

FORMULAÇÃO DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE EM AVALIAÇÕES PÓS-OCUPAÇÃO: LEVANTAMENTO DO ESTADO DA ARTE

DEVELOPMENT OF SUSTAINABILITY INDICATORS FOR POST-OCCUPANCY EVALUATION: SURVEY OF THE STATE OF ART

Vanessa Mendes Argenta, Mestranda, PósArq/UFSC
vanessa.ma@ufsc.br

Resumo

Com a expansão do espaço físico das Universidades Públicas através do “Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais” (REUNI), muitas edificações foram executadas sem o devido planejamento e com fraco diálogo com os usuários finais, gerando espaços construídos com problemas de acessibilidade, ergonomia, conforto, dentre outros. Por isso faz-se necessária a Avaliação Pós-Ocupação (APO) destas edificações, buscando uma retroalimentação dos projetos semelhantes e também a adequação das edificações existentes, através de projetos de *retrofit*. Um dos temas a serem avaliados nas APOs é o índice de sustentabilidade dessas edificações, por isso este artigo traz um panorama sobre a formulação de indicadores em geral e o estado da arte dos indicadores de sustentabilidade aplicados a edifícios, que poderiam ser utilizados nas Avaliações Pós-Ocupação.

Palavras-chave: Indicadores; Sustentabilidade; Avaliação Pós-Ocupação.

Abstract

With the expansion of the physical space of public universities through REUNI program, many buildings were implemented without proper planning and with weak dialogue with end users, generating spaces built with accessibility issues, ergonomics, comfort, among other problems. So became necessary the Post Occupancy Evaluation (POE) of these buildings, seeking feedback from similar projects and also the adequacy of existing buildings through retrofitting projects. One of the topics to be evaluated is the sustainability index of these buildings, so this article provides an overview of indicators in general and the state of art of sustainability indicators applied to buildings, which could be used for APOs.

Keywords: Indicators; Sustainability; Post-Occupancy Evaluation.

1. Introdução

A expansão da Rede Federal de Educação Superior no Brasil teve início em 2003 com a interiorização dos campi das Universidades Federais e abertura de novas vagas nas instituições de ensino superior existentes. De 2007 a 2013, com verbas do REUNI (Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais), as Universidades puderam ampliar o número de cursos e, conseqüentemente, de espaço físico. O que se verificou na UFSC, no entanto, foi que a ampliação do espaço físico não teve o devido planejamento pela Administração. Isso ocasionou a elaboração de projetos sem as condições mínimas que definem a boa prática projetual, como programa de necessidades em acordo com o usuário, novas tecnologias para as salas de aula, sustentabilidade, etc. Agora essas edificações estão sendo executadas na Universidade, gerando muitos questionamentos em obra por incompatibilidade nos projetos, mudanças de usos, problemas com implantação e infraestrutura, insatisfação dos usuários, dentre outras questões. Sendo assim, faz-se necessária a Avaliação Pós-Ocupação das edificações da Universidade Federal de Santa Catarina no intuito de melhorar a qualidade ambiental e de segurança das mesmas através de projetos de *retrofit*.

A metodologia de pesquisa a ser utilizada é qualitativa e um dos itens a serem avaliados é se as edificações atendem a requisitos mínimos de sustentabilidade, assunto em voga e imprescindível para discussão nos projetos de edificações, principalmente as públicas. Para avaliação da sustentabilidade nessas edificações, é necessária a definição dos indicadores de sustentabilidade voltados para a análise da edificação em uso.

Este artigo tem como objetivo mostrar um panorama geral dos indicadores (revisão bibliográfica de conceitos e de métodos de formulação), dos indicadores de sustentabilidade e apresentar o estado da arte destes quando aplicados a edifícios. Espera-se, assim, obter o embasamento teórico que permitirá a elaboração de indicadores de sustentabilidade que possam ser utilizados em APOs (Avaliações Pós-Ocupação) de edificações de Universidades públicas, como as da UFSC.

2. Indicadores

2.1. Conceito de indicadores

Na bibliografia consultada encontramos diferentes definições para indicadores, sendo algumas delas reproduzidas a seguir:

- indicadores consistem em expressões quantitativas que representam uma informação concebida a partir da medição e da avaliação de uma estrutura de produção, dos processos que a compõem e dos produtos resultantes (Souza, 1994 apud Gosch, 2012);
- indicadores constituem instrumentos de apoio à tomada de decisão relativa a uma determinada estrutura, processo ou produto (Lima, 2005 apud Gosch, 2012);
- indicador é uma relação matemática que mede, numericamente, atributos de um processo ou dos seus resultados, com o objetivo de comparar esta medida com metas numéricas, pré-estabelecidas (FPNQ, 1995 apud Gosch, 2012);

- indicadores são elementos que medem níveis de eficiência e eficácia de uma organização, ou seja, medem o desempenho dos processos produtivos, relacionados com a satisfação dos clientes (De Rolt, 1998 apud Gosch, 2012);
- indicador é um parâmetro (propriedade medida ou observada) ou valor derivado de parâmetros que fornece informação sobre um determinado fenômeno. Possui significado sintético e é desenvolvido para um objetivo específico (OECD, 1993 apud Silva, 2003);
- um indicador, para ser útil, deve permitir uma explicação das razões das mudanças em seu valor ao longo do tempo, ser suficientemente simples na maneira em que descreve problemas frequentemente complexos, e usar definições comuns de componentes-chaves e normalização para permitir comparações (Cole, 2002 apud Silva, 2003).

Podemos então concluir que indicadores são parâmetros que permitem quantificar processos e mensurar seus resultados, medindo a diferença entre a situação atual e a situação desejada. Todo bom indicador deve ser claro, relevante e capaz de informar periodicamente se os objetivos propostos foram alcançados ou não. Podem ser qualitativos ou quantitativos e podem ser utilizados para avaliação, diagnóstico, comparação e monitoramento. Importante destacar que diretrizes e recomendações não são indicadores, estes necessariamente devem poder ser expressos em variáveis que possam ser comparadas ao longo do tempo para verificação de atendimento ou não das metas.

Termo	Descrição fornecida	Exemplos
Meta (geral)	Uma afirmação genérica que define a condição última desejada	Maximizar separação de todos os resíduos, evitando disposição em aterro
Objetivo	Direção desejada de mudança	Redução de geração de resíduos sólidos na fonte
Indicador	Variável que ajuda a medir um estado ou progresso em direção a um objetivo	Quantidade de resíduos gerados (ou dispostos) <i>per capita</i> (kg/pessoa/ano)
Meta de desempenho	Nível de desempenho desejado	<i>N</i> kg/pessoa/ano
Ferramenta de avaliação	Uso pertinente de diversos indicadores e metas de desempenho em relação a condições locais e usos específicos	BREEAM, BEPAC, C-2000, Eco-Profile, Escala, PRESCO, LEED, PromisE, SBAT, Green Stars, etc.

Tabela 1: Posicionamento do conceito de indicador entre outros temas relacionados
(extraído de SILVA, 2006)

Apenas definir e coletar indicadores não é suficiente, é necessário que os dados sejam interpretados e comunicados, retroalimentando o processo decisório e de gestão. De acordo com Tunstall (1994), as funções dos indicadores são:

- Avaliação de condições e tendências,
- Comparação entre lugares e situações,
- Avaliação de condições e tendências em relação às metas e aos objetivos,
- Prover informações de advertência,
- Antecipar futuras condições e tendências.

2.2. Requisitos dos indicadores

Segundo o PBQP-H, Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat, os requisitos dos indicadores são:

- **Seletividade:** Os indicadores devem estar relacionados aos aspectos, etapas e resultados essenciais ou críticos do produto, serviço ou processo.
- **Estabilidade:** Devem perdurar ao longo do tempo, com base em procedimentos rotinizados, incorporados às atividades da empresa ou departamento.
- **Simplicidade:** Devem ser de fácil compreensão e aplicação, usando relações percentuais simples, médias, medidas de variabilidade e números absolutos.
- **Baixo custo:** O custo para coleta, processamento e avaliação não pode ser superior ao benefício obtido pela medida.
- **Acessibilidade:** Os dados para coleta do indicador devem ser de fácil acesso, para otimizar o acompanhamento.
- **Representatividade:** O indicador deve ser formulado de forma a representar satisfatoriamente o processo ou produto a que se refere.
- **Rastreabilidade:** Devem ser adequadamente documentados os dados e as informações utilizadas, bem como os formulários e memórias de cálculo, incluindo o registro do pessoal envolvido.
- **Abordagem experimental:** É recomendável testar inicialmente os indicadores, e caso não se mostrem importantes e eficazes ao longo do tempo, devem ser alterados.

2.3. Formulação de indicadores

A formulação de indicadores pode ser realizada por um conjunto de passos, necessários para assegurar que os princípios da qualidade e do sistema de medição do desempenho estejam em conformidade com o desejado. Na figura 1 podemos verificar o ciclo com as etapas para a construção de indicadores e na figura 2 o fluxograma com os 10 passos para a construção de indicadores:

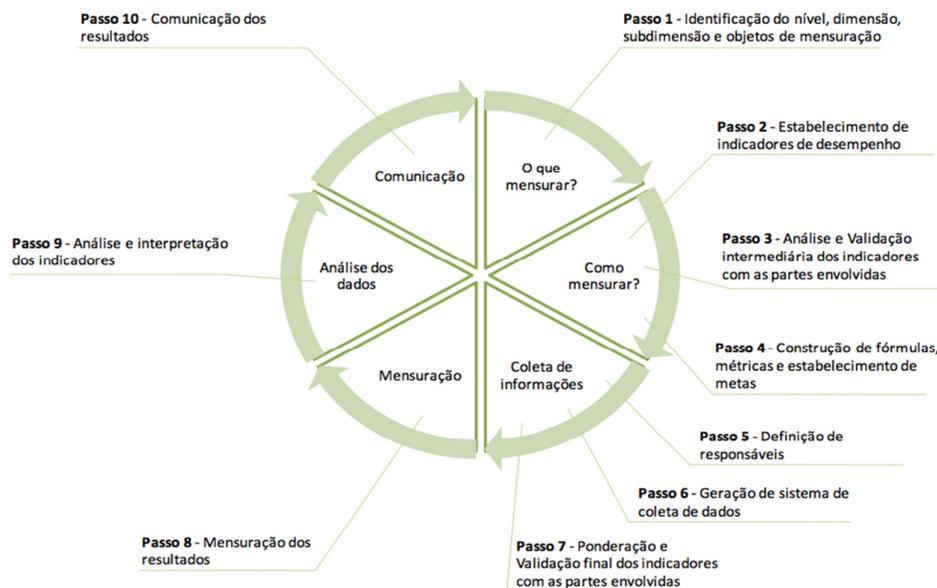


Figura 1 – Ciclo de aplicação dos indicadores

(Extraído de Guia referencial para medição de desempenho e manual para construção de indicadores, 2009)

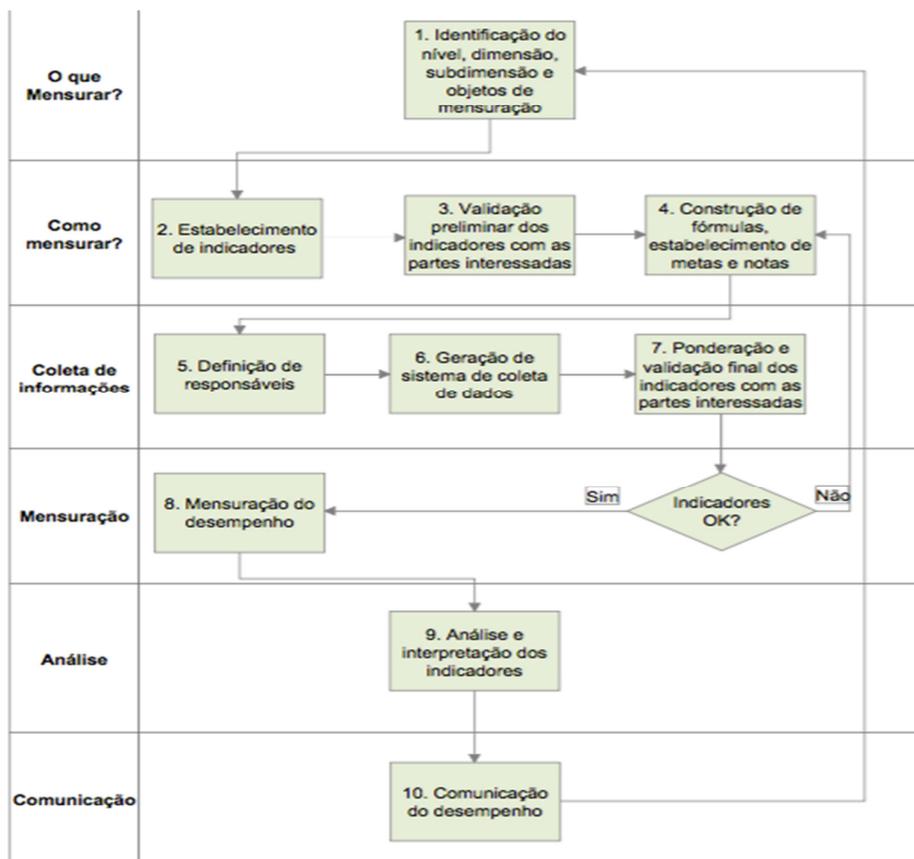


Figura 2 – Os 10 passos para a construção de indicadores

(extraído de Guia referencial para medição de desempenho e manual para construção de indicadores, 2009)

Costa (2003 apud Gosch, 2012) identifica os principais elementos da estrutura para definição dos indicadores:

Elemento da medida	Recomendações para a definição da medida
Título	Ser simples para entender Estar claramente definido Representar exatamente sobre o que está sendo medido
Finalidade	Ter relevância Ter uma finalidade explícita
Relação com o objetivo do empreendimento	Ser derivado da estratégia Estar relacionado com metas específicas Focar na melhoria
Meta	Ter finalidade explícita Fazer parte do ciclo de revisão gerencial Focar na melhoria Fornecer informação relevante
Periodicidade	Fornecer retroalimentação em tempo adequado e com confiabilidade Ser reportado num formato simples e consistente Fornecer informações
Fórmula	Ser simples para entender Refletir o processo a ser medido Estar claramente definida Adotar taxas relativas ao invés de números absolutos Representar exatamente o que está sendo medido

Responsável pela coleta	Quando possível, usar dados que são automaticamente coletados
Fontes dos dados	Fonte de dados explícitos e confiáveis Quando possível, usar dados que são automaticamente coletados
Responsável pela análise dos dados	Estar relacionado com metas específicas Ter impacto visual Fornecer informações
Diretrizes para análise	Estar relacionado com metas específicas Ter impacto visual Fornecer informações

Tabela 2: Elementos da estrutura para definição das medidas de desempenho
(extraído de GOSCH, 2012)

No “Guía para Elaboración de Indicadores”, elaborado pelo Departamento de Planejamento da Colômbia, é proposto um passo a passo para auxiliar na formulação de indicadores, sendo apresentado o seguinte roteiro:

I. O que se quer medir e como formular indicadores?

- a. Qual processo se deseja avaliar?
- b. Que aspecto desse processo se quer avaliar?
- c. O que especificamente se quer avaliar com esse aspecto?
- d. Definido o que se quer medir, pode-se elaborar o indicador, estabelecendo as variáveis que o conformarão e a relação entre elas para produzir a informação desejada.

II. Como selecionar o melhor indicador?

- a. Elaborar uma lista com os possíveis nomes dos indicadores (mais de um)
- b. Fazer a primeira triagem dos nomes considerando as seguintes perguntas para cada opção:
 - O indicador expressa o que se quer medir de forma clara e precisa?
 - O indicador é relevante com o que se quer medir?
 - A informação no nome do indicador é suficiente para explicar o sucesso do objetivo?
 - A informação do indicador está disponível?
 - O indicador é monitorável?

III. Que informação é necessária para a medição?

- a. A informação necessária para alimentar o indicador está disponível?
- b. Em que formato se encontra essa informação ou como desejaria que fosse o formato da informação produzida? Se os formatos forem diferentes, deve-se considerar a adaptação da informação pesquisada para a informação produzida.
- c. Que método utilizar para coletar e atualizar a informação?
- d. Os benefícios de obter a informação coletada superam os custos da produção desses dados?
- e. Que usos específicos terá o indicador?
- f. Por quanto tempo se planeja usar o indicador?
- g. Definir os responsáveis por:
 - Produzir a informação associada ao indicador
 - Coletar a informação
 - Analisar a informação coletada
 - Administrar as bases de dados associadas a essa informação
 - Apresentar os resultados da informação relacionada com o indicador
- h. Existem necessidades tecnológicas ou de treinamento para a coleta das informações?
- i. Quais mecanismos de verificação da informação que garantem a confiabilidade do indicador se encontram disponíveis?

O mesmo guia propõe ainda um formato de registro das informações de cada indicador, conforme demonstrado na tabela 3.

Informação	Exemplo
Nome do indicador	Porcentagem de materiais regionais especificados nos projetos de edificações de salas de aula da UFSC
Política, programa ou projeto que se avalia através do indicador	Projetos de edificações da UFSC
Objetivo que se avalia através do indicador	Uso de materiais e componentes produzidos na região de implantação da edificação
Fórmula de cálculo	-
Unidade de medição	Porcentagem
Descrição (objeto da medição)	Porcentagem de materiais regionais especificados nos projetos de edificações de salas de aula da UFSC
Metodologia de medição (como se faz a medição)	Pesquisa no banco de dados do DPAE (Departamento de Projetos de Arquitetura e Engenharia da UFSC); entrevista com os responsáveis técnicos pelos projetos e verificação de procedência dos materiais especificados através dos sites dos fabricantes ou contato por e-mail ou telefone
Periodicidade	Em toda avaliação pós-ocupação (APO) de edificação da UFSC (uso perene ou até revisão do indicador)
Linha-base ou valor de referência	Especificações de materiais e serviços para construção de edifícios na UFSC devem ser no mínimo 40% de procedência regional (até 300km)
Valor final ou meta prevista	Atingir a porcentagem mínima de excelência (40%)
Fontes de coleta dos dados	Departamentos da UFSC e fornecedores dos materiais e componentes
Limitações	Discrepância entre especificação e execução e não retorno destes dados para os projetos <i>as-built</i>

Tabela 3: Exemplo de registro da informação dos indicadores
(elaborado pela autora)

3. Indicadores de sustentabilidade

Segundo o Relatório da Comissão Brundtland de 1987, que definiu os conceitos de Sustentabilidade, os projetistas devem estabelecer condições ambientais, econômicas e sociais que respondam às necessidades presentes sem comprometer a habilidade das gerações futuras de atender às suas próprias necessidades. Os indicadores de sustentabilidade surgiram num contexto global (Agenda 21). Van Bellen (2004) destacou alguns requisitos para a definição de indicadores de sustentabilidade gerais ou globais:

- Os valores dos indicadores devem ser mensuráveis (ou observáveis);
- Deve existir disponibilidade dos dados;

- A metodologia para a coleta e o processamento dos dados, bem como para a construção dos indicadores, deve ser limpa, transparente e padronizada;
- Os meios para construir e monitorar os indicadores devem estar disponíveis, incluindo capacidade financeira, humana e técnica;
- Os indicadores ou grupo de indicadores devem ser financeiramente viáveis;
- Deve haver aceitação política dos indicadores no nível adequado (indicadores não legitimados pelos tomadores de decisão são incapazes de influenciar as decisões).

Depois de definidos os indicadores na escala global (de nações e regiões) sentiu-se a necessidade de aprofundar cada vez mais em contextos locais, até o nível da edificação. Foram criados então indicadores setoriais de sustentabilidade (analisando a construção civil no geral), de sustentabilidade organizacional (empresas) e por fim os indicadores de sustentabilidade de edifícios e projetos. No contexto das APOs é utilizada a escala mais restrita, conforme destacado na figura a seguir.

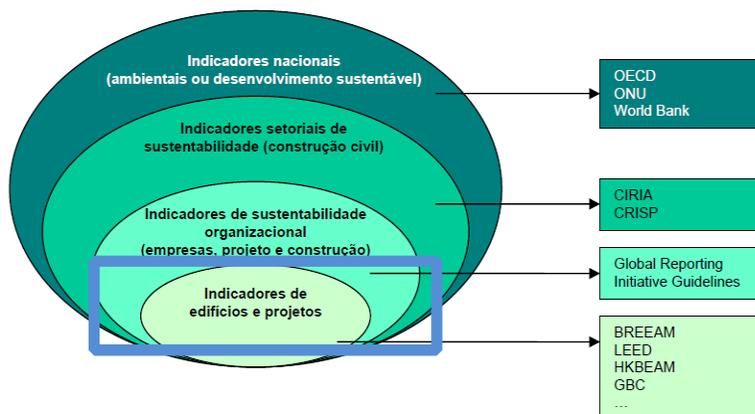


Figura 3 – Escalas dos indicadores de sustentabilidade
(adaptado de SILVA, 2006)

Segundo Baratella (2011) os indicadores de sustentabilidade dos ambientes construídos são necessários para a avaliação de seu desempenho e impactos, para a definição de metas, para a avaliação de práticas típicas e para melhorar a qualidade da construção. Devem considerar não apenas as questões ambientais e de desempenho energético, mas também as questões econômicas e sociais para que englobem o conceito de sustentabilidade como um todo.

3.1. Indicadores de sustentabilidade em edifícios

Historicamente, na produção acadêmica, a avaliação da sustentabilidade das edificações tem focado predominantemente nos aspectos ambientais, especialmente na eficiência energética. Esta é uma análise restrita, que não considera a visão global da edificação, de origem dos materiais, de seu ciclo de vida, da manutenibilidade, da satisfação dos usuários, dentre outras questões. Também não leva em conta a questão social, como o retorno de um empreendimento para a comunidade do entorno, as condições de transporte e acessibilidade da região ou mesmo se os trabalhadores da construção da edificação em análise foram capacitados e tiveram seus direitos trabalhistas garantidos.

Sendo assim, para a Avaliação Pós-Ocupação de edificações públicas, é imprescindível que se considerem todas as nuances da sustentabilidade, principalmente no que se refere às questões sociais.

Atualmente, segundo Silva (2006), os métodos de avaliação de sustentabilidade em edifícios adotam indicadores empíricos, sendo posteriormente validados ou excluídos com base nas experiências de implementação em cada caso.

Em 1999 a Universidade de Michigan realizou *workshops* para discussão de indicadores de sustentabilidade de edifícios, o que ocasionou em 2001 a constituição de um Grupo de Trabalho no GBC (Green Building Council) para desenvolver uma lista preliminar de indicadores de edifícios. Depois foi elaborada a ISO 21932:2002 (*Sustainability in buildings and civil engineering works – A review of terminology*), que identifica uma listagem mínima de indicadores de sustentabilidade de edifícios (importante destacar que esta norma foi revisada em 2015, mas a autora não teve acesso ao documento):

Indicadores de sustentabilidade mínimos para edifícios segundo a ISO 21932	
Indicadores ambientais	Uso de matérias-primas naturais
	Consumo de energia
	Liberação de emissões danosas ao ambiente
Indicadores sociais	Acessibilidade (transporte público, ciclistas, pedestres)
	Vida útil
	Ambiente interno
	Uso sem barreiras
Indicadores econômicos	Custos ao longo do ciclo de vida

Tabela 4: Indicadores de sustentabilidade mínimos para edifícios segundo a ISO 21932 (extraído de Silva, 2006)

Silva (2013) propõe a divisão dos indicadores de sustentabilidade de edifícios em ambientais, econômicos e sociais com mesmo nível hierárquico, além de indicadores estratégicos, que estariam relacionados com as atividades da empresa construtora. Os indicadores **ambientais** do ambiente construído se dividiriam em estratégias de implantação, gestão do uso de água, gestão do uso de energia, gestão do uso de materiais e de resíduos, prevenção de poluição, gestão ambiental do processo, qualidade do ambiente interno e qualidade dos serviços. Além destes teriam também os indicadores **sociais**, relacionados à inserção urbana e melhoria da vizinhança imediata, e os **econômicos**, que relacionam o investimento do empreendimento e o nível de sustentabilidade da produção do edifício.

Os indicadores de sustentabilidade, quando aplicados à APO, visam o acompanhamento e o controle da qualidade e do desempenho da edificação durante sua vida útil. Devem situar-se na etapa de uso do ciclo de vida da edificação, conforme assinalado na figura 3. Enquanto na fase de projeto analisa-se se há previsão de sistemas, componentes ou materiais sustentáveis, na APO é verificado também se os sistemas foram executados conforme projeto, se funcionam conforme o desejado e se tem manutenção facilitada.

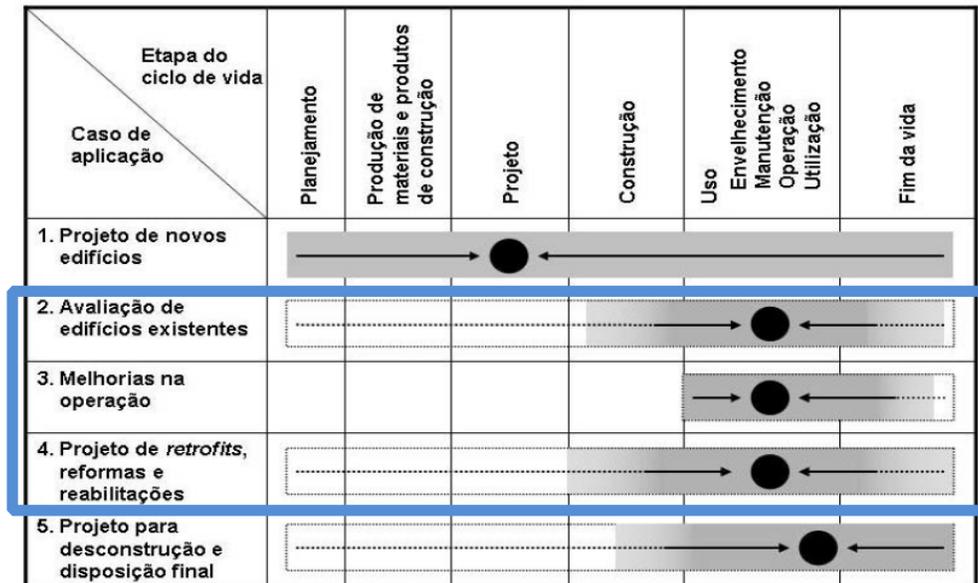


Figura 4 – Relação entre caso de aplicação e etapa do ciclo de vida da edificação (adaptado de SILVA, 2006)

4. Considerações finais

Com o levantamento bibliográfico apresentado neste artigo, pretende-se, numa próxima etapa da pesquisa, elaborar indicadores de sustentabilidade de edifícios relacionados a APOs. Esses indicadores farão parte da Avaliação Pós-Ocupação de Edificações Educacionais Universitárias, tema da dissertação da autora que se encontra em andamento.

Por não haver condições de elaborar os indicadores a partir do zero, pretende-se futuramente mapear os indicadores de sustentabilidade que constam nas principais ferramentas e certificações brasileiras (como ASUS, LEED, Aqua, PBE-Edifica e MASP-HIS) e adaptá-los às Avaliações Pós-Ocupação, considerando então o edifício não na fase de projeto, mas na fase de uso e operação. Serão feitas as verificações expostas neste artigo e serão elaboradas tabelas para cada indicador, conforme exemplo da tabela 3. A intenção é utilizar indicadores com níveis de atendimento (não atende / atende parcialmente / atende / atende com excelência) e com diferentes pesos, dependendo do tipo de edificação. Esses dados seriam cruzados em tabelas para obtenção de um resultado para cada edifício. Assim pretende-se construir uma base para análise da sustentabilidade das edificações da Universidade Federal de Santa Catarina.

Referências Bibliográficas:

Abate, TP; Kowaltowski, DCCK; Bernardi, N. **Avaliação Pós-Ocupação (APO) e o Wayfinding Design**. XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído; 2014; Maceió/AL. Disponível em www.infohab.org.br/entac2014/artigos/paper_485.pdf (último acesso: 28/09/2015).

Baratella, Paula RM. **Análise do desenvolvimento de indicadores para a avaliação de sustentabilidade de edifícios brasileiros** [dissertação]. Campinas: Universidade

Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo; 2011. Disponível em <http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=000788972> (último acesso: 28/09/2015).

Gosch, Samuel Sfreddo. **Indicadores de desempenho da produção de edifícios residenciais associados a uma nota final** [monografia]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Poli.Integra, 2012. Disponível em: www.poli-integra.poli.usp.br/library/pdfs/834ab636d797f77ee44947fc00c171ee.pdf (último acesso: 20/10/2015).

Guía para elaboración de indicadores – Departamento Nacional de Planeación (Colômbia). Disponível em <https://www.academia.edu/5195111/7228125-Guia-Para-Elaboracion-de-Indicadores> (último acesso: 20/10/2015).

Guia Referencial para medição de desempenho e Manual para construção de Indicadores - Ministério do Planejamento - Brasília, 2009. Disponível em www.gespublica.gov.br/biblioteca/pasta.2010-12-8.2954571235/Guia%20%20Indicadores%20%28versao%20preliminar%20Dez%202009%29.pdf (último acesso: 28/09/2015).

PBQP. Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade. *Crítérios para geração de indicadores de qualidade e produtividade no serviço público*. Brasília: IPEA/MEFP, 1991.

Silva, Vanessa G. **Avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros: diretrizes e base metodológica** [tese] São Paulo: Universidade de São Paulo, Escola Politécnica, Departamento de Engenharia de Construção Civil; 2003. Disponível em http://www.fec.unicamp.br/~vangomes/Download_Tese/ (último acesso: 28/09/2015).

Silva, VG; Silva, MG; Agopyan, V. **Avaliação de Edifícios: definição de indicadores de sustentabilidade**. III ENECS – Encontro Nacional sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis. Disponível em http://www.elecs2013.ufpr.br/wp-content/uploads/anais/2003/2003_artigo_024.pdf (último acesso: 28/09/2015).

VAN BELLEN, Hans Michael. **Indicadores de Sustentabilidade: Uma análise comparativa** [tese]. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina; 2002.

Resíduos da indústria de fundição no município de Blumenau, Santa Catarina.

Foundry industry waste in the city of Blumenau, Santa Catarina.

Michel Konig, FURB, Graduando em Engenharia Química, Bolsista CNPq.

michelkonig@gmail.com.

Joel Dias Da Silva, FURB, Doutor em Engenharia Ambiental, Orientador.

dias_joel@hotmail.com.

Resumo

A fundição de ligas ferrosas e não-ferrosas tem gerado diversos tipos de resíduos sólidos, sendo o principal deles a areia de desmoldagem. Objetivou-se demonstrar alguns dos estudos que buscassem a valorização dos componentes presentes na areia de desmoldagem descartada pela indústria da fundição, especialmente para o universo regional. Esta valorização se amplia quando impurezas são separadas da areia de desmoldagem e valorizada em outros processos industriais. O método proposto consistiu em um estudo descritivo e exploratório, com investigação na literatura e legislações vigentes. Concluiu-se que, a problemática da caracterização desta areia, é identificar os tipos de processos que produzirão os resíduos, buscando um tratamento adequado para os mesmos, seja na forma de rejeitos para um aterro industrial ou sua reutilização como matéria-prima em linhas de produção.

Palavras-chaves: Indústria de Fundição; Areia de desmoldagem; Reutilização.

Abstract

The ironed and non-ironed leagues foundry have generated many solid residues, being the most important the foundry sand. The objective is show up studies that researches the improvement of the compounds, present in the casting sand discarded by the foundry industries, especially for those ones in the county. Those improvements amplify themselves when the impurities are separated from the casting sand and used on another industrial process. The proposed method consists in a descriptive and exploratory study, with investigation on the laws in vigor. Concludes that the problem in the characterization of casting sand is to identify the kind of processes that will generate discards, how to apply the right treatment and give it the right destiny, as discards to the landfill or as raw material.

Keywords: Foundry industry; Sand mold release; Reuse.

1. Introdução

É sabido que o Brasil conta com uma indústria de fundição vasta e bastante diversificada. Grandes empresas modernas instalaram-se no país nos últimos anos, equipadas com maquinário sofisticado e com técnicas avançadas de produção. Também pode-se dizer que elas fundem basicamente todos os tipos de ligas ferrosas e não-ferrosas, isto para os mais variados setores industriais, desde imensos rotores para as usinas hidrelétricas e até pequenos componentes de motores ou peças artísticas.

Conforme dados do BNDS (2010), no ano de 2009, o Brasil ocupava a sétima posição no *ranking* de países que produziam metais fundidos no mundo. A China ocupava o primeiro lugar com bem mais de 35.300.000 toneladas de material fundido.

A fundição de peças de ligas ferrosas e não-ferrosas ocorre no estado de metal líquido, depositando o fluído na cavidade de um molde. Há dois tipos de moldes que podem ser usados: os permanentes e os não permanentes. Na moldagem permanente, utiliza-se como molde, uma liga metálica de composição diferente do metal que irá ser fundido, por exemplo, ferro, cobre ou aço. Geralmente, são aplicadas ligas não-ferrosas com a finalidade de produção dessas unidades, por causa do seu ponto de fusão ser inferior ao do molde (MOREIRA, 2004).

Por sua vez, a moldagem não permanente consiste em criar moldes em caixas com areias previamente tratadas para essa função. A areia é depositada onde será moldada, recebendo os machos (modelos de moldes que darão uma parte vazada à peça) se necessário, até que se obtenha o formato da peça desejável. Com essa forma de produção, pode-se criar peças sem limitações, deixando-as de acordo com o projeto (MOREIRA, 2004).

Estima-se que 90% da areia de desmoldagem (com origem no processo no qual foi utilizada é areia verde) que é descartada pela indústria de fundição pode ser reinserida no processo de produção antes de ser destinada aos aterros industriais (BNDS, 2010). Infelizmente, no Brasil, já se estimava na década passada, que fossem descartadas pelas fundições, cerca de 2 milhões de toneladas/ano de areia contaminada com resinas fenólicas, correspondendo a mais de três quartos do total de resíduos gerados pela Indústria de Fundição (SCHEUNEMANN, 2005). O autor destacou ainda que, mesmo com muitas empresas contando com processos de regeneração mecânica de tais areias, o reaproveitamento destas não ultrapassava os 70%, e dependendo do processo que fossem submetidas, a recuperação não chegaria a 40%.

No Estado de Santa Catarina, a areia de moldagem descartada pode ser utilizada em misturas asfálticas e artefatos de concreto sem função estrutural, de acordo com as normas legais estabelecidas pela Resolução CONSEMA 011/2008 (SANTA CATARINA, 2008). Por exemplo, Carnin *et al.* (2010) utilizaram a areia de moldagem como agregado para a fabricação de pisos intertravados, conhecidos comercialmente como *pavers*. Os autores obtiveram peças com excelente acabamento, que passaram nos testes de resistência mecânica e durabilidade, assim também como naqueles ligados à variável ambiental, para determinação de lixiviação e toxicidade.

A resolução CONSEMA 011/2008 estabelece que, antes da indústria de fundição efetuar o descarte da areia de desmoldagem, ela deverá informar um laudo técnico para a FATMA