de *softwares* de projeto para medição

de desempenho. Também é argumentado pelos projetistas entrevistados por Paula *et al.* (2013) que faltam documentação e ensaios nos produtos e componentes construtivos, especialmente para os fabricados no Brasil.

De acordo com a CBIC, para que a vida útil de projeto (VUP, definida conforme a NBR 15.575) possa ser atingida, o projetista deve recorrer às boas práticas de projeto, às disposições de normas técnicas prescritivas, ao desempenho demonstrado pelos fabricantes dos produtos e componentes contemplados no projeto e a outros recursos disponíveis. Quando as normas específicas de produtos não caracterizam o desempenho, quando não existirem normas específicas ou quando o fabricante não tiver publicado o desempenho de seu produto, compete ao projetista solicitar informações ao fabricante para balizar as decisões de especificação (CBIC, 2013).

Essa situação envolve uma mudança nas práticas atuais de projeto e construção. A prática de projetar com enfoque em desempenho deve ser incorporada desde a fase inicial do projeto, tendo em vista que o conceito de desempenho também envolve questões de durabilidade e sustentabilidade, crescentes preocupações atuais (Oliveira e Mitidieri Filho, 2012). Por exemplo, os projetistas devem estabelecer a VUP de cada sistema que compõe a obra, especificando materiais, componentes e processos que isoladamente ou em conjunto venham a atender ao desempenho requerido (CBIC, 2013).

Método de pesquisa

A pesquisa está dividida em duas partes, sendo a primeira relativa à implantação do programa de certificação ambiental LEED, nível ouro, em um prédio comercial, concedida em 2012. O projeto deste prédio foi escolhido por concurso realizado com a participação de vários projetistas, sendo critério de escolha o atendimento às especificações determinadas pelo sistema de certificação LEED. O projeto vencedor teve como premissas a racionalização construtiva e o máximo aproveitamento dos elementos arquitetônicos visando a menor consumo de energia da edificação na fase pós-ocupação.

Esta fase da pesquisa consistiu em acompanhar o processo de produção da obra, incluindo reuniões entre projetistas, construtores, fornecedores e cliente. Nessas reuniões, eram discutidas questões de projeto, andamento da obra e atendimento aos requisitos do sistema de certificação ambiental. Também foram realizadas entrevistas com os envolvidos (projetistas, representantes da empresa construtora e da empresa fiscalizadora) para identificar, dentre as atividades realizadas pelos envolvidos, aquelas que não fazem parte do escopo dos profissionais ou são exigidas de forma diferente, em edificações tradicionais (empreendimentos que não buscam a certificação). Além disso, foram analisados os documentos da obra, tais como projetos, memoriais, contratos e, principalmente, os re-

latórios exigidos pelo sistema de certificação e atas das reuniões ocorridas no período.

A segunda parte da pesquisa é referente à implantação das normas de desempenho espanhola (CTE) e brasileira (NBR 15.575/2013), que foi estudada a partir de entrevistas com engenheiros e arquitetos espanhóis e brasileiros de empresas construtoras envolvidas com a implantação destes documentos.

Uma etapa da pesquisa foi realizada na Espanha, utilizando como fonte de evidência o próprio documento CTE (disponível em www.codigotecnico.org) e relatos de profissionais da construção civil da cidade de Logroño, província de La Rioja, através de entrevistas presenciais. O acesso aos profissionais entrevistados ocorreu a partir de um contato com o órgão que representa a entidade de classe dos arquitetos espanhóis (Colégio de Arquitetos) e na Prefeitura Municipal da cidade de Logroño. Foi entrevistado um arquiteto ligado ao Colégio de Arquitetos, responsável pela aprovação de projetos no órgão e fiscalização das obras, o coordenador da Faculdade de Engenharia na Universidade de La Rioja, UNIRIOJA e profissionais de quatro escritórios de arquitetura que estavam diretamente ligados à implantação do CTE. As entrevistas foram realizadas nos locais de trabalho dos entrevistados. As perguntas centraram-se no entendimento das impressões dos interessados a respeito da implantação do Código, bem como nos entraves e benefícios decorrentes dessa implantação. Também procurou-se identificar a relação dos profissionais com o aprimoramento do Código.

Três empresas construtoras de Porto Alegre participaram do estudo. Cabe comentar que, em função da NBR 15.575 não estar em vigor na época, das cinco empresas convidadas a participar da pesquisa, apenas três que atuam no segmento residencial aceitaram realizar as entrevistas, sendo que as demais alegaram ainda não estarem envolvidas com a implantação da Norma.

Assim como na Espanha, as entrevistas foram realizadas com a intenção de levantar informações sobre a realidade das empresas construtoras em relação à implantação da norma, buscando identificar o estágio em relação à aplicação da Norma, as mudanças necessárias para a adoção do conceito de desempenho e as dificuldades e benefícios que a Norma pode proporcionar.

Identificação de exigências ambientais e de desempenho

A identificação das exigências ambientais e de desempenho é realizada de duas formas, a partir de consulta aos documentos estudados (LEED, CTE e NBR 15.575/2013) e a partir das entrevistas realizadas com profissionais envolvidos na aplicação de ambos.

O Quadro 1 sintetiza os principais critérios identificados nestes documentos dirigidos aos projetistas, construtores, fornecedores e usuários.

Quadro 1. Principais agentes e critérios de certificação ambiental e normas de desempenho.**Chart 1.** Key players and environmental certification criteria and performance standards.

Etapas, agentes	Critérios	Certificação ambiental	Norma de desempenho
Projeto: projetistas	uso eficiente da água	●	
	uso eficiente da energia,	●	
	sustentabilidade do local	●	
	materiais regionais	●	
	materiais reciclados	●	
	vida útil de projeto		●
	desempenho estrutural		●
	segurança contra incêndio		●
	segurança no uso e operação		●
	funcionalidade e acessibilidade		●
	conforto tátil e antropodinâmico		●
	desempenho térmico	●	●
	desempenho acústico	●	●
	desempenho lumínico	●	●
	estanqueidade à água	●	●
durabilidade/manutenibilidade		●	
Produção: construtoras	canteiro sustentável	●	
	qualidade do ambiente interno	●	
	gestão de resíduos	●	
	manual de uso, operação e manutenção		●
Produção: fornecedores	garantia da vida útil de projeto		●
	especificações da composição de produtos	●	
	especificações técnicas de desempenho	●	●
Uso: usuários	consumos de água e energia consciente	●	
	serviços de manutenção previstos no Manual do Proprietário		●

A partir do Quadro 1 é possível observar uma grande quantidade de critérios a serem observados pelos projetistas, em maioria na adoção de normas de desempenho. Também constatam-se critérios específicos às construtoras, fornecedoras e usuários.

De acordo com as informações colhidas com os profissionais entrevistados, os critérios demandados pela certificação ambiental e normas de desempenhos não podem ser considerados como novidade, porém, na construção tradicional, sem adoção destes conceitos, nem sempre eram atendidos. A seguir apresenta-se a identificação destas exigências.

Exigências para os projetistas

Nas entrevistas realizadas com profissionais nas duas etapas da pesquisa, o envolvimento dos projetistas demonstrou ser o elemento mais importante de todo o processo, pois consiste no principal determinante para que o empreendimento atingisse as características de desem-

penho ambiental exigidas para a certificação e os critérios de desempenho estabelecidos pelas normas.

Conforme depoimentos colhidos com projetistas do prédio em estudo, as atividades desenvolvidas nos projetos tiveram maior preocupação com o desempenho ambiental e exigiram soluções que atendessem requisitos específicos do sistema de certificação.

Como exemplo, podem ser citadas algumas soluções de projeto, tais como a opção por forros e vidros especiais, brises verticais e horizontais (para sombreamento nas fachadas), aberturas com vistas para o exterior e ventilação natural para garantir o conforto acústico e térmico dentro dos padrões do sistema de certificação. Como estratégia de racionalização da energia foram adotados projetos de automação para o controle de equipamentos elétricos, ar condicionado e iluminação. No projeto paisagístico foi previsto um espelho d'água e vegetação de espécies nativas para sombreamento adequado, diminuindo as ilhas de calor, para atingir o controle do calor externo exigido para a certificação. A redução do consumo de água po-

tável foi prevista com a utilização de água de reuso nos sanitários, sistema de refrigeração do ar condicionado e na rega de jardins, a partir da coleta e encaminhamento a uma estação de tratamento total do esgoto.

Os arquitetos espanhóis e brasileiros entrevistados alegam que a adequação ao conceito de desempenho demanda grande envolvimento no processo de projeto por parte dos profissionais. A implantação do CTE e da NBR 15.575/2013 demanda maior prazo para a elaboração dos projetos, tendo em vista necessidade de maior pesquisa de normas, maior conhecimento técnico de materiais e necessidade de preparação dos profissionais.

Na Espanha, muitos escritórios de médio e grande porte designam um profissional apenas para estudar o Código, participar de palestras e definir estratégias para implantá-lo na realização de seus projetos.

As construtoras consultadas em Porto Alegre comentam que existem itens propostos pela Norma já atendidos em seus projetos e construções, tal como a segurança estrutural, segurança contra fogo e segurança no uso e na operação. Este fato facilita o processo de implantação, pois estes requisitos necessitam apenas de pequenos ajustes. As empresas dizem que também já vinham contemplando alguns requisitos na medida em que atendiam e continuam atendendo as demais normas brasileiras, que estão contempladas e são referenciadas na NBR 15.575/2013.

Uma atividade identificada com demanda de maior esforço dos projetistas decorrente do programa de certificação e das normas de desempenho consiste na elaboração do memorial descritivo e do manual do usuário.

Conforme depoimento dos projetistas do prédio estudado, essa prática é significativamente diferente da que ocorre tradicionalmente na construção, na qual a exigência de detalhamento não é tão ampla. Devido à certificação, o memorial descritivo foi realizado com especificações detalhadas e definições das características dos materiais e componentes, bem como do sistema construtivo e das formas de execução, tendo em vista os parâmetros de desempenhos determinados pelo sistema de certificação ambiental.

Como exemplo da abrangência do memorial descritivo podem ser consideradas as especificações dos equipamentos para utilização na execução, em termos de ruído e consumo de energia (com comprovação de ensaios de simulação energética); a especificação e medição do fluxo luminoso no prédio; e a especificação de vidros e esquadrias, que exigiram a realização de testes e simulações em laboratórios americanos quanto à refletância, estanqueidade e isolamento térmico (os quais foram realizados com base na norma ASHRAE 90.1/2004).

Outra exigência da certificação foi o uso de materiais regionais. Como na obra estudada o arquiteto contratado era de outro estado, o mesmo teve que inicialmente buscar conhecer materiais da região. Por exemplo,

na pavimentação das áreas externas e internas, bem como para os tampos das pias dos sanitários, os projetistas especificaram placas de basalto, material amplamente encontrada na região. No projeto de paisagismo foi especificada uma vegetação que exigisse menos manutenção e consumo de água, bem como espécies nativas.

Exigências para as empresas construtoras

Como nova exigência para a construtora em decorrência da certificação pode ser citada a solicitação aos fornecedores de materiais de documentos que comprovassem a especificação dos materiais, já que as empresas construtoras eram responsáveis pela contratação dos fornecedores. Também foi mais complexa a gestão no canteiro de obras, tendo em vista as exigências para a contratação da mão de obra.

Essas atividades foram facilmente identificadas e relacionadas como exigências da certificação a partir dos problemas enfrentados pela falta de comprometimento com a certificação da primeira empresa construtora. A desconsideração da comprovação da especificação dos materiais gerou atrasos na aquisição de materiais e um clima muito tenso entre a construtora e o cliente, o que levou à substituição da construtora. Como exemplo de documentos sobre os materiais que foram exigidos e não foram disponibilizados pela construtora podem ser citados: declaração ambiental, ficha técnica (composição química, reciclados) e regionalidade (distância do local de fornecimento à obra).

Em termos de gestão de canteiro, coube às construtoras a implementação de um sistema de gestão dos resíduos da obra, gerando documentação comprobatória do resíduo destinado a aterros (especificação do material, transportador e destino final) e o controle de poeira, ruídos e erosão. Além do planejamento, essas atividades exigem treinamento da mão de obra e constante fiscalização.

O principal desafio das normas de desempenho para as construtoras está em garantir que a execução atenda aos requisitos determinados no projeto e nos memoriais. Embora as especificações sejam feitas na etapa de projeto, só a perfeita execução garante o desempenho desejado. Como exemplo, podem ser citadas espessuras de cobrimentos da armadura em peças estruturais de concreto armado e vedações adequadas nas interfaces de sistemas. Conforme depoimentos colhidos, tendo em vista a complexidade do ambiente de obra, algumas especificações de projeto **não foram** rigorosamente atendidas, prejudicando o desempenho do sistema como um todo. A partir da implantação da NBR 15.575/2013 no Brasil, esses erros de execução podem colocar a empresa construtora em posição vulnerável perante os clientes. Como incumbência decorrente da norma está a redação de Manual de Uso, Operação e Manutenção para a garantia da VUP, definindo clara-

mente responsabilidades aos proprietários ou usuários quanto à manutenção do prédio.

Exigências para os fornecedores

Os fornecedores tiveram uma participação singular no esforço de entregar produtos dentro dos padrões exigidos pelos projetistas e pelo empreendedor para permitir a certificação do empreendimento. Alguns tiveram um envolvimento mais intenso, pois foi necessário adaptar o produto às exigências do sistema de certificação. Por exemplo, a fornecedora de concreto modificou a composição do concreto da obra, substituindo 25% da areia natural por resíduos de britagem.

Os profissionais brasileiros entrevistados apontam que existe um grande desafio na questão dos fornecedores, que devem apresentar melhorias, adequando os seus produtos às exigências de desempenho referentes a especificações técnicas, prazo de vida útil e recomendações de uso e manutenção.

Não existe um programa oficial de incentivo para os fornecedores se adaptarem à NBR 15.575/2013. Porém, o Ministério das Cidades está desenvolvendo ações neste sentido, por meio do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat (PBQP-H). Os programas de certificação de produtos (selo PROCEL) e para edificações (PROCEL Edifica e Selo Casa Azul da Caixa), apesar de estarem relacionados ao desempenho, não estão diretamente associados à Norma.

Na Espanha, a estratégia da implantação gradual do CTE facilitou o incentivo aos fornecedores dos principais produtos referentes a cada tema. Os setores que necessitaram de muitas adaptações ao código receberam maior atenção do governo, especialmente as empresas cujos produtos estavam diretamente relacionados à eficiência energética e à proteção frente ao ruído, por serem estes os aspectos que mais foram obrigados a melhorias com a criação do CTE.

Exigências para os usuários

Os programas de certificação ambiental de prédios conferem o certificado ao projeto da edificação, com base nas especificações e registros documentados. Porém, cabe ao usuário a operação do prédio alinhada às diretrizes do projeto. Por exemplo, se o projeto prevê o uso de ventilação natural, ao usuário cabe manter uma utilização mínima dos equipamentos de condicionamento mecânico do ar interior, e assim por diante. No prédio estudado são realizadas campanhas de conscientização dos funcionários sobre estas questões.

Para atendimento da norma de desempenho, é papel do usuário seguir as recomendações de operação e manutenção do Manual de Uso, Operação e Manutenção. O usuário é ainda responsável pela realização e gestão de serviços de manutenção preventiva e corretiva.

Novos papéis e novos agentes

Foram observados novos agentes no processo construtivo quando existe a intenção de certificação ambiental e para a implantação da NBR 15.575/2013, a seguir descritos.

Empresa fiscalizadora, Profissional LEED e gerente de comissionamento

Durante a execução da obra, uma empresa fiscalizadora atuou junto a projetistas e construtora, sendo responsável por documentar a obra através de relatórios descritivos e fotográficos para verificação da qualidade dos trabalhos e do uso dos materiais especificados pelos projetistas.

Outro novo agente consiste no “Profissional LEED”. Este agente consiste em profissional treinado no sistema LEED, que verifica e credita a pontuação prevista no LEED nos empreendimentos candidatos a serem certificados. Na obra estudada, este profissional teve como atividades principais orientar as decisões, fornecer as informações essenciais sobre o processo de certificação e organizar a documentação exigida para envio ao organismo certificador.

O gerente de comissionamento também é um novo agente, exigido pelo sistema de certificação. As principais atividades do gerente de comissionamento são verificar e garantir que os sistemas relacionados à área de energia estejam instalados, calibrados e com as características de desempenho atendendo aos requisitos de projeto e documentos da construção, conforme exigências do sistema de certificação. Na obra estudada, os seguintes sistemas relacionados à energia foram comissionados: ar condicionado (aquecimento, ventilação e refrigeração), iluminação, sistema de água quente e sistema de automação predial.

Instituições Técnicas Avaliadoras (ITA)

A implantação da norma brasileira de desempenho exige melhorias nos laboratórios existentes e implantação de novos laboratórios para a realização de ensaios, e de igual forma treinar os laboratoristas para se adequarem a ela. A falta de infraestrutura laboratorial para a realização dos ensaios previstos na Norma é um forte empecilho para a sua implantação e foi utilizada como argumento para a postergação da vigência na Norma, de 2010 para 2013.

Uma das iniciativas do Governo Federal para minimizar as carências do setor em realizar a certificação de componentes e sistemas construtivos a partir do desempenho foi o lançamento da Chamada Pública MCT/MCIDADES/FINEP/AT-SINAT – Infraestrutura Laboratorial – 10/2010, disponibilizando 15 milhões de reais para projetos voltados ao fortalecimento da infraestrutura laboratorial na área da construção civil, de institutos tecnológicos e de pesquisa para atuar como Instituições Téc-

nicas Avaliadoras (ITAs) no âmbito do Sistema Nacional de Avaliações Técnicas – SINAT, ou que já atuam nesta condição. Ao total, foram financiadas quatro propostas, duas de instituições sediadas em São Paulo (o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A. e o Centro Cerâmico do Brasil – já atuantes como laboratórios), uma em Pernambuco (Associação Instituto de Tecnologia de Pernambuco) e uma no Rio Grande do Sul (Universidade do Vale do Rio dos Sinos).

Outra iniciativa, anterior, consistiu no lançamento da Chamada Pública MCT/MCIDADES/FINEP/Ação Transversal – Saneamento Ambiental e Habitação – 7/2009, que em seu Tema 2.3 propõe o desenvolvimento de métodos de ensaio e metodologias para a avaliação de desempenho de tecnologias inovadoras no âmbito do Sistema Nacional de Avaliação Técnica – SINAT, a partir do trabalho em rede de pesquisa entre diversas instituições de pesquisa brasileiras.

A certificação exige um maior esforço no desenvolvimento dos projetos e especialmente na redação do memorial descritivo, tendo como foco as questões de desempenho ambiental, as quais muitas vezes são desconsideradas em empreendimentos tradicionais. Algumas dessas questões dizem respeito à implantação do prédio (topografia, insolação, ventilação, etc.), ao sistema construtivo (racionalização, materiais envolvidos, desempenhos acústico, térmico, estrutural, lumínico, etc.) e à especificação dos materiais (desempenho, composição, local de origem, reciclabilidade), entre outros quesitos.

Considerações finais

Na pesquisa realizada, a fase de projeto demonstrou ser o norteador principal de todo o processo, exigindo dos projetistas um empenho significativo nas definições de projeto e no registro de especificações mais detalhadas de materiais, gerando memoriais descritivos mais elaborados e complexos; também é necessário o conhecimento dos quesitos solicitados pelos documentos.

Em relação ao projeto, a implantação e a aplicabilidade dos quesitos exigidos pelo sistema de certificação e pelas normas de desempenho estudadas demonstraram a ampliação da complexidade do projeto. Os agentes que atuaram no processo de projeto apontaram que é difícil perceber o correto envolvimento de cada uma das partes envolvidas – projetistas, construtoras, fornecedores, fiscais e clientes – e alegaram ainda que falta informação para embasar as decisões de projeto, especialmente sobre os materiais e componentes.

Percebe-se que cabe aos fornecedores a adaptação de materiais e componentes às exigências de especificações técnicas, especialmente a disponibilização das informações sobre o desempenho, que é uma prática pouco usual na cadeia de fornecimento da construção civil brasileira.

Tanto para a adoção da abordagem ambiental quanto do conceito do desempenho, é necessária uma visão sistêmica do processo de produção de empreendimentos de construção, envolvendo a requalificação de todos os agentes, desde os operários até a cadeia de fornecedores de materiais e componentes. Pode-se considerar esta situação como uma nova visão da atividade da construção civil.

Por fim, entende-se que a adoção de programas de certificação ambiental e do cumprimento da norma de desempenho no Brasil poderá criar um ambiente técnico mais definido, estabelecendo mais claramente o papel de todos os agentes envolvidos. Este benefício diz respeito tanto ao construtor quanto ao usuário, que passará a ter uma edificação melhor e a dispor de informações sobre o desempenho do edifício. Porém, trata-se de um processo complexo, cujos principais desafios envolvem mudanças no processo de projeto, no processo de produção, na cadeia de fornecedores e na fiscalização.

Referências

- AGOPYAN, V.; JOHN, V.M. 2012. *O desafio da sustentabilidade na construção civil*. São Paulo, Blucher, 184 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). 2013. NBR 15.575. Edifícios Residenciais – Desempenho. Rio de Janeiro, ABNT, 312 p.
- AULICINO, P. 2008. *Análise de métodos de avaliação de sustentabilidade do ambiente construído: o caso dos conjuntos habitacionais*. São Paulo, SP. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, 157 p.
- BENINI, H.; THOMA, C.; QUARCIONI, V.; TUCHIYA, T.; CARDOSO, F. 2003. *Análise simplificada da sustentabilidade pós-ocupação de um edifício comercial*. São Paulo, USP, 10 p.
- BLACHERE, G. 1967. *Saber construir: habitabilidad, durabilidad, economía de los edificios*. Barcelona, Editores Técnicos Asociados, 300 p.
- BONDUKI, N.G. 2004. *Origens da habitação social no Brasil: arquitetura moderna, Lei do Inquilinato e difusão da casa própria*. São Paulo, Estação Liberdade, 344 p.
- BORGES, C.A.M.; SABBATINI, F.H. 2008. O conceito de desempenho de edificações e a sua importância para o setor da construção civil no Brasil. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/515. São Paulo, EPUSP.
- BORGES, C.A.M. 2008. Reportagem publicada em *PROJETODESIGN*, edição 345, novembro. Disponível em: www.arcoweb.com.br. Acesso em: 01/11/2009.
- BOSELLI, T.; DUNOWICZ, R. 2009. La calidad y la conservación de la vivienda social: bases para el aseguramiento de la sustentabilidad del hábitat. In: V Encontro Nacional e III Encontro Latino-Americano Sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis, Recife, 2009. *Anais...* [CD-ROOM].
- CAIXA ECONÔMICA FEDERAL (CAIXA). 2009. *Caixa lança selo para empreendimentos habitacionais sustentáveis*. Disponível em: <http://www1.caixa.gov.br/imprensa>. Acesso em: 01/11/2009.
- CALDENTEY, P.A.; PEIRETTI, H.C.; PIRANI, F.; MIMI, F.; MENSİK, A. 2008. *España y los Eurocódigos – La necesidad de converger*. Valencia, Asociación Científico-Técnica de Hormigón Estructural. Disponível em: www.oa.upm.es/3532/. Acesso em: 01/07/2011.
- CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (CBIC). 2013. *Desempenho de edificações habitacionais: guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013*. Fortaleza, Gadioli Cipolla Comunicação, 311 p.

- CANTALAPIEDRA, I.R.; BOSCH, M.; LÓPEZ, F. 2006. Involvement of final architecture diploma projects in the analysis of the UPC buildings energy performance as a way of teaching practical sustainability. *Journal of Cleaner Production*, **14**(9-11):958-962.
- CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (CTE). 2006. Madrid, Gobierno Español. Madrid. Disponível em: <http://www.codigotecnico.org>. Acesso em: 01/07/2011.
- COLE, R.J.; LARSSON, N. 2002. *GBTool user manual*. Vancouver, GBC. Disponível em: http://www.iisbe.org/download/.../GBC2k2_Manual_A4.pdf. Acesso em: 01/07/2009.
- DEGANI, C.M.; CARDOSO F.F. 2002. A sustentabilidade ao longo do ciclo de vida de edifícios: a importância da etapa de projeto arquitetônico. In: NUTAU 2002 Sustentabilidade, Arquitetura e Desenho Urbano, São Paulo, 2002. *Anais...* [CD-ROOM].
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL (DNPM). 2010. *Anuário Mineral Brasileiro de 2010*. Brasília, DNPM, 63 p.
- ELETOBRÁS. 2009. Selo Procel. Disponível em: <http://www.eleto-bras.com/pci/main.asp>. Acesso em: 01/11/2009.
- GARCÍA, F.H. 2006. *Normalización europea en productos de construcción: construcciones especiales y dragados*. Proyectos Singulares, S.A.
- GONÇALVES, O.M.; JOHN, V.M.; PICCHI, F.A.; SATO, N.M.N. 2003. Normas técnicas para avaliação de sistemas construtivos inovadores para habitações. In: H. ROMAN; L.C. BONIN (eds.), *Coletânea Habitar: Volume 3: Normalização e certificação na construção habitacional*. Porto Alegre, ANTAC.
- HERNANDES, T.Z.; DUARTE, D.H. 2007. LEED-NC como sistema de avaliação da sustentabilidade: questionamentos para uma aplicação local. In: IV Encontro Nacional e II Encontro Latino-Americano Sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis – ELECS, Campo Grande, 2007. *Anais...* [CD-ROOM].
- HOPFE, C.J. 2009. *Uncertainty and sensitivity analysis in building performance simulation for decision support and design optimization*. Eindhoven, The Netherlands. Tese de Doutorado. Eindhoven University of Technology, 215 p.
- KULATUNGA, U.; AMARATUNGA, D.; HAIGH, R.; RAMEEZDEEN, R. 2006. Attitudes and perceptions of construction workforce on construction waste in Sri Lanka. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, **17**(1):57-72. <http://dx.doi.org/10.1108/1477830610639440>
- LOBO, F.H.R.; SANTOS, A. de P.L.; TAVARES, S.F. 2010. Ferramentas de planejamento para levantamento de inventário de emissão de CO₂: estudo de caso. *Revista LJIE*, **2**(2):26-43. <http://dx.doi.org/10.13084/2175-8018.v02n04a02>
- MARICATO, E. 1999. *Habitação e cidade*. 5ª ed., São Paulo, Atual, 79 p. (Espaço & Debate).
- MITIDIERI FILHO, C.V.; HELENE, P.R.L. 1998. *Avaliação de desempenho de componentes e elementos construtivos inovadores destinados a habitações: proposições específicas à avaliação do desempenho estrutural*. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP – Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, USP, 38 p.
- OLIVEIRA, L.A.; MITIDIERI FILHO, C.V. 2012. O projeto de edifícios habitacionais considerando a Norma Brasileira de Desempenho: análise aplicada para as vedações verticais. *Gestão e Tecnologia de Projetos*, **7**(1):90-100.
- PAULA, N. de; UECHI, M.; MELHADO, S. 2013. Novas demandas para as empresas de projetos de edifícios. *Ambiente Construído*, **13**(3):137-159. <http://dx.doi.org/10.1590/S1678-86212013000300009>
- PICCOLI, R. 2009. *Análise das alterações no processo de construção decorrentes de método de certificação de desempenho ambiental de prédios*. São Leopoldo, RS. Dissertação de Mestrado. Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 101 p.
- PINHEIRO, M.D.; SOARES, L. 2007. *Contributo para os mecanismos de ponderação dos critérios, no sistema Lidera, para avaliação e gestão ambiental da construção sustentável*. In: Congresso Nacional de Engenharia do Ambiente, 8, Lisboa 2005. *Anais...* Lisboa, Fórum da Maia.
- SERRA, G.G. 1989. Post-Occupancy Evaluation at the Urban Scale in Brazil. In: W.F. PREISER (ed.), *Building Evaluation*. New York, Plenum Press, p. 307-315. http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4899-3722-3_23
- SILVA, A.T. 2011. *Comparativo entre os processos de implantação do Código Técnico das Edificações na Espanha e NBR 12.757/2013 – desempenho – no Brasil*. São Leopoldo, RS. Dissertação de Mestrado. Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 105 p.
- SILVA, V.G. 2003. *Avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros: diretrizes e base metodológica*. São Paulo, SP. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 210 p.
- SILVA, V.G. 2007. *Metodologias de avaliação de desempenho ambiental de edifícios: estado atual e discussão metodológica*. Projeto Tecnologias para construção habitacional mais sustentável. Projeto Finep 2386/04. Campinas, UNICAMP, 60 p.
- SZIGETI, F.; DAVIS, G. 2005. PEBBU Final Report Years 1 - A. Performance based building thematic network: 2001-2005. EC 5th Framework, 47 p. Disponível em: http://www.pebbu.nl/resources/allreports/downloads/04_framework_final.pdf. Acesso em: 01/07/2009.
- VANZOLINI, FUNDAÇÃO. 2007. Referencial Técnico de Certificação “Edifícios do setor de serviços – AQUA®”. São Paulo, 241 p. Disponível em: <http://www.pcc.usp.br/files/files/alex/HQE%20FCAV%202007%2020Completo%2015%2010%2007%20v21%20sem%20revis%C3%B5es.pdf>. Acesso em: 03/11/2008.
- ZIMMERMANN, A.; AHO, I.; BORDASS, B.; GEISSLER, S.; JAANISTE, R. 2002. Proposed Framework for Environmental Assessment of Existing Buildings. In: Sustainable Building, Oslo, 2002. *Anais...* Oslo, iiSBE/CIB/Bigforsk. [CD-ROOM].

Submetido: 11/04/2014

Aceito: 13/10/2014

Adriana Teresinha Silva

Universidade Feevale

ERS-239, 2755, 93352-000, Novo Hamburgo, RS, Brasil

Andrea Parisi Kern

Universidade do Vale do Rio dos Sinos

Av. Unisinos 950, 93022-000, São Leopoldo, RS, Brasil

Rossana Piccoli

Universidade de Caxias do Sul

Rua Francisco Getúlio Vargas, 1130, 95070-560, Caxias do Sul, Brasil

Marco Aurélio Stumpf González

Universidade do Vale do Rio dos Sinos

Av. Unisinos 950, 93022-000, São Leopoldo, RS, Brasil