



# Construções Sustentáveis



# Construções sustentáveis

Rosimeire Midori Suzuki Rosa Lima

© 2018 por Editora e Distribuidora Educacional S.A.

Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta publicação poderá ser reproduzida ou transmitida de qualquer modo ou por qualquer outro meio, eletrônico ou mecânico, incluindo fotocópia, gravação ou qualquer outro tipo de sistema de armazenamento e transmissão de informação, sem prévia autorização, por escrito, da Editora e Distribuidora Educacional S.A.

**Presidente**

Rodrigo Galindo

**Vice-Presidente Acadêmico de Graduação e de Educação Básica**

Mário Ghio Júnior

**Conselho Acadêmico**

Ana Lucia Jankovic Barduchi

Camila Cardoso Rotella

Danielly Nunes Andrade Noé

Grasiele Aparecida Lourenço

Isabel Cristina Chagas Barbin

Lidiane Cristina Vivaldini Olo

Thatiane Cristina dos Santos de Carvalho Ribeiro

**Revisão Técnica**

Isabella Gotti

Paula Marie Siqueira Pacheco

**Editorial**

Camila Cardoso Rotella (Diretora)

Lidiane Cristina Vivaldini Olo (Gerente)

Elmir Carvalho da Silva (Coordenador)

Leticia Bento Pieroni (Coordenadora)

Renata Jéssica Galdino (Coordenadora)

---

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Lima, Rosimeire Midori Suzuki Rosa  
L99c      Construções sustentáveis / Rosimeire Midori Suzuki  
Rosa Lima. – Londrina : Editora e Distribuidora Educacional  
S.A., 2018.  
216 p.

ISBN 978-85-522-0719-1

1. Engenharia. I. Lima, Rosimeire Midori Suzuki Rosa.  
II. Título.

CDD 620

---

Thamiris Mantovani CRB-8/9491

2018  
Editora e Distribuidora Educacional S.A.  
Avenida Paris, 675 – Parque Residencial João Piza  
CEP: 86041-100 – Londrina – PR  
e-mail: editora.educacional@kroton.com.br  
Homepage: <http://www.kroton.com.br/>

# Sumário

<b>Unidade 1   Construção civil e desenvolvimento sustentável</b>	<b>7</b>
Seção 1.1 - Sustentabilidade na construção civil	9
Seção 1.2 - Impactos ambientais associados à produção do ambiente construído	20
Seção 1.3 - Construções sustentáveis	35
<b>Unidade 2   Planejamento e viabilidade da implantação de empreendimentos</b>	<b>55</b>
Seção 2.1 - Sustentabilidade urbana	57
Seção 2.2 - Avaliação de impactos ambientais	73
Seção 2.3 - Avaliação de impactos de vizinhança	86
<b>Unidade 3   Uso dos recursos naturais e a geração de resíduos da construção civil</b>	<b>107</b>
Seção 3.1 - Água conservação e reuso	109
Seção 3.2 - Eficiência energética e fontes sustentáveis	125
Seção 3.3 - Gestão e gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil-RCC	138
<b>Unidade 4   Diretrizes para sustentabilidade das edificações</b>	<b>159</b>
Seção 4.1 - Diretrizes para a gestão ambiental de canteiro de obras	161
Seção 4.2 - Diretrizes de sustentabilidade para projeto de edificações	179
Seção 4.3 - Diretrizes de sustentabilidade para execução e uso das edificações	195



# Palavras do autor

Olá, aluno, seja bem-vindo ao estudo da disciplina Construções Sustentáveis.

Você já teve contato com os aspectos relacionados à sustentabilidade na construção civil? Já parou para pensar sobre os impactos ambientais associados à produção do ambiente construído? Sabe quais são os requisitos para a viabilidade da implantação de empreendimentos causadores de impactos ambientais e de vizinhança? Tem conhecimento das diretrizes de sustentabilidade para projeto, execução e uso das edificações sustentáveis?

Você já deve ter ouvido falar sobre alguns destes assuntos. Neste livro vamos mergulhar nas questões que envolvem a temática "Construções sustentáveis". Dedique-se e realize todas as atividades de ensino, com certeza você ficará bem preparado para as oportunidades que irão surgir no mercado de trabalho, pois o conhecimento sobre a temática Construções Sustentáveis está sendo cada vez mais exigido.

Este livro foi organizado em quatro unidades: a Unidade 1 expõe aspectos da sustentabilidade na construção civil, contemplando os conceitos envolvidos, além de uma abordagem sobre os impactos relacionados à Cadeia da Construção Civil. A Unidade 2 aborda a importância do planejamento urbano e a análise da viabilidade de empreendimentos visando a sustentabilidade das cidades, nessa unidade vamos nos familiarizar com dois importantes documentos, o Estudo de Impacto Ambiental - EIA/RIMA e o Estudo de Impacto de Vizinhança - EIV. Já a Unidade 3 aborda a importância da água em relação a sua conservação e reuso. Discute aspectos da eficiência energética e a importância da adoção de fontes sustentáveis. Apresenta diretrizes para a gestão adequada dos resíduos da construção civil. Finalmente, a Unidade 4 apresenta diretrizes para sustentabilidade das edificações em relação ao canteiro de obras, ao projeto, execução e uso das edificações.

O conteúdo destas unidades te levará a conhecer e compreender os principais fundamentos, ações e diretrizes relacionadas ao tema construções sustentáveis. Agora é com você. Este livro está recheado de assuntos superinteressantes, que você vai gostar e se preparar para os desafios da sua profissão.

Aproveite esta experiência enriquecedora!



## Construção civil e desenvolvimento sustentável

### Convite ao estudo

Nesta unidade vamos estudar os aspectos relacionados à Construção Civil e o Desenvolvimento Sustentável. As atividades da cadeia da construção civil são grandes geradoras de impactos devido a intensa extração de recursos naturais, acentuado uso de energia, além de gerar grande volume de resíduos sólidos. Quando o assunto é sustentabilidade na Construção Civil, os aspectos econômicos e sociais caminham juntos aos ambientais sendo necessário um equilíbrio entre eles. O índice de produção e de emprego no setor mostra sua representatividade na economia do país.

Nesta unidade você conhecerá os principais fundamentos e ações relacionados às construções sustentáveis e será capaz de realizar uma análise crítica sobre o assunto. A unidade está dividida em três seções, a primeira apresenta aspectos relacionados à sustentabilidade na construção civil. A segunda retrata os impactos ambientais associados à produção do ambiente construído e, por fim, a terceira mostra conceitos e características das construções sustentáveis.

No contexto de aprendizagem proposto para esta unidade, você será uma personagem interpretando um profissional que atua na câmara técnica ambiental do seu conselho de classe. Vamos conhecer?

O setor da construção civil tem papel fundamental para o desenvolvimento sustentável de um país. Este setor é reconhecidamente considerado como o que mais consome recursos naturais além de gerar significativos impactos ambientais. A relação entre a produção da edificação e o meio ambiente, denotam a necessidade de minimizar os

impactos ambientais, neste cenário então, surge o paradigma da construção sustentável.

No âmbito da Agenda 21 que trata-se de um documento com anuência de vários países e que tem a finalidade de assegurar a sustentabilidade, o conceito de Construção Sustentável transcende a sustentabilidade ambiental, para abranger os aspectos sociais e econômicos, o que enfatiza a necessidade de um novo olhar voltado ao setor da construção civil.

Você foi convidado a integrar a câmara técnica ambiental do seu conselho de classe. A atribuição do grupo de estudo desta câmara técnica é discutir as questões de sustentabilidade e a relação com o setor da construção civil, pois em 2 meses haverá um evento com a participação dos profissionais da área onde este grupo mediará as discussões acerca das questões ambientais. Para esse evento, você precisará realizar uma análise conceitual de sustentabilidade em edificações, preparando-se para uma apresentação.

Neste cenário, devemos então pensar nos impactos que a Cadeia da Construção Civil tem imposto ao meio ambiente e à sociedade. Será que a construção civil tem contribuído para o desenvolvimento sustentável das cidades?

Estamos atuando em nossa profissão de forma a manter condições de existência para futuras gerações? Bons estudos!

# Seção 1.1

## Sustentabilidade na construção civil

### Diálogo aberto

A indústria da construção, respondendo às necessidades humanas de habitação, mobilidade urbana, trabalho, saúde e educação, cria e implanta infraestruturas tais como estradas, barragens, linhas férreas, construção de edifícios, rede de abastecimento de água, de esgotamento sanitário e de transmissão de energia, promovendo desta forma o suporte ao desenvolvimento das cidades. Mas será que este desenvolvimento está sendo sustentável?

Lembra que você foi convidado a integrar a câmara técnica ambiental do seu conselho de classe? Esta câmara está com a incumbência de discutir as questões de sustentabilidade e a relação com o setor da construção civil para um evento que acontecerá em 2 meses.

Na primeira reunião na câmara técnica você encontrou muitos colegas, inclusive da época da faculdade e foi muito bom reencontrá-los. Você verificou que apesar de estar faltando pouco tempo para a realização do evento “Cidades Sustentáveis”, seus pares estavam um pouco perdidos e bem preocupados com a participação pois não sabiam muito bem o que seria abordado.

Você já teve uma experiência profissional anterior em órgãos públicos em que a discussão sobre sustentabilidade urbana estava sempre presente, devido aos diversos conflitos e jogos de interesse que fazem parte da dinâmica de uma cidade. Conciliar o bem-estar de uma comunidade e o interesse comercial de determinados segmentos nunca foi tarefa fácil.

Você então explicou ao grupo que poderia ajudá-los com uma discussão interna de determinados temas importantes e que são norteadores deste tipo de evento. O grupo gostou muito, e claro, aceitou. Era o que precisavam!

Você então confidenciou que apesar de saber quais eram os temas norteadores, você nunca parou para pensar e refletir sobre eles, e que para se preparar para o evento, esta reflexão também seria necessária e todos entenderam muito bem.

Você então propôs a reflexão e discussão das seguintes questões:

- O setor da construção civil é importante para o desenvolvimento sustentável? Por quê?
- Quais os fatores sociais que devem ser observados quando se busca a sustentabilidade da Cadeia da Construção Civil?

Para responder tais questões, precisamos conhecer o conceito de sustentabilidade, entender as dimensões que a envolvem e os desafios da construção civil para atender aos requisitos da sustentabilidade.

## Não pode faltar

Você já deve ter ouvido falar muito sobre desenvolvimento sustentável, mas por que este tema é tão comentado e discutido? Apesar de ser um assunto atual, o debate sobre desenvolvimento sustentável não é recente, na verdade esta discussão iniciou na década de 1960. No âmbito da Organização das Nações Unidas (ONU), em 1987, o termo Desenvolvimento Sustentável teve seu conceito registrado no relatório *Nosso Futuro Comum*, documento resultante do trabalho da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Neste documento, o conceito de desenvolvimento sustentável é entendido como sendo: “aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem a suas próprias necessidades.” (COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1991). A expectativa com este conceito é a de que a sociedade produza impactos ambientais negativos menores do que a capacidade que o ambiente tem de se recuperar, e desta forma garantir a preservação da oferta de recursos.

O conceito de sustentabilidade tem sua origem no termo desenvolvimento sustentável e desta forma podemos definir Sustentabilidade na construção civil, como sendo aquele que atenda às necessidades das gerações presentes sem comprometer a capacidade das gerações futuras de superar suas próprias necessidades, em todos os elos da Cadeia da Construção Civil. Mais à frente vamos conhecer melhor a constituição da Cadeia da Construção Civil.

Em 1992, na Conferência das Nações Unidas sobre o meio ambiente e desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro (ECO-92) foi aprovada a elaboração de uma agenda 21.

Você sabe o que vem a ser agenda 21?

A agenda 21 é um plano de ação para ser adotado por governos e pela sociedade civil, em todas as áreas em que a ação humana impacta o meio ambiente (MOTTA; AGUILAR, 2009).

A agenda 21 é um documento elaborado com a finalidade de assegurar a sustentabilidade do planeta a partir do século 21 em consenso entre governos e instituições da sociedade civil.

Em 1999 o Conselho Internacional da **Construção** CIB publicou a *Agenda 21 on Sustainable Construction* (CIB, 2000) sua tradução foi realizada para o português pelo Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica da USP.

Quando falamos de sustentabilidade na construção temos que ter claro que não estamos falando apenas das construtoras, porque os impactos deste setor começam antes mesmo da produção de qualquer material e segundo Csillag (2007) se estende ao longo de todo o ciclo de vida da edificação.



#### Assimile

De acordo com a norma técnica NBR 15575:2013 (ABNT, 2013), vida útil do edifício é o período de tempo em que um edifício e/ou seus sistemas, elementos e componentes se prestam às atividades para as quais foram projetados e construídos.

Para que os princípios da sustentabilidade sejam atendidos nos empreendimentos do setor, os atores envolvidos na cadeia da construção (profissionais, construtores, investidores, entre outros) devem buscar cada vez mais, incorporar tecnologias, métodos e processos sustentáveis, ou seja, de baixo impacto ambiental. Devem buscar a redução no consumo de materiais não renováveis, de água e energia e menor geração de resíduos da construção civil durante todo o ciclo de vida desde a etapa de concepção, execução e após a vida útil da edificação.

Segundo a Abramat/FGV (2014), a cadeia produtiva da construção civil é composta conforme mostra a Figura 1.1, de:

Figura 1.1 | Composição da cadeia da construção civil



Fonte: adaptada de Abramam/FGV (2014).

Sabemos que a Cadeia da Construção Civil tem importante papel na promoção da sustentabilidade. Para Marques e Salgado (2007), para alcançar efetivamente o que se chama de desenvolvimento sustentável na indústria da construção, é preciso que se busque um equilíbrio entre o que é socialmente desejável, economicamente viável e ecologicamente sustentável. Em outras palavras, a busca por este equilíbrio engloba as dimensões sociais, econômicas e ambientais.



**Refleta**

Para alinhar o setor da Construção Civil aos princípios de sustentabilidade há necessidade de buscar o equilíbrio das dimensões: ambiental, social e econômica. Pensando nestas três dimensões como devemos atuar em nossa profissão para buscar a sustentabilidade nas nossas ações?

A dimensão ambiental requer equilíbrio entre o uso dos recursos e a capacidade que o ambiente tem de se recuperar. Para tanto, torna-se necessário evitar efeitos perigosos e potencialmente irreversíveis no ambiente, adotando ações tais como o uso racional de recursos naturais e redução da geração de resíduos sólidos.

A dimensão econômica está relacionada ao acesso a recursos e oportunidades, busca-se aumentar a lucratividade e o crescimento do setor da construção civil de forma eficiente. Sob a perspectiva econômica, observamos que a cadeia produtiva da Construção tem grande impacto econômico para o país. Segundo estudo da ABRAMAT/FGV (2014), a cadeia produtiva teve uma produção total de aproximadamente R\$ 470,3 bilhões em 2014, o que equivale a 8,5% do PIB brasileiro. Também é notória a contribuição do setor para a geração de empregos, conforme demonstram os 12,3 milhões de trabalhadores que atuavam na cadeia produtiva em 2014. Em 2014 a cadeia da Construção Civil manteve sua participação na economia no mesmo patamar do ano anterior. Essa estabilidade é resultado de um baixo crescimento apenas 1,7 % em relação a 2013. Destaca-se que mesmo com a falta de dinamismo do setor da construção civil devido ao gradativo encerramento do mercado imobiliário é evidente a importância do setor na economia brasileira.

Com relação a dimensão social, observa-se que a cadeia produtiva da construção tem grandes desafios, podendo citar a informalidade, tanto de empresas do setor como de qualificação da mão de obra. O setor da construção no Brasil se desenvolveu utilizando mão de obra sem qualificação e vinda das parcelas mais pobres da população. O aumento da informalidade das empresas é preocupante pois gera uma competição injusta com as demais empresas formais que poderiam estar investindo no desenvolvimento de novas tecnologias e aprimorando seus processos. A informalidade do setor adicionada à baixa qualificação da mão de obra resulta no não atendimento às normas técnicas, o que reflete diretamente na segurança, durabilidade e qualidade dos processos e produtos construtivos, além dos altos índices de acidentes.

Neste cenário é evidente a necessidade da adoção de iniciativas que reforcem a sustentabilidade no setor da construção civil, com o objetivo de uma atuação proativa mais alinhada com os princípios da sustentabilidade tais como:

- A valorização e desenvolvimento da mão de obra.
- A integração da mão de obra feminina.
- Educação e capacitação profissional.
- Promoção de processos construtivos e produtos mais sustentáveis com construção mais rápida com redução da

geração de resíduos e com maior durabilidade dos materiais e menor consumo de água e energia.

- Envolvimento com as questões sociais, legais, institucionais, entre outras.
- Qualificação das empresas.
- Comunicação eficiente com seus variados *stakeholders* que são os envolvidos e interessados nesse setor. (Sociedade, a incorporadora, investidores, engenheiros, arquitetos, mão de obra especializada, compradores, fornecedores, órgãos públicos tais como prefeitura, órgãos ambientais, clientes e futuros usuários).

O contexto atual no setor da construção mostra grande pressão sobre as empresas para incorporarem os princípios da sustentabilidade. Dentre os temas, um que vem recebendo grande destaque é a questão dos resíduos da construção civil. Em 2002 foi publicada a Resolução 307 do Conama, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos Resíduos da Construção Civil. Em 2010 foi sancionada a Lei nº 12.305 (BRASIL, 2010), que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos que apresenta dentre outros aspectos as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, definindo as responsabilidades dos atores envolvidos.

Sabemos que as empresas são fundamentais para a produção de bens e oferta de serviços, geram empregos e renda para a sociedade. No entanto, também têm responsabilidade sobre os impactos negativos que geram ao meio ambiente e na sociedade.

De acordo com Elkington (1998), o sucesso do mercado futuro dependerá da capacidade de uma empresa satisfazer não somente a dimensão da rentabilidade, mas também, duas outras dimensões emergentes: uma centrada na qualidade ambiental e a outra na justiça social. O autor afirma que a sustentabilidade é o princípio que assegura que as ações hoje não limitem o alcance das opções econômica, social e ambiental para as futuras gerações.



São 17 os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) a serem atingidos até 2030. Tais objetivos fazem parte de uma agenda mundial adotada durante a Cúpula das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável estabelecida em 2015 (ONU, 2015). Nesta agenda estão previstas ações mundiais em diversas áreas, dentre elas destacamos: padrões sustentáveis de produção e de consumo, mudança do clima, cidades sustentáveis, crescimento econômico inclusivo, infraestrutura, industrialização, entre outros.

O Brasil foi um dos países que participaram do processo de negociação mundial para a construção dos ODS. Ou seja, o país se posicionou de forma firme em favor de contemplar as iniciativas voltadas ao desenvolvimento sustentável.

Como o setor da construção civil é de extrema importância para o desenvolvimento sustentável, devem ser direcionados esforços que levem ao alcance dos resultados previstos nestes objetivos.

Conforme citado anteriormente, para alinhar o setor da Construção Civil aos princípios da sustentabilidade há necessidade de envolver o equilíbrio entre três dimensões: econômica, social e ambiental. Assim, deve-se buscar o lucro que permita a satisfação dos interesses de todos os intervenientes do processo. Os investidores devem ter o retorno financeiro, a comunidade local deve usufruir dos benefícios da atividade empresarial, os funcionários devem ter seu retorno em qualidade de vida e equidade social, e tudo isso, não deve prejudicar (ou pelo menos os impactos devem ser minimizados) o meio ambiente, do qual todos necessitam para sobreviver.

A busca pela sustentabilidade ainda é incipiente na construção civil, no entanto, é grande a pressão visando a melhoria no desempenho dos processos, produtos e serviços. Apesar da pressão visando a melhoria do desempenho dos processos, produtos e serviços há uma gama de referências para apoiarem as empresas. Tais como a ABNT NBR ISO 9.001:2008 que normatiza as diretrizes para a gestão da qualidade, ABNT NBR ISO 14.001:2004 para o meio ambiente, OSHAS 18001:2007 para a saúde e segurança do trabalhador e a norma ABNT NBR 16001:2004, para a gestão da responsabilidade social, além da ABNT NBR 15575:2013 norma de desempenho para edificações habitacionais.

Uma importante ferramenta para avaliação das construções sustentáveis são as certificações ambientais. Dentre as principais estão: o LEED, do Green Building Council Brasil; o selo AQUA, da Fundação Vanzolini; o BREEAM, da BRE. Já na esfera do setor público podemos citar a Etiqueta Procel Edifica, da Eletrobrás e o selo Casa Azul, da Caixa Econômica Federal.



## Pesquise mais

Os artigos indicados a seguir abordam a importância da indústria da construção civil para o desenvolvimento sustentável e são muito interessantes.

- JOHN, V.M.; SILVA, V. G.; AGOPYAN, V. Agenda 21: uma proposta de discussão para o construbusiness brasileiro. In: Encontro Nacional Americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis, ANTAC - **II Encontro Nacional e I Encontro Latino Americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis**, 2001 Canela. Anais. Porto Alegre: ANTAC; UFRGS 2001.p 91-98.

- LAMBERTS, Roberto et al. **Sustentabilidade nas Edificações**: contexto internacional e algumas referências brasileiras na área. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina (UFCS), 2008.

- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. Resolução 307, de 5 de julho de 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30702.html>>. Acesso em: 31 ago. 2017.

Outro material importante é a resolução CONAMA 307/2002, disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>>. Acesso em: 4 out. 2017. Vale a pena conhecer!

## Sem medo de errar

Na reunião da câmara técnica ambiental você propôs a reflexão e discussão sobre algumas questões, uma delas era se o setor da construção civil era importante para o desenvolvimento sustentável e a outra era uma abordagem sobre os fatores sociais que devem ser observados quando se busca a sustentabilidade da Cadeia da Construção Civil.

O setor da construção tem uma importância significativa para o Desenvolvimento sustentável, pois é importante para o desenvolvimento econômico e social do país. Além disso, é

fundamental para a produção de bens e oferta de serviços pois gera emprego e renda para a sociedade. No entanto, também tem responsabilidade sobre os impactos negativos que gera ao meio ambiente e na sociedade. O equilíbrio entre as dimensões ambientais, sociais e econômicas é essencial quando se busca a sustentabilidade na construção civil.

A reflexão sobre estes assuntos lhe permite realizar uma análise crítica sobre a relação do setor da construção civil com o Desenvolvimento Sustentável.

## Avançando na prática

### Aspectos de sustentabilidade ambiental nos negócios da construção civil

#### Descrição da situação-problema

O tema sustentabilidade é centro de discussões na esfera dos negócios do setor da construção civil, onde a grande questão é a necessidade de direcionar a atuação empresarial para a sustentabilidade global. Desta forma, a empresa deve assegurar além da competitividade no mercado, a preservação ambiental. Agora, aluno, imagine que você está no mercado atuando na construção civil com uma incorporadora e esteja muito preocupado em buscar a sustentabilidade em seus empreendimentos. Para tanto precisará listar alguns aspectos que devem ser observados por seus gerentes quando da implantação de novos empreendimentos.

#### Resolução da situação-problema

Os empreendimentos do setor da construção civil devem priorizar o uso de materiais de baixo impacto ambiental, utilizar fontes renováveis de energia, reduzir o consumo de água e energia, reduzir a geração de resíduos, gerenciar adequadamente os resíduos da construção civil, entre outros.

## Faça valer a pena

**1.** A construção civil é uma atividade tendencialmente consumidora de recursos, seus empreendimentos são um dos maiores causadores de impactos ao meio ambiente. Os processos deste setor devem incorporar ações sustentáveis tais como:

- I. Minimizar o consumo de recursos naturais.
- II. Utilizar recursos renováveis e recicláveis.
- III. Reduzir a geração de resíduos da construção civil.
- IV. Utilizar fontes de energia sustentáveis.

Considerando a análise das asserções apresentadas, assinale a alternativa correta:

- a) Somente as asserções I, II e III estão corretas.
- b) Somente a asserção I está correta.
- c) As asserções I, II, III e IV estão corretas.
- d) Somente as asserções I e IV estão corretas.
- e) Somente as asserções II e III estão corretas.

**2.** A Cadeia Produtiva da Construção Civil tem interferência significativa na promoção da sustentabilidade pois os impactos do setor começam desde a extração da matéria-prima e se estendem até o fim da vida útil de uma edificação. Integram a Cadeia da Construção Civil:

- I. Construtoras.
- II. Prestadores de serviço do setor da construção.
- III. Indústria e comércio de materiais de construção.
- IV. Fornecedor de máquinas e equipamentos.

Considerando a análise das asserções apresentadas, assinale a alternativa correta:

- a) Somente as asserções I, II e III estão corretas.
- b) Somente a asserção I está correta.
- c) As asserções I, II, III e IV estão corretas.
- d) Somente as asserções I e IV estão corretas.
- e) Somente as asserções II e III estão corretas.

**3.** A discussão sobre o Desenvolvimento Sustentável iniciou na década de 1960. Sobre o conceito de Desenvolvimento Sustentável complete V para a asserção verdadeira e F para a falsa:

( ) O conceito de desenvolvimento sustentável foi registrado na Agenda 21 durante a Conferência das Nações Unidas sobre o meio ambiente e desenvolvimento realizada no Rio de Janeiro em 1992.

( ) O conceito de desenvolvimento sustentável é entendido como sendo: aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem a suas próprias necessidades.

( ) A expectativa com o conceito de Desenvolvimento Sustentável é a de que a sociedade produza impactos ambientais negativos menores do que a capacidade que o ambiente tem de se recuperar, e desta forma garantir a preservação da oferta de recursos.

Assinale a alternativa que apresenta a sequência correta das afirmativas:

a) 1-V, 2-F, 3-F

b) 1-V, 2-V, 3-F

c) 1-F, 2-V, 3-V

d) 1-V, 2-V, 3-V

e) 1-F, 2-F, 3-F

## Seção 1.2

### Impactos ambientais associados à produção do ambiente construído

#### Diálogo aberto

O setor da construção civil tem papel fundamental para o desenvolvimento sustentável de um país. Este setor é reconhecidamente considerado como o que mais consome recursos naturais, além de gerar significativos impactos ambientais e geração intensiva de resíduos sólidos, líquidos e gasosos.

A relação produção da edificação e meio ambiente apresenta aspectos que demandam a necessidade de minimizar os impactos ambientais, em que surge o paradigma da construção sustentável.

No âmbito da Agenda 21, o conceito de Construção Sustentável transcende a sustentabilidade ambiental, para abranger os aspectos sociais e econômicos, que enfatiza a necessidade de um novo olhar voltado a uma qualidade de vida dos indivíduos.

Você foi convidado a integrar a câmara técnica ambiental do seu conselho de classe. A atribuição do grupo de estudo desta câmara técnica é discutir as questões de sustentabilidade e a relação com o setor da construção civil, pois em 2 meses haverá um evento com a participação dos profissionais da área em que este grupo mediará as discussões acerca das questões ambientais. Para esse evento, você precisará realizar uma análise conceitual de sustentabilidade em edificações, preparando-se para uma apresentação. Para iniciar os trabalhos, o coordenador do grupo de trabalho propôs a reflexão sobre qual seria a importância da sustentabilidade do setor da construção civil para o desenvolvimento sustentável.

Dando continuidade nas reuniões semanais da câmara técnica ambiental, outro tema de discussão foi: os impactos ambientais associados à produção do ambiente construído. Você ficou muito empolgado pois sempre atuou de forma responsável frente às questões ambientais. Sabendo disto, o responsável pelo GT pediu que você preparasse uma apresentação que abrirá a discussão da reunião que ocorrerá na próxima semana. E você prontamente aceitou.

Ele fez algumas recomendações para que a apresentação do tema levasse as pessoas à seguinte reflexão: o setor da Construção Civil é importante para a sustentabilidade ambiental?

Quais estratégias devem ser adotadas para minimizar os impactos ambientais do setor?

Para responder a essas questões, vamos estudar o que é impacto ambiental e conhecer quais são gerados pelo setor da construção civil. Com base nisso, será possível refletir sobre os impactos ambientais gerados no ciclo de vida de um edifício e como estes afetam o meio ambiente. Assim, quando atuar profissionalmente, é importante que você esteja atento para a singularidade tanto de sua obra quanto para as consequências que ela irá atrair ao meio ambiente.

## Não pode faltar

Os empreendimentos da construção civil são um dos maiores causadores de impactos ao meio ambiente. As atividades relacionadas à construção, operação e demolição de edifícios promovem a degradação ambiental através do consumo excessivo de recursos naturais e da geração de resíduos sólidos (VILHENA, 2007).

Para Canter (1996) e Carpenter (2001), a construção civil é uma atividade tendencialmente consumidora de recursos e, em muitos casos, com impacto significativo no ambiente.

A produção de diferentes tipos de materiais de construção libera diversos poluentes na atmosfera, resultando em diversos impactos negativos, tais como destruição da camada de ozônio, efeito estufa, poluição do ar devido a emissão de particulados e chuva ácida (LIPPIATT, 1999).

A fabricação de materiais de construção é considerada uma das principais fontes de emissões de gases poluentes. Segundo Tavares (2006), a indústria do cimento é a maior emissora de  $CO_2$ , pois devido ao uso de combustíveis fósseis para geração de energia térmica, ocorrem emissões adicionais pela calcinação de calcário durante a produção do *clínquer* (cimento numa fase básica, a partir do qual se fabrica o cimento Portland). A fabricação de cimento é responsável por 4 a 5 % de todo o Dióxido de Carbono  $CO_2$  liberado na atmosfera decorrente às atividades antrópicas (MARLAND; BODEN; ANDRES, 2003). Já a produção de alumínio consome muita energia elétrica, além de gerar diversos gases do efeito estufa (BRASIL, 2005).

Dentre os gases do efeito estufa, estão: metano ( $CH_4$ ), dióxido de carbono ( $CO_2$ ), óxido nitroso ( $N_2O$ ), ozônio troposférico ( $O_3$ ) e clorofluorcarbonetos (CFC's). O Dióxido de Carbono ( $CO_2$ ), gerado principalmente pelas atividades humanas, é responsável por aproximadamente 55% das emissões e também o mais significativo no que diz respeito à produção dos materiais de construção (BUCHANAN; HONEY, 1994).

Para Agopyan e John (2011), no Brasil, as emissões de  $CO_2$  na produção de materiais, são mais importantes do que as emissões associadas à fase de uso dos edifícios devido a maior quantidade de  $CO_2$  emitida .

A predominância da matriz energética adotada mundialmente é de fontes não renováveis, o mesmo acontece no Brasil, que apesar de adotar uma matriz energética que pode ser considerada mais limpa que em alguns países é responsável por grandes impactos ao meio ambiente. A indústria da construção civil consome muita energia em suas atividades, indo no sentido contrário à sustentabilidade.

Segundo Abreu (2012), o setor da construção civil é o que mais extrai materiais do meio natural, sendo que o consumo de energia ocorre na extração de materiais, na fabricação, no transporte e no processamento dos insumos.

As emissões decorrentes da fabricação de materiais são intensas e prioritariamente provenientes do uso de energia. Para Benite (2011), 10 a 20% dessas emissões são devidos à extração e ao processamento das matérias-primas, à fabricação de produtos e à etapa de construção e demolição e que os 80 a 90% restantes são gerados na etapa de operação e uso do edifício.

Quando falamos dos impactos devido ao consumo de recursos naturais devemos considerar os impactos relativos a degradação das áreas de extração, esgotamento de recursos, a geração de resíduos sólidos, entre outros.

Para Grigoletti (2001), o setor da construção civil é um dos principais contribuintes para o esgotamento das reservas naturais. Segundo o autor, este fato é justificado devido a um consumo de cerca de 40% de matérias-primas como areia, pedra britada, cascalho, entre outros. Para Librelotto e Jalali (2008), esta extração exagerada pode levar ao esgotamento dos recursos naturais, degradação do solo, assim como à perda da diversidade da fauna

e flora local. O consumo e uso da água é uma questão relevante e vem aumentando exponencialmente. Estima-se que apenas 2,5% da água do planeta seja própria para o consumo; ou seja a indústria do setor da construção civil deve buscar alternativas para reduzir o consumo de água em suas atividades.



### Exemplificando

A escolha dos materiais de construção deve levar em consideração a escolha de materiais disponíveis no local devem ser culturalmente aceitos, com alto potencial de reciclagem, não tóxicos e pouco processados. Sempre com foco na redução, reuso, reciclagem e destinação adequada dos resíduos da construção civil.

Ficou claro que devemos sempre ter em mente que a produção dos materiais de construção requer considerável consumo de energia e de recursos naturais, e esta mesma produção também causa diversas formas de poluição dentre elas os efeitos sobre a camada de ozônio e efeito estufa. Por estes motivos, para buscar a sustentabilidade ambiental do setor, a avaliação dos impactos ambientais é de grande importância e deve ser considerada no decorrer de toda a vida útil de uma edificação, desde a fabricação de um produto ou material de construção até o fim da vida útil de uma edificação.

Uma das alternativas para preservar o meio ambiente é a Análise do Ciclo de Vida (ACV) das edificações.

A ACV é uma das principais ferramentas utilizadas na prevenção da poluição. Ela surgiu devido à necessidade de racionalizar o consumo de energia dos edifícios, no entanto seu conceito ficou mais abrangente integrando os demais impactos ambientais, além de buscar identificar e quantificar os impactos ambientais de determinado produto, processo ou atividade.

A *International Standardization for Organization (ISO)* em sua norma NBR 14040 (ABNT, 2009) define Análise de Ciclo de Vida como sendo a "compilação e avaliação de entradas e saídas (de matérias-primas e recursos energéticos) e impactos ambientais potenciais de um produto através de seu ciclo de vida".

O conceito de ciclo de vida das edificações envolve todas as etapas da sua construção e vida útil. A Figura 1.2 exemplifica este ciclo.

Figura 1.2 |Ciclo de vida das edificações



Fonte: Tavares, 2006, p. 19.



**Refleta**

Por que é tão importante para a preservação do meio ambiente considerar todo o ciclo de vida das edificações?

Para Bacci, Landim e Eston (2006), a identificação dos aspectos e avaliação dos impactos ambientais associados a determinado empreendimento requer que sejam selecionadas as atividades, produtos e serviços relacionados à atividade produtiva, de modo a separar o maior número possível de impactos ambientais gerados decorrentes de cada aspecto identificado, considerando, sempre, se são significativos ou não.

De acordo com a (NBR 14.001:2004), aspecto ambiental é o "elemento das atividades ou produtos e serviços de uma organização que pode interagir com o meio ambiente", cuja significância vai depender do impacto ambiental que pode ser gerado, considerando sua intensidade ou frequência. Para Sánchez (2006), aspecto ambiental pode ser entendido como o mecanismo através do qual uma ação humana causa impacto ambiental.



As ações são as causas, os impactos são as consequências. (SÁNCHEZ, 2006)

Já de acordo com o art 1º da resolução 01/1986, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA, considera-se impacto ambiental

qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população;

II - as atividades sociais e econômicas;

III - a biota;

IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;

V - a qualidade dos recursos ambientais.

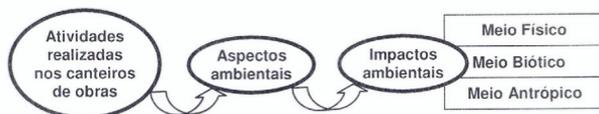


A definição sobre "meio ambiente", encontra-se na ISO 14001:2004.

Meio ambiente: "circunvizinhança em que uma organização opera, incluindo-se ar, água, solo, recursos naturais, flora, fauna, seres humanos e suas inter-relações (ABNT, 2004a).

De acordo com o Araújo e Cardoso (2010), as atividades de construção civil geram aspectos ambientais, que por sua vez, provocam impactos ambientais que atingem o meio ambiente (meio físico biótico e meio antrópico) alterando suas propriedades naturais, esta inter-relação está representada na Figura 1.3.

Figura 1.3 | Representação esquemática do estudo dos aspectos e impactos ambientais



Fonte: Araújo e Cardoso, 2010, p. 4.

A construção civil demanda larga escala do uso de recursos na produção de materiais. Como estratégias para a redução de impactos ambientais no setor da construção civil estão: a desmaterialização

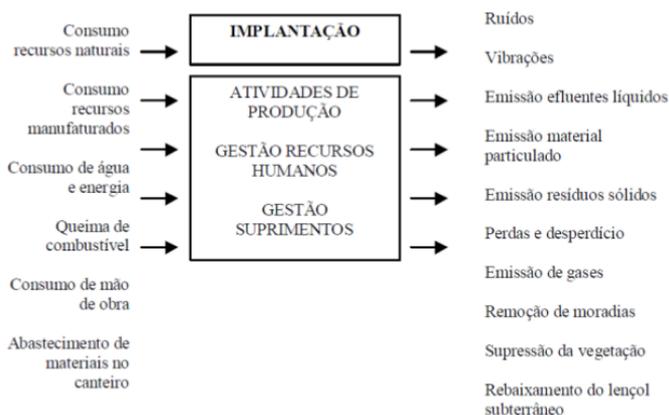
(reuso de componentes ao final da vida útil da obra) e a reciclagem dos materiais. Algumas indústrias de materiais já introduzem grande quantidade de resíduos nos seus processos, tais como o uso de cinza de casca de arroz na produção de cimento, resíduos de demolição na produção de agregados reciclados e borracha reciclada de pneus na produção de concreto e de telhas.

Para Souza et al. (1998), pode-se atribuir parte do elevado consumo de materiais e da geração de resíduos às perdas de materiais em canteiro de obras. Tais perdas dependem da gestão no canteiro de obras, das soluções adotadas no projeto, da qualificação da mão de obra e dos materiais e tecnologias empregados.

O emprego da argamassa, por exemplo, apresenta índices de perda significativos, estudos apontam que em algumas regiões do país as perdas chegam a quase 50%. Erros na etapa de concretagem, exigem acertos no acabamento aumentando o desperdício do material, o mesmo acontece com a aplicação do emboço, a espessura excessiva muitas vezes é resultado do acerto de uma falha na execução da alvenaria.

Diversos impactos podem ser observados na fase de implantação/construção de uma edificação como: emissão de ruído e vibrações, geração de efluentes e de resíduo sólidos, emissão de gases e particulados, perdas, entre outros. Tais impactos estão exemplificados na Figura 1.4.

Figura 1.4 | Aspectos ambientais de entrada e saída dos processos empreendidos nas atividades desenvolvidas na fase de implantação de um edifício residencial



Fonte: Degani e Cardoso, 2002.

Os materiais de construção são repostos ao longo da vida útil da edificação, quer por depreciação natural, quer pelas condições de uso da edificação ou mesmo pelo senso estético do usuário (TAVARES, 2006).

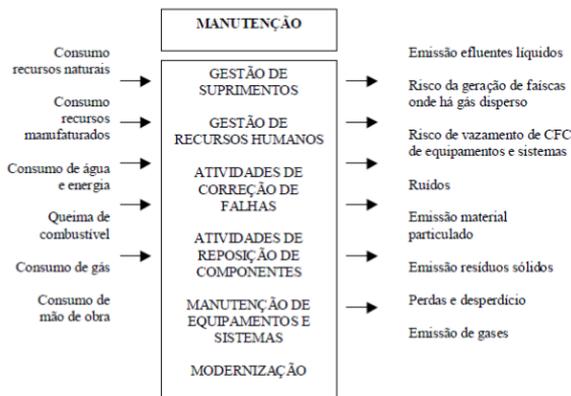
Na fase de uso de uma edificação também podem ser identificados impactos de alguns materiais, como por exemplo o emprego de tintas à base de água (JEMOTO; IKEMATSU; AGOPYAN, 2006), placas de madeira e sistemas que utilizam adesivos que emitem compostos orgânicos voláteis (COV) (CBIC, 2012). A intensidade de tais impactos depende da natureza dos voláteis, da quantidade liberada, e da sua concentração no ambiente, podendo representar riscos à saúde dos operários expostos à situação.

Apesar de ainda incipiente, a discussão sobre os impactos na fase de uso da edificação é um tema que ganha cada vez mais destaque devido à publicação da norma de desempenho de edificações residenciais NBR 15.575/2013 (ABNT, 2013) (Edificações Habitacionais – Desempenho). Esta norma aborda diversos aspectos, um deles é com relação à estanqueidade. Neste quesito as edificações devem prever estanqueidade às águas e umidades proveniente de fontes externas (chuva e solo). Com relação ao desempenho térmico, a norma prevê que devam ser atendidos parâmetros máximos de transmitância térmica (calor e frio) das paredes externas e cobertura, além de considerar áreas mínimas de aberturas para ventilação. A norma também trata dos níveis gerais de iluminação natural e artificial, promovidos nas diferentes dependências dos edifícios habitacionais. O atendimento aos requisitos da referida norma contribuirá para a redução do consumo de energia.

A durabilidade dos materiais é outro aspecto relevante, pois quanto maior a vida útil da construção, menores são os custos econômicos e ambientais decorrentes das atividades do setor, menores serão as manutenções e conseqüentemente menor a geração de resíduos da construção civil. A Norma de Desempenho NBR 15.575:2013 se apresenta como um grande avanço, pois estabelece a necessidade de condicionar o projeto a uma vida útil mínima, demonstrando um grande avanço nas questões econômicas sociais e ambientais.

Diversos impactos podem ser observados na fase de manutenção de uma edificação: emissão de efluentes líquidos, geração de resíduos, entre outros como mostra a Figura 1.5.

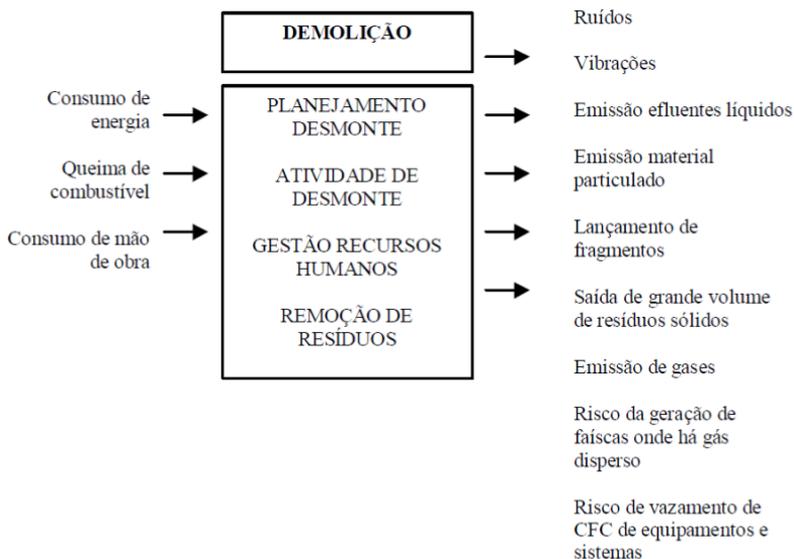
Figura 1.5 | Aspectos ambientais de entrada e saída dos processos empreendidos nas atividades desenvolvidas na fase de manutenção de um edifício residencial



Fonte: Degani e Cardoso, 2002.

Ao final da vida útil ocorre a demolição/desconstrução do edifício. Nesta fase diversos impactos podem ocorrer, tais como: emissão de ruído e vibrações, geração de efluentes líquidos, liberação de material particulado, lançamento de fragmentos e emissão de gases como mostra a Figura 1.6.

Figura 1.6 | Aspectos ambientais de entrada e saída dos processos empreendidos nas atividades desenvolvidas na fase de demolição de um edifício residencial



Fonte: Degani e Cardoso, 2002.

É enorme o volume gerado de resíduos da construção nesta fase e representa um dos grandes desafios do setor.

John (2000) estima que ao final da vida útil do edifício, são gerados cerca de 5 kg de resíduos para cada 1 kg de material utilizado.

Em estudo elaborado por Pinto (1999), no Brasil, eram gerados 500 kg/hab. ano de resíduos da construção civil. Estudos mais atuais indicam que esta estimativa é ainda maior.

Em 2002 o Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA publicou a resolução 307, que estabelece diretrizes para a gestão de resíduos de construção civil-RCC. Esta resolução apresenta a classificação dos RCC, além de estabelecer a obrigatoriedade dos municípios em implementar políticas de gestão desses resíduos.

Dentre as alternativas para minimização da geração dos RCC estão a reciclagem e o reuso dos resíduos, no entanto é necessário que na etapa de demolição/desconstrução, ou desmontagem de edifícios, sejam adotadas práticas e/ou tecnologias que viabilizem seu aproveitamento.

Os principais usos do material reciclado oriundo dos resíduos da construção civil são: como base e revestimentos primários de pavimentação, como agregado de concreto com função não estrutural e agregado para argamassas utilizadas em assentamento de revestimentos internos e externos (chapisco, emboço e reboco).

Você aprendeu que a indústria da construção tem sido apontada como uma das que mais provocam impactos ambientais. Batista et al. (2007, apud Wines, 2000) ressaltam que a construção e o uso dos edifícios são um dos maiores consumidores dos recursos naturais no ambiente, consumindo 16,6% do fornecimento mundial de água pura, 25% de sua colheita de madeira e 40% de seus combustíveis fósseis e materiais manufaturados. Além disto, esta indústria responde também por grande parte da contaminação atmosférica, principalmente na emissão de  $CO_2$ , principal gás responsável pelo efeito estufa.



**Pesquise mais**

Compreenda melhor a importância da avaliação do ciclo de vida, lendo a publicação :

A *Gestão de Recursos Hídricos na Construção Civil* é uma publicação da Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), aborda diversos aspectos sobre o uso eficiente da água. Faça a leitura das páginas 10 a 16. Disponível em : <[http://cbic.org.br/migracao/sites/default/files/Recursos\\_Hidricos\\_Port.pdf](http://cbic.org.br/migracao/sites/default/files/Recursos_Hidricos_Port.pdf)>. Acesso em: 14 set. 2017.

A publicação *Gestão eficiente da energia na construção civil (CBIC)*, aborda aspectos do uso eficiente nas da energia construções. Faça leitura das páginas 8 a 15. Disponível em: <[http://cbic.org.br/migracao/sites/default/files/Energias\\_Renovaveis\\_Port.pdf](http://cbic.org.br/migracao/sites/default/files/Energias_Renovaveis_Port.pdf)>. Acesso em: 14 set. 2017.

## Sem medo de errar

O setor da Construção Civil é muito importante para o desenvolvimento das cidades, trazendo muitos benefícios sociais e econômicos. O setor é um grande gerador de empregos e movimenta diversas áreas da cidade, como o comércio e a fabricação de materiais e equipamentos, venda e locação de imóveis etc. No entanto, é um grande gerador de impactos ambientais.

Voltando ao questionamento inicial, o responsável pelo grupo de trabalho da câmara técnica do seu conselho de classe pediu para que você preparasse uma apresentação que levasse as pessoas à seguinte reflexão: o setor da Construção Civil é importante para a sustentabilidade ambiental? Quais estratégias devem ser adotadas para minimizar os impactos ambientais do setor?

Para facilitar seu entendimento, reflita sobre quais são os principais impactos gerados na fase de fabricação de materiais de construção, na fase de implantação, uso/manutenção e demolição de uma edificação. Para depois tentar identificar quais estratégias devem ser adotadas para minimizar tais impactos.

O setor da construção civil é muito importante para a sustentabilidade ambiental pois suas atividades são altamente degradantes e os impactos ambientais podem ser observados em todo o ciclo de vida da edificação, desde a extração da matéria-prima, na produção dos materiais, na fase de execução, de uso e manutenção e ao final da vida útil da edificação.

Dentre as estratégias, visando a sustentabilidade do setor, estão:

- Minimizar o consumo de recursos.
- Maximizar a reutilização dos recursos.
- Utilizar recursos renováveis e recicláveis.
- Uso eficiente da água e energia.
- Priorizar o uso de fontes de energia renováveis.
- Uso de material de baixo impacto ambiental.
- Redução da geração de resíduos da construção civil.
- Maximizar a reciclagem e reutilização de resíduos da construção civil.

Perceba que são muitos os impactos causados pelo setor da construção civil, mas há estratégias para minimizá-los. As reflexões acerca de tais questões irão contribuir para que os profissionais possam ter uma atuação proativa frente às questões ambientais vinculadas ao setor.

Agora não deixe de organizar as informações levantadas até aqui e preparar o seu material de apoio para a apresentação que ocorrerá na próxima semana! Lembre-se que você deverá ser claro e didático para passar ao seu público a mensagem sobre as estratégias da construção sustentável para mitigação dos impactos causados pelas obras civis ao meio ambiente.

## Avançando na prática

### Classificação dos resíduos da construção civil

#### Descrição da situação-problema

Você é um profissional que irá integrar uma equipe que gerenciará os resíduos sólidos de uma obra de um edifício comercial de 15 pavimentos. Você não está muito familiarizado sobre o assunto e para não decepcionar sua equipe vai buscar se inteirar sobre o assunto, principalmente em relação à sua classificação, pois você sabe que as etapas do gerenciamento estão relacionadas a esta classificação. Como será a classificação dos resíduos da construção civil? Qual resolução estabelece esta classificação?

## Resolução da situação-problema

A Classificação dos Resíduos da Construção Civil-RCC no Brasil se dá através do art. 3º da resolução 307 de 5/7/2002 do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA.

Os resíduos da construção civil deverão ser classificados, para efeito desta Resolução, da seguinte forma:

I - Classe A - são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:

a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infra-estrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;

b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;

c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meio-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;

II - Classe B - são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, embalagens vazias de tintas imobiliárias e gesso; (Redação dada pela Resolução nº 469/2015).

III - Classe C - são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação; (Redação dada pela Resolução nº 431/11).

IV - Classe D - são resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde. (Redação dada pela Resolução nº 348/04).

Consideram-se embalagens vazias de tintas imobiliárias, aquelas cujo recipiente apresenta apenas filme seco de tinta em seu revestimento interno, sem acúmulo de resíduo de tinta líquida. (Redação dada pela Resolução nº 469/2015)

As embalagens de tintas usadas na construção civil serão submetidas a sistema de logística reversa, conforme requisitos da Lei nº 12.305/2010, que contemple a destinação ambientalmente adequados dos resíduos de tintas presentes nas embalagens. (Redação dada pela Resolução nº 469/2015).

Fonte: Ministério do Meio Ambiente

Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>>. Acessado em: 14 set. 2017.

## Faça valer a pena

**1.** Sobre os impactos ambientais associados à produção das edificações é correto afirmar:

I. A fabricação de materiais de construção é considerada uma das principais fontes de emissões de gases poluentes, no entanto não liberam o dióxido de carbono  $CO_2$  na atmosfera, portanto, não contribui para o aquecimento global.

II. Quando falamos dos impactos devido ao consumo de recursos naturais devemos considerar os impactos relativos à degradação das áreas de extração, ao esgotamento de recursos, à geração de resíduos sólidos, entre outros.

III. O setor da construção civil é um dos principais contribuintes para o esgotamento das reservas naturais.

Assinale a alternativa correta.

- a) Somente a afirmativa I está correta.
- b) Somente as afirmativas I e II estão corretas.
- c) Somente as afirmativas II e III estão corretas.
- d) Somente as afirmativas I e III estão corretas.
- e) As afirmativas I, II e III estão corretas.

**2.** A análise do ciclo de vida (ACV) é uma das principais ferramentas utilizadas na prevenção da poluição. Ela surgiu devido a necessidade de racionalizar o consumo de energia dos edifícios, no entanto seu conceito ficou mais abrangente integrando os demais impactos ambientais. Sobre a ACV, complete V para a afirmativa verdadeira e F para a falsa:

1. ( ) A Análise de Ciclo de Vida busca identificar e quantificar os impactos ambientais de determinado produto, processo ou atividade.

2. ( ) A norma NBR 14040 define Análise de Ciclo de Vida como sendo a "compilação e avaliação de entradas e saídas (de matérias-primas e recursos energéticos) e impactos ambientais potenciais de um produto através de seu ciclo de vida".

3. ( ) A avaliação dos impactos ambientais é de grande importância e deve ser considerada somente na fase inicial da vida útil de uma edificação pois é nesta fase onde há maior consumo de recursos naturais.

Assinale a alternativa correta.

a) 1.(V) - 2.(V) - 3.(V)

d) 1.(F) - 2.(F) - 3.(V)

b) 1.(V) - 2.(F) - 3.(V)

e) 1.(V) - 2.(V) - 3.(F)

c) 1.(F) - 2.(V) - 3.(V)

**3.** A resolução nº 307/2002 do CONAMA, estabelece diretrizes para a gestão de resíduos de construção civil-RCC e a classificação dos RCC, além de estabelecer a obrigatoriedade dos municípios em implementar políticas de gestão desses resíduos. Sobre os aspectos relacionados aos resíduos da construção civil é correto afirmar:

I. Diversos impactos são decorrentes do fim da vida útil do edifício, na etapa de demolição/desconstrução do edifício ocorre à emissão de ruído e de vibrações, geração de efluentes líquidos, de material particulado e lançamento de fragmentos, emissão de gases, entre outros.

II. A geração de resíduos da construção civil é uma questão bem resolvida no Brasil, as edificações geram pequeno volume de RCC devido ao emprego de tecnologias avançadas e da elevada qualificação da mão de obra, contribuindo para os baixos índices de geração.

III. Como alternativas para minimização da geração dos RCC estão a reciclagem e o reuso dos resíduos.

IV. No Brasil a maior parte das obras é demolida por métodos destrutivos que misturam os resíduos e diminuem consideravelmente a possibilidade de aproveitamento dos resíduos.

V. Parte do elevado consumo de materiais e da geração de RCC é atribuído às perdas de materiais em canteiro de obras.

Assinale a alternativa correta.

a) Somente as afirmativas I e II estão corretas.

b) Somente as afirmativas I, II e III estão corretas.

c) Somente as afirmativas I, II, III e IV estão corretas.

d) Somente as afirmativas I, III, IV e V estão corretas.

e) As afirmativas I, II, III, IV e V estão corretas.

# Seção 1.3

## Construções sustentáveis

### Diálogo aberto

O setor da Construção Civil consome significativamente recursos naturais e energia resultando em impactos ambientais ao meio ambiente. Tais impactos estão vinculadas a todo o Ciclo de Vida das Edificações, devido ao consumo de recursos naturais e de energia na fabricação dos materiais de construção, na obra propriamente, na energia que ocorre durante a vida útil das edificações, assim como na empregada na sua desconstrução. Neste contexto, torna-se urgente a adoção de um novo paradigma para o setor e é neste viés que se introduz as edificações sustentáveis.

Você foi convidado a integrar a câmara técnica ambiental do seu conselho de classe. A atribuição do grupo de estudo desta câmara técnica é discutir as questões de sustentabilidade e a relação com o setor da construção civil, pois em dois meses haverá um evento com a participação dos profissionais da área em que este grupo mediará as discussões acerca das questões ambientais. Para esse evento, você precisará realizar uma análise conceitual de sustentabilidade em edificações, preparando-se para uma apresentação.

Chegou o dia do evento organizado pela câmara técnica ambiental, o evento estima intensa participação dos profissionais do setor: arquitetos, engenheiros civis, engenheiros mecânicos, tecnólogos em edificações, fornecedores de materiais de construção, pesquisadores da área de tecnologia, docentes e estudantes em geral. Como você teve uma participação ativa nas reuniões do grupo de trabalho, sendo requisitado a mediar a discussão de abertura do evento, abordando as seguintes questões: o que é construção/edificação sustentável? Quais as práticas a serem adotadas em construções/edificações sustentáveis?

Para lhe ajudar a responder essas questões e preparar o seu material de apoio, você vai conhecer nesta seção o conceito de construção/edificação sustentável e saberá quais as práticas que devem ser adotadas por elas. Os assuntos abordados nesta seção

irão contribuir para que você concretize a ideia do que vem a ser uma construção sustentável. Com certeza você vai passar a atuar profissionalmente em prol do desenvolvimento sustentável, o que é cada vez mais indispensável.

Para se preparar como mediador do debate e atuar de forma proativa, você deverá buscar informações sobre o assunto e preparar um resumo do que pensa sobre cada uma das questões a serem debatidas. Lembre-se de retomar o conteúdo das seções anteriores que fortalecerão sua apresentação.

## **Não pode faltar**

O estilo de vida adotado atualmente tem promovido um desenvolvimento com elevado crescimento no consumo dos recursos naturais, com conseqüente degradação e poluição ambiental. Segundo Motta e Aguilar (2009), as necessárias limitações devido às grandes quantidades de recursos naturais extraídos e também as acentuadas mudanças ambientais e climáticas que vêm ocorrendo em todo o mundo, demonstram um cenário que é insustentável.

A sociedade busca por um novo modelo de desenvolvimento, com mais qualidade de vida e que seja acompanhada de soluções eficientes voltadas à preservação ambiental.

A busca por um desenvolvimento sustentável coloca a indústria da construção civil em evidência. A construção civil atua no atendimento à demanda por habitação, por infraestruturas para transportes, comunicação, suprimento de água, esgotamento sanitário e energia. A grande escala de produção do setor consome elevada quantidade de recursos naturais e intenso impacto no consumo de água e energia, sendo considerada uma das principais, senão a maior geradora de impactos ambientais.

Para Lamberts et al. (2008), é dentro dessa perspectiva que aparecem as chamadas edificações sustentáveis, concebidas com o objetivo de utilizar racionalmente os recursos naturais, utilizar materiais ecologicamente corretos e alterar o mínimo possível o ambiente no qual estão inseridas.

Para Motta e Aguilar (2009, p. 94), a sustentabilidade deve estar presente em todas as fases do ambiente construído desde a idealização, concepção, projeto, construção, uso, manutenção e final de vida útil da edificação.

Lamberts et al. (2008) consideram que o projeto de uma edificação sustentável deve levar em consideração o ciclo de vida e a flexibilidade das edificações. Os autores ressaltam a necessidade da adoção de materiais e componentes que resultem em menor impacto ambiental ao longo do seu ciclo de vida, além da necessidade de redução da geração de resíduos da construção com a destinação adequada do que vier a ser gerado. Como exemplos da redução da geração de resíduos temos a reutilização ou reciclagem dos resíduos produzidos na construção e demolição de edificações.

Para Silva (2003, p. 1) o desenvolvimento sustentável é a busca de equilíbrio entre o que é socialmente desejável, economicamente viável e ecologicamente sustentável, usualmente descrita em função da chamada "*triple bottom line*", que congrega as dimensões ambiental, social e econômica. Para a autora, a dimensão ambiental refere-se ao equilíbrio entre proteção do ambiente físico e seus recursos, e o uso destes de forma que permita que o planeta continue a suportar uma qualidade de vida aceitável.

Na dimensão social a autora refere-se ao desenvolvimento de sociedades justas, que proporcionem oportunidades de desenvolvimento humano e um nível aceitável de qualidade de vida. Por fim, com relação a dimensão econômica, a necessidade de implementar um sistema econômico que facilite o acesso a recursos e oportunidades e o aumento de prosperidade para todos, levando em consideração os limites do que é ecologicamente possível sem ferir os direitos humanos básicos.

Se a construção civil tem uma representatividade tão forte nas questões ambientais, econômicas e sociais e em relação direta na qualidade de vida das pessoas, é fundamental promover práticas de sustentabilidade no setor.



**Reflita**

Pensando na importância da construção civil para o desenvolvimento sustentável, quais práticas de sustentabilidade são importantes de serem incorporadas pelo setor?

Algumas práticas para sustentabilidade na construção foram apresentadas pelo Conselho Brasileiro de Construção Sustentável

(CBCS) e pela Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura (AsBEA), sendo que o planejamento de uma edificação sustentável deve considerar o aproveitamento de condições naturais locais com a menor utilização possível do terreno e maior integração ao ambiente natural. Quando da implantação e análise do entorno deve-se evitar ou reduzir impactos na paisagem do entorno e se atentar para as condições existentes de temperaturas e concentração de calor para que a edificação tenha maior qualidade ambiental tanto interna quanto externa. A gestão sustentável da implantação de uma obra deve ser adaptada às necessidades atuais e futuras dos usuários com a utilização de matérias-primas que contribuam com a eco-eficiência, que consiste na redução do consumo de água e energia, gestão adequada dos resíduos sólidos, introdução de inovações tecnológicas, entre outros.

Motta e Aguillar (2009) também apresentam práticas a serem adotadas nas edificações sustentáveis. Para eles a fase de planejamento deve considerar uma implantação do edifício que considere os aspectos sociais, culturais e ambientais, além da adoção de tecnologias e métodos construtivos que promovam a qualidade do ambiente com maior eficiência construtiva. Ressaltam que o edifício deve promover o conforto aliado à eficiência energética através das possibilidades de condicionamento passivo nos ambientes e eficiência no consumo de água.



### Exemplificando

A água é um recurso finito. O gerenciamento dos recursos hídricos deve contemplar medidas no presente visando a sustentabilidade futura do planeta. É de extrema importância a captação da água das chuvas esta medida contribui para a prevenção de possível escassez nos sistemas de distribuição de água nos municípios. São diversos os usos da água de chuva : descargas sanitárias, irrigação de jardins , lavagem de pátios e veículos. A NBR 15527 foi publicada pela ABNT em 2007 e fornece os requisitos para o aproveitamento de água de chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis.

Saiba mais sobre sistema de captação de água de chuva, assistindo ao vídeo Captação de água da chuva. Disponível em: <[https://www.youtube.com/watch?v=X5T-lc\\_AG20](https://www.youtube.com/watch?v=X5T-lc_AG20)>. Acesso em: 17 out. 2017.

Ressaltam que a eficiência construtiva é fundamental para o desempenho da edificação e os materiais devem ter maior durabilidade sem desconsiderar práticas sustentáveis com relação à extração de recursos, produção e reciclagem e eficiência energética. A preocupação com os materiais deve estar presente também ao final da vida útil da construção prevendo materiais reutilizáveis e resíduos passíveis de reciclagem visando a redução dos resíduos nas fases de demolição e de desconstrução.



### Assimile

Desconstrução é um processo de desmanche cuidadoso do edifício de modo a preservar seus componentes para reuso e reciclagem.

O que seria uma construção sustentável?

De acordo com Araújo (2017), construção sustentável trata-se de um sistema construtivo que promove alterações conscientes no entorno, visando a preservação do meio ambiente e garantindo a qualidade de vida para as gerações atuais e futuras.

A construção sustentável muda paradigmas, pois tem como objetivo melhorar o desempenho das edificações de forma que atenda às necessidades dos usuários causando menor impacto ambiental possível.

Mas quais aspectos devem ser considerados na concepção de uma construção sustentável?

A construção sustentável requer uma visão multidisciplinar, pois envolve diferentes áreas do conhecimento: arquitetura, engenharia, paisagismo, saneamento, psicologia, medicina, entre outras.



### Assimile

Edificação sustentável é aquela que pode manter moderadamente ou melhorar a qualidade de vida e harmonizar-se com o clima, a tradição, a cultura e o ambiente na região, ao mesmo tempo em que conserva a energia e os recursos, recicla materiais e reduz as substâncias perigosas dentro da capacidade dos ecossistemas locais e globais, ao longo do ciclo de vida do edifício (ISO/TC 59/SC3 nº 459 apud Araújo, 2017, p. 2).

Para Araújo (2017), são nove as diretrizes gerais que uma edificação sustentável deve atender. O planejamento sustentável de uma obra deve contemplar o aproveitamento passivo dos recursos naturais, a eficiência energética, a eficiência no uso da água, a gestão adequada dos resíduos da construção civil. Deve também levar em consideração a qualidade do ambiente interno e externo, além do conforto termoacústico, o uso racional de materiais e uso de produtos e tecnologias ambientalmente amigáveis.

Com relação ao planejamento sustentável da obra, o autor ressalta que deve considerar todo o ciclo de vida da edificação, buscando sempre a economia e prolongando o máximo possível sua vida útil. Em relação ao aproveitamento passivo dos recursos naturais, ele ressalta que é importante aproveitar ao máximo os recursos naturais disponíveis como o sol, a umidade, o vento e a vegetação. Enfatiza que desta forma além de oferecer conforto e bem-estar aos usuários, economiza recursos, como água e energia. Coloca que a eficiência energética é uma diretriz fundamental na construção sustentável, e pode ser obtida principalmente pelo emprego de energias renováveis. Menciona ainda que a eficiência do uso da água está relacionada à gestão e uso consciente e cita como exemplo o aproveitamento da água da chuva.

Com relação à eficiência na gestão dos resíduos, o autor ressalta que esta pode ser obtida por meio da redução da geração e no seu reaproveitamento, ressalta que processar os entulhos no próprio canteiro de obras é uma ótima opção.

No que tange ao conforto termo-acústico, o autor coloca que as edificações sustentáveis devem prover os ambientes com adequadas condições termoacústicas, pensando sempre no conforto dos usuários com foco na saúde e bem-estar. A escolha dos materiais não deve comprometer o meio ambiente, tampouco a saúde dos seus ocupantes.

Segundo Araújo (2017, p. 5), as construções sustentáveis podem ser construções sob a coordenação de profissionais da área ou por sistemas de autoconstrução.

Para o autor, construções sustentáveis podem ser diferenciadas em cinco tipos:

- 1) Construção com materiais sustentáveis industriais – construções edificadas com ecoprodutos fabricados industrialmente.

2) Construção com resíduos não-reprocessados – consiste na utilização de resíduos de origem urbana com fins construtivos, tais como garrafas PET, latas, cones de papel acartonado etc.

3) Construção com materiais de reuso (demolição ou segunda mão) - esse tipo de construção incorpora produtos convencionais descartados e prolonga sua vida útil, evitando sua destinação para aterros sanitários ou destruição por processos perigosos (como queimas ou descarte em bota-fora).

4) Construção alternativa - utiliza materiais convencionais disponíveis no mercado, com funções diferentes dos originais.

5) Construção natural – é o sistema construtivo mais ecológico, portanto, mais próximo da própria natureza, uma vez que integra a edificação com o ambiente natural e o modifica ao mínimo.

Além da consideração do ciclo de vida em todas as fases de uma edificação há outros requisitos para que uma construção seja considerada sustentável. Para Keeler e Burke (2010), não há consenso sobre os requisitos ambientais para uma construção sustentável. No entanto, a maioria dos profissionais da área concorda que ainda que não possa solucionar todos os problemas, uma construção sustentável deva buscar atender os seguintes requisitos: 1) Gerenciar adequadamente os resíduos sólidos. 2) Buscar a eficiência na utilização dos recursos. 3) Buscar a conservação de energia e projetar visando o consumo eficiente de energia na alimentação dos sistemas de calefação, refrigeração e iluminação. 4) Oferecer um ambiente interno saudável evitando o uso de materiais de construção e limpeza que emitam compostos orgânicos voláteis, projetar de forma a considerar as características do entorno que forneça ventilação natural, iluminação diurna e vistas para o exterior, controlar a entrada de poluentes entre outros.

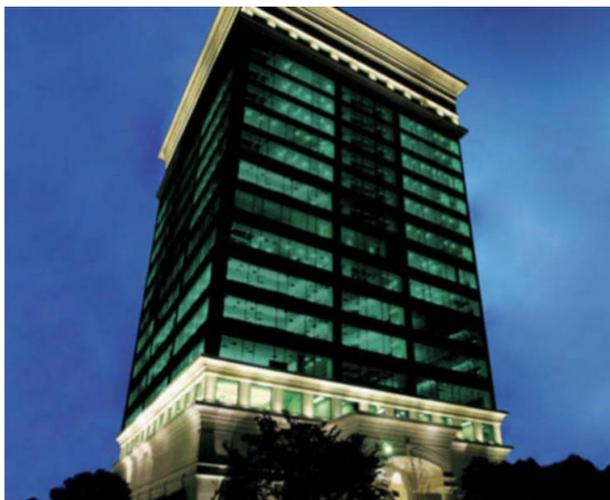
A avaliação de construções sustentáveis tem sido uma prática cada vez mais presente nos diferentes países, destacando-se no Reino Unido o sistema *Building Research Establishment Environmental Assessment Method* (BREEAM), nos Estados Unidos da América o *Leadership in Energy & Environmental Design* do USGB (LEED), na Austrália o *National Australian Buildings Environmental Rating System* (NABERS), no Canadá o *Building Environmental Performance Assessment Criteria* (BEPAC), já na França o sistema mais empregado é o *Haute Qualité Environnementale* *dês bâtiments*

(HQE), o *GREEN STAR* na Austrália e o *Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency* (CASBEE) no Japão.

O Brasil é o quarto país do mundo com mais edifícios sustentáveis. Segundo matéria sobre edifícios sustentáveis publicada na revista *exame* em setembro de 2016, mais de 600 empreendimentos possuem a certificação LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*), ficamos atrás apenas dos **Estados Unidos**, China e dos Emirados Árabes Unidos. Outra certificação é a do processo AQUA (Alta Qualidade Ambiental) – certificação internacional de **construções sustentáveis**, baseada no processo francês *Démarche* HQE, este sistema aponta mais de 120 certificações no Brasil e foi desenvolvido e adaptado à regulamentação brasileira pela Fundação Vanzolini. Conheça alguns edifícios brasileiros que adotaram princípios de sustentabilidade em suas soluções.

A primeira certificação LEED ouro do Brasil foi obtida pelo edifício localizado na avenida Presidente Juscelino Kubitschek, 1455, em São Paulo (Figura 1.7). Apresenta estratégias de sustentabilidade para a redução do consumo de energia elétrica e uso eficiente da água.

Figura 1.7 | Edifício localizado na Presidente Juscelino Kubitschek/SP



Fonte: <<https://exame.abril.com.br/brasil/conheca-10-edificios-sustentaveis-do-brasil/#>>. Acesso em: 3 out. 2017.

Outro empreendimento a alcançar a certificação LEED no Brasil foi a fábrica da Coca-Cola na Fazenda Rio Grande localizada no estado do Paraná (Figura 1.8). As estratégias **sustentáveis** do empreendimento englobam a minimização dos impactos na etapa da construção, medidas de eficiência energética, consumo eficiente da água, qualidade interna do ar e iluminação facilitada.

Figura 1.8 | Fábrica da Coca-Cola na Fazenda Rio Grande/PR



Fonte: <<https://exame.abril.com.br/brasil/conheca-10-edificios-sustentaveis-do-brasil/>>. Acesso em: 3 out. 2017.

Outro prédio considerado sustentável é o **Templo Religioso Sukyo Mahikari** (Figura 1.9), fica em **São Paulo** e o seu principal objetivo foi garantir o conforto acústico e térmico aos usuários, priorizando a iluminação natural e a utilização de brises reguláveis que reduzem a carga térmica proveniente da incidência solar. Também foram utilizadas lâmpadas de LED, nas áreas comuns, pois consomem menos energia, a água quente é obtida por meio de sistema de energia solar e também foram utilizados materiais de baixo impacto ambiental. Também foram implementados sistema de reuso da água da chuva e da água proveniente da lavagem de roupas, dos banhos e dos lavatórios. A água servida (conhecida como água cinza) passa por um tratamento físico-químico e é destinada à lavagem de calçadas, rega de plantas e descargas dos vasos sanitários.

Figura 1.9 | Templo Religioso Sukyo Mahikari (SP)



Fonte: <<https://exame.abril.com.br/brasil/conheca-10-edificios-sustentaveis-do-brasil/>>. Acesso em: 10 out. 2017.

A escola pública estadual da Vila Brasilândia fica em São Paulo (Figura 1.10) é certificada pelo processo AQUA e tem soluções arquitetônicas que preveem o conforto térmico das salas de aula, as soluções desta escola apresentam iluminação facilitada devido à instalação de brises estrategicamente projetados na fachada, aproveitando ao máximo a iluminação natural. Outro aspecto importante da edificação é o tratamento acústico, com isolamento das quadras poliesportivas e evitando interferência nas salas de aula, foram executados isolante acústico no contrapiso das quadras e uso de portas mexicanas maciças nas salas para bloquear o som.

Figura 1.10 | Escola Ilha da Juventude (SP)



Fonte: <<https://exame.abril.com.br/brasil/conheca-10-edificios-sustentaveis-do-brasil/>>. Acesso em: 19 nov. 2017.



A Caixa Econômica Federal-CEF, criou uma certificação própria (Selo Casa Azul CAIXA) para avaliação dos empreendimentos que adotem soluções eficientes no uso racional de recursos naturais e a melhoria da qualidade da habitação e de seu entorno. Saiba mais acessando o link. Disponível em: <<http://www.caixa.gov.br/sustentabilidade/produtos-servicos/selo-casa-azul/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 26 set. 2017.

Vale a pena pesquisar mais sobre o tema Construções Sustentáveis: conceitos, ciclo de vida e certificação ambiental. Acesse o site do Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/areas-verdes-urbanas/item/10317-eixos-tem%C3%A1ticos-constru%C3%A7%C3%B5es-sustent%C3%A1veis>>. Acesso em: 26 set. 2017.

O selo mais utilizado em todo o mundo, inclusive no Brasil é o *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED), que é um sistema de certificação e orientação ambiental de edificações criado pelo U.S. *Green Building Council*.

O LEED é dividido nos seguintes tipos: *New Construction and Major Renovations* (LEED NC, para novas construções ou grandes projetos de renovação), *Existing Buildings Operations and Maintenance* (LEED EB\_OM, para projetos de manutenção de edifícios já existentes), *Commercial Interiores* (LEED CI, para projetos de interior ou edifícios comerciais), *Core and Shell Development* (LEED CS, para projetos na envoltória e parte central do edifício), *Retail* (LEED Retail NC e CI, para lojas de varejo), *Schools* (LEED Schools, para escolas), *Homes* (casas), *Neighborhood Development* (LEED ND, para projetos de desenvolvimento de bairro), *Healthcare* (LEED *Healthcare*, para unidades de saúde).

O LEED pontua edifícios entre 40 a 110 pontos nos seguintes níveis de certificação: Silver, Gold ou Platinum. Os parâmetros avaliados no LEED para empreendimentos comerciais:

- 1) Espaço sustentável.
- 2) Eficiência do uso da água.
- 3) Energia e atmosfera.

- 4) Materiais e recursos.
- 5) Qualidade ambiental interna.
- 6) Inovação e processos.
- 7) Créditos de prioridade regional.

Para os residenciais (prédios e casas), são avaliados:

- 1) Implantação.
- 2) Uso racional da água.
- 3) Energia e atmosfera.
- 4) Materiais e recursos.
- 5) Qualidade ambiental interna.
- 6) Requisitos sociais.
- 7) Inovação.
- 8) Projeto e créditos regionais.

## Sem medo de errar

O setor da construção civil é considerado um dos maiores geradores de impactos ambientais. A busca pelo desenvolvimento sustentável coloca o setor da construção civil em foco. Considerando a relevância do tema, a câmara técnica ambiental do seu conselho de classe foi convidada a participar de um importante evento na área ambiental.

O evento estima intensa participação dos profissionais do setor: arquitetos, engenheiros civis, engenheiros mecânicos, tecnólogos em edificações, fornecedores de materiais de construção, pesquisadores da área de tecnologia, docentes e estudantes em geral. Você foi requisitado a mediar a discussão de abertura do evento que abordará as seguintes questões: o que é construção/edificação sustentável? Quais as práticas a serem adotadas em construções/edificações sustentáveis? Para se preparar como mediador do debate e atuar de forma proativa você buscará informações sobre o assunto e preparará um resumo do que pensa sobre cada uma das questões a serem debatidas.

- 1) O que é uma construção/edificação sustentável?

Construção sustentável é um sistema construtivo que promove alterações conscientes no entorno, de forma a atender

as necessidades da edificação preservando o meio ambiente e garantindo qualidade de vida para as gerações atuais e futuras. É aquela que pode manter moderadamente ou melhorar a qualidade de vida e harmonizar-se com o clima, a tradição, a cultura e o ambiente na região, ao mesmo tempo em que conserva a energia e os recursos, recicla materiais e reduz as substâncias perigosas dentro da capacidade dos ecossistemas locais e globais, ao longo do ciclo de vida do edifício.

2) Quais as práticas a serem adotadas em construções/edificações sustentáveis?

Como práticas a serem adotadas para uma construção/edificação sustentável, podemos citar:

Uma implantação do edifício que leve em consideração aspectos sociais, culturais e ambientais, além da adoção de tecnologias e métodos construtivos que promovam a qualidade do ambiente com maior eficiência construtiva. O aproveitamento de condições naturais locais com a menor utilização possível do terreno e maior integração ao ambiente natural. A implantação deve considerar o entorno buscando reduzir ou evitar os impactos na paisagem. Devendo se atentar para as condições existentes de temperaturas e concentração de calor visando uma edificação com maior qualidade ambiental do edifício. Deve-se promover o conforto aliado à eficiência energética através das possibilidades de condicionamento passivo nos ambientes. A gestão sustentável da implantação da obra deve ser adaptada às necessidades atuais e futuras dos usuários. Utilizar matérias-primas que contribuam com a ecoeficiência. Reduzir o consumo de água e energia. Prever uma gestão adequada dos resíduos sólidos, além da introdução de inovações tecnológicas.

Você percebeu como é importante adotar um novo paradigma na construção civil? São várias as práticas a serem adotadas pelo setor. Refletir sobre tais questões lhe farão atuar de forma sustentável na sua profissão.

Agora, com base em seu conhecimento adquirido até aqui, inicie o seu resumo colocando o que vem a ser uma construção sustentável e liste as práticas a serem adotadas em construções/edificações sustentáveis. Este resumo será a base para organização e preparo da apresentação que você fará no evento da área ambiental!

Bom trabalho!

## Avançando na prática

### Planejamento de edificações sustentáveis

#### Descrição da situação-problema

Você é um profissional do setor da construção preocupado com as questões ambientais. Você e seus sócios decidiram construir um edifício residencial, e querem que ele seja sustentável. O que deve contemplar o planejamento sustentável desta obra?

#### Resolução da situação-problema

O planejamento sustentável de uma obra deve contemplar o aproveitamento passivo dos recursos naturais, a eficiência energética, a eficiência no uso da água, a gestão adequada dos resíduos da construção civil, a qualidade do ambiente interno e externo, o conforto termoacústico, o uso racional de materiais, uso de produtos e tecnologias ambientalmente amigáveis, entre outros.

## Faça valer a pena

**1.** O setor da construção civil deve ser inserido no novo paradigma definido como desenvolvimento sustentável. O setor enfrenta atualmente o desafio de buscar novas práticas visando a sustentabilidade. Estas práticas devem estar presentes nas seguintes fases relacionadas ao ciclo de vida da edificação:

- |                 |                         |
|-----------------|-------------------------|
| I. Projeto.     | III. Uso e manutenção.  |
| II. Construção. | IV. Final da vida útil. |

Considerando a análise das asserções apresentadas, assinale a alternativa correta.

- a) Somente as afirmativas I, II e III estão corretas.
- b) Somente as afirmativas I, II e IV estão corretas.
- c) As afirmativas I, II, III e IV estão corretas.
- d) Somente as afirmativas I e IV estão corretas.
- e) Somente as afirmativas II, III e IV estão corretas.

**2.** Nosso modelo de desenvolvimento se baseia em um crescente consumo de recursos naturais, sendo o setor da construção civil responsável por

gerar diversos impactos ambientais, sendo necessário que adote práticas de sustentabilidade. Dentre elas estão:

- I. Aproveitamento de condições naturais locais.
- II. Gestão sustentável da implantação da obra.
- III. Uso de matérias-primas que contribuam com a ecoeficiência do processo.
- IV. Redução do consumo energético.
- V. Redução do consumo de água.
- VI. Redução, reutilização, reciclagem e destinação adequada dos resíduos sólidos.

Considerando a análise das asserções apresentadas, assinale a alternativa correta:

- a) Somente as afirmativas I, II e III estão corretas.
- b) Somente as afirmativas I, II e IV estão corretas.
- c) Somente as afirmativas I, II, III e IV estão corretas.
- d) Somente as afirmativas I, IV, V e VI estão corretas.
- e) As afirmativas I, II, III, IV, V e VI estão corretas.

**3.** Dentre as diretrizes a serem adotadas para edificações sustentáveis estão: o planejamento sustentável da obra, com aproveitamento passivo dos recursos naturais, eficiência energética, gestão e economia da água, gestão dos resíduos na edificação, qualidade do ar e do ambiente interior, conforto termo-acústico, uso racional de materiais e uso de produtos e tecnologias ambientalmente amigáveis. Sobre tais diretrizes complete V para a afirmativa verdadeira e F para a falsa:

1. ( ) O planejamento sustentável da obra deve desconsiderar a geração de resíduos sólidos pois são gerados após a execução das obras.
2. ( ) A eficiência energética é uma diretriz fundamental na construção sustentável, e pode ser obtida principalmente pelo emprego de energias renováveis.
3. ( ) A gestão dos resíduos da construção civil na edificação sustentável está relacionada à eficiência na gestão dos resíduos, com a redução da geração e no seu reaproveitamento.

Assinale a alternativa que apresenta a sequência correta das afirmativas:

- a) 1V - 2F - 3F.
- b) 1F - 2F - 3F.
- c) 1F - 2V - 3V.
- d) 1V - 2F - 3V.
- e) 1V - 2V - 3F.

# Referências

ABRAMAT. **Perfil da cadeia produtiva da construção e da indústria de materiais e equipamentos**, 2014. Disponível em: <<http://www.abramat.org.br/datafiles/publicacoes/materiais-equipamentos2014.pdf>>. Acesso em: 31 ago. 2017.

ABREU, Wagner Gomes de. **Manutenção Predial Sustentável**: diretrizes e práticas em shopping centers. Dissertação de Mestrado. 150fls. Pós-Graduação em Engenharia Civil. Niterói, Universidade Federal Fluminense, 2012.

AGOPYAN, V.; JOHN, V. **O Desafio da Sustentabilidade na Construção Civil**. São Paulo: Blucher, 2011.

ARAÚJO, Márcio Augusto. **A moderna construção sustentável**. Disponível em: <[https://www.aecweb.com.br/cont/a/a-moderna-construcao-sustentavel\\_589](https://www.aecweb.com.br/cont/a/a-moderna-construcao-sustentavel_589)>. Acesso em: 15 set. 2017.

ARAÚJO, V. M.; CARDOSO, F. F. **Análise dos aspectos e impactos ambientais dos canteiros de obras e suas correlações**. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, BT/PCC/544, São Paulo, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 14001: **Sistemas de Gestão Ambiental**: Requisitos. Rio de Janeiro, 2004a.

\_\_\_\_\_. NBR 16001: **NORMA BRASILEIRA**, Responsabilidade social - Sistema a gestão – Requisitos. Rio de Janeiro, 2004b.

\_\_\_\_\_. NBR ISO 9001: **Sistemas de Gestão da Qualidade**: Requisitos. Rio de Janeiro, 2008.

\_\_\_\_\_. NBR 15.575-1:2013: **Edificações habitacionais** - Desempenho. Parte 1: Requisitos gerais. São Paulo, 2013a.

\_\_\_\_\_. NBR 15575: **Edificações habitacionais** - **Desempenho**. Rio de Janeiro, ABNT, 2013b.

\_\_\_\_\_. NBR ISO 14040: **Gestão ambiental**: avaliação do ciclo de vida: princípios e estrutura. Rio de Janeiro, 2009.

BACCI, D. L. C.; LANDIM, P. M. B.; ESTON, S. M. **Aspectos e impactos ambientais de pedra em área urbana**. São Paulo, p. 47-54, jan/mar. 2006.

BATISTA, Juliana O. et al. **Sustentabilidade nas edificações**: contexto internacional e algumas referências brasileiras na área. 2007. Disponível em: <<http://www.labee.ufsc.br/sites/default/files/sustentabilidade-edificacoescontexto%20internacional-referencias-brasileiras.pdf>>. Acesso em: 13 set. 2017.

BENITE, Anderson. **Emissões de carbono e a construção civil**. 2011. CTE (Centro de Tecnologia de Edificações). Disponível em: <<http://www.cte.com.br/imprensa/2011-02-27-emissoes-de-carbono-e-a-construcao-civ/>>. Acesso em: 11 jan. 2018.

BRASIL, Ministério de Minas e Energia. **Empresa de Pesquisa Energética. Balanço Energético Nacional 2005**: Ano base 2004. Brasília, 2005. ISS 0101-6636.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 307 de 5 de julho de 2002**. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30702.html>>. Acesso em: 31 ago.2017

BRASIL, Presidência da República. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. LEI Nº 12.305, de agosto de 2010. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)>. Acesso em: 31 ago. 2017.

BUCHANAN, A.; HONEY, B. **Energy and carbon dioxide implications of building construction**. *Energy and Buildings*. 20, p. 205-217. Elsevier Science Ltd, 1994.

CÂMARA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Guia de sustentabilidade na construção**. Belo Horizonte: FIEMG, 2008. 60 p.

CANTER, LARRY W. (ed), **Environmental Impact Assessment**. McGraw-Hill. New York, 1996.

CARPENTER, T. G. (ed). 2001. **Environment, Construction & Sustainable Development - The Environmental Impact of Construction**, v. 1; v. 2 Sustainable Civil Engineering. John Wiley & Sons, Lda. West Sussex.

CBIC: **Guia de boas práticas em sustentabilidade na indústria da Construção** / Rafael Tello; Fabiana Batista Ribeiro. - Brasília: Câmara Brasileira da Indústria da Construção; Serviço Social da Indústria; Nova Lima: Fundação Dom Cabral, 2012.160p.

CIB, **Agenda 21 para a construção sustentável**/ trad. de I. Gonçalves, I. Whitaker; ed. de G. Weinstock, D.M. Weinstock. USP. São Paulo: s.n.,2000.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Nosso Futuro Comum**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1991.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. **Resolução 307**, de 5 de julho de 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30702.html>>. Acessado em: 13 set 2017.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. **Resolução 001**, de 23 de janeiro de 1986. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acessado em: 15 set. 2017.

CSILLAG, D. **Análise das Práticas de Sustentabilidade em Projetos de Construção Latino Americanos**. 2007. Dissertação (Mestrado). Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da USP, São Paulo, 2007.

DEGANI, Clarice M.; CARDOSO, Francisco F. **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. Núcleo de Pesquisa em Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. São Paulo, 7 a 11 outubro 2002.

ELKINGTON, J. Cannibals with forks. **The Triple Bottom Line of 21st Century Business**. Filadélfia: New Society, 1998. 488p.

GRIGOLETTI, G.C., **Caracterização de Impactos Ambientais de Indústrias de Cerâmica Vermelha do Estado do Rio Grande do Sul**. 2001. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

JOHN, Vanderley M. **Reciclagem de resíduos na construção civil: contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento**. 2000. 102 p. Tese (Livro Docência) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

KEELER, Marian; BURKE, Bill. **Fundamentos de projeto de edificações sustentáveis**. Porto Alegre: Bookman, 2010.

LAMBERTS, Roberto et al. **Sustentabilidade nas Edificações**: contexto internacional e algumas referências brasileiras na área. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina (UFCS), 2008.

LIBRELOTTO, D.; JALALI, S. Aplicação de uma Ferramenta de Análise do ciclo de Vida em Edificações Residenciais - **Estudos de caso**, v. 30, p.16, Universidade do Minho, Guimarães, 2008.

LIPPIATT, B.C. **Selecting cost-effective green building products: BEES approach**. *Journal of Construction Engineering and Management*. Nov./Dec. p. 448-455. 1999.

MARLAND, G.; BODEN, T.A; ANDRES, R. J. **Global, Regional, and National CO2 Emissions**. In Trends: A Compendium of Data on Global Change. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, U.S. Department of Energy, Oak Ridge, Tenn., U.S.A. 2003.

MARQUES, F. M.; SALGADO, M. S. **Padrões de Sustentabilidade Aplicados ao Processo de Projeto**. 2007.

MOTTA, S. AGUILAR, M. T. **Sustentabilidade e processos de projetos de edificações**. *Gestão e Tecnologia de Projetos*. v. 4, n. 1, maio 2009.

ONU - Nações Unidas do Brasil. **Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável**. 2015. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>>. Acesso em: 15 jan. 2018.

OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY ASSESSMENT SERIES. **OHSAS 18001**: especificação para sistemas de gestão da segurança e saúde no trabalho. São Paulo, 2007.

PINTO, T. P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. 1999. 189p. Tese (Doutorado) Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de Impacto Ambiental**: conceitos e métodos. São Paulo: Oficina de Textos, 2006. 495 p.

SILVA, V. G. **Avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros**: diretrizes e base metodológica. 2003. Op. 210. Tese (Doutorado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil, São Paulo, 2003.

SOUZA, U.E.L. et al. **Perdas de materiais nos canteiros de obras: a quebra do mito**. 1998. Disponível em: <<http://www.gerenciamento.ufba.br/Disciplinas/Produtividade/Perdas%20Revista%20Qualidade.pdf>>. Acesso em: 3 nov. 2017.

TAVARES, S. F. **Metodologia de Análise do Ciclo de Vida Energético de edificações residenciais brasileiras**. 2006. Tese (doutorado), UFSC Florianópolis, 2006.

UEMOTO, Kai Loh; IKEMATSU, P. e AGOPYAN, V. **Impactos ambientais das tintas imobiliárias**. *Coletanea Habitare: Construção e meio ambiente*. Ed. Miguel A. Sattler e Fernando O. R. Pereira. Associação Nacional de Tecnologia do ambiente Construído – ANTAC, Porto Alegre, 2006.

VILHENA, J. M. Diretrizes para a sustentabilidade das edificações. *Revista Gestão e Tecnologia de Projetos*, v.2, n.2, maio 2007.

WINES, J. *Green Architecture*. Milan: Taschen, 2000. 240 p.



# Planejamento e viabilidade da implantação de empreendimentos

## Convite ao estudo

O atual padrão de desenvolvimento das cidades é insustentável e evidencia problemas ambientais, devido à poluição das águas, econômicos, devido ao fechamento de comércios, e sociais, devido à pobreza e à segregação social. Diante disso, precisamos repensar a cidade que desejamos ter.

Portanto, compreender a integração do ambiente construído com o espaço urbano é essencial para o planejamento das cidades. Determinados tipos de empreendimentos precisam ser analisados antes de sua implantação, devido aos possíveis impactos ambientais ou de vizinhança que possam causar.

Você foi indicado pelo sindicato da sua categoria a representá-lo no Conselho Municipal das Cidades, que é composto por representantes do poder público, entidades profissionais, acadêmicas e de pesquisa, organizações não governamentais, empresariais e de trabalhadores, no caso da sua indicação. O conselho tem por finalidade estudar e propor diretrizes para a formulação e para a implementação da Política Municipal de Desenvolvimento Urbano e também acompanhar a gestão do solo urbano de sua cidade. Uma das maiores demandas deste conselho é a análise de viabilidade para implantação de empreendimentos quando causadores de impactos ambientais e de vizinhança, no entanto, tais análises demoram muito. O presidente do conselho tem sido muito cobrado por essa demora, então resolveu dividir os 20 integrantes do conselho em grupos de cinco pessoas com o intuito de agilizar a análise dos processos. O presidente também achou que era interessante fazer um estudo referente aos requisitos necessários para a viabilidade da implantação

de tais empreendimentos para nivelar o conhecimento dos membros do conselho. Ele, então, solicitou que você, que já tem experiência no assunto, preparasse esse estudo com informações que subsidiassem a análise dos membros do conselho; também informou que esse estudo seria realizado em três encontros diferentes.

Você ficou muito feliz em ajudar todo o grupo e se sentiu acolhido e lisonjeado. Você e o presidente conversaram e resolveram que seriam três os assuntos a serem abordados: no primeiro encontro seriam abordados aspectos da sustentabilidade urbana, no segundo uma abordagem sobre os impactos ambientais e no terceiro uma abordagem sobre o tema impactos de vizinhança. Os temas foram passados aos integrantes do conselho, que aprovaram de imediato. Você, agora, vai começar a elaboração do material para o estudo dos requisitos necessários para a viabilidade da implantação de empreendimentos.

Será que há legislação específica sobre o assunto? Para quais empreendimentos são exigidos os estudos de impactos ambientais e de vizinhança?

Para esclarecer essas questões vamos ter na Seção 2.1 a abordagem sobre o que é sustentabilidade urbana e apontamentos para o planejamento de cidades sustentáveis. Na Seção 2.2 iremos conhecer o estudo de impacto ambiental-EIA/RIMA, suas características e quando ele é exigido. E por fim, na última seção, você conhecerá o estudo de Impacto de Vizinhança-EIV, legislação e conteúdo mínimo.

# Seção 2.1

## Sustentabilidade urbana

### Diálogo aberto

O que observa-se atualmente nas cidades brasileiras é o predomínio de um planejamento que tende à insustentabilidade, que, no ambiente urbano, pode ser observada na segregação de classes sociais, nos conflitos de trânsito, na infraestrutura deficitária e em outras muitas situações. A insustentabilidade tem levado os diversos segmentos da sociedade a participar das decisões de um maior controle do uso do solo. Você participará do conselho municipal de sua cidade que tem como finalidade estudar e propor diretrizes para a formulação e para a implementação da Política Municipal de Desenvolvimento Urbano, além de acompanhar a gestão de uso do solo da sua cidade. Considerando a necessidade de nivelar o conhecimento dos membros do conselho para a realização de suas atribuições, o presidente do conselho propôs uma reciclagem que será realizada em três encontros.

No primeiro encontro você informou ao grupo que já teve experiência profissional anterior em órgãos públicos em que a discussão sobre sustentabilidade urbana estava sempre presente devido aos diversos conflitos e jogos de interesse que fazem parte da dinâmica de uma cidade conciliar o bem-estar de uma comunidade e o interesse comercial de determinados segmentos nunca foi tarefa fácil.

Você então explicou ao grupo que poderia ajudá-los com uma discussão interna de determinados temas norteadores deste tipo de evento.

Confidenciou que, apesar de saber quais eram os temas norteadores, nunca parou para pensar e refletir sobre eles e que, para se preparar para o evento, essa reflexão também era necessária para você.

Algumas questões foram propostas para serem discutidas e refletidas:

- 1) O que é sustentabilidade urbana?

2) O estatuto da cidade reconhece o direito dos cidadãos às cidades sustentáveis?

3) Quais aspectos devem ser considerados na escolha do local para instalação de um empreendimento?

Ao término de todas as atividades desta seção, você entenderá a importância de focar na sustentabilidade urbana para o desenvolvimento de uma cidade e será capaz de formalizar a ata dessa reunião com todas as informações levantadas.

## Não pode faltar

A integração das edificações na escala urbana vinculada à estrutura de sustentabilidade é essencial para o desenvolvimento de uma cidade. Apesar de estar dentre as ações dos profissionais da área, muitas vezes a contextualização da sustentabilidade fica restrita ao projeto de uma edificação. No entanto, é essencial pensar também nas características externas às edificações, como na localização dos empreendimentos, no planejamento do transporte público, na relação do edifício com o entorno etc.

O interesse no desenvolvimento de cidades sustentáveis surgiu devido ao crescimento da conscientização de estudiosos, profissionais, gestores municipais e da sociedade em geral, em relação à preocupação com o meio ambiente. Segundo Keeler & Burke (2010) as cidades alinhadas aos princípios de sustentabilidade devem atender às necessidades presentes sem impedir as gerações futuras de atenderem as próprias necessidades. Para os autores, o desenvolvimento sustentável é descrito como a integração entre ecologia, economia e equidade.

O ser humano, para seu conforto e sobrevivência, vem consumindo demasiadamente os recursos naturais, estamos acabando com o capital ecológico do mundo e a resposta vem expressa na degradação do meio ambiente. Neste contexto são valiosas as ações no planejamento das cidades com foco na sustentabilidade.

Acselrad & Leroy (1999) definem a sustentabilidade urbana como a capacidade das políticas urbanas de se adaptarem à oferta de serviços, à qualidade e à quantidade das demandas sociais, buscando o equilíbrio entre as demandas de serviços urbanos e os investimentos em estrutura. A sustentabilidade urbana está associada

à busca da melhoria da qualidade de vida das pessoas, sem deixar de assegurar a conservação de energia, o uso eficiente dos recursos, a qualidade do ar e da água, o manejo e destinação adequados de resíduos sólidos, a mobilidade urbana, entre outros.

Para que o planejamento de uma cidade tenha sustentabilidade é fundamental que o uso do solo estabelecido seja adequado, a fim de evitar conflitos e que o estímulo a determinado modo de transporte não aumente os índices de poluição. As decisões no planejamento podem causar impactos negativos locais, regionais e até globais, influenciando na qualidade do ar, da água, nas mudanças climáticas etc.

São muitos os desafios quando o assunto se refere à sustentabilidade nas cidades. A sustentabilidade ambiental, por exemplo, pode ser obtida por meio do planejamento da utilização do solo realizado de forma a proteger os recursos ecológicos como corpos hídricos, fauna e flora.

A sustentabilidade econômica pode ser alcançada mediante a criação de setores comerciais e industriais dinâmicos que proporcionem a valorização do solo urbano. O planejamento das cidades sustentáveis requer processos de planejamento e projetos que envolvam o município e a região em que está inserido e deve ir além da escala do edifício propriamente dito. Para Keeler e Burke (2010) as políticas municipais devem abordar questões como a implantação de edificações, projeto urbano, transporte, padrões regionais de assentamento, saúde pública e até mesmo de sustentabilidade social, sendo fundamental integrar as edificações sustentáveis com o planejamento urbano. Os autores ressaltam que o padrão de desenvolvimento das cidades que caracteriza a segunda metade do século XX é conhecido como de "expansão convencional ou dispersão urbana". Eles ainda explicam que este padrão incentiva a separação rígida dos usos do solo, estimulando a baixa densidade com dependência explícita do transporte individual. Essa situação é resultante de diversos fatores, dentre eles os incentivos à indústria automobilística.



Em algumas cidades brasileiras há um automóvel para cada duas pessoas (ou até menos), conheça alguma delas:

**São Caetano do Sul (SP):** 1,56 habitantes para cada carro.

**Santa Bárbara do Monte Verde (MG):** 1,64 habitantes para cada carro.

**Rio Preto (MG):** 1,68 habitantes para cada carro.

**Curitiba (PR):** 1,82 habitantes para cada carro.

**Vinhedo (SP):** 1,56 habitantes para cada carro.

**Bom Jesus do Norte (ES):** 1,89 habitantes para cada carro.

**Campinas (SP):** 2,01 habitantes para cada carro.

**Santo André (SP):** 2,01 habitantes para cada carro.

**Valinhos (SP):** 2,06 habitantes para cada carro.

Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/brasil/as-cidades-do-pais-com-tanto-carro-que-deixam-eua-no-chinelo/>>. Acesso em: 1 fev. 2018.

No Brasil, o automóvel passou a ser a predileção em detrimento ao transporte público e ao ato de caminhar. O estímulo à substituição do meio de transporte público por automóvel permitiu que as pessoas morassem mais afastadas do centro urbanizado e de seus empregos, resultando em cidades mais dispersas. No entanto, a parcela menos favorecida da população também ocupa áreas distantes em locais com falta de saneamento básico e infraestrutura deficitária. O isolamento desta parcela da população é um dos aspectos que evidencia a insustentabilidade do atual padrão de desenvolvimento. As cidades sustentáveis devem integrar pessoas de diferentes níveis de renda, evitando a concentração espacial da pobreza.

Para Keeler & Burke (2010), as comunidades dispersas são fruto de uma visão utópica de décadas passadas que buscava separar o lar das mulheres e crianças dos locais de trabalho, onde os homens passavam o dia trabalhando, situação que já não condiz com a realidade dos dias atuais. Comunidades como essa não seriam possíveis sem o automóvel. Atualmente a realidade econômica, ambiental e social nos faz questionar tais padrões de desenvolvimento.

Outra situação comum em cidades de médio e grande porte é o esvaziamento da área central durante a noite, servindo de abrigo a moradores de rua. Aquelas ruas com comércios onde se podia

caminhar, foram substituídas por shopping centers e centros de compras, geralmente localizados distantes do centro das cidades. Muitas cidades, com o objetivo de revitalizar sua área central e tentar trazer pessoas a ocupar novamente estas regiões, incentivam a renovação de edificações históricas. Tal iniciativa tem como foco a preservação e a renovação de edificações históricas, sendo um aspecto importante para a identidade das cidades além de aumentar a segurança das pessoas e do patrimônio.

Já nos bairros, predomina-se um tipo de uso — o residencial, o uso misto ocorre em pequena escala, o que torna o lugar monótono, sem dinamismo, praticamente desabitado durante o dia, pois as pessoas saem de lá para ir trabalhar em outro lugar e à noite, devido ao atual estilo de vida, isolam-se em suas casas, não havendo maior integração com outras pessoas do mesmo bairro.

O atual padrão de desenvolvimento, apresenta custos elevados para a implantação e para a manutenção da infraestrutura e dos serviços. Este fato ocorre principalmente devido às grandes distâncias de novos bairros em relação ao centro urbanizado.

Uma alternativa para buscar um lugar melhor para se viver seria a integração de usos mistos do solo, locais próximos para morar, trabalhar, estudar e se divertir, para os quais o deslocamento pudesse ser feito a pé. Um bairro sustentável contaria com espaços abertos preservando as áreas ambientais, elevando a qualidade de vida das comunidades.

Embora seja uma boa prática separar áreas de uma cidade para usos poluentes de não poluente, a instalação de empreendimentos não poluentes perto das áreas de uso habitacional e comercial reduz a necessidade de se percorrer longas distâncias, reduzindo, conseqüentemente, os impactos ambientais associados ao deslocamento casa-trabalho e incentivaria as pessoas a andarem mais a pé ou de bicicleta.

O planejamento das cidades deve atender tanto os pedestres como os veículos. A sustentabilidade urbana está associada também ao quanto uma cidade é acessível. A acessibilidade universal consiste em atender a todos e não somente a quem detém alguma deficiência física. As edificações, ruas, praças etc. precisam estar equipadas de forma a oferecer às pessoas locais que podem ser acessados e desfrutados, com a previsão de rampas, calçadas largas,

mobiliário urbano adequado, dentre outros. Quando da implantação de empreendimento é necessário acomodar os veículos de maneira adequada sem prejudicar o uso dos espaços públicos, deve-se atentar a como o pedestre vai acessar o empreendimento e que este pode chegar a pé ou em diferentes modalidades de transporte disponíveis (bicicleta, trem, ônibus).

As ruas e praças devem ser seguras e agradáveis, se bem projetadas encorajarão as pessoas à prática de caminhada.

Para Keller & Burke (2010) dentre as características do planejamento das cidades sustentáveis estão: localização inteligente, projeto de urbanismo de qualidade, implantação ambientalmente adequada, tecnologias sustentáveis e sustentabilidade social. A localização inteligente refere-se à escolha adequada do local para a instalação de determinado empreendimento, o que possibilitou o acesso aos vários modos de transportes disponíveis e o trânsito de pedestres. Deve-se evitar a ocupação de áreas naturais (virgens), ou seja, utilizar terrenos em áreas já urbanizadas é um aspecto importante a ser considerado. Sob o aspecto econômico, este local não deve estar distante da infraestrutura existente (vias pavimentadas, rede de água, esgoto, energia etc.). A ocupação dos espaços vazios em áreas já urbanizadas utiliza o solo de maneira eficiente e evita a expansão nas áreas periféricas da cidade. Nessas áreas devem ser preservados cinturões verdes, aspecto importante para a sustentabilidade ambiental.

A instalação de empreendimentos próximos às linhas disponíveis do transporte público apoia o sistema de transporte que é essencial para o equilíbrio financeiro deste meio de transporte, pois requer uma quantidade de passageiros transportados por quilometro rodado. O estímulo a este meio de transporte representa uma alternativa ao uso do transporte individual e melhora a qualidade ambiental de uma cidade pois reduz a emissão de gás carbônico devido a menor circulação de automóveis, além de reduzir a necessidade de mais áreas de estacionamento. No entanto, priorizar o trânsito de pedestres em detrimento ao transporte público traz muitos benefícios à saúde da população e à qualidade do ambiente urbano. Numa escala de prioridades, andar a pé é prioridade a qualquer outro meio de transporte motorizado.

Com relação às características do terreno, deve-se evitar os acidentados pois podem vir a causar o aumento da erosão do solo.

Segundo Farah (2003) a erosão paulatina que tende a se desenvolver em loteamentos em encostas, resulta em significativo assoreamento dos cursos d'água, favorecendo a ocorrência de inundações. O autor ressalta que, no Brasil, a erosão é particularmente intensa nos loteamentos populares em encostas, cuja ocupação pode ser lenta, propiciando longos períodos de exposição de solos.

Também deve ser evitada a ocupação nas proximidades de rios e córregos, pois o aumento da impermeabilidade do solo reduz a filtragem de águas pluviais aumentando o risco de enchentes. Devem ser respeitadas as restrições quanto à ocupação das áreas de preservação permanente-APP e evitar a ocupação de terras agrícolas produtivas, pois são essenciais para a garantia da produção de alimentos fontes de abastecimento das cidades. É fundamental garantir a conservação e a restauração dos habitats para a preservação dos recursos ecológicos preexistentes.



#### Pesquise mais

A publicação *O Panorama da Biodiversidade nas Cidades – Ações e Políticas* traz uma avaliação global dos vínculos entre a urbanização, a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos. Leia a SEÇÃO I-Síntese do Volume Urbanização, Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos em Âmbito Global – Desafios e Oportunidades páginas 7 a 19. Disponível em: <<https://goo.gl/FSCyA2>>. Acesso em: 1 fev. 2018.

No que se refere aos aspectos ambientais dentro do planejamento urbano, Philippi Jr e Silveira (2004) ressaltam que o zoneamento, o parcelamento e o uso do solo e os códigos de postura podem acrescentar diversas características positivas.

Para eles o zoneamento adequado conciliado a ações efetivas de fiscalização pode preservar mananciais por meio do uso e da ocupação do solo adequado do seu entorno. Por meio do zoneamento também é possível determinar locais de recreação como áreas verdes destinadas a parques e praças, dentro de centros urbanos poluídos, melhorando as condições ambientais daquele lugar. Através deste instrumento também é possível tirar partido das características de insolação da cidade e compatibilizar os tipos de uso, por exemplo, prever o uso residencial em áreas

mais ensolaradas (face norte no caso brasileiro) e as áreas industriais nas áreas mais sombrias e úmidas. A determinação de locais para atividades industriais parametrizadas com diversos fatores tais como o tipo de solo, vegetação, ventos predominantes, lençol freático etc., mitigaria significativamente a degradação ambiental.

Sempre que possível a malha viária deve ser planejada de forma a obedecer ao traçado natural das curvas de nível, o que contribuiria para a redução da ocorrência de erosões e para o conseqüente risco de enchentes e, ao mesmo tempo, estimularia o uso de bicicletas devido à redução da declividade das ruas. Philippi Jr e Silveira (2004) ressaltam que o parcelamento do uso do solo urbano é indispensável para o controle da degradação ambiental. O tamanho do lote urbano pode representar demanda por oferta de rede de esgotamento sanitário, por exemplo. A depender do tamanho do lote e da capacidade-limite do solo de absorver a disposição local dos esgotos domésticos devido à instalação de fossas sépticas, incidirá na necessidade de alocação de recursos públicos em saneamento básico.



### Refleta

Às vezes, andando pela cidade, temos sensações agradáveis, outras vezes nos sentimos inseguros e com medo. Será que as características físicas do ambiente interferem no bem-estar das pessoas?

As soluções adotadas para a implantação de um empreendimento ou atividade em função das características do local influenciarão diretamente na qualidade do ambiente interno e externo à edificação. A relação entre a altura das edificações e a largura das ruas é um aspecto importante, pois deve passar a sensação de conforto ao pedestre. Vias estreitas com construções no alinhamento predial são aspectos negativos em uma implantação. Os recuos quando não exagerados ou utilizadas áreas extensas de estacionamentos de veículos também causam sensação agradável. Sob o aspecto ambiental os recuos quando não pavimentados contribuem para a permeabilidade do solo melhorando o microclima do local. Por outro lado, quando há muros altos ou paredes cegas, combinados com ruas estreitas, aumentam a sensação de insegurança ao

pedestre. As edificações que apresentam relações apropriadas de altura e largura de ruas com fachadas agradáveis e convidativas elevam a qualidade do ambiente urbano, encorajam a prática de caminhar a pé, melhoram aspectos da saúde pública e reduzem impactos ambientais negativos, o que incide diretamente na qualidade de vida da população do entorno.

Para os Philippi Jr e Silveira (2004) os códigos municipais de posturas podem estimular a construção de edifícios que priorizem o conforto térmico e acústico, com a apropriação de técnicas e tecnologias que promovam o uso de energia renovável e a minimização do uso de recursos naturais.

Desta forma, os projetos das edificações devem estar integrados ao entorno, questão que vai muito além do estilo adotado no projeto, que deve estar de acordo com o clima, possibilitando a utilização de métodos passivos de calefação e refrigeração dos ambientes, contribuindo para reduzir o consumo de energia.

Para Mascaró (1991), construir com o clima não é mais uma posição ideológica, idealista ou contestatória, é uma necessidade quando se analisa o panorama mundial e o local da evolução do consumo em relação à disponibilidade de energia.

Quanto à sustentabilidade social no planejamento das cidades sustentáveis, precisamos fazer a seguinte reflexão: no Brasil o fenômeno da urbanização ocorreu rapidamente. Em apenas quatro décadas a população brasileira passou de 80% ocupando a área rural na década de 1940, para 80% a urbana no final do século XX. O que mostra o alto grau de transformação que a sociedade vem sofrendo com implicações ambientais, sociais e econômicas.

É interessante observar que os problemas ambientais urbanos muitas vezes estão relacionados à pobreza. O rápido crescimento das áreas periféricas aliadas à falta de engajamento das administrações públicas faz com que os serviços públicos destes locais não permitam que a população residente tenha condições mínimas de bem-estar e permite, por outro lado, que sofram com a falta de saneamento básico devido à falta de água potável, esgoto correndo a céu aberto, falta de sistema de drenagem de águas pluviais e falta de coleta de lixo.



Saneamento básico é o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de:

- a) Abastecimento de água potável.
- b) Esgotamento sanitário.
- c) Limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.
- d) Drenagem e manejo das águas pluviais.

Segundo Philippi Jr e Silveira (2004) as populações de renda mais baixa sofrem com os efeitos do crescimento econômico desordenado, pois tornam-se vítimas de todo o tipo de emissões e resíduos industriais e urbanos além de acidentes naturais, pois geralmente são levadas a ocupar os espaços de solo construído mais poluídos, degradados e, conseqüentemente, mais baratos. Para os autores, os caminhos para a construção da sustentabilidade urbana devem passar pela mitigação e, quando possível, pela eliminação dos problemas que afligem as populações menos favorecidas, assim como a contemporização dos impactos causados pelo crescimento econômico, que privilegia as classes mais abastadas.

Neste contexto, em 2001, foi sancionada a Lei Federal nº 10.257, conhecida como Estatuto da Cidade, que apresenta as diretrizes gerais para o desenvolvimento urbano dos municípios brasileiros. O Estatuto da Cidade tem como diretriz principal a formulação de políticas de gestão para a cidade de forma democrática e planejada. Ele regulamenta a Constituição Federal de 1988, nos seus artigos 182 e 183, estabelecendo princípios importantíssimos que passaram a nortear as ações da política urbana.

O estatuto reconhece e qualifica o direito dos brasileiros às cidades sustentáveis. Dentre as diretrizes gerais do desenvolvimento urbano elencadas no estatuto da cidade, destaca-se: "garantia do direito a **cidades sustentáveis**, entendido como o direito à terra urbana, à moradia, ao **saneamento ambiental**, à infra-estrutura urbana, ao transporte e aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer, para as presentes e futuras gerações". (art. 2º da lei 10.257/2001).

O Estatuto da Cidade é dividido em: Diretrizes Gerais, Instrumentos da Política Urbana, Plano Diretor, Gestão Democrática da Cidade

e Disposições Gerais. O plano diretor é o ponto de partida da política de desenvolvimento e expansão urbana, do planejamento e gestão municipal. Por meio dele é possível aplicar os instrumentos propostos pelo estatuto.



### Assimile

O plano diretor, aprovado por lei municipal, é o instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana. Ele é parte integrante do processo de planejamento municipal, devendo o plano plurianual, as diretrizes orçamentárias e o orçamento anual incorporar as diretrizes e as prioridades nele contidas. O plano diretor deverá englobar o território do Município como um todo. A lei que instituir o plano diretor deverá ser revista, pelo menos a cada dez anos. No processo de elaboração do plano diretor e na fiscalização de sua implementação, os Poderes Legislativo e Executivo municipais garantirão: I – a promoção de audiências públicas e debates com a participação da população e de associações representativas dos vários segmentos da comunidade; II – a publicidade quanto aos documentos e informações produzidos; III – o acesso de qualquer interessado aos documentos e informações produzidos (Art. 40 lei federal 10.257/2001).

Cada município deve ter seu próprio plano diretor e deve ser construído com base na identidade, caracterização e realidade locais, na qual as principais fragilidades e potencialidades são discutidas antes de sua formulação.

O plano diretor é uma lei municipal resultante da participação conjunta e efetiva da comunidade e de técnicos/profissionais, e define o ordenamento do uso e ocupação do solo por um conjunto de normas legais que regulamentam as edificações. O planejamento da cidade é feito por meio do plano diretor e de suas leis complementares (lei de uso e ocupação, parcelamento do solo urbano, sistema viário etc.). Ele divide o solo em zonas, de acordo com as funções permitidas para cada área, tais como: zona de uso residencial, zona de uso comercial, zona de uso industrial etc. o que separa atividades residenciais, comerciais, industriais e de lazer, estabelecendo regramentos e condicionantes para sua implantação.

Cabe à toda a sociedade, administradores públicos e nós profissionais, a tarefa de reler os dispositivos à luz das questões

apontadas no estatuto da cidade, seus princípios e instrumentos, e buscar em nossas práticas estratégias que buscam assegurar a proteção do meio ambiente e melhorar a qualidade de vida das comunidades.

O planejamento das cidades afeta diretamente a vida das pessoas, sendo necessário buscar a sustentabilidade em suas ações. Neste sentido, é fundamental a análise prévia quanto à implantação de determinados tipos de empreendimentos. O estudo de impacto ambiental e o estudo de impacto de vizinhança também são instrumentos previstos no estatuto da cidade. e subsidiam a tomada de decisão no planejamento das cidades. Tais estudos serão abordados nas próximas seções desta unidade.

## Sem medo de errar

São várias as discussões na sociedade sobre a importância da sustentabilidade urbana, tanto que foi constituído um conselho municipal que tem como finalidade propor diretrizes para a formulação e para a implementação da Política Municipal de Desenvolvimento Urbano de sua cidade, o qual você foi indicado a compor.

No primeiro encontro do Conselho Municipal das Cidades você propôs a reflexão e a discussão das seguintes questões:

O que é sustentabilidade urbana?

O estatuto da cidade reconhece o direito dos cidadãos às cidades sustentáveis?

Quais aspectos devem ser considerados na escolha do local para a instalação de um empreendimento?

O que é sustentabilidade urbana?

A sustentabilidade urbana é definida como a capacidade das políticas urbanas de se adaptarem à oferta de serviços, à qualidade e à quantidade das demandas sociais, buscando o equilíbrio entre as demandas de serviços urbanos e investimentos em estrutura. A sustentabilidade urbana está associada à busca da qualidade de vida das pessoas, sem deixar de assegurar a conservação de energia, o uso eficiente dos recursos, a qualidade do ar e da água, o manejo e destinação adequados de resíduos sólidos, a mobilidade urbana, entre outros.

O estatuto da cidade reconhece o direito dos cidadãos às cidades sustentáveis?

O estatuto da cidade reconhece e qualifica o direito dos brasileiros às cidades sustentáveis. Dentre as diretrizes gerais do desenvolvimento urbano elencadas no estatuto da cidade, destaca-se no artigo 2º da Lei nº 10.257/2001: “garantia do direito a **cidades sustentáveis**, entendido como o direito à terra urbana, à moradia, ao **saneamento ambiental**, à infraestrutura urbana, ao transporte e aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer, para as presentes e futuras gerações”.

Quais aspectos devem ser considerados na escolha do local para instalação de um empreendimento?

O local escolhido para instalação de um empreendimento deve levar em consideração vários aspectos, tais como: possibilitar o acesso aos vários modos de transporte disponíveis e o trânsito de pedestres. Deve-se evitar a ocupação de áreas naturais (virgens), ou seja, utilizar terrenos em áreas já urbanizadas é um aspecto importante a ser considerado. Sob o aspecto econômico, este local não deve estar distante da infraestrutura existente (vias pavimentadas, rede de água, esgoto, energia etc.), quanto mais distante mais dispendioso. A ocupação dos espaços vazios em áreas já urbanizadas utiliza o solo de maneira eficiente e evita a expansão nas áreas periféricas da cidade propiciando a preservação de cinturões verdes, um aspecto importante para a sustentabilidade ambiental.

Deve-se evitar os acidentados pois podem vir a causar o aumento da erosão do solo. Também deve ser evitada a ocupação nas proximidades de rios e córregos, pois o aumento da impermeabilidade do solo reduz a filtragem de águas pluviais aumentando o risco de enchentes. Devem ser respeitadas as restrições quanto à ocupação das Áreas de Preservação Permanente (APP). Deve-se evitar a ocupação de terras agrícolas produtivas pois são essenciais para a garantia da produção de alimentos fontes de abastecimento das cidades, entre outros.

As questões abordadas são essenciais para o estudo de requisitos da análise da viabilidade da implantação de empreendimentos.

Agora que você possui segurança nos tópicos discutidos, não deixe de formalizar esse conhecimento em uma ata de reunião, que será apresentada ao conselho como parte dos resultados dos trabalhos de seu grupo.

## Avançando na prática

### Localização estratégica de loteamento residencial: aspecto econômico

#### Descrição da situação-problema

Imagine que você trabalha em uma construtora e terá que identificar na sua cidade uma área para a implantação de um loteamento residencial para 100 unidades residenciais. O empreendimento proposto tem como foco se integrar a um programa, que atende famílias com renda de até R\$ 9 mil. O empreendedor está bem preocupado com o aspecto econômico. Neste sentido, qual orientação você pode dar a ele com relação à escolha do local do empreendimento?

#### Resolução da situação-problema

A escolha estratégica do local para implantação de um loteamento residencial é muito importante, pois incide diretamente no quanto o empreendedor vai precisar investir. O investimento em infraestrutura é alto, portanto a ocupação dos espaços vazios em áreas já urbanizadas é a melhor opção. Quanto mais próximo de infraestrutura existente, como vias pavimentadas, rede de água, esgoto e energia, menos dispendioso ficará o empreendimento. A topografia do terreno também é muito importante quanto menos acidentado for o terreno. Melhor, pois reduz a necessidade de execução de platôs e muros de arrimo. Outros aspectos também devem ser observados na decisão da localização de um empreendimento, como a disponibilidade de materiais de construção, a facilidade de acesso de transporte e a disponibilidade de mão de obra.

## Faça valer a pena

**1.** As decisões no planejamento podem causar impactos negativos locais, regionais e até globais.

São muitos os desafios quando o assunto se refere à sustentabilidade nas cidades. Sobre este assunto é correto afirmar:

I. A sustentabilidade ambiental pode ser obtida por meio do planejamento do uso do solo realizado de forma a proteger os recursos ecológicos como corpos hídricos, fauna e flora.

II. A sustentabilidade econômica pode ser alcançada mediante a criação de setores comerciais e industriais dinâmicos que proporcionem a valorização do solo urbano.

III. A sustentabilidade social nas cidades deve contemplar a integração das pessoas de diferentes níveis de renda, evitando a concentração espacial da pobreza.

Considerando a análise das asserções apresentadas, assinale a alternativa correta:

- a) Somente as afirmativas II e III estão corretas.
- b) Somente as afirmativas I e II estão corretas.
- c) As afirmativas I, II e III estão corretas.
- d) Somente a afirmativa I está correta.
- e) Somente a afirmativa III está correta.

**2.** As soluções adotadas para a implantação de um empreendimento em função das características do local influenciarão diretamente na qualidade do ambiente interno e externo à edificação. Sobre a implantação dos empreendimentos analise as asserções a seguir:

I. A relação entre a altura das edificações e a largura das ruas é um aspecto importante para o pedestre.

II. As edificações que apresentam relações apropriadas de altura e largura de ruas com fachadas agradáveis e convidativas elevam a qualidade do ambiente urbano.

III. Os recuos, quando totalmente pavimentados, melhoram o microclima do local.

Considerando a análise das asserções apresentadas, assinale a alternativa correta:

- a) Somente as afirmativas II e III estão corretas.
- b) Somente as afirmativas I e II estão corretas.
- c) As afirmativas I, II e III estão corretas.
- d) Somente a afirmativa I está correta.
- e) Somente a afirmativa III está correta.

**3.** Sobre as características do planejamento das cidades sustentáveis, complete V para a afirmativa verdadeira e F para a falsa:

1.( ) A escolha adequada do local para a instalação de determinado empreendimento deve possibilitar o acesso aos vários modos de transporte disponíveis e o trânsito de pedestres.

2.( ) Deve-se evitar a ocupação em terrenos vazios em áreas já urbanizadas.

3.( ) A ocupação dos espaços vazios em áreas já urbanizadas utiliza o solo de maneira eficiente.

Assinale a alternativa que apresenta a sequência correta das afirmativas:

a) 1.V-2.F-3.F

b) 1.F-2.F-3.F

c) 1.F-2.V-3.V

d) 1.V-2.F-3.V

e) 1.V-2.V-3.F

## Seção 2.2

### Avaliação de impactos ambientais

#### Diálogo aberto

As questões ambientais influenciam a opção por uma área, uma vez que diversos aspectos podem intervir na viabilidade técnica e econômica da implantação de um empreendimento. Conhecer os impactos ambientais relacionados aos empreendimentos e a importância do licenciamento ambiental é essencial para a atividade profissional. Para tanto, você foi convidado a integrar a câmara técnica ambiental do seu conselho de classe. Este grupo de estudo agendou vários encontros para discutir as questões de sustentabilidade e a relação com o setor da construção civil, e se prepara para participar de um importante evento, no qual assuntos relacionados à questão ambiental estarão em pauta.

No segundo encontro da câmara técnica, você já estava mais em sintonia com todo o grupo e o ambiente era de muita descontração. Mas você, como o responsável pela realização da reciclagem, chamou a todos para iniciar a discussão do segundo encontro. Nesse dia você convidou a Leliana, que trabalha no órgão ambiental de sua cidade, pois é deste órgão a incumbência de licenciar os empreendimentos potenciais causadores de impactos ambientais.

A Leliana se apresentou e fez uma rápida explanação sobre a resolução do CONAMA 237/1997, que trata do licenciamento ambiental e explicou de forma resumida o que vem a ser um EIA/RIMA e sua importância. A participação da Leliana foi importantíssima, todos os participantes gostaram muito pois tiraram muitas dúvidas com ela. No entanto, era importante sistematizar todas as suas informações. Você então, ao final da discussão, começou a responder algumas perguntas selecionadas antes mesmo da apresentação da Leliana. Essas perguntas e respostas contribuirão para o entendimento de todo o grupo sobre o tema "Avaliação de impactos ambientais". As perguntas são as seguintes:

- O que vem a ser "Avaliação de impacto ambiental"?
- O que é um EIA/RIMA? Quando é exigido?
- O que vem a ser licenciamento ambiental? Quais as suas etapas?

Essas questões serão tratadas nesta seção. Iniciaremos fazendo uma abordagem sobre os impactos ambientais decorrentes das atividades da construção civil. Em seguida, você compreenderá o que é uma avaliação de impactos ambientais e conhecerá o EIA/RIMA. Por fim, trataremos do tema licenciamento ambiental, fazendo você compreender o que é e conhecer quais as etapas do licenciamento.

## **Não pode faltar**

A crescente degradação do meio ambiente evidencia a necessidade de se viabilizar um planejamento que tenha como foco, a resolução dos problemas e dos conflitos existentes na dinâmica de uma cidade, assim como na melhoria da qualidade de vida das comunidades envolvidas.

A construção civil é uma atividade muito importante para o desenvolvimento econômico e social do país e, ao mesmo tempo, deflagradora de impactos ambientais. Em um mercado cada vez mais competitivo, este setor enfrenta muitos desafios, dentre eles o atendimento às diversas regulamentações ambientais. As atividades da construção civil demandam por grande volume de extração de recursos naturais sendo responsável por intensas transformações na paisagem. Segundo Sakr et al. (2010), esse segmento é responsável por provocar significativos impactos ambientais e consumir e descartar grande quantidade de bens naturais ou manufaturados, causando degradação e poluição ambiental.

Como já mencionado, a construção civil tem um importante papel na promoção do desenvolvimento das cidades, fato que pode ser observado por meio das obras edificadas e na implantação de infraestrutura melhorando as condições urbanísticas visando o conforto e o bem-estar do cidadão. No entanto, esse setor consome intensificadamente recursos naturais e energia, gerando altos volumes de resíduos da construção civil sem destinação ambientalmente adequada, causando impactos ambientais negativos. Ou seja a construção civil pode causar impactos positivos e negativos, diante disso é necessário avaliar tais impactos em todas as fases do empreendimento.

Para que se possa obter um quadro geral de todos os potenciais impactos ambientais associados ao empreendimento, a metodologia mais adequada é a Avaliação do Ciclo de Vida

(ACV). De acordo com Sánchez (2008), o ciclo de vida de um empreendimento compreende as fases de: planejamento e projeto; implantação e construção; operação e funcionamento; e, finalmente, desativação e fechamento. Para o autor as fases do ciclo de vida do empreendimento e suas interações com o meio ambiente correspondem a:

1) Na fase de planejamento/projeto executam-se estudos técnicos e econômicos. As atividades dessa fase causam impactos sobre o meio biofísico (clima, rochas, solos, águas, fauna e flora), entretanto, os mais importantes costumam ser registrados no meio antrópico (sondagem do solo e levantamento planialtimétrico do terreno).

2) A fase de implantação/construção compreende as atividades necessárias para a implantação e construção de obras, que é quando ocorrem impactos ambientais significativos devido ao consumo de extração de matérias-primas, consumo de água e energia e emissão de gases da produção de materiais etc.

3) A fase de operação/funcionamento corresponde à etapa mais longa do ciclo de vida do empreendimento. Os impactos ambientais gerados são diversificados e dependem do tipo de atividade a ser realizada no empreendimento.

4) A fase de desativação/fechamento refere-se à preparação para o encerramento das instalações e cessação definitiva das atividades. Essa fase requer cuidadoso planejamento para evitar a ocorrência de efeitos adversos à população e ao meio ambiente devido a possibilidade de eventuais passivos ambientais.

A Avaliação de Impactos Ambientais (AIA) possibilita identificar os impactos na construção civil, que deve contemplar todas as fases do ciclo de vida do empreendimento objetivando analisar as possíveis consequências ambientais de uma atividade humana no momento de sua proposição. O resultado desta análise, juntamente com outras informações de caráter financeiro, técnico, legal e político, irão subsidiar tomadas de decisão.

A finalidade da AIA é que desde a concepção do projeto às consequências ambientais negativas ao meio ambiente sejam levadas em consideração. Assim, é possível minimizar e até evitar impactos ambientais.

A avaliação de impacto ambiental é uma prática rotineira aplicada ao processo decisório. Para Ribeiro (2004), a AIA deve determinar,

prever, interpretar, atenuar e monitorar os efeitos ambientais de uma atividade proposta quer seja ela uma política, um programa ou um projeto. Para a autora, a AIA trata-se de um amplo processo que inclui o Estudo de Impacto Ambiental além de outros instrumentos como a Avaliação Ambiental Estratégica (AAE), Relatório Ambiental Preliminar (RAP), Estudo de Impacto de Vizinhança (EIV), Relatório de Impacto de Vizinhança (RIV) e Análise de Risco.



## Refleta

Você já parou para pensar em como a ação do homem afeta o planeta?

O controle da implantação de empreendimentos que podem causar significativos impactos ambientais pode ajudar a evitar a degradação e a poluição ambiental.

Em 1981, com aprovação da Lei nº 6938, o Estudo de Impacto Ambiental passou a ser um importante instrumento da Política Nacional de Meio Ambiente.

Em 1986 o Conselho Nacional do Meio Ambiente por meio da publicação da resolução nº 01 estabeleceu as definições, responsabilidades, critérios básicos e diretrizes gerais para o uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental.

Em 1988 a Constituição Federal em seu art. 225 (caput, inc. IV, §1º), impôs ao poder público a incumbência de exigir o estudo de impacto ambiental para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente.

A definição de impacto ambiental de acordo com o artigo art. 1º da Resolução Conama nº 01/86 é:



**Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:**

- I. a saúde, a segurança e o bem estar da população;**
- II. as atividades sociais e econômicas;**
- III. a biota;**
- IV. as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;**
- V. a qualidade dos recursos ambientais (BRASIL, Resolução CONAMA 01/86, art. 1).**

O artigo 2º dessa resolução apresenta uma lista de atividades que demandariam a realização prévia de um Estudo de Impacto Ambiental (EIA). No entanto, essa referida lista não é exaustiva, ou seja, o órgão ambiental poderá exigir o EIA para outras atividades que julgar necessário.

Em geral, para a construção civil, a elaboração de estudos ambientais é exigida apenas para grandes obras.



**Pesquise mais**

Conheça a resolução de nº 01 de 1986 – CONAMA, acessando o link disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acesso em: 4 fev. 2018.

O que vem a ser um EIA/RIMA? Quando é solicitado?

Segundo Milaré & Benjamin (1993), o EIA/RIMA, nada mais é que um estudo das prováveis modificações nas diversas características socioeconômicas e biofísicas do meio ambiente que podem resultar de um projeto proposto.

No momento do licenciamento, o órgão ambiental solicitará se necessário a elaboração de estudos ambientais. No caso de um empreendimento gerador de significativo impacto ambiental, o responsável deve providenciar o Estudo e Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA).

Segundo Oliveira e Medeiros (2007) a resolução nº 01/1986 – CONAMA apresenta o conteúdo básico a ser apresentado no EIA/RIMA, que pode se diferenciar dependendo do tipo de empreendimento, da atividade desenvolvida, da área geográfica na qual será inserida o projeto e das fragilidades ambientais presentes na área em questão, para as fases de implantação e operação do projeto.

Nos incisos II e III do art. 5º da Resolução nº 01/86, ficou estabelecido que o EIA deve obedecer às seguintes diretrizes gerais, a saber: “identificar e avaliar sistematicamente os impactos ambientais gerados nas fases de implantação e operação da atividade” e “definir os limites da área geográfica a ser direta ou indiretamente afetada pelos impactos, denominada área de influência do projeto, considerando, em todos os casos, a bacia hidrográfica na qual se localiza”.

Nesta resolução também conta as atividades técnicas citadas no art. 6º, da referida resolução, na qual ficou estabelecido que o EIA desenvolverá, no mínimo: diagnóstico ambiental da área de influência do projeto considerando o meio físico, biológico e socioeconômico, análise dos impactos ambientais do projeto e de suas alternativas, definição das medidas mitigadoras dos impactos negativos e elaboração do programa de acompanhamento e monitoramento dos impactos.



### Exemplificando

O Estudo de Impacto Ambiental EIA/RIMA leva em consideração o meio físico, biológico e socioeconômico. São exemplos do meio físico o subsolo, as águas, o ar e o clima, do meio biológico temos como exemplos a fauna e a flora e do meio socioeconômico o uso e ocupação do solo, os usos da água, além da existência na área de influência de sítios e monumentos arqueológicos, históricos e culturais da comunidade.

A elaboração do EIA requer a participação de profissionais de diferentes áreas. Nele determina-se a extensão e a intensidade dos impactos ambientais que a atividade em análise poderá causar e, se for o caso, poderá propor modificações no projeto, visando reduzir ou, se possível, eliminar os impactos negativos. O RIMA descreve os resultados dos levantamentos realizados em uma linguagem simplificada e destinada a transmitir a todos os interessados as principais características do empreendimento e seus impactos.



### Assimile

O Estudo de Impacto Ambiental (EIA) trata-se de um documento em que se discute os impactos considerados relevantes para o empreendimento em estudo e se propõe medidas mitigadoras.

O processo de avaliação de impacto ambiental requer mecanismos formais de consulta aos interessados, inclusive daqueles que podem ser diretamente afetados pela implantação de determinada atividade.

O licenciamento ambiental é um dos instrumentos mais importantes da política ambiental. No Brasil exigem-se estudos ambientais para realizar atividades que utilizam recursos ambientais ou tenham o potencial de causar degradação ambiental. O licenciamento ambiental tem caráter preventivo e tem como objetivo evitar a ocorrência de danos ambientais. Segundo Mukai (1992), por meio do licenciamento ambiental o Estado detém o poder de limitar o direito individual em prol da coletividade. Cabe ao órgão licenciador analisar o projeto do empreendimento pretendido e seus impactos ambientais para decidir sobre a concessão ou não da licença e quais as condições serão impostas para que seja concedida.

A definição de licenciamento ambiental consta da resolução nº 237, de 19 de dezembro de 1997 do Conama.



### Assimile

O licenciamento ambiental, de acordo com a resolução do Conama n. 237/1997, trata-se de um procedimento administrativo utilizado pelo órgão ambiental para licenciamento de empreendimentos e atividades que utilizam de recursos ambientais e que sejam considerados efetiva ou potencialmente poluidores ou que possam vir a causar degradação ambiental. (BRASIL, Resolução Conama n 237/97, art 1º, Inciso I).

Segundo Sánchez (2008) a proteção ambiental e o zelo pela saúde pública são os fundamentos da necessidade de obter uma autorização prévia do poder público para se implementar atividades potencialmente danosas ou incômodas. Neste contexto, a função do licenciamento ambiental está em: disciplinar e regulamentar o acesso aos recursos ambientais e sua utilização e prevenir danos ambientais.

O licenciamento é um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente, exigida não somente para atividades que possam causar poluição ambiental, mas também a qualquer forma de degradação. É importante saber que a exigência do licenciamento ambiental de tais atividades não se restringe somente quando da construção ou instalação mas também quando da ampliação de estabelecimentos e atividades já existentes.

O licenciamento ambiental é composto pelas seguintes etapas: licença prévia (LP), licença de instalação (LI) e licença de operação (LO).

No caso da construção civil, o objetivo do licenciamento ambiental é agir de forma preventiva, conciliando a realização de todas as atividades de determinado empreendimento com as questões ambientais.

Existem instituições governamentais (órgãos ambientais) que são responsáveis pela avaliação dos impactos que as atividades podem causar ao meio ambiente. Quando o assunto é licenciamento da área da construção civil, não podemos esquecer que devem ser previamente analisadas as questões relacionadas ao urbanismo e ao uso e ocupação do solo, pois estes requisitos já inviabilizam ou não a implantação de determinada atividade.

As licenças são obtidas sequencialmente. A licença prévia é a primeira a ser solicitada. Neste momento, o projeto técnico ainda está em elaboração. Nessa fase analisa-se a viabilidade do local em que se quer implantar determinada atividade. Após a concessão da licença prévia é que se solicita a licença de instalação, quando se apresenta o projeto técnico com os devidos detalhamentos, atendendo às condicionantes constantes da licença prévia. A licença de instalação autoriza a implantação do empreendimento/atividade de acordo com especificações constantes do projeto executivo aprovado. E, por fim, a licença de operação é solicitada quando a obra está finalizada e em condições de iniciar seu funcionamento. Constata-se que se o que foi construído está compatível com o projeto apresentado, que é quando verifica-se se os equipamentos de controle de poluição estão de acordo com o previsto nas licenças prévia e de instalação.

São exemplos de documentos específicos para a construção civil que podem ser solicitados no momento do licenciamento: memorial descritivo da área do projeto e do empreendimento; projetos executivos; projeto de infraestrutura; de saneamento e sistema de abastecimento; projeto de esgotamento sanitário; planta geral, plantas baixas, cortes e detalhes das unidades; projeto paisagístico; planta de situação do empreendimento; cronograma físico de implantação; e estudos ambientais.



**Pesquise mais**

Saiba mais sobre licenciamento ambiental, conhecendo a resolução 237/1997 do CONAMA, acessando o link disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html>>. Acesso em: 4 fev. 2018.

## Sem medo de errar

Para o segundo encontro da câmara técnica, você convidou a Leliana, funcionária do órgão ambiental de sua cidade, que fez uma rápida explanação sobre a resolução do CONAMA 237/1997, que trata do licenciamento ambiental, explicou de forma resumida o que vem a ser um EIA/RIMA e sua importância. Você, então, ao final da discussão, começou a responder algumas perguntas que você já tinha selecionado antes mesmo da apresentação da Leliana. As perguntas são as seguintes:

1) O que vem a ser “Avaliação de impacto ambiental”?

A avaliação de impacto ambiental é uma prática rotineira aplicada ao processo decisório, deve determinar, prever, interpretar, atenuar e monitorar os efeitos ambientais de uma atividade proposta, quer seja ela uma política, um programa ou um projeto.

2) O que é um EIA/RIMA? Quando é exigido?

O EIA/RIMA apresenta o estudo das características do local um determinado empreendimento ou atividade pretende ser instalada, bem como as prováveis modificações no meio ambiente que o projeto a ser implantado poderá causar. Ele é exigido para fins de licenciamento ambiental, quando o projeto for considerado gerador de significativo impacto ambiental.

3) O que vem a ser licenciamento ambiental? Quais as suas etapas?

Podemos entender o licenciamento como o ato administrativo pelo qual o órgão ambiental competente autoriza a localização, instalação, ampliação e operação de quaisquer empreendimentos ou atividades que possam ser efetiva ou potencialmente poluidoras, podendo causar degradação ambiental (BRASIL, 1997)

O licenciamento ambiental é composto pelas seguintes etapas: licença prévia (LP), licença de instalação (LI) e licença de operação (LO).

Agora, com base nessas respostas, você deverá elaborar um estudo referente aos requisitos necessários para viabilidade da implantação de empreendimentos com significativos impactos ambientais e formalizá-lo, em forma de ata de reunião, deixando registrado todos os encontros do grupo.

Bom trabalho!

### Atividades sujeitas a estudo de impacto ambiental

#### Descrição da situação-problema

Você passou no concurso público e foi chamado para trabalhar no órgão ambiental de sua cidade. Antes de iniciar sua atividade você passará por um treinamento onde receberá informações sobre a legislação ambiental do país e sobre as demais regulamentações do seu estado e do próprio órgão em que irá trabalhar. Mas para não chegar sem nenhuma informação, você resolveu pesquisar a resolução nº01/1986 do CONAMA e listar as atividades em há exigência da elaboração e aprovação do EIA/RIMA.

#### Resolução da situação-problema

De acordo com art. 2º da resolução nº 01/1986 do CONAMA, "Dependerá de elaboração de estudo de impacto ambiental e respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), a serem submetidos à aprovação do órgão estadual competente, e do IBAMA em caráter supletivo, o licenciamento de atividades modificadoras do meio ambiente, tais como:

- Estradas de rodagem com duas ou mais faixas de rolamento.
- Ferrovias.
- Portos e terminais de minério, petróleo e produtos químicos.
- Aeroportos.
- Oleodutos, gasodutos, minerodutos, troncos coletores e emissários de esgotos sanitários.
- Linhas de transmissão de energia elétrica acima de 230 KV.
- Obras hidráulicas para exploração de recursos hídricos, tais como: barragem para fins hidrelétricos, acima de 10 MV, de saneamento ou de irrigação, abertura de canais para navegação, drenagem e irrigação, retificação de cursos d'água, abertura de barras e embocaduras, transposição de bacias, diques,
- Extração de combustível fóssil (petróleo, xisto, carvão).
- Extração de minério, inclusive os da classe II, definidas no

Código de Mineração.

- Aterros sanitários, processamento e destino final de resíduos tóxicos ou perigosos.
- Usinas de geração de eletricidade, qualquer que seja a fonte de energia primária, acima de 10 MW.
- Complexo e unidades industriais e agroindustriais (petroquímicos, siderúrgicos, cloroquímicos, destilarias de álcool, hulha, extração e cultivo de recursos hídricos).
- Distritos industriais e zonas estritamente industriais – ZEI.
- Exploração econômica de madeira ou de lenha, em áreas acima de 100 hectares ou menores, quando atingir áreas significativas em termos percentuais ou de importância do ponto de vista ambiental.
- Projetos urbanísticos, acima de 100 ha. ou em áreas consideradas de relevante interesse ambiental a critério da SEMA e dos órgãos municipais e estaduais competentes.
- Qualquer atividade que utilize carvão vegetal em quantidade superior a dez toneladas por dia".

## Faça valer a pena

**1.** As intervenções nas cidades devem ser planejadas de modo que os interesses econômicos não sobreponham o coletivo nem comprometam a qualidade ambiental presente e futura.

A Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) é um instrumento do planejamento ambiental. Sobre a AIA é correto afirmar:

I. A finalidade da AIA é que desde a concepção do projeto as consequências ambientais negativas ao meio ambiente sejam levadas em consideração. Desta forma, é possível minimizar e até evitar impactos ambientais.

II. A avaliação de impacto ambiental é uma prática rotineira aplicada ao processo decisório.

III. A AIA deve determinar, prever, interpretar, atenuar e monitorar os efeitos ambientais de uma atividade proposta quer seja ela uma política, um programa ou um projeto.

Considerando a análise das asserções apresentadas, assinale a alternativa correta.

- a) Somente as afirmativas II e III estão corretas.
- b) Somente as afirmativas I e II estão corretas.
- c) As afirmativas I, II e III estão corretas .
- d) Somente as afirmativas I e III estão corretas.
- e) Somente a afirmativa III está correta.

**2.** A Licença Ambiental é um ato administrativo, sendo uma outorga concedida pelo poder público para quem deseja exercer uma atividade potencialmente nociva ao meio ambiente. Analise as asserções relacionadas ao licenciamento e complete V para a asserção verdadeira e F para a falsa.

1.( ) Deverá requerer, ao poder público, a Licença Ambiental aquele que pretende construir, ampliar e/ou colocar em funcionamento uma determinada empresa ou empreendimento que utilize recursos naturais e que seja considerada potencialmente poluidora.

2.( ) O processo de licenciamento se dá em etapas, por meio da concessão do que chamamos de Licenças Ambientais. São elas: Licença Prévia, de Instalação e de Operação.

3.( ) O licenciamento ambiental é um dos instrumentos do Estatuto da Cidade.

Assinale a alternativa que apresenta a sequência correta das afirmativas:

- a) 1-V, 2-V, 3-V.
- b) 1-V, 2-V, 3-F.
- c) 1-V, 2-F, 3-V.
- d) 1-F, 2-V, 3-V.
- e) 1-F, 2-F, 3-F.

**3.** O EIA/RIMA é um estudo das prováveis modificações nas diversas características socioeconômicas e biofísicas do meio ambiente que podem resultar de um projeto proposto. Sobre esse importante estudo é correto afirmar:

I. A resolução nº 01/1986 – CONAMA apresenta o conteúdo básico a ser apresentado no EIA/RIMA, que pode se diferenciar dependendo do tipo de empreendimento, da atividade desenvolvida por este, da área geográfica a ser inserida o projeto e das fragilidades ambientais presentes na área em questão, para as fases de implantação e operação do projeto.

II. O EIA deve identificar e avaliar sistematicamente os impactos ambientais gerados nas fases de implantação e operação da atividade.

III. A elaboração do EIA requer a participação de profissionais de diferentes áreas.

IV. O RIMA descreve os resultados dos levantamentos realizados em uma linguagem simplificada e é destinado a transmitir a todos os interessados as principais características do empreendimento e seus impactos.

Considerando a análise das asserções apresentadas, assinale a alternativa correta:

- a) Somente as afirmativas I, II e III estão corretas.
- b) Somente as afirmativas I, II e IV estão corretas.
- c) As afirmativas I, II, III e IV estão corretas.
- d) Somente as afirmativas I e IV estão corretas.
- e) Somente as afirmativas II, III e IV estão corretas.

## Seção 2.3

### Avaliação de impactos de vizinhança

#### Diálogo aberto

O processo de industrialização aumentou a oferta de empregos e de serviços, atraindo um grande número de pessoas que migraram da zona rural para a urbana.

Esse aumento populacional demandou aumento no incremento das políticas públicas de saúde, saneamento, educação, transporte e habitação, alterando bruscamente o perfil das cidades. As pessoas se concentraram nas áreas urbanas em busca de melhor qualidade de vida. No entanto, conflitos de vizinhança foram surgindo paulatinamente. Neste cenário surge o estudo de impacto de vizinhança que tem como objetivo reduzir tais conflitos e garantir a função social da propriedade urbana.

O conselho municipal de sua cidade analisa os Estudos de Impacto de Vizinhança (EIV) que é uma ferramenta que serve para analisar e informar previamente a gestão municipal quanto aos impactos à vizinhança decorrentes da implantação de empreendimentos e atividades em áreas urbanas. O EIV é elaborado sob a ótica da harmonia entre os interesses particulares e coletivos de forma a evitar desequilíbrios no crescimento das cidades, podendo ser exigido para empreendimentos ou atividades privadas ou públicas.

Os integrantes do conselho participaram de uma “reciclagem” que ocorreu em três encontros diferentes com o intuito de estudar os requisitos necessários para a viabilidade da implantação de empreendimentos com a finalidade de subsidiar as análises que serão realizadas pelos membros deste conselho.

No terceiro e último encontro da reciclagem, o pessoal já estava mais preparado e com mais “bagagem” sobre as questões relacionadas ao desenvolvimento da cidade, estavam engajados e cientes da sua importância em participar do conselho. As análises quanto à viabilidade dos empreendimentos, agora além de mais rápidas, serão realizadas com mais segurança devido aos encontros que estavam realizando.

Você achou que não precisava trazer ninguém de fora para explicar sobre o assunto do último encontro. Você assumiu tal responsabilidade e, como das outras vezes, iniciou a discussão colocando um slide com as questões a serem discutidas:

- 1) O que vem a ser impacto de vizinhança?
- 2) Qual legislação trata do estudo de impacto de vizinhança?
- 3) Qual o objetivo do estudo de impacto de vizinhança?
- 4) Qual o conteúdo mínimo do EIV?

Para ajudar a responder essas questões, você verá aspectos gerais do Estatuto da Cidade e seus instrumentos, conhecerá o conceito, o estudo, o objetivo e a aplicação de impacto de vizinhança, além de compreender os aspectos abordados no conteúdo de um Estudo de Impacto de Vizinhança. Todo este conteúdo lhe ajudará a elaborar um estudo dos requisitos necessários para viabilidade da implantação de empreendimentos potenciais causadores de impactos de vizinhança. Este estudo resultará em um relatório que será entregue ao conselho municipal.

## **Não pode faltar**

A utilização de uma propriedade localizada em área urbana está condicionada a atender requisitos urbanísticos. O objetivo principal dessas limitações é resguardar o interesse coletivo, garantindo a função social da propriedade e proporcionar relações de harmonia na sociedade. No entanto, em alguns casos, o regramento urbanístico por si só não é suficiente para essa garantia. Segundo Soares (2002), mesmo que um projeto esteja em conformidade com todas as normas urbanísticas, caso o empreendimento ou atividade sejam considerados potenciais causadores de distúrbios para o interesse coletivo, haverá necessidade de uma avaliação prévia dos impactos para o seu licenciamento. Sabemos que o desenvolvimento de uma cidade depende da instalação de novos empreendimentos, decidir pela instalação ou não de um empreendimento com tais características depende de uma análise mais aprofundada que deve conciliar os interesses do desenvolvimento de uma cidade, a defesa do meio ambiente e a boa convivência de seus habitantes.

A Lei federal nº 10.257/2001, denominada Estatuto da Cidade, estabelece normas de ordem pública e interesse social que

regulam o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental. O Estatuto da Cidade contempla diversos instrumentos para a promoção da política urbana, classificados de acordo com sua natureza, em tributários, administrativos; financeiros ou econômicos, políticos e jurídicos. Tais instrumentos são destinados para o controle do uso do solo urbano, em especial na esfera municipal, dentre eles o Estudo de Impacto de Vizinhança (EIV) que tem como objetivo subsidiar a análise da viabilidade de implantação de empreendimentos e atividades causadoras de impactos de vizinhança (BRASIL, 2001).

Dessa forma, o EIV deve funcionar como uma ferramenta de apoio ao processo de licenciamento urbanístico, pois oferece subsídios ao poder público para decidir sobre a possibilidade da concessão da licença ou de condicioná-la à implantação de medidas mitigadoras e/ou compensatórias.

Mas o que vem a ser o impacto de vizinhança?

Precisamos entender separadamente os conceitos de impacto e de vizinhança.

Qualquer atividade, de alguma forma, é geradora de impacto, podendo ser de natureza social, econômica, ambiental, urbanística, etc. Na análise do EIV consideram-se os impactos significativos que podem vir a afetar a qualidade de vida da população urbana. O grau ou intensidade desse impacto estará relacionado ao tipo, ao porte e ao local no qual se pretende implantar o empreendimento ou atividade. Por esse motivo é que cabe a cada município definir quais empreendimentos ou atividades podem causar impactos relevantes em sua cidade e em que situação exigir o EIV.

Moreira (1997) propõe o conceito de impacto como qualquer alteração produzida pelos homens e suas atividades nas relações constitutivas do ambiente e que excedam a capacidade de absorção.

Já a definição de vizinhança na abordagem de um EIV refere-se à área de influência cuja extensão varia conforme a natureza do impacto. A depender do tópico abordado, a análise do EIV pode levar em conta uma área de influência direta ou indireta, ou seja, a definição da vizinhança será delimitada de acordo com a área de influência referente às localidades afetadas.



O conceito de vizinhança é flexível a depender do item que será analisado. Se o assunto for relacionado à edificação, a vizinhança pode ser representada pelos vizinhos imediatos, mas se for geração de tráfego, a vizinhança expande-se um pouco mais e passa a ser composta pelas vias pelas quais os veículos irão transitar para chegar ao empreendimento. Já se o assunto for abastecimento de água, a vizinhança pode ser a bacia hidrográfica em que a região do empreendimento está inserida.

Dessa forma, aspectos relacionados aos impactos e à vizinhança são complementares e possibilitam a delimitação da área de abrangência do EIV a partir do tipo e porte de empreendimento.

O Estudo de Impacto de Vizinhança (EIV) é um instrumento que possibilita a análise de viabilidade da construção, implantação e funcionamento de um empreendimento (ou atividade) na área urbana. O EIV é menos complexo que um Estudo de Impacto Ambiental (EIA), restringe-se apenas aos impactos urbanos, muito embora seja possível a utilização concomitante dos dois instrumentos, o EIV na avaliação urbanística e o EIA na ambiental do empreendimento. Ou seja, o EIV não dispensa a elaboração de um EIA nos casos em que este se aplica.

O EIV deverá descrever as características do empreendimento, identificar os possíveis impactos na área de influência e, ao final, apresentar as medidas para os impactos negativos identificados.

O estatuto da cidade apresenta o conteúdo mínimo a ser abordado pelo EIV, que poderá ser complementado por regulamentação municipal. Esse instrumento tem como objetivo prever os impactos positivos e negativos provocados pelo empreendimento ou atividade quanto à qualidade de vida da população residente na área e em sua área de influência, incluindo, no mínimo, a análise das seguintes questões: I – adensamento populacional; II – equipamentos urbanos e comunitários; III – uso e ocupação do solo; IV – valorização imobiliária; V – geração de tráfego e demanda por transporte público; VI – ventilação e iluminação; VII – paisagem urbana e patrimônio natural e cultural (BRASIL, Lei nº 10.257/2001, art 37º).

Caso o referido estudo aponte a impossibilidade de minimizar determinado impacto, o órgão competente do município poderá solicitar alterações no projeto ou até mesmo indeferir a sua implementação.

A seguir, abordaremos cada um dos itens do conteúdo de um EIV:

## **I. O adensamento populacional:**

A densidade populacional é expressa pela relação população e superfície do território. A análise sobre adensamento populacional no Estudo de Impacto de Vizinhança (EIV) leva em consideração o acréscimo populacional provocado pela implantação ou ampliação de um empreendimento ou atividade. Esse aumento populacional pode ser direto ou indireto, no caso de um empreendimento habitacional, por exemplo. Quando o próprio empreendimento atrai uma nova população residente considera-se um aumento populacional direto; já quando o empreendimento atrai a população por razões de trabalho, consumo ou diversão, considera-se indireto.

Para facilitar o enteadensamento, é adensamento é necessário previamente identificar o tipo de uso e atividade. O adensamento pode ser considerado temporário, permanente, flutuante ou ocasional. O adensamento temporário é originado das atividades de serviços, comércio ou indústria, ocorre quando o adensamento é rotineiro em dias e horários específicos, como o adensamento gerado por escolas, unidades de saúde, atividades comerciais e industriais. O adensamento permanente é decorrente do uso residencial, ou seja, ocorre de forma contínua. O adensamento flutuante ocorre quando um empreendimento é utilizado em determinada época do ano como o que ocorre em cidades litorâneas ou históricas em período de férias. E, por fim, o adensamento ocasional ocorre eventualmente sem ser de forma rotineira nem contínua como é o caso de um centro de convenções, teatro etc., no qual o adensamento ocorre quando do acontecimento de feiras, exposições e da apresentação de peças.

No EIV a abordagem sobre "adensamento populacional" subsidiará a avaliação de outros itens como a capacidade dos equipamentos comunitários (escolas, unidades básicas de saúde etc.), dos equipamentos urbanos (rede de abastecimentos de água, de energia, telefonia e sistema de drenagem urbana etc.) e serviços públicos (coleta de resíduos sólidos, transporte coletivo etc.) para atender à demanda gerada ou mesmo se haverá a necessidade da instalação de novos equipamentos ou alteração nos serviços ofertados.

O impacto gerado pelo adensamento populacional está relacionado também ao ruído gerado devido à movimentação e à aglutinação de pessoas. Alguns empreendimentos como igrejas, templos, hospitais, casas noturnas (shows, boates, bares) e escolas podem causar incômodos à vizinhança como o ruído gerado devido à concentração de pessoas nas calçadas.

A análise sobre o adensamento populacional deve ser cuidadosa, pois os impactos podem ser negativos para alguns aspectos e positivos para outros. Por exemplo, o aumento do adensamento populacional pode causar a saturação dos equipamentos públicos e dos equipamentos comunitários e, ao mesmo tempo, potencializar a infraestrutura viária disponível como rede de abastecimento de água e energia, vias asfaltadas e calçadas largas que estavam sendo subutilizadas. O EIV deve avaliar os impactos decorrentes do adensamento de forma a não prejudicar a população do entorno nem tampouco a que for gerada em decorrência do empreendimento em estudo.

Para Davidson & Acioly (1998), altas densidades garantem a maximização de investimentos públicos, incluindo infraestrutura, serviços e transporte. Além disso, a utilização de altas densidades possibilita um maior retorno dos investimentos públicos, por meio das taxas e impostos urbanos.

No entanto, os autores alertam que assentamentos com altas densidades tendem à verticalização e a uma grande concentração de atividades que elevam a pressão por mais áreas de estacionamento e circulação.

Os autores apontam como vantagens da alta densidade: eficiência na oferta da infraestrutura, uso eficiente da terra, geração de receitas, vitalidade urbana, economia de escala, maior controle social, facilidade de acesso aos consumidores, maior acessibilidade de emprego. E como desvantagens da alta densidade, ressaltam a sobrecarga na infraestrutura, o aumento da criminalidade, da poluição, aumento dos riscos da degradação ambiental e dos congestionamentos e saturação da estruturação viária. Como vantagens da baixa densidade enfatizam as possibilidades de implantação de sistemas alternativos de saneamento de baixo custo, menos poluição e menos ruído. Como desvantagens citam ainda a precária acessibilidade aos serviços públicos, altos custos para a oferta e para a manutenção dos serviços, pouca interação e

controle social, altos custos e precariedade do transporte público e excesso de consumo de terra urbana e infraestrutura.

A otimização do sistema de transporte público está vinculada ao adensamento populacional. Quanto maior o número de passageiros por km percorrido melhor para o equilíbrio financeiro do sistema. Observa-se que há implicações positivas e negativas tanto para a alta como para a baixa densidade. Encontrar uma densidade que dê suporte aos ideais de qualidade e sustentabilidade no ambiente urbano com infraestrutura e serviços públicos adequados e suficientes tem sido um grande desafio. A densidade ideal precisa proporcionar um padrão de qualidade ambiental satisfatório, equacionar os problemas decorrentes da alta densidade e as deseconômicas urbanas decorrentes da baixa densidade. Segundo Netto (2010), o conceito de deseconomias urbanas é o oposto das vantagens econômicas da aglomeração de atividades de produção e consumo no espaço, ocorre quando esta aglomeração passa a ser desvantajosa.

## II. Equipamentos urbanos e comunitários



### Assimile

Nos termos da Lei nº 6.766/1979, "consideram-se urbanos os equipamentos públicos de abastecimento de água, serviços de esgotos, energia elétrica, coletas de águas pluviais, rede telefônica e gás canalizado" (Art. 5º, parágrafo único). A mesma Lei determina que "consideram-se comunitários os equipamentos públicos de educação, cultura, saúde, lazer e similares" (Art. 4º, parágrafo 2º).

No EIV deve-se identificar a quantidade e os tipos de equipamentos comunitários existentes na área de abrangência do lote em estudo, assim como sua capacidade de atendimento à demanda gerada. O EIV deve prever a necessidade de ampliação dos equipamentos existentes ou mesmo a implantação de novos equipamentos para atender à demanda pelo empreendimento ou atividade. Ressalta-se a importância de considerar o atendimento à legislação municipal específica que estabelece parâmetros de cálculo assim como dos raios de influência estabelecidos. Na sua ausência devem ser observadas as demais legislações e manuais que apresentam referências técnicas sobre o assunto.

Os equipamentos estão relacionados diretamente ao tipo de empreendimento ou atividade. A implantação de um loteamento residencial requer a instalação de escola, unidades básicas de saúde, creches, praças etc., diferente da instalação de um shopping center, por exemplo. Ou seja, a depender do tipo de adensamento populacional (temporário, permanente, flutuante ou ocasional) e do tipo de empreendimento é possível avaliar a demanda por equipamentos urbanos. O estudo de Impacto de Vizinhança (EIV) deve indicar a localização dos equipamentos existentes, analisar a distância a ser percorrida assim como a demanda por novos equipamentos comunitários.

Para Davidson e Acioly (1998), a demanda por equipamentos comunitários está associada a padrões de distâncias aceitáveis conforme a natureza do equipamento e a densidade de ocupação da área, determinando a necessidade de uma maior ou menor capacidade de atendimento por parte do equipamento.

Para Campos (2003), o estudo sobre o incremento do uso de equipamentos comunitários requer a compreensão de alguns aspectos do empreendimento e da população alvo como renda, tipo de transporte utilizado, assistência médica, além das projeções populacionais por faixa etária.

Os equipamentos urbanos estão relacionados à disponibilidade de rede pública de abastecimento de água, esgotamento sanitário, energia elétrica, coletas de águas pluviais, rede telefônica e gás canalizado etc. O EIV deve avaliar a oferta dessa infraestrutura e a sua capacidade de absorver a demanda gerada pelo empreendimento. É prudente realizar uma consulta às empresas públicas ou concessionárias de serviços públicos de saneamento básico, energia elétrica, gás e telefonia, tais empresas emitirão uma carta de viabilidade para comprovar o atendimento ou não da demanda gerada pelo empreendimento ou atividade. Esse documento deve ser anexado ao EIV.

### **III. Uso e ocupação do solo**

O zoneamento é o instrumento do plano diretor que determina quais tipos de uso e de ocupação do solo podem ser instalados em cada setor da cidade. O zoneamento é estabelecido em legislação municipal específica e estabelece índices urbanísticos para cada tipo de zoneamento.



Se o zoneamento já estabelece os tipos de usos permitidos por que há necessidade de elaboração do EIV?

Determinados tipos de empreendimentos ou atividades mesmo estando em zoneamento permitido pode vir a causar impactos à vizinhança, como, sobrecarga no sistema viário e saturação da infraestrutura. A lei municipal vai especificar quais são os empreendimentos ou atividades (centros comerciais/shopping centers, loteamentos residenciais, culturais, hospitais, instituições científicas e tecnológicas, postos de abastecimento, templos e igrejas) que precisam de aprovação de um EIV antes do seu licenciamento.

Dessa forma, o EIV deverá avaliar possíveis transformações urbanísticas decorrentes da mudança de uso do solo como a concentração ou dispersão de atividades, impactos na ventilação e iluminação, alterações no adensamento populacional, aumento da geração de tráfego, no acréscimo de demanda por transporte público, equipamentos urbanos e comunitários, alterações na paisagem urbana, interferências no patrimônio natural e cultural e na valorização imobiliária induzida pelo empreendimento e/ou atividade proposta.

O EIV deverá avaliar se a zona pretendida para instalação do empreendimento permite o uso e a ocupação pretendidos, e avaliar se os impactos decorrentes da atividade a ser instalada são compatíveis ou não com o zoneamento preestabelecido.

A dinâmica das transformações urbanísticas denota a necessidade da atualização dos planos diretores e consequentes das legislações de uso e ocupação do solo.

### **Valorização imobiliária**

O estatuto da cidade estabelece como deveres do Estado a promoção da justa distribuição dos ônus e benefícios da urbanização, ou seja, a valorização resultante de obras públicas deve beneficiar toda sociedade.

Com relação a esse tópico, o EIV deverá avaliar se haverá ônus ao setor público, ou seja, investimentos públicos devido à implantação do empreendimento ou atividade, pois parte-se da premissa de que tais investimentos devem atender à coletividade. O empreendimento

deve contemplar a valorização do entorno, como, por exemplo, a execução de pavimentação de vias, melhoria na iluminação pública e sinalização viária. Já a socialização da área do entorno pode estar na oferta de empregos e no incentivo a novas oportunidades de atividades atraídas pelo empreendimento.

Segundo Davidson e Acioly (1998), a valorização imobiliária do entorno de um empreendimento ocorre devido ao aumento do custo do solo urbano gerado pela implantação de benfeitorias e/ou empreendimentos que aumentem a atratividade da área e, conseqüentemente, a procura por imóveis. Com relação à desvalorização imobiliária os autores ressaltam a diminuição do custo do solo urbano causado em geral pela implantação de atividades geradoras de algum tipo de poluição ou transtorno.

#### **IV. Geração de tráfego e demanda por transporte público**

A geração de tráfego e a demanda por transporte público são frequentes em empreendimentos de grande porte. São os chamados Polos Geradores de Tráfego (PGT) ou também conhecidos por Polos Geradores de Viagem (PGV).

De acordo com DENATRAN (2001), os polos geradores de tráfego são empreendimentos de grande porte que atraem ou produzem grande número de viagens, causando reflexos negativos na circulação viária em seu entorno imediato e, em certos casos, prejudicando a acessibilidade de toda a região, além de agravar as condições de segurança de veículos e pedestres.



#### **Exemplificando**

São exemplos de Polos Geradores de Tráfego: universidades, estádios de futebol, centros de convenções, locais de realização de grandes feiras e conjuntos habitacionais (DENATRAN, 2001).

Os empreendimentos considerados polos geradores de tráfego, alteram significativamente as condições de circulação de pessoas e veículos no sistema viário. Portanto, é necessária uma análise da estrutura viária considerando os impactos em relação à mobilidade e acessibilidade de pessoas e veículos assim como o aumento da demanda por estacionamento.

A implantação de um PGT pode causar impactos na circulação viária e causar efeitos indesejáveis, resultando em grandes congestionamentos. Esses efeitos resultam na deterioração das condições ambientais de sua área de influência, aumentam os níveis de poluição e aumentam o tempo de deslocamento, reduzindo a qualidade de vida dos munícipes.

De acordo com DENATRAN (2001), é importante que os estudos que envolvem Polos Geradores de Tráfego (PGT) sejam desenvolvidos segundo dois aspectos distintos de análise, sendo o primeiro, a análise dos impactos sobre as vias de acesso e adjacentes ao empreendimento, em função das prováveis ocorrências de congestionamentos e de pontos críticos de circulação e segurança viárias. O segundo, a análise do projeto arquitetônico do empreendimento no que diz respeito às características geométricas e de localização dos acessos, vias internas de circulação, raios de manobras, declividades em rampas e acessos, bem como ao dimensionamento das vagas de estacionamento e de carga e descarga de veículos.

Portanto, o EIV deve avaliar as condições de deslocamento, acessibilidade, oferta e demanda por sistema viário e transporte público. Avaliar a demanda por áreas de estacionamento, vagas para carga e descarga, embarque e desembarque, vaga para ambulância, estacionamento para visitantes, serviços de abastecimento em geral, entre outros. Além de avaliar o posicionamento dos acessos de veículos e pedestres (em relação ao sistema viário existente), dimensionamento e localização de áreas de embarque e desembarque dos usuários do empreendimento, viabilidade dos acessos e manobras para veículos de carga, o dimensionamento e distribuição de áreas de carga e descarga, localização e dimensionamento das áreas específicas para veículos de emergência e de serviços. O EIV deve avaliar também a disponibilidade de transporte público nas proximidades do empreendimento em estudo, verificando a disponibilidade de linhas além do distanciamento dos pontos de parada.

O EIV deve analisar os itens mencionados e apresentar as medidas a serem tomadas para minimizar os impactos negativos gerados para que se mantenha boas condições na circulação do entorno do empreendimento.



Saiba mais sobre a geração de viagens lendo o artigo: *Estudo da geração de viagens em instituições de ensino médio*. Disponível em <<https://www.revistatransportes.org.br/anpet/article/download/428/349>>. Acesso em: 4 fev. 2018.

## V. Ventilação e iluminação

A abordagem dos temas ventilação e iluminação no EIV, está relacionada à salubridade dos ambientes/edificações. O EIV deve avaliar se com a construção do empreendimento haverá passagem de luz e ar suficientes sem causar impactos negativos à vizinhança. Os regramentos de distanciamentos entre as edificações, e a compatibilidade do projeto com a direção dos ventos dominantes, propiciam melhores condições de insolação e ventilação. Além disso, a implantação do empreendimento deve evitar a formação de barreiras de forma a não prejudicar a ventilação e a iluminação das edificações lindeiras e do espaço urbano. Essa análise é realizada tomando como base a situação antes e após a implantação do empreendimento.

A análise desse item deve levar em consideração os parâmetros técnicos e legais existentes – leis de uso e ocupação do solo, códigos de obras e de posturas, lei de parcelamento do solo além de normas técnicas.



Saiba como analisar a insolação e iluminação lendo o artigo *Impacto de novas edificações na vizinhança: proposta de método para a análise das condições de iluminação natural e de insolação*, disponível em: <<http://seer.ufrgs.br/index.php/ambienteconstruido/article/viewArticle/>>. Acesso em: 4 fev. 2018.

## VI. Paisagem urbana e patrimônio natural e cultural

Os principais aspectos analisados nesse item referem-se aos riscos de descaracterização da paisagem natural e do patrimônio cultural de uma cidade, devem ser evitados os conflitos com a identidade e a legibilidade da paisagem urbana do entorno.

Para Moreira (1999), paisagem urbana pode ser compreendida como sendo a relação de interações entre o homem e o meio em

que vive. Para o autor, essas interações se apresentam também de maneira subjetiva, ou seja, na forma de percepção visual da paisagem com atribuições de significados dados pelo homem.

No item paisagem urbana, abordado no EIV, avalia-se a influência da volumetria do projeto proposto sobre as edificações do entorno. Essa análise leva em consideração o entorno imediato natural e construído (arborização urbana e aos marcos de referência local).

Com relação ao item patrimônio natural, o EIV deve verificar se há áreas de interesse, paisagístico e ambiental.

Para Moraes (2001 apud CAMPOS, 2003 p. 60) devem ser considerados:

- A repercussão da implantação sobre a permeabilidade visual em relação ao elemento relevante do cenário urbano.
- A repercussão sobre as atividades humanas instaladas, sobre a movimentação de pessoas e mercadorias.
- A inserção da obra na paisagem da vizinhança imediata e da área de influência (gabarito, topografia, tipologias, eixos, visuais, panorâmicas, compartimentação, espaços livres).
- A definição de circunstâncias negativas para a preservação do elemento de relevância paisagística, como a criação de instabilidade do solo, o sombreamento ou exposição excessiva à radiação solar.
- A intervenção em áreas de alto valor paisagístico, ou em áreas que fazem parte da memória afetiva da população por circunstâncias históricas, seja pela presença de elementos naturais ou construídos, requer a análise sobre a relação do empreendimento com a paisagem original.

O EIV deverá demonstrar qual a relação do empreendimento sobre a paisagem, barreiras visuais geradas, sua relação com a malha urbana, e quais as estratégias de projeto adotadas para minimizar os efeitos negativos.

Com relação ao patrimônio cultural, o EIV deve avaliar os possíveis impactos que podem ser causados ao patrimônio histórico e artístico do entorno. Recomenda-se a consulta ao órgão responsável pelo patrimônio histórico e artístico, a nível nacional, regional e municipal para identificar os bens tombados para a devida avaliação no estudo.

Para empreendimentos localizados no entorno de bens tombados, a análise do EIV deve verificar se a implantação do empreendimento pode vir a obstruir a visibilidade ao bem tombado ou mesmo impactar negativamente a paisagem do entorno. Para tanto, é recomendável que a análise do EIV contemple estudos de massa, volumetria, tipos de revestimentos, cores e materiais construtivos. É necessário consultar o órgão responsável para a compreensão da motivação do tombamento para subsidiar a análise no EIV.

É importante prever e avaliar os possíveis impactos decorrentes da execução da obra de modo a evitar que danifiquem a estrutura das edificações protegidas ou mesmo que comprometam possíveis vestígios arqueológicos que possam existir no local.



**Pesquise mais**

Saiba mais sobre a relação do EIV com os aspectos culturais lendo o artigo *O estudo de impacto de vizinhança como instrumento de proteção ao meio ambiente cultural*, disponível em: <<https://jus.com.br/artigos/7794/o-estudo-de-impacto-de-vizinhanca-como-instrumento-de-protecao-ao-meio-ambiente-cultural>>. Acesso em: 4 fev. 2018.

Você viu que o estudo de impacto de vizinhança aborda variados assuntos. Por este motivo deve ser elaborado por uma equipe multidisciplinar. Caberá a cada município estabelecer em legislação específica a regulamentação do EIV, além de organizar a tramitação da sua análise.

Sugerimos as seguintes etapas para elaboração do Estudo de Impacto de Vizinhança 1. Descrição do projeto:

2. Descrição do ambiente na área de influência do projeto.
3. Identificação e avaliação dos impactos positivos e negativos.
4. Proposição de medidas de adequação.

## **Sem medo de errar**

Nesta seção, você conheceu o estudo de impacto de vizinhança, seu conceito, aplicação e conteúdo mínimo. Você aprendeu que o EIV é um dos instrumentos do Estatuto da Cidade e tem como finalidade subsidiar os órgãos públicos no licenciamento urbanístico de determinados empreendimentos ou atividades.

Você foi convidado a integrar o conselho municipal da sua cidade que analisa os Estudos de Impacto de Vizinhança (EIV). Para tanto, os integrantes do conselho participaram de uma “reciclagem” que ocorreu em 3 encontros diferentes com o intuito de estudar sobre os requisitos necessários para viabilidade da implantação de empreendimentos.

No terceiro e último encontro da reciclagem as questões discutidas foram:

O que vem a ser impacto de vizinhança?

Podemos definir impacto de vizinhança como sendo qualquer alteração produzida pelos homens e suas atividades em determinada área de influência do ambiente urbano.

Qual legislação trata do estudo de impacto de vizinhança?

A Lei nº 10.257 foi promulgada em 10 de julho de 2001, também conhecida como Estatuto da Cidade. Dentre os seus instrumentos está o Estudo de Impacto de Vizinhança (EIV).

Qual o objetivo do Estudo de Impacto de Vizinhança

Subsidiar a análise da viabilidade de implantação de empreendimentos e atividades causadoras de impactos de vizinhança.

Qual o conteúdo mínimo do EIV?

O EIV deve contemplar a análise no mínimo das seguintes questões: adensamento populacional; equipamentos urbanos e comunitários; uso e ocupação do solo; valorização imobiliária; geração de tráfego e demanda por transporte público; ventilação e iluminação, paisagem urbana e patrimônio natural e cultural.

Essas questões são importantes requisitos para a análise da viabilidade da implantação de empreendimentos potenciais causadores de impactos de vizinhança.

Com base no conteúdo estudado, nas seções desta unidade, agora você deve elaborar um relatório contendo os requisitos necessários para a viabilidade da implantação de empreendimentos. Lembre-se que as exigências são diferentes para empreendimentos ou atividades potenciais causadoras de impactos ambientais e de vizinhança.

Bom trabalho!

## Avançando na prática

### Demanda por equipamentos comunitários: abordagem no EIV

#### Descrição da situação-problema

Você faz parte de uma equipe multiprofissional contratada para elaborar o Estudo de Impacto de Vizinhança para a implantação de um loteamento de 180 residências unifamiliares.

Com relação ao item equipamentos comunitários, quais aspectos devem ser abordados no EIV?

#### Resolução da situação-problema

A implantação de um loteamento residencial requer a instalação de escola, unidades básicas de saúde, creches, praças etc. Deve-se identificar no EIV quais equipamentos deverão ser instalados ou ter sua capacidade aumentada. É importante identificar os equipamentos existentes no entorno em um raio que uma criança pode acessar a pé.

O estudo de Impacto de Vizinhança (EIV) deve indicar a localização dos equipamentos existentes, analisar a distância a ser percorrida, assim como a demanda por novos equipamentos comunitários.

Outro aspecto importante no EIV é considerar a renda da população alvo do empreendimento, pois refletirá na demanda a ser gerada para os equipamentos comunitários.

## Faça valer a pena

**1.** Com a finalidade de instrumentar o planejamento das cidades, o estatuto da cidade introduz o Estudo de Impacto de Vizinhança (EIV), que tem como objetivo subsidiar a análise de viabilidade da implantação de empreendimentos e atividades causadoras de impactos de vizinhança. Assinale V para a asserção verdadeira e F para a falsa:

1. ( ) O Estudo de Impacto de Vizinhança (EIV) é um instrumento que possibilita a análise da viabilidade da construção, implantação e funcionamento de um empreendimento (ou atividade) na área urbana e rural.

2. ( ) O EIV tem como objetivo prever exclusivamente os impactos negativos provocados pelo empreendimento ou atividade quanto à qualidade de vida da população residente na área em estudo e suas proximidades.

3. ( ) O EIV deverá descrever as características do empreendimento, identificar os possíveis impactos na área de influência e, ao final, apresentar as medidas para os impactos negativos identificados.

Assinale a alternativa que apresenta a sequência correta das afirmativas:

- a) 1-V,2-V,3-V.
- b) 1-V,2-V,3-F.
- c) 1-V,2-F,3-V.
- d) 1-F,2-F,3-V.
- e) 1-F,2-F,3-F.

**2.** De acordo com o Estatuto da Cidade (Lei Federal nº 10.257/2001), dentre os itens que devem ser abordados no Estudo de Impacto de Vizinhança estão:

- I – Adensamento populacional.
- II – Equipamentos urbanos e comunitários.
- III – Uso e ocupação do solo.
- IV – Valorização imobiliária.
- V – Geração de tráfego e demanda por transporte público.
- VI – Ventilação e iluminação.
- VII – Paisagem urbana e patrimônio natural e cultural.

Considerando a análise das asserções apresentadas, assinale a alternativa correta.

- a) Somente as afirmativas I, II e III estão corretas.
- b) Somente as afirmativas II, IV e VI estão corretas.
- c) As afirmativas I, II, III, IV, V, VI e VII estão corretas.
- d) Somente as afirmativas IV, V e VII estão corretas.
- e) Somente as afirmativas V e VII estão corretas.

**3.** Dentre os itens a serem abordados no Estudo de Impacto de Vizinhança (EIV) está a análise referente à demanda por equipamentos urbanos e comunitários.

Sobre este assunto assinale V para a asserção verdadeira e F para a falsa:

1. ( ) Conforme Lei nº 6.766/1979 consideram-se comunitários os equipamentos públicos de abastecimento de água, serviços de esgotos, energia elétrica, coletas de águas pluviais, rede telefônica e gás canalizado.
2. ( ) Conforme Lei nº 6.766/1979 consideram-se urbanos os equipamentos públicos de educação, cultura, saúde, lazer e similares.
3. ( ) A depender do adensamento populacional e do tipo de empreendimento, o EIV deverá identificar quais equipamentos deverão ser instalados ou ter sua capacidade aumentada.

Assinale a alternativa que apresenta a sequência correta das afirmativas:

- a) 1-V,2-V,3-V.
- b) 1-V,2-V,3-F.
- c) 1-V,2-F,3-V.
- d) 1-F,2-F,3-V.
- e) 1-F,2-F,3-F.

# Referências

ACSELRAD, H.; LEROY, J. P. Novas premissas da sustentabilidade democrática. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, n. 1, 1999.

BRASIL. **Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998** – Crimes e infrações administrativas contra o meio ambiente. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9605.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm)>. Acesso em: 3 fev. 2018.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 6.766 de 19 de dezembro de 1979**. Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981** – A Política Nacional do Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1980-1987/lei-6938-31-agosto-1981-366135-publicacaooriginal-1-pl.html>>. Acesso em: 15 fev. 2018.

\_\_\_\_\_. **Lei nº. 10.257, de 10 de julho de 2001**. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/Ccivil\\_03/leis/LEIS\\_2001/L10257.htm](http://www.planalto.gov.br/Ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10257.htm)>. Acesso em: 30 nov. 2017.

\_\_\_\_\_. **Lei nº. 11.445, de 05 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2007/Lei/L11445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Lei/L11445.htm)>. Acesso em: 3 fev. 2018.

\_\_\_\_\_. **Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 237**, de 19 de dezembro de 1997. Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html>>. Acesso em: 3 fev. 2018.

\_\_\_\_\_. **Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 001**, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental – RIMA. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acesso em: 3 fev. 2018.

CAMPOS, de A. B. **Diretrizes de Análise de Impacto em Meio Urbano baseadas em EIV**. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção). Programa de Engenharia da Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

DAVIDSON, S.; ACIOLY, C. **Densidade urbana**: um instrumento de planejamento e gestão urbana. Rio de Janeiro: MAUAD, 1998.

DENATRAN. **Manual de procedimentos para o tratamento de pólos geradores de tráfego**. Brasília: DENATRAN/FGV, 2001.

FARAH, F. **Habitação e encostas**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2003.

KEELER, M.; BURKE, B. **Fundamentos de projeto de edificações sustentáveis**. Porto Alegre: Bookman, 2010.

MASCARÓ, L. R. **Energia na edificação**: estratégia para minimizar seu consumo. 2. ed. São Paulo: Projeto, 1991.

MILARÉ, É.; BENJAMIN, A. H. V. **Estudo prévio de impacto ambiental**: teoria, prática e legislação. São Paulo: Revista dos Tribunais, 1993.

MOREIRA, A. C. M. L. **Conceitos de ambiente e de impacto ambiental aplicáveis ao meio urbano**. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. São Paulo: USP, 1999.

\_\_\_\_\_. **Mega projetos e ambiente urbano**: uma metodologia para elaboração do Relatório de Impacto de Vizinhança. 1997. 172 f. Tese (Doutorado em políticas públicas ambientais urbanas) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. São Paulo, 1997.

MUKAI, Toshio. **Direito Ambiental Sistematizado**. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1992.

NETTO, V. M. **A urbanização no coração da economia: o papel das cidades no crescimento econômico**. *Arquitextos* (São Paulo), v. 126, p. 03, 2010.

OLIVEIRA, F. F. G. de; MEDEIROS, W. D. de A. Bases Teórico-conceituais de métodos para a Avaliação de Impactos Ambientais em EIA/RIMA. **Mercator** - Revista de Geografia da UFC, Fortaleza, ano 06, n. 11, 2007. Disponível em: <<http://www.mercator.ufc.br/mercator/article/view/59>>. Acesso em: 4 fev. 2018.

PHILIPPI, A. Jr.; SILVEIRA, V. F. Saneamento ambiental e ecologia aplicada. In: PHILIPPI, A. Jr, ROMÉRO, M. A.; BRUNA, G. C. (Orgs.). **Curso de gestão ambiental**. Barueri: Manole, 2004. Cap. 2, p. 19- 52.

RIBEIRO, H. Estudo de Impacto Ambiental como Instrumento de Planejamento. In: PHILIPPI JÚNIOR, Arlindo; ROMERO, Marcelo de Andrade; BRUNA, Gilda Collet. (editores). **Curso de Gestão Ambiental**. Barueri: Manole, 2004. p. 759-790.

SAKR, D. A. ; SHERIF, A.; EL-HAGGAR, S. M. Environmental management systems awareness: an investigation of top 50 constructors in Egypt., **Journal of cleaner production**, v. 18, n. 3, p. 210-218, 2010.

SÁNCHEZ, L. E. Avaliação de impacto ambiental e seu papel na gestão de empreendimentos. In: VILELA, A. J.; DEMAJOROVIC, J. (editores). **Modelos e ferramentas da gestão ambiental**: desafios e perspectivas para as organizações, Senac, São Paulo, p. 85-114.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental**: conceitos e métodos. São Paulo: Editora Oficina de textos, 2008.

SANTOS, M. **Metamorfoses do espaço habitado**: fundamentos teórico e metodológico da geografia. São Paulo: HUCITEC, 1988.

SOARES, L. M. **Estatuto da Cidade**. Comentários à Lei Federal 10.257/2001. São Paulo: Malheiros, 2002.

# Uso dos recursos naturais e a geração de resíduos da construção civil

## **Convite ao estudo**

Caro aluno, já abordamos anteriormente sobre o consumo demasiado de água e energia que as atividades da construção civil consomem, além de gerar grandes volumes de resíduos da construção civil. Diante desse cenário, os profissionais de arquitetura e engenharia civil precisam conhecer e ser capazes de identificar, analisar e aplicar ações relacionadas à otimização de recursos naturais em suas práticas, propondo medidas de redução do consumo da água, incentivando o uso de fontes sustentáveis nas edificações e o gerenciamento adequado dos resíduos da construção civil.

As atividades de construção, reforma, operação e demolição de edifícios promovem a degradação ambiental, devido principalmente ao excessivo consumo de recursos naturais e grande volume de geração de resíduos sem destinação adequada. É urgente a necessidade de minimizar os impactos ambientais gerados pelas edificações por meio da adoção de práticas e tecnologias sustentáveis, visando a redução do uso da água e energia, além do gerenciamento adequado dos resíduos da construção civil. O que exige uma postura proativa dos diversos segmentos do setor da construção civil frente a esta situação.

Você foi convidado a assumir a gerência do setor de projetos e obras de uma construtora que atua há mais de vinte anos na sua cidade. Os sócios desta empresa pretendem expandir seus negócios para outras cidades, lançando três empreendimentos, todos com foco na sustentabilidade, ou

seja, com adoção de práticas e/ou tecnologias consideradas sustentáveis. Nesse contexto, o escopo de suas atividades será elaborar medidas de redução da água, a proposição de fontes sustentáveis nas edificações e o levantamento das informações para elaboração de plano de gerenciamento dos resíduos da construção civil. Como o setor da construção da civil pode minimizar os impactos gerados pela sua atividade?

O conteúdo desta unidade apresenta aspectos que respondem esta questão na Seção 1, em que a abordagem será sobre a importância da conservação e reuso da água. Já a Seção 2 trata da eficiência energética e fontes sustentáveis; por fim, a Seção 3 aborda sobre gestão e gerenciamento dos resíduos da construção civil (RCC). As seções desta unidade são muito interessantes! Não deixe de conhecê-las e bons estudos!

# Seção 3.1

## Água conservação e reuso

### Diálogo aberto

A necessidade de economizar água tem levado o segmento da construção civil a repensar suas ações. Uma delas é a necessidade de incorporar esta preocupação no momento da concepção do projeto, e outra é a busca em se reequipar com máquinas projetadas para demandar menos água ou promover o reuso do efluente e, por fim, a adoção de tecnologias visando à redução e reutilização da água utilizada em seus processos construtivos.

Você foi convidado a assumir a gerência do setor de projetos e obras de uma construtora. O primeiro empreendimento a ser lançado tem como foco a redução do consumo de água. Espera-se que este empreendimento atraia tanto o público preocupado com a sustentabilidade ambiental como aquele interessado na redução de gastos com consumo de água.

Neste novo cargo, incumbe a você traçar estratégias para atender as expectativas dos sócios para o novo empreendimento. Para tanto, você precisa saber quais aspectos devem ser considerados para implementação de sistemas e equipamentos visando a economia de água em edificações. Como deverá ser realizada a implementação de um sistema de reuso de água? Quais as alternativas viáveis?

Para te ajudar nessa atividade, ao longo desta seção será apresentado a você um sistema de reuso de água e quais os requisitos exigidos para sua instalação. Você também conhecerá aspectos importantes da implantação de sistema de aproveitamento de água pluvial seus benefícios e sua importância para a redução do consumo da água. E, por fim, conhecerá aparelhos denominados economizadores de água dotados de tecnologia que evitam seu desperdício. O conteúdo desta seção contribuirá para você traçar medidas de redução do consumo da água. Aprofunde e aproveite o conteúdo desta seção!

## Não pode faltar

A água é o recurso natural mais importante da Terra. Dela se alimentam as plantas e algas que fornecem oxigênio à toda vida terrestre; é um solvente universal. Além disso, a maioria das necessidades e atividades humanas dependem da água.

Apesar de a água ser tão essencial para a sobrevivência humana, as ações antrópicas têm comprometido cada vez mais a qualidade da água de que tanto necessitamos. No Brasil a poluição hídrica gerada pelo lançamento de efluentes pelas atividades industriais, de esgotos sem tratamento e a aplicação de defensivos na agricultura estão dentre as principais ameaças à qualidade da água.

De acordo com Bassoi & Guazelli (2004), as fontes de poluição da água são categorizadas em relação ao seu uso e ocupação do solo, sendo que cada uma apresenta características próprias acerca dos poluentes que a compõe.

A primeira categoria apresentada pelos autores é a poluição natural, que ocorre por meio do arraste da água da chuva carregada com partículas orgânicas e inorgânicas do solo, além de resíduos de animais silvestres e folhas ou galhos da vegetação. Os autores ressaltam que este tipo de poluição dificilmente altera as características da água de forma a torná-la imprópria para o consumo.

Outra categoria de poluição é a causada por esgotos sanitários gerados em residências, indústrias, comércios e serviços, que representa, segundo os autores, a maior incidência de poluição hídrica. Esta forma de poluição altera as características biológicas e físico-químicas da água. Esta alteração varia a depender do tratamento realizado antes do lançamento bem como do grau de diluição proporcionado pelo corpo receptor.



### Assimile

A poluição produzida por efluentes industriais é causada pelas atividades industriais que geram efluentes com características quantitativas e qualitativas, que apresentam variação de acordo com o tipo de indústria. Em alguns casos, podem conter elevadas concentrações de matéria orgânica, sólidos em suspensão, compostos tóxicos, microrganismos patogênicos e metais pesados.

No ambiente urbano, a poluição causada pelo escoamento superficial da água é causada pelo escoamento decorrente das águas da chuva que movem os materiais acumulados em valas, bueiros e vias públicas. A intensidade desta poluição varia segundo a deficiência do serviço de limpeza pública. Já a poluição superficial agrícola tem seus efeitos relacionados às práticas aplicadas, à época do ano em que se realiza a preparação do terreno para o plantio e à intensidade da aplicação de fertilizantes e defensivos agrícolas, pois os resíduos decorrentes destas atividades resultam em poluentes lançados nos corpos d'água, alterando suas características físicas, químicas e biológicas.

No setor da construção civil a água é utilizada em praticamente todas as atividades, desde a extração de matéria-prima, fabricação dos materiais, execução de obras, até a operação das edificações. O aumento gradual da poluição hídrica, adicionado à falta de proteção das áreas de mananciais de abastecimento humano, estão entre as principais causas da escassez de água com qualidade. As consequências de uma crise hídrica, com um possível racionamento, afetam diretamente o setor da construção civil.

A água é um dos componentes essenciais para confecção de concretos e argamassas, é imprescindível na umidificação do solo para compactação de aterros, etc. Trata-se de um componente nobre na construção civil, pois influencia diretamente o desenvolvimento e a qualidade dos serviços de uma obra.



Refleta

Como podemos reduzir o consumo de água na construção civil?  
Qualquer água pode ser utilizada?

A utilização da água em uma obra requer cuidados com relação à presença de impurezas e corpos estranhos, para estar dentro dos parâmetros recomendados pelas normas técnicas. A água potável que atende a Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde que estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade para consumo humano, pode ser utilizada sem restrição na construção civil. Já quando é oriunda de fontes subterrâneas ou de captação pluvial pode ser utilizada, desde que **atenda** aos parâmetros de qualidade exigidos para a atividade/

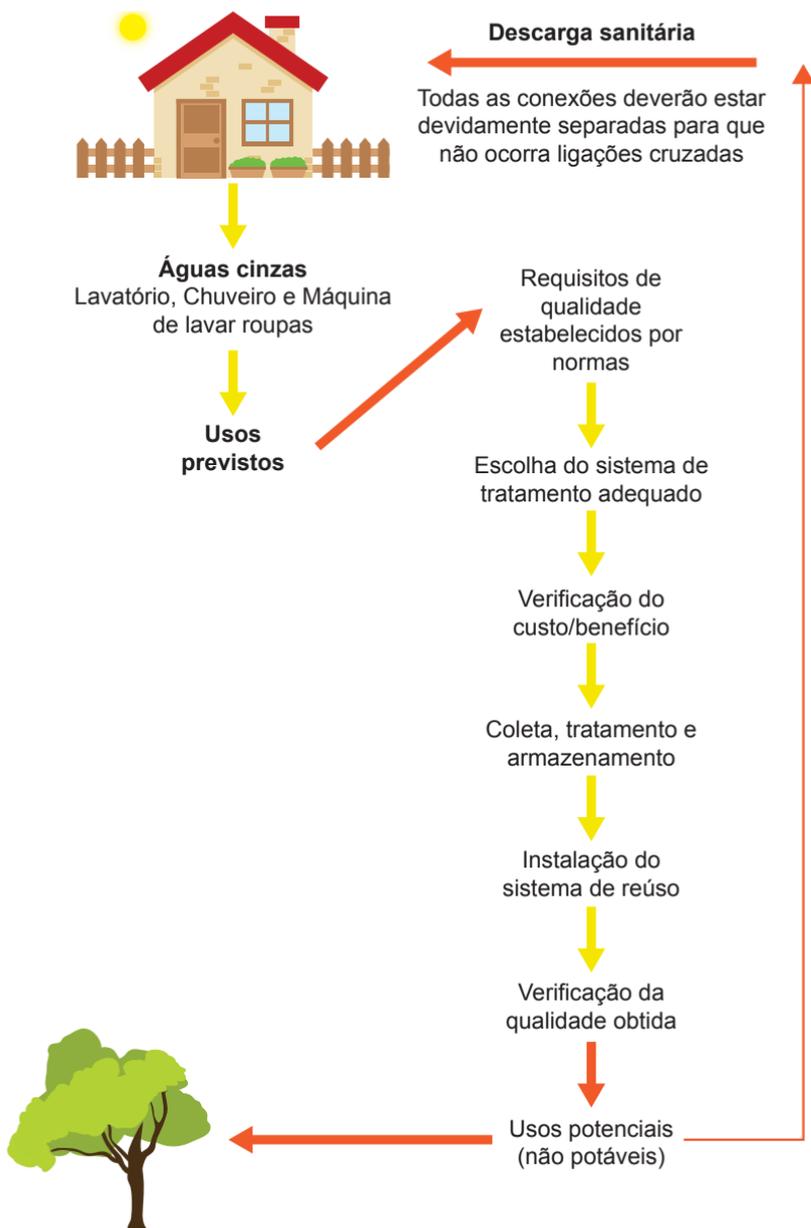
serviço pretendido, ou seja desde que haja o monitoramento adequado da qualidade das fontes alternativas, é possível a sua utilização nos processos construtivos.

O Comitê Brasileiro de Cimento, Concreto e Agregados (ABNT/CB-18) criou a norma NBR 15900 (água para amassamento do concreto), que apresenta a classificação da água em função de sua origem e estabelece os requisitos que devem ser obedecidos para que esta possa ser utilizada para a preparação do concreto (ABNT, 2009). Em obras podem ser adotadas algumas estratégias para racionalização do consumo de água, como a instalação de reservatórios extras para a captação pluvial, além da compra de água não potável trazida por caminhões-pipa e práticas de reutilização durante a obra. No canteiro de obras o reuso da água pode ocorrer na lavagem de rodas de caminhões, na lavagem de equipamentos, assim como na limpeza dos pátios e nos vasos sanitários.

É importante ressaltar que tanto para a instalação de um sistema de reuso ou de aproveitamento pluvial é necessário verificar a qualidade da água e ainda destiná-la a atividades específicas. O reuso ou reciclagem de água possibilita seu uso mais de uma vez. Apesar de serem empregados com frequência como sinônimos, os termos reuso e reciclagem são diferentes. O **reuso** ocorre quando se reutiliza a água em outra aplicação que não o original. Já a **reciclagem** é a sua reutilização na mesma aplicação em que foi usada originalmente.

Para que se tenha sucesso na utilização de um sistema de reuso, é preciso avaliar o grau de potabilidade necessário para o uso a que se destina. É possível, por exemplo, utilizar a água não potável na descarga de bacias sanitárias e mictórios; para o cozimento de alimentos tem que ser potável. A "água servida" ou águas cinzas trata-se do esgoto sanitário de chuveiros, lavatórios, máquinas de lavar, etc. Se não inclui restos de alimentos ou dejetos humanos, ela é chamada de "água fecal".

Figura 3.1 | Esquema do uso de sistemas de águas cinzas em residências.



Fonte: May (2009, p. 71).

O uso da “água servida” em uma edificação contribui para a redução da carga direcionada ao sistema de esgoto público. Os elementos necessários para instalação de um sistema de reuso devem ser explorados desde a etapa de projeto. Para que sua implementação seja viável tecnicamente, a edificação precisa ter espaço suficiente para a instalação da infraestrutura, tais como tubulação independente para o esgotamento da “água servida” e tanques de tratamento. Ou seja, o sistema de reuso da “água servida” (águas cinzas) deve ser separado do sistema de esgotamento da “água fecal” e requer espaço para sua implantação. Para que seja viável economicamente é necessário que haja consumo suficiente de água potável para gerar uma quantidade de “água servida” adequada aos usos apropriados a ela. Cuidados devem ser tomados na implementação de um sistema de reuso ou reciclagem da água, com a supervisão das autoridades locais em função dos aspectos relativos à saúde pública.

Segundo Keeler & Burke (2010), dentre as melhores práticas de manejo para o controle e tratamento das águas pluviais estão: a infiltração, a biofiltração, a retenção e a sedimentação e o aproveitamento da água da chuva.

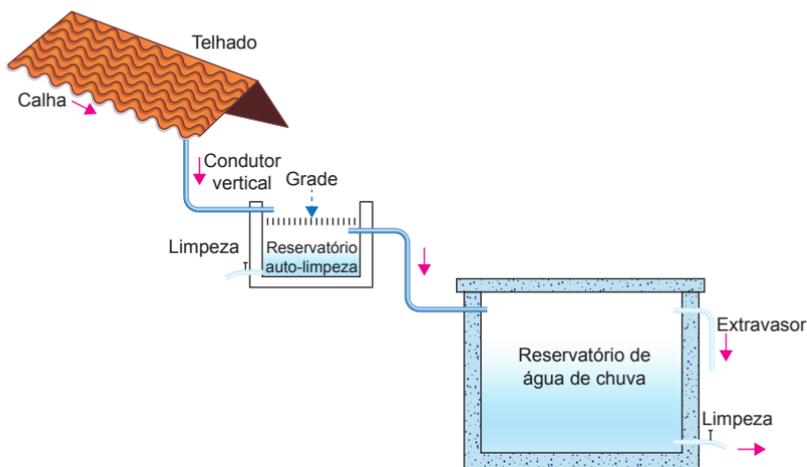
Para os autores a infiltração permite remover os poluentes ao levar a água da chuva a um reservatório, para que ela se infiltre lentamente no solo, pois este retira as partículas poluentes da água. Para que este processo seja possível, é necessário que o solo apresente taxas de permeabilidade moderadas, uma vez que solos com taxas de infiltração alta liberam a água da chuva diretamente no lençol freático, sem filtrar os poluentes antes do contato. O extremo inverso também é perigoso, pois os solos com taxas de infiltração muito baixas nem chegam a absorver a água. Já a biofiltração faz com que a água da chuva seja filtrada através de plantas ao invés do solo.

Segundo os autores, por meio da retenção e da sedimentação é possível reduzir grande quantidade de sedimentos permitindo seu acúmulo em bacias de retenção secas ou úmidas. Por fim, o aproveitamento da água da chuva – técnica relativamente simples com inúmeros benefícios – é utilizado para reduzir o consumo de água potável em atividades específicas. A água é armazenada em cisternas e pode funcionar como uma fonte de apoio em situações de emergência, em caso de necessidade de redução de consumo da água ou como fonte complementar. A água, quando coletada

das coberturas ou outras superfícies, ajuda a diminuir os fluxos de água da chuva e os possíveis alagamentos.

Para Leal (2000 apud MAY, 2004), no funcionamento do sistema de aproveitamento de água de chuva ela é coletada por meio de áreas impermeáveis, em geral telhados. Em seguida, passa por um processo de filtragem e é armazenada em reservatórios para distribuição, como pode ser visto na Figura 3.2.

Figura 3.2 | Esquema de funcionamento do sistema de coleta e aproveitamento de águas pluviais com reservatório de auto-limpeza



Fonte: May (2004, p. 5).

Antes de instalar sistemas de reuso ou de coleta de água de chuva em edifícios em uso, é necessário realizar um levantamento das condições da área e também do consumo de água para se verificar a viabilidade da instalação do sistema. Verificada a viabilidade, deve-se prever os locais destinados à implantação dos reservatórios e dos equipamentos de tratamento para a água coletada. Em geral a implantação do sistema requer a quebra de pisos e de paredes para passagem de tubulação e instalação de tanques, o que gera desconforto aos usuários da edificação. Portanto, para empreendimentos em uso, é necessário avaliar caso a caso as implicações das modificações e o incômodo que será causado aos usuários. Já para as obras novas a relação entre custo benefício da instalação desses sistemas é em geral vantajosa.

Na escala do edifício, a redução do consumo da água requer a implementação de estratégias eficientes. O consumo de água pode ser reduzido significativamente com a instalação de tubulações separadas para a água potável e para a água servida. Já a redução do consumo de água na escala do terreno pode ser alcançada com o aproveitamento da água servida ou a coleta da chuva para irrigação de jardins.



### Exemplificando

Diversas atividades utilizam a água da chuva e conseguem economizar devido à redução da conta mensal com uso da água. Leia a matéria *Dono de lava-rápido usa água da chuva* e economiza 50% na conta. Disponível em: <<http://g1.globo.com/mg/sul-de-minas/noticia/2014/03/dono-de-lava-rapido-usa-agua-da-chuva-e-economiza-50-na-conta.html>>. Acesso em: 12 de nov. 2017.

A integração do manejo pluvial na etapa do projeto de uma edificação facilita o potencial de controle adequado das águas pluviais. Segundo Keeler & Burke (2010), o projeto de baixo impacto é aquele que integra o manejo das águas pluviais ao planejamento e projeto urbano, com a finalidade de promover uma abordagem completa baseada em bacias de drenagem.

A redução da área pavimentada e/ou o uso de materiais permeáveis possibilita a redução do escoamento da água da chuva e o aumento da recarga do lençol freático. Superfícies permeáveis podem ser constituídas de pisos “secos” ou coberturas vegetais que permitam que a água infiltre no solo. Os pavimentos de materiais permeáveis evitam o escoamento superficial da água pluvial urbana e diminuem o fluxo de poluentes, empregados geralmente em estacionamentos, calçadas e até mesmo em pistas de rolamento.

Dentre as opções de superfícies permeáveis estão: grelhas plásticas, asfalto poroso, blocos porosos, concreto poroso de cimento Portland. O tipo de uso de determinado espaço é que indicará o tipo de superfície mais adequada. De acordo com Kwok & Grondzik (2013), os sistemas de grelhas plásticas são projetados para suportar cargas de pedestres ou tráfego leve (Figura 3.3).

Os pavimentos asfálticos porosos são indicados para estradas e estacionamentos. Os de blocos porosos são construídos com

elementos interconectados de tijolo, pedra ou concreto. Em geral, são instalados sobre uma base de agregado convencional com leito de areia. É possível usar este material em vias de grande fluxo de veículos assim como em locais com tráfego de fluxo menos intenso como passeios e acessos de veículo. O concreto poroso de cimento Portland é apropriado para diversos tipos de pavimentação tais como ruas e estacionamentos.

Figura 3.3 | Grelhas plásticas



Fonte: <<http://piniweb17.pini.com.br/construcao/tecnologia-materiais/empresa-lanca-pavimento-permeavel-164278-1.aspx>>. Acesso em: 23 fev. 2018.

Em suma a utilização de superfícies permeáveis pode ser aplicada em diversos locais. É necessário prever um material adequado para a carga prevista. As decisões de projeto devem considerar a adequação do tráfego quer seja de pedestres ou de veículos sobre o pavimento.

Diante da crise hídrica dos últimos anos no país e da necessidade da redução do consumo da água, as construtoras e empresas do setor da construção civil têm buscado soluções alternativas para otimizar o aproveitamento da água e evitar desperdícios.

Outra alternativa para reduzir o desperdício e maximizar a eficiência é o uso de aparelhos com tecnologia de redução do consumo de água, pois funcionam com menor vazão e/ou evitam

o desperdício. Desse modo, apresentam maior eficiência hídrica em relação aos aparelhos convencionais.

Para Oliveira (2005 apud Bazzarella, 2005), os desperdícios de água de aparelhos, tais como chuveiros, mictórios, bacias sanitárias e torneiras ocorrem devido a vazamentos, dispersão dos jatos, vazão excessiva e tempo de utilização prolongado.

Há diversos aparelhos disponíveis no mercado, como instalação de arejadores para torneiras, válvulas de descarga com duplo fluxo (para líquidos e sólidos), bacias sanitárias com caixa acoplada, chuveiros com detector de presença e baixa vazão além de torneiras com redutor de vazão.

O maior consumidor de água é o chuveiro, e as opções mais usuais para a redução do consumo de água são: chuveiros com reguladores da vazão de litros d'água e chuveiros tipo ducha, que permitem a lavagem localizada em cada parte do corpo.

No caso da economia de água nas bacias sanitárias, podem ser utilizadas as caixas acopladas ou bacias com volume reduzido de descarga, além de outras alternativas tecnológicas para a redução do consumo de água nas bacias sanitárias, por exemplo, a válvula de descarga com duplo acionamento, com um volume menor para dejetos líquidos e maior para dejetos sólidos.

Figura 3.4 | Bacia sanitária com caixa acoplada



Fonte: <<https://www.istockphoto.com/br/foto/sanit%C3%A1rio-isolado-gm184967347-18654624>>. Acesso em 23 mar. 2018.

Figura 3.5 | Válvula de descarga com duplo acionamento.



Fonte: <<https://www.istockphoto.com/br/foto/detalhe-do-banheiro-gm466344720-60380180>>. Acesso em: 23 mar. 2018.

Há ainda aparelhos para economia de água utilizados nas edificações em locais públicos, como chuveiro e torneira com acionamento de pedal, chuveiro de acionamento hidromecânico (tempo determinado para fechar automaticamente), torneira e mictório (Figura 3.6) acionados por sensor de infravermelho (detectam a presença das mãos e liberam o fluxo de água).

Figura 3.6 | Mictório com sensor de acionamento



Fonte: <<https://www.istockphoto.com/br/foto/p%C3%BAblico-mict%C3%B3rio-sala-masculina-gm466045687-33669038>>. Acesso em: 23 mar. 2018.

O surgimento de exigências legais, inovações tecnológicas e a pressão exercida pelos consumidores induzem o setor da construção civil a buscar alternativas para a redução do consumo da água. Apesar do conceito de sustentabilidade ter se tornado um tema frequente entre os gestores, estamos longe de uma situação ideal.

As ações para o uso consciente da água podem ser aplicadas em várias etapas do processo de construção, que vai desde o planejamento, execução operação, até demolição das edificações. Dessa forma, é preciso dedicação de todos os envolvidos para efetivação das práticas sustentáveis de conservação e reuso da água.



**Pesquise mais**

Saiba mais sobre uso racional da água em edificações lendo a publicação *Casa eficiente: uso racional da água* (p. 17-34). Disponível em: <[http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/publicacoes/livros/CasaEficiente\\_vol\\_III\\_WEB.pdf](http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/publicacoes/livros/CasaEficiente_vol_III_WEB.pdf)>. Acesso em: 12 nov. 2017.

## Sem medo de errar

A poluição das águas tem sido um dos grandes desafios da atualidade, o que denota a necessidade de se buscar formas de conservar e reduzir o consumo da água. A água é utilizada nas diversas fases do ciclo de vida de uma edificação. Diante disto, diversos segmentos do setor têm se preocupado em mudar sua forma de atuação.

Neste cenário, você foi convidado a assumir a gerência do setor de projetos e obras de uma construtora. O primeiro empreendimento a ser lançado tem como foco a redução do consumo de água. Para tanto, você precisa saber quais aspectos devem ser considerados para implementação de sistemas e equipamentos que visem a economia de água em edificações.

Para que a implementação de um sistema de reuso seja viável tecnicamente, a edificação precisa ter espaço suficiente para instalação da infraestrutura, como tubulação independente para o esgotamento da água servida e tanques de tratamento. Ou seja, o sistema de reuso da água servida deve ser separado do sistema de esgotamento da água fecal e requer espaço para sua implantação.

Para que o sistema de água servida seja viável economicamente é necessário que haja consumo suficiente de água potável para gerar uma quantidade de água servida adequada aos usos apropriados a ela.

O aproveitamento da água da chuva é uma técnica relativamente simples com inúmeros benefícios. Esta estratégia é utilizada para reduzir o consumo de água potável em atividades específicas. A água é armazenada em cisternas e pode funcionar como uma fonte de apoio em situações de emergência, em caso de necessidade de redução de consumo da água ou como fonte complementar. Quando coletada das coberturas ou outras superfícies, ajuda a diminuir os fluxos de água da chuva e os possíveis alagamentos.

Para obras novas, a relação entre custo-benefício da instalação desses sistemas é em geral vantajosa. Além dos sistemas de reuso e de captação de água pluvial, dentre as soluções mais comuns para a redução do consumo em edificações novas estão os sistemas de individualização dos registros de água, instalação de arejadores para torneiras, válvulas de descarga com duplo fluxo (para líquidos e sólidos),

bacias sanitárias com caixa acoplada, chuveiros com detector de presença e baixa vazão além de torneiras com redutor de vazão. Outra opção que pode ser incorporada nos projetos de edifícios comerciais são os sistemas de ar condicionado à base de água.

Com base nessas informações, você deve elaborar o relatório relacionado o uso da água com esse primeiro empreendimento. Esse relatório será a primeira parte do seu trabalho na construtora.

## **Avançando na prática**

**Viabilidade de instalação de sistema de coleta de chuva em edifícios em uso.**

### **Descrição da situação-problema**

Você trabalha em uma construtora que quer instalar um sistema de aproveitamento de água de chuva em um edifício residencial construído há cerca de 3 anos.

Você foi indicado pelo gerente da construtora em que trabalha para verificar a viabilidade da instalação deste sistema. Quais aspectos você deve se atentar?

### **Resolução da situação-problema**

Antes de instalar um sistema de coleta de água de chuva em edifícios em uso, é necessário realizar um levantamento das condições da área e também do consumo de água para se verificar a viabilidade da instalação do sistema. Verificada a viabilidade devem-se prever os locais destinados à implantação dos reservatórios e dos equipamentos de tratamento para a água coletada. Em geral a implantação do sistema requer a quebra de pisos e de paredes para passagem de tubulação e instalação de tanques, o que gera desconforto aos usuários da edificação. Portanto para empreendimentos em uso, é necessário avaliar caso a caso as implicações das modificações e o incômodo que será causado aos usuários.

## Faça valer a pena

**1.** Alguns sistemas e produtos existentes no mercado colaboram com a redução do consumo de água. Sobre eles é correto afirmar:

I. No sistema de águas pluviais, a água coletada é direcionada para reservatórios, através de calhas e condutores verticais. Este sistema não requer a verificação da qualidade da água podendo ser aplicada diretamente em qualquer atividade do setor da construção civil.

II. No sistema de águas de reuso, utiliza-se a água servida de lavatórios, chuveiros e lavagem de roupa. Devem ser previstas tubulações independentes que colem as águas, após o uso, e as direcionam a uma central de tratamento.

III. São exemplos de equipamentos que visam a redução do consumo da água: torneira com sensor, torneira com temporizador e vaso sanitário com caixa acoplada e descarga dupla.

Considerando a análise das asserções apresentadas, assinale a alternativa correta.

- a) Somente as afirmativas II e III estão corretas.
- b) Somente as afirmativas I e II estão corretas.
- c) As afirmativas I, II e III estão corretas .
- d) Somente as afirmativas I e III estão corretas.
- e) Somente a afirmativa III está correta.

**2.** A crescente preocupação com a redução do consumo da água decorrente da gradual escassez de mananciais de boa qualidade, faz com que o reuso da água para fins não-potáveis seja, uma técnica cada vez mais recorrente para reduzir o consumo de água. Dentre as atividades de utilização da água servida estão:

- I. Irrigação de parques e jardins.
- II. Irrigação de campos de futebol.
- III. Abastecimento humano.
- IV. Lavagem de automóveis.

Considerando a análise das asserções apresentadas, assinale a alternativa correta.

- a) Somente as afirmativas II e III estão corretas.
- b) Somente as afirmativas I e II estão corretas.
- c) As afirmativas I, II e III estão corretas.
- d) As afirmativas I, II e IV estão corretas.
- e) Somente a afirmativa III está correta.

**3.** Dentre as melhores práticas de manejo para controle e tratamento das águas pluviais estão: a infiltração, a biofiltração, a retenção e a sedimentação e o aproveitamento da água da chuva. Sobre estas práticas, complete V para a asserção verdadeira e F para a falsa:

- 1. ( ) A infiltração permite remover os poluentes ao levar a água da chuva a um reservatório para que ela se infiltre lentamente no solo, pois este retira as partículas poluentes da água.
- 2. ( ) A biofiltração faz com que a água da chuva seja filtrada através do solo.
- 3. ( ) Com o sistema de retenção e a sedimentação é possível reduzir grande quantidade de sedimentos permitindo seu acúmulo em bacias de retenção secas ou úmidas.
- 4. ( ) O aproveitamento da água da chuva é uma técnica relativamente simples, em que a água é armazenada em cisternas e pode funcionar como uma fonte de apoio em situações de emergência, em caso de necessidade de redução de consumo da água ou como fonte complementar.

Assinale a alternativa que apresenta a sequência correta das afirmativas:

- a) 1-V,2-V,3-V,4-F.
- b) 1-V,2-V,3-F,4-V.
- c) 1-V,2-F,3-V,4-V.
- d) 1-F,2-V,3-V,4-F.
- e) 1-F,2-F,3-F,4-V.

## Seção 3.2

### Eficiência energética e fontes sustentáveis

#### Diálogo aberto

A urbanização e a grande concentração de população e de massa edificada nas cidades brasileiras vêm gerando a necessidade de elevar significativamente a oferta de energia. A alternativa mais viável para suprir a demanda das cidades é investir na conservação da energia por meio da adoção de fontes renováveis.

Você foi convidado a assumir a gerência do setor de projetos e obras de uma construtora. O próximo empreendimento a ser lançado tem como foco a conservação da energia. Espera-se que este empreendimento mostre à sociedade que a empresa cumpre sua responsabilidade ambiental. Este novo empreendimento é um condomínio de casas de campo localizadas distante da rede pública de energia elétrica e para tanto contará com o sistema fotovoltaico para geração de energia. O lançamento para início das vendas deste empreendimento ocorrerá em 90 dias, e você fará uma reunião prévia na próxima semana com alguns representantes de imobiliárias para explicar o que vem a ser o sistema fotovoltaico. Para tanto, você precisa se preparar para responder às seguintes questões: como é gerada a energia num sistema fotovoltaico? Quais os benefícios da instalação deste sistema? Quais as formas de instalação deste sistema? Do que é constituído este sistema?

Para ajudá-lo, você verá nesta seção a importância da redução do consumo de energia na construção civil. Conhecerá o que é eficiência energética, além de conhecer algumas alternativas de fontes renováveis de energia.

Agora é com você! Aproveite para conhecer mais sobre eficiência energética e fontes renováveis. Bons estudos!

## Não pode faltar

No Brasil, a construção civil se apresenta como uma das principais atividades causadoras de impactos ao meio ambiente, pois consome intensamente recursos naturais. A quantidade de energia empregada nas atividades do setor denota a necessidade urgente de planejá-las de forma a adotar práticas e tecnologias sustentáveis, evitando, assim, os impactos ambientais decorrentes do seu próprio consumo.

Quando falamos em fontes de energia é importante lembrar que estas são constituídas por energias não renováveis e energias renováveis. Dentre as energias não renováveis estão os combustíveis fósseis (petróleo, carvão e gás natural) e a energia nuclear, e faz parte das energias renováveis a energia solar, a gerada por hidrelétrica, por biocombustíveis (cana-de-açúcar, mamona, canola, entre outros), a eólica e a gerada pelas ondas das marés. O uso de fontes alternativas de energia tem por objetivo substituir ou minimizar o consumo das fontes energéticas convencionais, visando evitar a degradação ambiental. Tais fontes alternativas de energia são consideradas renováveis por utilizarem recursos que podem ser repostos ou que são, a princípio, inesgotáveis.

A maioria dos processos produtivos é baseada em combustíveis fósseis, ou seja, a matriz energética mundial não é renovável. Dentre tais processos destaca-se o setor da construção civil pelo intenso consumo de energia para o desenvolvimento de suas atividades sendo considerado causador de grandes impactos ao meio ambiente.



### Pesquise mais

Saiba mais sobre o "Consumo de Energia em Edificações" lendo a tese submetida à Universidade Federal de Santa Catarina (p. 29-44): Metodologia de análise do ciclo de vida energético de edificações residenciais brasileiras. Disponível em: <[http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/publicacoes/teses/TESE\\_Sergio\\_Fernando\\_Tavares.pdf](http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/publicacoes/teses/TESE_Sergio_Fernando_Tavares.pdf)>. Acesso em: 22 nov. 2017.

A construção civil apresenta um modelo tradicionalmente ineficiente, devido ao predomínio do uso de combustíveis fósseis, gerando intensa poluição decorrente das emissões de gases de

efeito estufa para a atmosfera. Para Abreu (2012) é significativo o consumo de energia pela construção civil nas etapas de extração de materiais, fabricação, transporte e processamento dos insumos.

Segundo Roberto Kauffmann, presidente do Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado do Rio de Janeiro, de 50% da energia elétrica consumida pelo setor industrial brasileiro 30% se restringe à produção de cimento, aço, alumínio, ferroliga, petroquímica e papel e celulose. Ele ressalta que os setores de cimento, aço e alumínio são insumos essenciais da construção civil.

Benite (2011) destaca que nas produções de cimento, aço e cal ocorrem as maiores emissões de dióxido de carbono ( ) sendo que as atividades de transporte desses materiais também geram significativas emissões. Já no segmento de edificações, o autor ressalta que 10-20% dessas emissões estão ligadas à extração e processamento das matérias-primas, fabricação de materiais e nas etapas de construção e demolição. Os 80-90% restantes são gerados na etapa de operação e uso do edifício, em função do aquecimento, condicionamento de ar, iluminação e uso de equipamentos.

Portanto, é urgente a necessidade de redução de custos da energia na composição de preço no setor da construção civil, quer seja na redução do valor do consumo desta energia, quer seja pela iniciativa de buscar a sustentabilidade na adoção de uma fonte alternativa de energia.

Segundo o Plano Nacional de Eficiência Energética, MME (2011) há três situações relacionadas ao consumo de energia em uma edificação: 1) Quando a energia consumida é decorrente da construção, neste caso considera-se a energia embutida na produção e transporte dos materiais de construção, assim como na empregada nas atividades da construção propriamente dita; 2) A energia consumida pelas atividades-fim desenvolvidas no prédio, decorrente do uso de equipamentos necessários e indispensáveis às atividades-fim exercidas pelos usuários como por exemplo o transporte de pessoas por elevador; e 3) A energia destinada a prover aos usuários as condições de conforto necessárias à habitabilidade.



Saiba mais sobre o conforto ambiental lendo a publicação *Eficiência Energética na Arquitetura* (p. 43-64). Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/documents/10584/1985241/Livro%20-%20Efici%C3%A7%C3%A3o%20Energ%C3%A9tica%20na%20Arquitetura.pdf>>. Acesso em: 22 nov. 2017.

Este cenário insustentável vem alterando e degradando o ambiente o que torna urgente a necessidade de mudança das práticas atuais do setor da construção civil, para a promoção da redução do consumo de energia e ampliação da eficiência energética.

Devido ao avanço da tecnologia em equipamentos no setor da construção, é crescente o consumo de energia elétrica nos canteiros de obra. Diversos equipamentos necessitam de energia elétrica para seu funcionamento. No entanto, em determinados locais, afastados do centro urbanizado não há rede elétrica disponível nas proximidades, apenas o uso de fontes de energia alternativa, como a solar ou eólica – uma ótima opção, pois propiciam maior mobilidade.

Segundo Abreu (2012) e Benite (2011), na fase de construção e gerenciamento da obra, a redução do consumo de energia pode ser obtida por meio do reaproveitamento de recursos e utilização de materiais renováveis e também pelo emprego de técnicas de reciclagem de resíduos da construção civil. Tais práticas contribuem para a economia energética decorrente da quantidade de energia evitada para produção e transporte de materiais.

Já na fase de uso, os autores recomendam a substituição de sistemas elétricos ou a gás pelo uso de energia solar, utilização de equipamentos de condicionamento de ar mais eficientes, implantação de sistemas de iluminação mais sustentáveis, com luminárias e lâmpadas de alto desempenho e eficiência energética, e utilização de produtos economizadores de energia.

Burke & Ornstein (1998) ressaltam que as atividades antrópicas estão associadas à busca de resultados a curto prazo, sem levar em conta os custos a longo prazo. O raciocínio imediatista é um dos principais problemas da falta de sustentabilidade na construção civil, necessária uma mudança de postura dos profissionais do setor,

tanto no ato de planejar como de construir. Também é preciso adotar novas tecnologias para gerar construções mais eficientes.

As edificações têm como função básica servir de abrigo ao homem lhe proporcionando conforto. No Plano Nacional de Eficiência Energética, MME (2011), consta que o conforto está relacionado às variáveis térmicas, visuais, acústicas e de qualidade do ar. Cabendo ao edifício proporcionar ambientes tão confortáveis quanto o ambiente externo em condições climáticas amenas.



### Exemplificando

Cerca de 80% da demanda nacional de eletricidade é absorvida pelos edifícios, o que os tornam elementos fundamentais para o controle do consumo. Parte deste percentual é consumido por máquinas e equipamentos de produção e de serviços e a outra por iluminação e condicionamento ambiental, conhecido como climatização artificial

Tempos atrás a manutenção deste conforto era obtida por meio do desenvolvimento de uma arquitetura regionalista, adequada ao clima e à paisagem local. Na época o emprego de mecanismos artificiais para obter conforto ambiental não estava tão presente.

No entanto, com o passar do tempo, a garantia do conforto nas edificações passou a ser obtida por meio da adoção de mecanismos artificiais, decorrentes do crescente desenvolvimento tecnológico resultante da revolução industrial. A arquitetura passou a adotar um estilo baseado na mecanização, em que a prática tradicional que levava em consideração as características climáticas foi substituída pelo chamado estilo internacional, dependente de mecanismos artificiais de energia para garantir o conforto ao homem. Este modelo de edificação requer grande aporte de energia, incompatível com o conceito a ser adotado nas construções sustentáveis.

De acordo com o Ministério de Meio Ambiente (BRASIL, 2015), a eficiência energética está na relação entre a quantidade de energia efetivamente utilizada em determinada atividade e a disponibilizada para sua realização, ou seja, a melhor utilização da energia. O conceito de eficiência energética, de acordo com o Plano Nacional de Energia - PNE 2030 (EPE, 2007), está nas medidas de redução de energia consumida, sem perda na qualidade, além da substituição

de fontes de energia, com ganhos sistêmicos de eficiência. De acordo com a Eletrobrás, trata-se da utilização da energia da melhor maneira possível, sem que se tenha que desfazer do conforto e dos benefícios que ela proporciona. Ou seja, alcançar uma redução no consumo, diminuindo os custos, sem perder a eficiência e qualidade dos serviços.

Para Hinrichs, Kleinbach e Reis (2010), a exploração racional dos recursos naturais pode ser obtida através da conservação da energia elétrica. Isto é, conservar a energia elétrica ou suprimir seu desperdício é o meio de produção mais econômico que existe e não polui o meio ambiente. Para os autores, a eficiência energética é a forma mais efetiva de reduzir os custos e os impactos ambientais locais e globais, o que contribui para o desenvolvimento sustentável do país.

Para Lamberts, Dutra e Pereira (2004), a eficiência energética é definida como a obtenção de um serviço com baixo dispêndio de energia. Trata-se do uso eficiente e racional da energia e da redução do consumo e, conseqüentemente, da contribuição para a redução dos níveis de emissões de gases na atmosfera. No âmbito da arquitetura e da construção civil, segundo os autores, um edifício é considerado mais eficiente comparado a outro quando oferece as mesmas condições ambientais com menor consumo de energia.



### Pesquise mais

Saiba mais sobre eficiência energética lendo a entrevista com o professor Dr. Roberto Lamberts, realizada pelo Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS). Disponível em: <[http://pbeedificia.com.br/sites/default/files/projetos/etiquetagem/clipping/cbcsnoticias\\_7ed.pdf](http://pbeedificia.com.br/sites/default/files/projetos/etiquetagem/clipping/cbcsnoticias_7ed.pdf)>. Acesso em: 14 dez. 2017.

Vimos que são diversos os conceitos atribuídos ao tema “eficiência energética”, mas todos tendem a atender aos princípios de sustentabilidade. A obtenção da eficiência energética requer a adoção de soluções que visam à economia de energia, que devem ser incorporadas desde a fase de projeto como a ventilação e iluminação naturais, com o intuito de reduzir a dependência dos sistemas mecânicos de iluminação e climatização. A adoção de energias renováveis (solar, eólica, etc.), opção por materiais com baixo impacto ambiental e previsão de mecanismos de controle de

consumo de energia são exemplos de soluções sustentáveis para redução do consumo de energia.

Diante de uma crise energética e, conseqüentemente ambiental, fica evidente a necessidade de mudança da solução arquitetônica utilizada, não apenas para a arquitetura, mas para todo o desenvolvimento mundial.

Dentro do conceito apresentado para o desenvolvimento sustentável no Plano Nacional de Eficiência Energética (MME, 2011) a arquitetura é aquela que modifica o ambiente natural de forma a conceber um espaço confortável, adequado ao clima local, energeticamente eficiente e com baixo custo de manutenção causando baixo impacto ambiental.

Para Corbella & Corner (2015), a arquitetura bioclimática é aquela voltada à adequação da construção ao clima, visando o conforto térmico, acústico e visual do usuário. Para tanto eles ressaltam que o arquiteto precisa conhecer o clima do local e o comportamento dos materiais em relação às suas características térmicas, lumínicas e acústicas.



### Assimile

Projetos arquitetônicos ineficientes com relação à economia de energia, resultam em conseqüências diretas para o meio ambiente.

Um projeto adaptado ao clima é o meio mais eficiente para redução do consumo de energia, pois evita a necessidade de instalação de sistema de refrigeração mecânica. Segundo Kwok & Grondzik (2013), a iluminação natural é essencial para um bom desempenho energético, assim como para a satisfação, produtividade e saúde do usuário. O autor ainda resalta que esta questão deve ser abordada no início do processo de definição do partido, já que os requisitos para uma iluminação natural de qualidade costumam ter grandes implicações para a volumetria da edificação e o zoneamento das atividades.



### Refleta

O que um bom projeto arquitetônico deve considerar para a economia de energia?

Em edificações residenciais, por exemplo, principalmente em locais com clima quente, o sombreamento é um recurso importante a ser pensado para que a edificação não acumule calor durante o dia. Em edificações residenciais medidas, tais como a instalação de veneziana e brises nas janelas, vegetação estrategicamente projetada, aquecimento de água com energia solar, dispositivos para iluminação sem uso de energia elétrica como as lâmpadas de garrafa pet que deixam passar os raios do sol para iluminar o ambiente e uso de lâmpadas eficientes, contribuem para a economia de energia. Já em edificações comerciais, dois aspectos são importantes a considerar, como a iluminação e o condicionamento do ar. Em geral, estas edificações apresentam grandes áreas envidraçadas. O excesso de vidro pode provocar o ofuscamento com a entrada excessiva de luz natural no ambiente interno. Na concepção do projeto é importante tirar partido das melhores condições de iluminação e ventilação para proporcionar conforto aos usuários da edificação.

O uso das energias renováveis tem como foco a eficiência energética, e se apresenta como uma das principais estratégias para obtenção de edificações sustentáveis. Tais edificações garantem o conforto ambiental dos usuários e empregam a energia de forma eficiente, minimizando os danos ao ambiente. Apesar de o Brasil contar com grande potencial eólico, esta alternativa de geração de energia ainda é pouco explorada. Para Souza (2007), a obtenção de energia utilizando os ventos se configura como uma forma de energia renovável. No entanto, ele ressalta que o seu potencial de aproveitamento varia a depender de alguns fatores, tais como topografia da região, rugosidade do solo, existência de obstáculos nas proximidades.



**Refleta**

Quais são os aspectos positivos do Brasil em relação ao tema energias renováveis? E em que aspectos o país precisa avançar?

Na escala da edificação, o método mais comum de geração de energia elétrica in loco é o sistema com células fotovoltaicas. Neste sistema, a energia é obtida através da conversão da energia solar em energia elétrica. Este sistema se tornou atraente, pois é silencioso, possui placas de fácil instalação e podem ser ocultadas na cobertura ou ser exibidas integradas ao projeto da edificação.



Os micro e minigeradores solares fotovoltaicos são sistemas de geração elétrica de pequena potência, instalados para produzir energia suficiente para alimentar uma residência ou um edifício, podendo chegar a alimentar uma indústria a depender da sua atividade.

Esse sistema pode funcionar de forma isolada em uma edificação ou conectada à rede pública de energia. Quando a instalação do sistema ocorre de forma isolada, a energia gerada pode ser acumulada em baterias. Em geral, os sistemas isolados são utilizados em locais distantes do centro urbanizado ou onde o custo de conexão à rede elétrica é alto. Já no caso do sistema interligado à rede pública, esta substitui ou complementa a energia elétrica convencional, ou seja, a eletricidade excedente é repassada automaticamente à rede pública. Segundo Dorigo, Pinto e Santos (2009) este sistema é constituído por células fotoelétricas, transformadores, cabeadamentos, inversores e sistemas de integração. Ele ressalta que as células fotoelétricas convencionais impedem a visibilidade entre áreas internas e externas e, por este motivo, geralmente são utilizados em fachadas cegas ou coberturas. A aplicação da tecnologia de placas fotovoltaicas translúcidas ou transparentes ainda se apresenta inviável em muitos casos devido aos altos custos envolvidos. Em qualquer desses sistemas é essencial que as placas sejam instaladas em superfícies privilegiadas e estrategicamente posicionadas para maior incidência dos raios solares.

Segundo Kwok e Grondzik (2013), a seleção da melhor estratégia para a geração de energia in loco dependerá de fatores, como o tipo e a localização do projeto, climas regionais e microclimas, o preço da energia elétrica e os possíveis incentivos fiscais e financeiros para energias renováveis.

A produção de energia mais eficiente requer investimentos em fontes alternativas, um dos principais caminhos para a sustentabilidade.

Caro aluno, você viu que o assunto consumo de energia nas edificações requer permanente aprimoramento do profissional. Este assunto é um dos principais temas da atualidade e se apresenta como um dos grandes desafios a ser enfrentado pelo setor da construção civil quer seja no setor produtivo ou de desenvolvimento de projetos e execução de obras.

Caro aluno, vamos agora resolver a situação proposta para essa seção? Lembre-se que você está trabalhando no lançamento de um novo empreendimento, que tem como foco a conservação da energia, uma grande responsabilidade. Os sócios da construtora esperam que o lançamento deste empreendimento demonstre à sociedade a preocupação da empresa com as questões ambientais. Um dos pontos fortes deste novo empreendimento é a adoção do sistema de geração de energia por meio de sistema com células fotovoltaicas. Como uma eficaz estratégia de venda, você realizará uma reunião com representantes de imobiliárias para explicar o que vem a ser o sistema fotovoltaico e quais os benefícios da sua instalação.

Na escala da edificação, o método mais comum de geração de energia elétrica in loco é o sistema com células fotovoltaicas. Neste sistema, a energia é obtida através da conversão da energia solar em energia elétrica. Este sistema tornou-se atraente, pois é silencioso, suas placas são de fácil instalação e podem ser ocultadas na cobertura ou ser exibidas integradas ao projeto da edificação.

Este sistema pode funcionar de forma isolada em uma edificação ou conectada à rede pública de energia. Quando a instalação do sistema ocorre de forma isolada, a energia gerada pode ser acumulada em baterias. Em geral os sistemas isolados são utilizados em locais distantes do centro urbanizado ou onde o custo de se conectar à rede elétrica é alto. Já no caso do sistema interligado à rede pública, esta substitui ou complementa a energia elétrica convencional, ou seja a eletricidade excedente é repassada automaticamente à rede pública. Este sistema é constituído por células fotoelétricas, transformadores, cabeamentos, inversores e sistemas de integração. Ele ressalta que as células fotoelétricas convencionais impedem a visibilidade entre áreas internas e externas e, por este motivo, geralmente são utilizados em fachadas cegas ou coberturas. É essencial que as placas sejam instaladas em superfícies privilegiadas e estrategicamente posicionadas para maior incidência dos raios solares.

A abordagem destas questões contribui para que você seja capaz de propor fontes renováveis de energia nas edificações.

## Avançando na prática

### Estratégias para economia de energia na etapa do projeto

#### Descrição da situação-problema

Foi apresentado a você, que atua profissionalmente no setor da construção civil, o desafio de propor medidas de economia de energia incorporadas ao projeto arquitetônico. O projeto será para uma residência de 350 m<sup>2</sup> localizada em Salvador (BA). Nesta cidade, o clima é quente e a temperatura média anual gira em torno dos 25 °C. Quais aspectos devem ser levados em conta na concepção do projeto para minimizar o consumo de energia elétrica, mas garantindo boas condições de iluminação e conforto térmico?

#### Resolução da situação-problema

O projeto deve levar em consideração as características locais, como: clima, direção dos ventos e topografia do terreno. Dentre as estratégias para obter melhores condições de iluminação e de ventilação para proporcionar conforto aos usuários da residência com menor consumo de energia estão:

- Prever ventilação cruzada.
- Utilizar materiais isolantes.
- Instalar veneziana e/ou brises nas janelas.
- Prever áreas de sombreamento com vegetação estrategicamente projetadas.
- Utilizar lâmpadas eficientes, entre outros.

## Faça valer a pena

**1.** São inúmeras as fontes de energia disponíveis no nosso planeta; estas se dividem em dois tipos: as fontes de energia renováveis e as não renováveis. Enumere a segunda coluna a partir da primeira, classificando corretamente as diferentes fontes de energia existentes.

Coluna 1

1. Fontes renováveis.
2. Fontes não renováveis.

## Coluna 2

- I. ( ) Energia do carvão.
- II. ( ) Energia eólica.
- III. ( ) Energia solar.
- IV. ( ) Energia do petróleo.
- V. ( ) Energia nuclear.
- VI. ( ) Energia das ondas das marés.

Assinale a alternativa que apresenta a sequência correta das afirmativas.

- a) I. (2); II. (1) ; III. (2) ; IV. (1); V. (2); VI. (1).
- b) I. (2); II. (1) ; III. (1) ; IV. (2); V. (2); VI. (1).
- c) I. (1); II. (1) ; III. (2) ; IV. (1); V. (2); VI. (1).
- d) I. (2); II. (2) ; III. (2) ; IV. (1); V. (2); VI. (1).
- e) I. (2); II. (1) ; III. (1) ; IV. (1); V. (1); VI. (1).

**2.** A eficiência energética é a forma mais efetiva de ao mesmo tempo reduzir os custos e os impactos ambientais locais e globais, o que contribui para o desenvolvimento sustentável do país. Sobre o conceito de eficiência energética é correto afirmar:

- I. Relação entre a quantidade de energia efetivamente utilizada em determinada atividade e a disponibilizada para sua realização.
- II. Trata-se da utilização da energia da melhor maneira possível, sem que se tenha que desfazer do conforto e dos benefícios que ela proporciona.
- III. A eficiência energética está nas medidas de redução de energia consumida, sem perda na qualidade, além da substituição de fontes de energia, com ganhos sistêmicos de eficiência.

Considerando a análise das asserções apresentadas, assinale a alternativa correta.

- a) Somente a asserção I está correta.
- b) Somente a asserção II está correta.
- c) Somente a asserção III está correta.
- d) As asserções I e III estão corretas.
- e) As asserções I, II e III estão corretas.

**3.** A obtenção da eficiência energética requer a adoção de soluções que visam a economia de energia. Dentre estas soluções estão:

- I. Ventilação e iluminação naturais.
- II. Adoção de energias renováveis.
- III. Utilização de materiais com baixo impacto ambiental.
- IV. Previsão de mecanismos de controle de consumo de energia.

Considerando a análise das asserções apresentadas, assinale a alternativa correta.

- a) Somente as asserções I e II estão corretas.
- b) Somente as asserções I, II e IV estão corretas.
- c) As asserções I, II, III e IV estão corretas.
- d) Somente as asserções I, III e IV estão corretas.
- e) Somente as asserções I, II e III estão corretas.

## Seção 3.3

### Gestão e gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil-RCC

#### Diálogo aberto

Quando pensamos em desenvolvimento sustentável, lembramos logo da gestão de resíduos sólidos. Há vários tipos de resíduos, dentre eles os resíduos oriundos da construção e demolição de edificações. O setor da construção civil tem se empenhado em gerenciar adequadamente estes resíduos, principalmente porque há exigências legais que exigem do setor uma nova postura. Em muitas cidades o licenciamento de obras exige a apresentação do Plano de Gerenciamento dos resíduos da construção civil (PGRCC).

Você foi convidado a assumir a gerência do setor de projetos e obras de uma construtora que atua há mais de vinte anos na sua cidade. Os sócios desta empresa esperam que você traga uma nova perspectiva de atuação para os empreendimentos a serem lançados, e você vem trabalhando desde então para oferecer projetos que sejam considerados sustentáveis ambientalmente, não é mesmo?

Além de se preocupar com o uso da água e da energia, na nova função de gerente, você precisa cuidar para que o gerenciamento dos resíduos da construção civil ocorra de forma adequada. Nas cidades em que serão lançados os novos empreendimentos, a apresentação do plano de gerenciamento de resíduos de construção civil (PGRCC) é uma das exigências para o licenciamento e, conseqüentemente, seu novo desafio na empresa. O empreendimento para o qual será elaborado o PGRCC trata-se de um condomínio de casas de campo, localizado distante do centro urbanizado, no entanto, dentro do perímetro urbano da cidade.

Para tanto, é necessário que você se aprofunde nas seguintes questões: quais são as etapas do gerenciamento dos RCC? Quais atividades/procedimentos são realizados em cada etapa? Para te ajudar a resolver essa atividade, você vai conhecer a classificação dos resíduos da construção civil e as etapas de gerenciamento, inclusive a destinação adequada destes resíduos. O conteúdo desta seção irá te ajudar a propor ações sustentáveis na gestão de resíduos

da construção civil, além de te preparar para a elaboração adequada do plano de gerenciamento desses resíduos.

Com base em seus estudos anteriores, consolide todas as informações e elabore a proposição das medidas de redução da água, de utilização de fontes renováveis nas edificações bem como o plano de gerenciamento dos resíduos da construção civil para o primeiro empreendimento a ser lançado pela construtora.

## Não pode faltar

O crescimento das cidades com as contínuas atividades de construção, reforma e demolição de edificações e de infraestrutura urbana, vem aumentando significativamente a geração de Resíduos da Construção Civil (RCC). No Brasil, os resíduos da construção civil representam cerca de 50% em massa dos resíduos sólidos urbanos (ANGULO et al., 2004). Conforme RIBEIRO et al. (2008), estima-se que a construção civil extraia algo entre 20 e 50% do total de recursos naturais consumidos pela sociedade. No Brasil, a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA nº 307/2002 (BRASIL, 2002, p. 1) apresenta a definição do termo Resíduo da Construção Civil, como sendo os resíduos sólidos “provenientes de construções, reformas, reparos e demolições, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos”. O significativo crescimento da produção destes resíduos, adicionado aos impactos decorrentes da gestão inadequada tem representado forte ameaça à sustentabilidade do planeta.

Parte da discussão sobre a sustentabilidade ambiental está relacionada ao ambiente construído e à forma de atuação da indústria da construção civil. Para Lima (2012) a atividade da construção civil tem grande impacto sobre o ambiente em razão do consumo de recursos naturais ou extração de jazidas, do consumo de energia elétrica nas fases de extração, transformação, fabricação, transporte e aplicação, e da consequente geração de resíduos decorrentes de perdas, desperdício e demolições, entre outros.

Diante disto, é necessário que a gestão e gerenciamento dos RCC tenham como premissa a sustentabilidade. Segundo Leite (1997), a diferenciação entre os termos gestão e gerenciamento está explicitada da seguinte forma: gestão de resíduos sólidos abrange

atividades referentes às tomadas de decisões estratégicas e à organização do setor para esse fim, envolvendo instituições, políticas, instrumentos e meios. Já o termo gerenciamento de resíduos está relacionado aos aspectos tecnológicos e operacionais da questão, envolvendo fatores administrativos, gerenciais, econômicos, ambientais e de desempenho e relaciona-se à prevenção, redução, segregação, reutilização, acondicionamento, coleta transporte, tratamento, recuperação de resíduos sólidos e destinação final.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) foi instituída por meio da publicação da Lei Federal 12.305/2010 (BRASIL, 2010) e representa principal marco regulatório para a gestão dos resíduos sólidos, com desenvolvimento sustentável como premissa. Ela tem como propósito subsidiar as ações para a solução dos atuais problemas na gestão dos resíduos sólidos. Esta política é constituída por princípios, objetivos e instrumentos, e estabelece responsabilidades tanto do poder público como dos geradores de resíduos sólidos.

Uma das inovações trazidas por um dos princípios da PNRS é o da visão sistêmica na gestão dos resíduos sólidos, que deve considerar as variáveis ambiental, social, cultural, econômica, tecnológica e de saúde pública. Este princípio requer uma compreensão global da gestão com base nas diversas dimensões e na interação entre elas.

Outra questão importante colocada para a gestão dos resíduos é o princípio da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos. Este princípio enfatiza a atribuição da responsabilidade de forma individualizada; no entanto, encadeada aos envolvidos, dentre eles estão os fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, consumidores e o poder público. Ou seja, a responsabilidade pela destinação dos resíduos é de todos os participantes da cadeia de produção e consumo.

A PNRS (BRASIL, 2010) apresenta diversos instrumentos, dentre eles a logística reversa, que imputa aos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de agrotóxicos, e suas embalagens (pilhas e baterias, pneus, óleos lubrificantes e suas embalagens, lâmpadas fluorescentes, e produtos eletroeletrônicos a implementarem procedimentos para retorno ao processo produtivo destes produtos pós-consumo.

Outro instrumento da PNRS é o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, exigido a todos os municípios e distrito federal como condição de acesso aos recursos da União. Este documento tem como finalidade estabelecer os programas e ações de forma a atender as demandas da comunidade, a partir de um diagnóstico da situação dos resíduos sólidos gerados.

Em 2002, a Resolução CONAMA 307 (BRASIL, 2002), que trata da questão dos resíduos da construção civil, definiu diretrizes para a gestão municipal dos RCC. Esta resolução definiu os geradores de RCC como sendo “pessoas, físicas ou jurídicas, públicas ou privadas, responsáveis por atividades ou empreendimentos que gerem resíduos de construção civil” (BRASIL, 2002, p. 2). O referido texto distingue os geradores de RCC como pequenos e grandes geradores. Os pequenos são aqueles que geram uma quantidade máxima de RCC estabelecida pela administração municipal de até 1.000 litros por gerador, equivalente a 1 m<sup>3</sup> de resíduos da construção civil por obra. Grandes geradores são pessoas físicas ou jurídicas que geram quantidade superior ao estabelecido pela administração municipal.

A Resolução CONAMA 448:2012 (BRASIL, 2012, p. 2) estabelece que os geradores de RCC devem ter como objetivo prioritário “a não geração de resíduos e, secundariamente, a redução, a reutilização, a reciclagem, o tratamento dos resíduos sólidos e a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos”. Esta hierarquia na gestão dos resíduos está compatível com os objetivos da Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010).

A resolução adota ainda a proibição da disposição desses resíduos em quaisquer outros locais que não sejam aterros específicos para essa finalidade, ou seja os RCC “não poderão ser dispostos em aterros de resíduos sólidos urbanos, em áreas de “bota fora”, em encostas, corpos d’água, lotes vagos e em áreas protegidas por lei” (BRASIL, 2010, p. 2). Quando não passíveis de aproveitamento imediato, devem ser enviados para aterros específicos, denominados de aterro de resíduos classe A que devem ser reservados para usos futuros.



As etapas do gerenciamento de RCC são: geração, coleta e transporte, triagem e destinação. A destinação inclui as possibilidades de reutilização, reciclagem ou a disposição final no solo.

A geração de resíduos sólidos ocorre em diversas etapas, a princípio no canteiro de obras, durante a manutenção, e finalmente na demolição das obras e edificações (JOHN, 2000). Estas fases foram abordadas por John e Agopyan (2000) ao estudarem o ciclo de vida da construção civil, resultando nas três fases em que os RCC podem ser gerados. Para eles, na fase de construção, os resíduos são provenientes das perdas decorrentes dos processos construtivos. Os autores ressaltam que parte destas perdas permanece incorporada nas construções, na forma de componentes, e outra parcela vai se converter em resíduo de construção. A redução das perdas geradas nesta fase reduziria a quantidade de material incorporada às obras, conseqüentemente reduziria a geração de resíduo nas fases de manutenção e demolição além de reduzir custos.

A segunda é a fase de manutenção, nesta a geração do RCC está associada a diversos procedimentos, tais como correção de defeitos, reformas ou modernização do edifício, que podem exigir demolições parciais, descarte de componentes que tenham se degradado e atingido o final da vida útil, necessitando ser substituídos. Os autores enfatizam que a geração de RCC poderia ser reduzida por meio da qualificação da mão de obra, evitando manutenções provocadas por defeitos, assim como pela elaboração de projetos mais flexíveis que permitiriam modificações nas construções sem a perda de materiais. Segundo os autores, a redução de resíduos na fase da demolição depende da tecnologia utilizada para demolição ou desmontagem que permita a reutilização dos componentes (JOHN e AGOPYAN, 2000).

Considerando a composição média dos RCC observa-se que grande parte dos materiais componentes é recuperável e pode ser reutilizada ou reciclada se for previamente segregada por categorias, de acordo com sua constituição, logo o potencial de reciclagem para o RCC é significativo.



Se grande parte dos resíduos da construção civil pode ser reutilizada ou reciclada, quais as formas de aproveitamento destes resíduos?

Leite (2001) ressalta que diversos fatores interferem na composição média dos resíduos de construção, dentre eles estão: a tipologia construtiva utilizada, as técnicas construtivas existentes e os materiais disponíveis em cada local. Além disso, a geração per capita de resíduos da construção civil pode variar a depender de fatores, tais como: grau de urbanização, tamanho da localidade, densidade populacional, potencial construtivo, nível de renda, padrões de consumo, nível socioeconômico da população, tipo e quantidade de recursos econômicos e tecnológicos disponíveis para a reciclagem, tratamento ou aproveitamento dos resíduos – assim como da capacidade de gestão institucional e seu grau de eficiência.

Para viabilizar o gerenciamento adequado dos RCC é necessário conhecer sua classificação. No Brasil, a classificação dos RCC é dada pela Resolução nº 307:2002 (BRASIL, 2002). Esta resolução classifica os RCC em quatro classes: A, B, C e D. A Resolução nº 348:2004 (BRASIL, 2004) complementa esta classificação, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos e a Resolução nº 431 de 2011 (BRASIL, 2011) altera a classificação do gesso da classe C para a classe B. Segundo VALENÇA (2008), esta classificação indica que para cada classe de resíduos deverá haver um gerenciamento adequado: segregação na origem, acondicionamento, coleta, transporte, tratamento e disposição final apropriada.

De acordo com a resolução CONAMA 307 (BRASIL, 2002 p. 3), “resíduos classe A são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados”. São exemplos desta classe de resíduos os gerados em “pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem” (BRASIL, 2002, p. 3). Na fase de construção, temos como oriundos das edificações os componentes cerâmicos, a argamassa e o concreto, resíduos oriundos de processos de fabricação de peças pré-moldadas em concreto que podem ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados. Além disso, os resíduos das demolições podem ser reutilizados ou encaminhados a áreas de aterro específico de RCC, que deverão ser dispostos de modo a permitir sua utilização ou reciclagem futura.

Os resíduos classe B são os resíduos recicláveis para outros destinos, "tais como plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros" (BRASIL, 2002, p. 3). Estes podem ser reutilizados ou encaminhados para reciclagem ou mesmo ser encaminhados para áreas de armazenamento ou disposição temporária. Os resíduos classe C são aqueles "para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação" (BRASIL, 2002, p. 3). Os resíduos classe D são considerados perigosos, tais como tintas, solventes, óleos, produtos que contenham amianto e os resíduos gerados em atividades médicas envolvendo radiologia, instalações industriais e outros. O gerenciamento destes resíduos requer cuidados especiais, por exemplo, o armazenamento, transporte, e destinação devem atender normas técnicas específicas.

Segundo Castro (2003), a construção civil vem sofrendo inúmeras alterações em seus processos e materiais, modernizando-se por meio da adoção de novos métodos construtivos e materiais de construção, assim como nas novas utilidades para antigos materiais. Para ele os processos de reciclagem também vêm sendo incorporados e objetivam o máximo de aproveitamento dos RCC, seja dentro ou fora da própria atividade construtiva.

Como possibilidades de aproveitamento de RCC dentro da própria obra, Grigoli (1999) cita algumas opções que não representariam risco para a edificação, tais como: utilização de resíduos cerâmicos para enchimento de degraus, contra piso de interiores, preparo de concreto para piso que receberá pouca carga, e outros. Nos canteiros de obra é comum a reutilização desses materiais em estado bruto, na forma de enchimentos ou pequenos aterros. Outras possibilidades para a utilização desses resíduos podem ocorrer quando da execução ou manutenção de estruturas viárias ou de sistemas de drenagem.

Outro aspecto importante é a destinação dos RCC, a resolução nº307/2002 (BRASIL, 2002), estabelece que os aterros para resíduos da construção civil devem visar à "reservação" dos RCC, dispostos com a intenção de sua futura utilização, no menor volume possível e sem causar danos ambientais ou sanitários. De acordo com a resolução 448:2012, os RCC "classe A deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados ou encaminhados a aterro de resíduos

classe A de reservação de material para usos futuros” (BRASIL, 2012, p. 2). Os resíduos da classe B deverão ser encaminhados para áreas de armazenamento ou disposição temporária, sendo dispostos de modo a permitir sua utilização ou reciclagem futura. Os da classe C e D devem ser armazenados, transportados e destinados conforme normas técnicas específicas. Os resíduos perigosos deverão ser destinados para Aterros de Resíduos Classe I.

O Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil é exigido no momento do licenciamento de atividades ou empreendimentos pelo órgão ambiental competente. A fase de planejamento dos RCC é essencial, para tanto elabora-se o plano de gerenciamento que é específico para cada obra. “Os Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil serão elaborados e implementados pelos grandes geradores e terão como objetivo estabelecer os procedimentos necessários para o manejo e destinação ambientalmente adequados dos resíduos.” (BRASIL, 2012, p. 1).

Na fase de planejamento de uma obra, é fundamental considerar aspectos que visem a minimização da geração de RCC, como a compatibilidade entre os diversos projetos: arquitetônico, estrutural, hidráulico, elétrico, etc. É importante que estes projetos contemplem a exatidão em relação a apresentação de cotas, níveis e alturas para evitar improvisações na obra, além da especificação clara dos materiais e componentes evitando reparos na obra. A falta de detalhamento nos projetos decorre em equívocos e retrabalhos na obra o que aumenta a geração de RCC. Segue uma sugestão de conteúdo para elaboração do Plano de gerenciamento de Resíduos da Construção Civil.

Inicia-se a elaboração do plano apresentando informações gerais do empreendimento, tais como identificação do empreendedor, do responsável técnico pela obra, da equipe responsável técnico pela elaboração do plano de RCC e pela elaboração dos projetos. Caracteriza-se o empreendimento: localização (endereço completo (croquis de localização)), caracterização do sistema construtivo, área total do terreno, área de projeção da construção e área total construída, quantidade de trabalhadores, incluindo os terceirizados e cronograma de execução da obra.

## **Etapas do Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil**

### **a) Caracterização e quantificação**

Nesta fase estima-se a geração de RCC conforme o cronograma de execução de obra. A caracterização é realizada com base na classificação das resoluções CONAMA 307/02 e 348/04, fundamental para identificação das possibilidades de aproveitamento dos resíduos RCC.

### **b) Minimização dos resíduos**

Descrever os procedimentos que serão adotados para minimização da geração dos RCC.

### **c) Segregação dos resíduos**

Descrevem-se os procedimentos quanto a segregação dos resíduos. A segregação deverá ser feita prioritariamente nos locais de origem dos resíduos, logo após a sua geração. Uma vez segregados, os resíduos deverão ser adequadamente acondicionados, em depósitos ou recipientes distintos, para que possam ser aproveitados no próprio canteiro de obras ou fora dele. A segregação, quando realizada por classe de resíduos conforme resoluções do CONAMA, potencializa a utilização futura desses resíduos.

A contaminação do resíduo compromete a sua reutilização e, em certos casos, até inviabiliza o posterior aproveitamento, dificultando o gerenciamento, ao mesmo tempo em que a segregação bem realizada assegura a qualidade do resíduo.

### **d) Acondicionamento e armazenamento**

Descrevem-se os procedimentos a serem adotados para acondicionamento dos resíduos sólidos de forma a garantir a integridade dos materiais. É importante que os locais de armazenamento sejam constituídos de materiais adequados aos resíduos que serão armazenados. Tais locais devem ser devidamente identificados. Descreva no plano as características construtivas dos locais de armazenamento (dimensões, capacidade volumétrica, material construtivo, etc.).



Os dispositivos de condicionamento mais utilizados na construção civil são *bags*, bombonas e caçambas estacionárias.

### e) Transporte interno

Descreve-se os procedimentos com relação ao transporte interno, vertical e horizontal dos RCC. Segundo Lima (2009), o transporte interno dos RCC entre o condicionamento inicial e final geralmente é feito por carrinhos, elevadores de carga, guas e guinchos.

### f) Reutilização e reciclagem

Descrever os procedimentos que serão adotados para reutilização e reciclagem dos RCC. Deve-se atentar para as recomendações das normas técnicas, para que os materiais estejam enquadrados no padrão de qualidade por elas exigidos. São exemplos de aplicação de agregados reciclados: confecção de pavimentos para pisos, alvenaria, concretos e argamassas, bases para pisos de concreto sem função estrutural, confecção de blocos de concreto, etc.

### g) Transporte externo

Identifica-se a empresa licenciada para a realização do transporte dos resíduos, os tipos de veículos e equipamentos a serem utilizados, bem como a previsão de frequência de coleta. O transporte dos RCC em geral é realizado por uma empresa terceirizada utilizando caminhões poliguindastes que transportam as caçambas. É importante que haja o controle das destinações dos RCC. Este documento contém a identificação do gerador, da empresa que realiza os serviços de transporte, bem como da unidade de destinação final.

### h) Transbordo de Resíduos

Localização: endereço completo (croquis de localização).

### i) Destinação dos resíduos

Descrever os procedimentos que deverão ser adotados com relação à destinação dos RCC por classe de acordo com a

Resolução CONAMA 307:2002. Apresentar carta de viabilidade de recebimento/destinação de empresa licenciada para destinação ou de Área de Triagem e Transbordo – ATT da classe/tipo de resíduo.

Os RCC classe A deverão ser encaminhados para áreas de triagem e transbordo, áreas de reciclagem ou aterros da construção civil. Já os resíduos classe B podem ser comercializados com empresas ou associações de catadores de materiais recicláveis ou até mesmo serem usados como combustível para fornos e caldeiras. Para os resíduos das categorias C e D, as etapas de segregação, transporte, armazenamento e destinação deverão atender normas técnicas pertinentes.

#### **j) Comunicação e educação sócio ambiental**

Descrever as ações educativas dos trabalhadores com o intuito de sensibiliza-los quanto a minimização, reutilização e reciclagem dos RCC.

#### **k) Cronograma de implantação do plano de gerenciamento de RCC**

Apresentar o cronograma de implantação do plano para todo o período da obra.



**Pesquise mais**

Saiba mais sobre o gerenciamento adequado dos resíduos da construção civil, lendo a publicação do CREA/PR. Disponível em: <[http://creaweb.crea-pr.org.br/WebCrea/biblioteca\\_virtual/downloads/cartilhaResiduos\\_baixa.pdf](http://creaweb.crea-pr.org.br/WebCrea/biblioteca_virtual/downloads/cartilhaResiduos_baixa.pdf)>. Acesso em: 2 dez. 2017.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) publicou em 2004 cinco normas relacionadas aos resíduos da construção civil. Três destas normas apresentam uma descrição de áreas de triagem e transbordo, áreas de reciclagem e aterro de resíduos da construção civil. A primeira delas, a NBR 15112 (ABNT, 2004a) apresenta as diretrizes para projeto, implantação e operação de áreas de triagem e transbordo, a segunda a NBR 15113 (ABNT, 2004b) refere-se às diretrizes para projeto, implantação e operação de aterros. Por fim, a NBR 15114 (ABNT, 2004c) estabelece diretrizes para projeto, implantação e operação de áreas de reciclagem.

As outras duas normas publicadas neste ano são relacionadas a critérios para uso de agregados reciclados; a NBR 15115 (ABNT, 2004d) refere-se a procedimentos para execução de camadas de pavimentação utilizando agregados reciclados de resíduos da construção. E a norma NBR 15116 (ABNT, 2004e) que apresenta requisitos para utilização em pavimentos e preparo de concreto sem função estrutural com agregados reciclados de resíduos da construção.

Caro aluno, você teve a oportunidade de conhecer aspectos importantes quanto a sustentabilidade na construção civil, quando tratamos da importância da economia da água da necessidade da redução do consumo de energia e dos resíduos da construção civil. Temos muito a contribuir para a sustentabilidade nas nossas práticas diárias não é mesmo? Com certeza os conteúdos estudados influenciarão a sua atuação profissional.

### **Sem medo de errar**

Você foi convidado a assumir a gerência do setor de projetos e obras de uma construtora que atua há mais de vinte anos na sua cidade. Os sócios desta empresa esperam que você traga uma nova perspectiva de atuação para os empreendimentos a serem lançados. O objetivo é oferecer empreendimentos que sejam considerados sustentáveis ambientalmente.

Na nova função de gerente você precisa cuidar para que o gerenciamento dos resíduos da construção civil ocorra de forma adequada. Nas cidades em que serão lançados os novos empreendimentos a apresentação do plano de gerenciamento de resíduos é uma das exigências para o licenciamento. Para tanto é necessário que você se aprofunde nas seguintes questões: o que é o plano de gerenciamento de resíduos da construção civil? Qual o seu conteúdo?

Quando a realização de uma obra é importante atentar para o gerenciamento dos resíduos da construção civil, realizar o seu planejamento é fundamental e deve ter como premissa a não geração dos resíduos. O planejamento dos resíduos deve estar inserido na logística das atividades realizadas em um canteiro de obras, com a definição das áreas de segregação, armazenamento, acesso de veículos para retirada dos resíduos.

Diversas cidades já exigem a apresentação do Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil para o licenciamento de obras e demolição. Este plano é um documento que apresenta informações da geração e dos procedimentos a serem realizados nas etapas do gerenciamento dos resíduos. Neste documento é importante estimar o volume de resíduos a ser gerado e classificá-los com base nas Resoluções do CONAMA 307/02 e 348/04. Esta estimativa de geração deve estar compatibilizada com o cronograma de execução de obra para subsidiar o dimensionamento das áreas de armazenamento e frequência de coleta de resíduos.

A geração é uma informação necessária para avaliar a possibilidade de reaproveitamento dos resíduos. A forma de segregação, acondicionamento e armazenamento destes resíduos são essenciais para a viabilidade de aproveitamento futuro dos RCC. Neste plano descreve-se também como serão realizados o transporte dos resíduos, e ressalta-se que o gerador deve manter os documentos que comprovem a contratação de empresa devidamente licenciada para o transporte e destinação dos resíduos.

É importante que este documento apresente as ações em relação a minimização, reutilização e reciclagem dos resíduos, além da necessidade de atender aos requisitos apresentados nas normas técnicas para a utilização dos resíduos e agregados reciclados.

A capacitação é essencial para a efetiva implantação do plano. Neste documento devem estar descritas a forma de sensibilização e capacitação dos trabalhadores envolvidos.

Com base no conteúdo estudado, nas seções desta unidade, agora você deve elaborar um relatório contendo medidas de redução da água, de utilização de fontes renováveis nas edificações bem como o plano de gerenciamento dos resíduos da construção civil para o primeiro empreendimento a ser lançado pela construtora.

Bom trabalho!

### Destinação dos resíduos da construção civil I

#### Descrição da situação-problema

A elaboração de plano de gerenciamento dos resíduos da construção civil é uma das alternativas de atuação profissional na área da engenharia e arquitetura. Você se especializou no assunto e já vem desenvolvendo este documento há algum tempo. Para dar conta dos contratos de tais planos, você convidou um colega de profissão a ajudá-lo na elaboração deste documento. Você já explicou a ele que os RCC têm uma classificação própria de acordo com resoluções do CONAMA, precisando orientá-lo em relação à destinação adequada destes resíduos.

A questão a ser discutida com sua coleta de trabalho é: qual a destinação adequada dos resíduos da construção civil?

#### Resolução da situação-problema

De acordo com a resolução CONAMA 307/2002, os resíduos da construção civil devem ser destinados de acordo com a sua classificação. Os resíduos classe A, deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados, ou encaminhados a áreas de aterro de resíduos da construção civil, sendo dispostos de modo a permitir sua utilização ou reciclagem futura. Os resíduos da classe B deverão ser encaminhados para áreas de armazenamento ou disposição temporária, sendo dispostos de modo a permitir sua utilização ou reciclagem futura. Os da classe C e D devem ser armazenados, transportados, e destinados conforme normas técnicas específicas. Os resíduos perigosos deverão ser destinados para Aterros de Resíduos Classe I.

## Faça valer a pena

**1.** De acordo com a resolução 307 (BRASIL, 2002):

I. Resíduos classe A são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados. São exemplos desta classe de resíduos os gerados em pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem. Podem ser reutilizados ou encaminhados a áreas de aterro de resíduos sólidos da construção civil, desde que dispostos de modo a permitir sua utilização ou reciclagem futura.

II. Resíduos classe B são os resíduos recicláveis para outros destinos, tais como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros. Estes podem ser reutilizados ou encaminhados para reciclagem ou mesmo ser encaminhados para áreas de armazenamento ou disposição temporária.

III. Resíduos classe C são considerados perigosos são aqueles contaminados, tais como: tintas, solventes, óleos e produtos que contenham amianto.

IV. Resíduos classe D são aqueles para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação.

Considerando a análise das asserções apresentadas, assinale a alternativa correta.

- a) Somente as asserções I e II estão corretas.
- b) Somente as asserções I, II e IV estão corretas.
- c) As asserções I, II, III e IV estão corretas.
- d) Somente as asserções I, III e IV estão corretas.
- e) Somente as asserções I, II e III estão corretas.

**2.** Na construção civil, a geração de resíduos sólidos ocorre em diversas etapas, a princípio na fase de construção, durante a manutenção e finalmente na demolição das obras. Sobre este assunto, complete V para a asserção verdadeira e F para asserção falsa.

1. ( ) Na fase de construção (canteiros de obras), os resíduos são provenientes das perdas decorrentes dos processos construtivos. Parte destas perdas permanece incorporada nas construções e a outra parcela vai se converter em resíduo de construção.

2. ( ) Na fase de manutenção a geração do RCC está associada a diversos procedimentos, tais como correção de defeitos, reformas ou modernização do edifício, que podem exigir demolições parciais, descarte de componentes

que tenham se degradado e atingido o final da vida útil, necessitando ser substituídos.

3. ( ) Na fase da demolição: a produção de RCC ocorre em função da demolição, a redução dos resíduos gerados por esta fase depende da tecnologia utilizada para demolição ou desmontagem que permita a reutilização dos componentes.

Assinale a alternativa que apresenta a sequência correta das afirmativas:

- a) 1.V-2.F-3.F.
- b) 1.F-2.F-3.F.
- c) 1.F-2.V-3.V.
- d) 1.V-2.F-3.V.
- e) 1.V-2.V-3.V.

**3.** Resíduo da Construção Civil, são os “provenientes de construções, reformas, reparos e demolições, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos” (BRASIL, 2002 p.1). Sobre a composição dos resíduos da construção civil, complete V para a asserção verdadeira e F para a asserção falsa.

1. ( ) Considerando a composição média dos RCC de canteiros de obra, observa-se que grande parte dos materiais componentes é recuperável e pode ser reutilizada ou reciclada, se for previamente segregada por categorias, de acordo com sua constituição. Logo, o potencial de reciclagem para o RCC é significativo.

2. ( ) A geração per capita de resíduos da construção civil não varia de uma cidade para outra. A geração média estimada é de 500 kg/hab/ano.

3. ( ) A geração de RCC, bem como a composição destes resíduos, está relacionada às perdas de materiais que ocorrem nos canteiros de obras.

Assinale a alternativa que apresenta a sequência correta das afirmativas:

- a) 1.V-2.F-3.F.
- b) 1.F-2.F-3.F.
- c) 1.F-2.V-3.V.
- d) 1.V-2.F-3.V.
- e) 1.V-2.V-3.V.

# Referências

ABREU, Wagner G. de. **Manutenção predial sustentável**: diretrizes e práticas em shopping centers. 2012. 150 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFF, Niterói, 2012.

ANGULO, S. C. et al. Caracterização de agregados de resíduos de construção e demolição reciclados separados por líquidos densos. In: Conferência latino-americana de construção sustentável. São Paulo. **Anais**. São Paulo: PCC/USP, 2004. Disponível em: <[http://www.reciclagem.pcc.usp.br/ftp/caract\\_liquidos%20densos\\_angulo%20et%20al.pdf](http://www.reciclagem.pcc.usp.br/ftp/caract_liquidos%20densos_angulo%20et%20al.pdf)>. Acesso em: 27 nov. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15112. **Diretrizes para projeto, implantação e operação de áreas de triagem e transbordo**. Rio de Janeiro, 2004a.

\_\_\_\_\_. NBR 15113. **Diretrizes para projeto, implantação e operação de aterros**. Rio de Janeiro, 2004b.

\_\_\_\_\_. NBR 15114. **Diretrizes para projeto, implantação e operação de áreas de reciclagem**. Rio de Janeiro, 2004c.

\_\_\_\_\_. NBR 15115. **Procedimentos para execução de camadas de pavimentação utilizando agregados reciclados de resíduos da construção**. Rio de Janeiro, 2004d.

\_\_\_\_\_. NBR 15116. **Requisitos para utilização em pavimentos e preparo de concreto sem função estrutural com agregados reciclados de resíduos da construção**. Rio de Janeiro, 2004e.

\_\_\_\_\_. NBR 15900. **Água para amassamento do concreto – Parte 1**. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.

BASSOI, Lineu J.; GUAZELLI, Milo R. Controle ambiental da água. In: **Curso de gestão ambiental**. Arlinod Phillippi Jr. et al. (Ed.). Barueri: Manole, 2004.

BAZZARELLA, Bianca B. **Caracterização e aproveitamento de água cinza para uso não potável em edificações**. 2005. 165 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Centro Tecnológico, UFES, Vitória, 2005.

BENITE, Anderson. **Emissões de carbono e a construção civil**. São Paulo: CTE (Centro de Tecnologia de Edificações), 2011.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Eficiência energética e conservação de energia**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/clima/energia/eficiencia-energetica>>. Acesso em: 24 mar. 2015.

\_\_\_\_\_. Ministério das Minas e Energia: **Política nacional de eficiência energética**. Brasília, 2011. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/documents/10584/1432134/Plano+Nacional+Efici%C3%Aancia+Ener%C3%A9tica+%28PDF%29/74cc9843-cda5-4427-b623-b8d094ebf863?version=1.1>>. Acesso em: 17 nov. 2017.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010b.** Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-010/2010/lei/l12305.htm)>. Acesso em: 25 nov. 2017.

\_\_\_\_\_. **Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002.** Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>>. Acesso em: 1 mar. 2012.

\_\_\_\_\_. **Resolução CONAMA nº 348, de 16 de agosto de 2004.** Altera a Resolução CONAMA n. 307, de 5 de julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=449>>. Acesso em: fev.2018.

\_\_\_\_\_. **Resolução CONAMA nº 431, de 24 de maio de 2011.** Altera o art. 3º da Resolução n. 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, estabelecendo nova classificação para o gesso. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=649>>. Acesso em: 28 fev. 2018.

\_\_\_\_\_. **Resolução CONAMA nº 448, de 18 de janeiro de 2012.** Altera os arts. 2º, 4º, 5º, 6º, 8º, 9º, 10º, 11º da Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=672>>. Acesso em: fev. 2018.

\_\_\_\_\_. **Resolução CONAMA nº 348, de 16 de agosto de 2004.** Altera a Resolução CONAMA n. 307, de 5 de julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=449>>. Acesso em: fev. 2018.

\_\_\_\_\_. Portaria nº 518, de 25 de março de 2004. Legislação para águas de consumo humano. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil.** Brasília, DF, 26 de mar. 2004. Seção 1.

BURKE, J.; ORNSTEIN, R. **O presente do fazedor de machados:** os dois gumes da história da cultura humana. Pedro Jorgensen Jr. (trad.). Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.

CASTRO, Luiz. O. A. **Destinação dos resíduos de construção e demolição na área insular do Município de Santos e seus impactos sanitários e ambientais.** 2003. 141 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Ambiental). Faculdade de Saúde Pública, USP, São Paulo, 2003.

CORBELLA, Oscar; CORNER, Viviane. **Manual de arquitetura bioclimática tropical para a redução do consumo energético.** 2. ed. Rio de Janeiro: Revan, 2015.

DORIGO, Adriano L.; PINTO, Cleverson L. da S.; SANTOS, Cícero B. Utilização de fontes renováveis de energia no campus da Universidade Tuiuti. In: **Revista Ciência e Cultura.** n. 42. Curitiba, 2009. p. 151-167.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Plano Nacional de Energia – 2030**. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/PNE/Forms/Empreendimento.aspx>> Acesso em: 17 jan. 2011.

GRIGOLI, A. S. Entulho de obra: reciclagem, e consumo na própria obra que o gerou. In: Seminário desenvolvimento sustentável e a reciclagem na construção civil. São Paulo. **Anais**. São Paulo: IBRACON, 1999.

HINRICHS, Roger A; KLEINBACH, Merlin; REIS, Lineu B. dos. **Energia e meio ambiente**. 4. ed. Lineu Bérico dos Reis, Flávio Maron Vichi, Leonardo Freire de Mello (trad.). São Paulo: Cengage Learning, 2010.

JOHN, Vanderley M. **Reciclagem de resíduos na construção civil**: contribuição a metodologia de pesquisa e desenvolvimento. 2000. 102 f. Tese (Livre Docência). Escola Politécnica, USP, São Paulo, 2000.

JOHN, Vanderley. M.; AGOPYAN, V. Reciclagem de resíduos da construção. In: **Seminário reciclagem de resíduos sólidos domésticos**. São Paulo: PCC/USP, 2000. Disponível em: <[http://www.ietsp.com.br/static/media/media-files/2015/01/23/LV\\_Vanderley\\_John\\_-\\_Reciclagem\\_Residuos\\_Construcao\\_Civil.pdf](http://www.ietsp.com.br/static/media/media-files/2015/01/23/LV_Vanderley_John_-_Reciclagem_Residuos_Construcao_Civil.pdf)>. Acesso em: 28 fev. 2018.

KEELER, Marian; BURKE, Bill. **Fundamentos de projeto de edificações sustentáveis**. Porto Alegre: Bookman, 2010.

KWOK, Alison G.; GRONZIK, Walter T. **Manual de arquitetura ecológica**. Porto Alegre: Bookman, 2013.

LAMBERTS, Roberto et al. **Casa eficiente**: uso racional da água. v. 3. Disponível em: <[http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/publicacoes/livros/CasaEficiente\\_vol\\_III\\_WEB.pdf](http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/publicacoes/livros/CasaEficiente_vol_III_WEB.pdf)>. Acesso em: 12 nov. 2017. Florianópolis: UFSC/LabeeE, 2010.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando O. R. **Eficiência energética na arquitetura**. São Paulo: Pro Livros, 2004.

LEAL, Ubiratan. Ciclo da água na edificação. **Revista Técnica**, v. 9, n. 48, 2000. Disponível em: <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/48/artigo285178-1.aspx>>. Acesso em: 27 fev. 2018.

LEITE, Wellington C. A. **Estudo da gestão de resíduos sólidos**: uma proposta de modelo tomando a unidade de gerenciamento de recursos hídricos (UGRHI-5). 1997. Tese (Doutorado em Engenharia Hidráulica e Saneamento). Escola de Engenharia, USP, São Paulo, 1997.

LEITE, M. B. **Avaliação de propriedades mecânicas de concretos produzidos com agregados reciclados de resíduos da construção e demolição**. 2001. 270 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Escola de Engenharia, UFRGS, Porto Alegre, 2001.

LIMA, Rosimeire M. S. R; LIMA, Ruy R. R. **Guia para elaboração de projeto de gerenciamento de resíduos da construção civil**. Conselho Regional de Engenharia e Agronomia-CREA/PR. Disponível em: <[http://creaweb.crea-pr.org.br/WebCrea/biblioteca\\_virtual/downloads/cartilhaResiduos\\_baixa.pdf](http://creaweb.crea-pr.org.br/WebCrea/biblioteca_virtual/downloads/cartilhaResiduos_baixa.pdf)>. Acesso em: 2 de dez. 2017. Curitiba, 2009.

LIMA, Rosimeire. M. S. R. **Sistema de avaliação da gestão integrada de resíduos da construção civil na esfera municipal**. 2012. 174 f. Tese (Doutorado em Saúde Pública). Faculdade de Saúde Pública, USP, São Paulo, 2012.

MAY, Simone. **Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações**. 2004. 189 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Escola Politécnica, USP, São Paulo, 2004.

\_\_\_\_\_. **Caracterização, tratamento e reúso de águas cinzas e aproveitamento de águas pluviais em edificações**. 2009. 223 f. Tese (Doutorado em Engenharia). Escola Politécnica, USP, São Paulo, 2009.

OLIVEIRA, Lúcia. H. **Tecnologias para otimização do uso da água no domicílio** (relatório parcial). Programa de pesquisa em saúde e saneamento. Fundação Nacional de Saúde – FUNASA. Goiânia, 2005.

RIBEIRO, S. et al. Inventário dos resíduos da construção civil na região metropolitana de São Paulo. In: **Simpósio internacional de qualidade ambiental**, 6. Anais. Porto Alegre: ABES, 2008.

VALENÇA, Mariluce. Z. **Resíduos da construção civil: o papel das empresas de coleta e transporte de entulho de obras para uma gestão integrada e sustentável na cidade do Recife, a partir da Resolução CONAMA 307/2002**. 2008. 149 f. Dissertação (Mestrado em Gestão e Políticas Ambientais). UFPE, Recife, 2008.



# Diretrizes para sustentabilidade das edificações

## Convite ao estudo

Construção sustentável é um conceito bastante discutido, no entanto, há consenso de que ela deve ser concebida considerando todo o ciclo de vida do empreendimento, com estratégias previstas desde a etapa de projeto e de planejamento da obra. Uma construção sustentável deve considerar também aspectos relacionados à sua manutenção e operação, ou seja, deve-se considerar o consumo de recursos naturais durante o tempo de vida útil de uma edificação. Apesar da importância deste assunto, a maioria das edificações não foi concebida sob o enfoque da sustentabilidade. Diretrizes de sustentabilidade deveriam ser incorporadas em obras públicas e privadas, no entanto, são poucas as projetadas com este enfoque. Diretrizes de sustentabilidade para a contratação de projetos e serviços de engenharia, se exigidas pela administração pública, mudariam, com certeza, esta situação.

O prefeito da sua cidade é formado em Engenharia Civil e sempre foi muito preocupado com os impactos ambientais decorrentes das atividades do setor da construção. Agora, como prefeito eleito, ele pretende estabelecer diretrizes mais sustentáveis para as edificações da sua cidade, de forma que haja menos impactos ao ambiente e menos conflito entre os munícipes advindos das atividades atreladas à construção e ao uso das edificações.

Para tanto, criou-se um grupo de trabalho composto por funcionários de várias secretarias que têm como incumbência traçar diretrizes sustentáveis para os canteiros de obras, projetos, execução e operação/uso das edificações. Na primeira reunião, o prefeito participou e colocou os seguintes

questionamentos para nortear o trabalho desta equipe: quais diretrizes devem ser atendidas pelas empresas contratadas pela prefeitura para construção e elaboração de projetos de obras públicas?

O conteúdo desta unidade apresenta vários aspectos relacionados à sustentabilidade nas edificações e foi organizado em três seções. Na Seção 1, serão apresentados aspectos e impactos ambientais que podem ocorrer nos canteiros de obras; na Seção 2, você conhecerá as diretrizes de sustentabilidade para projetos de edificações e, por fim, você verá, na Seção 3, aspectos relacionados à execução e ao uso das edificações.

Você, como profissional do grupo de trabalho da prefeitura, deverá realizar as análises necessárias para traçar as diretrizes sustentáveis para os canteiros de obras, projetos, execução e operação/uso das edificações da sua cidade.

Mãos à obra!

## Seção 4.1

### Diretrizes para a gestão ambiental de canteiro de obras

#### Diálogo aberto

Obras da construção civil geram diversos impactos ambientais que podem contaminar o solo, o ar e a água, além de interferir na fauna e flora e causar incômodos à vizinhança.

Na prefeitura de sua cidade, há um canal de comunicação com a população. Por meio dele aparecem diversos tipos de reclamação, por exemplo: entulho jogado em fundos de vale, poeira emitida por canteiro de obras, poluição causada pelas indústrias, caminhões de carga e descarga estacionados em vias públicas, entre outros. Devido ao grande número de reclamações, o prefeito solicitou que a primeira tarefa do grupo de trabalho fosse pensar em como os canteiros de obras poderiam tornar-se mais sustentáveis. O grupo então começou a colocar em discussão as seguintes questões. Nesse contexto, como minimizar os impactos ambientais em relação aos recursos naturais? Como evitar ou minimizar os incômodos à vizinhança? Como evitar o descarte inadequado de resíduos sólidos?

Para ajudá-lo nesta atividade, você conhecerá, nesta seção, aspectos e impactos ambientais advindos de atividades desenvolvidas em canteiros de obras, além de ações de planejamento e diretrizes sustentáveis em canteiros de obras. Nesse sentido, este conteúdo contribuirá para que você apresente diretrizes de sustentabilidade em canteiro de obras.

Bons estudos!

#### Não pode faltar

Caro aluno, para introduzir o conteúdo desta seção, é necessário entender os elementos e as atividades que, de maneira geral, estão presentes nos canteiros de obras.

A NR 18 (MTE, 2002) define o canteiro de obras como sendo a "área de trabalho fixa e temporária, onde se desenvolvem operações

de apoio e execução de uma obra". Já Maia e Souza (2003) o apresentam como um local no qual são alocados todos os recursos necessários para a produção da obra, como a mão de obra, os materiais e/ou equipamentos. Além disso, um canteiro de obras deve respeitar requisitos de gestão, produtividade, racionalização do uso de materiais e segurança do trabalho.

Souza et al. (1997) apresentam uma listagem que contém os principais elementos presentes nos canteiros de obras de construção de edifícios, agrupados da seguinte forma:

1. Os ligados à produção: central de argamassa, pátio de armação (corte/dobra/pré-montagem), central de formas, central de pré-montagem de instalações, central de esquadrias e central de pré-moldados.

2. De apoio à produção: almoxarifado de ferramentas, estoque de conexões, almoxarifado de empreiteiros, estoque relativo ao elevador, estoque de areia, estoque de esquadrias, estoque de argamassa intermediária, estoque de tintas, silo de argamassa pré-misturada a estoque de metais, seco, estoque de louças, estoque de cal em sacos, estoque de barras de aço, estoque de cimento em sacos, estoque de compensado para estoque de argamassa industrializada, formas, em sacos, estoque de passarela para estoque de tubos, concretagem.

3. Sistemas de transporte com decomposição de movimento: transporte na horizontal (carrinho, porta-paleta, dumper e bobcat) e transporte na vertical (sarilho, talha, guincho de coluna, elevador de obras).

4. Sistemas de transporte sem decomposição de movimento: guias, torre fixa, torre móvel sobre trilhos, torre giratória, torre ascensional, guindastes sobre rodas ou esteiras e bombas de argamassa e de concreto.

5. De apoio técnico e ou administrativo: escritório do engenheiro e estagiário, sala de reuniões, escritório do mestre e técnico, escritório administrativo, recepção / guarita e chapeira de ponto.

6. Áreas de vivência: alojamento, cozinha, refeitório, ambulatório, sala de treinamento/alfabetização, área de lazer, instalações sanitárias, vestiário e lavanderia.

7. Outros elementos: entrada de água, entrada de luz, coleta de esgotos, portão de materiais, portão de pessoal e stand de vendas.

O planejamento do canteiro é fundamental para a organização e segurança de uma obra, o que resulta em benefícios tanto operacionais quanto econômicos. Quando devidamente planejada, uma obra será mais eficiente, pois contribui para o cumprimento de prazos e metas, podendo resultar em redução de custos e melhoria da qualidade da construção. Além disso, deve-se ter especial atenção com a elaboração do layout, que deve estar compatibilizado com a logística das operações relacionadas ao recebimento e à movimentação de materiais e trabalhadores, da localização estratégica das instalações provisórias, dos locais de estocagem dos materiais e equipamentos e das áreas de produção.



### Pesquise mais

Saiba mais sobre o planejamento de canteiro de obras, lendo as páginas 5-25, da apostila Planejamento de canteiro de obras, disponível em: <<http://docente.ifrn.edu.br/valtencirgomes/disciplinas/projeto-e-implantacao-de-canteiro-de-obras/apostila-de-planejamento-de-canteiro-de-obra/view>>. Acesso em: 3 abr. 2018.

Um canteiro bem planejado reduz movimentações desnecessárias de trabalhadores e de transporte de materiais, além de ser organizado e evitar obstruções no trajeto de movimentação de materiais, equipamentos e pessoal, reduzindo os acidentes.

O planejamento de um canteiro de obras promove operações mais eficientes e seguras e contribui para a motivação dos empregados. Ressalta-se também a necessidade de atentar para oferecer boas condições ambientais, de conforto e de segurança aos trabalhadores, e atendimento a NR 18, a qual apresenta os requisitos quanto às condições e ao meio ambiente de trabalho na indústria da construção.

Planejar os canteiros de execução de obras é fundamental para garantir condições ambientais, de segurança e de conforto aos trabalhadores. Dentre as ações de planejamento em canteiros de obras, estão:

- Separação dos materiais (tipo, uso e vencimento).
- Utilização de baias para estocagem de britas e areias.
- Treinamento da equipe para manutenção da limpeza diária da obra.

- Horários específicos para subida e descida de material.
- Horários específicos para visitas dos proprietários à obra.

Uma das preocupações para obtenção de uma construção sustentável é a sustentabilidade no canteiro de obras. Para tanto, é necessário identificar os aspectos e impactos ambientais decorrentes das atividades que acontecem nos canteiros de obras, a fim de propor diretrizes para a minimização dos impactos negativos causados ao meio ambiente.

A gestão sustentável de um canteiro de obras requer a elaboração de um diagnóstico composto pela identificação dos aspectos e impactos ambientais significativos que podem ocorrer em cada obra.



### Assimile

O aspecto é o elemento de ligação entre a atividade, o produto ou o serviço e suas consequências ambientais, ou seus impactos (SÁNCHEZ; HACKING, 2002).

Segundo Degani (2003, p. 151), os aspectos e impactos ambientais podem ser verificados a partir das macroatividades ao longo de todo o ciclo de vida dos edifícios. São elas: investigação do terreno, preparação do terreno, atividades de produção, gestão de recursos humanos, gestão de suprimentos (escritório e almoxarifado), atividades de manutenção e reabilitação (incluindo as tarefas de correção de falhas, reposição de componentes, manutenção de equipamentos e sistemas, modernização e reabilitação), descarte de resíduos sólidos, descarte de efluentes líquidos, recebimento de materiais no canteiro, comportamento dos usuários – atividades relacionadas ao uso do imóvel (vivência) e atividades de desmonte.

A partir destas atividades e de suas interfaces com o meio ambiente, Degani (2003, p. 153) identificou os seguintes aspectos ambientais gerados na construção de edifícios: geração de resíduos tóxicos (resíduos de adesivos, tintas, óleo, baterias, biocidas – madeira, sulfatos da dissolução do gesso), geração de resíduos sólidos, desperdício de materiais, lançamento não monitorado, descarte de recurso renovável, emissão de vibração, emissão de ruído, impermeabilização do solo, lançamento de fragmentos, emissão de material particulado, consumo e desperdício de água,

consumo e desperdício de energia elétrica, consumo de recursos naturais e manufaturados, queima de combustíveis não renováveis, uso da via pública, supressão da vegetação, rebaixamento do lençol freático, remoção de edificações, emprego de mão de obra, risco de geração de faíscas onde há gás disperso, mudança de uso do imóvel, risco de vazamento de gás CFC, desprendimento no ambiente interno de gases, fibras, partículas e outros, troca de gases insuficiente e circulação de ar deficiente, consumo e desperdício de gás, risco de perfuração de redes públicas (água, esgoto e gás), risco de desmoronamento e vazamento ou derramamento de produtos químicos.

Araújo (2009, p. 44), a partir dos aspectos ambientais identificados por Degani (2003), gerou uma divisão em quatro temas:

1. Recursos.
2. Incômodos e poluições.
3. Resíduos.
4. Infraestrutura do canteiro de obras.

O primeiro tema desta divisão (recursos) está relacionado ao consumo de recursos incluindo a perda incorporada, o consumo e desperdício de água e o de energia. Para a autora, consumo de recursos está atrelado ao consumo de materiais, produtos e componentes e perdas incorporadas. A consequência deste aspecto está no esgotamento de jazidas, na escassez da água e no uso de combustíveis fósseis para geração de energia, e na geração de resíduos sólidos.

Quanto ao segundo tema (incômodos e poluições), este está relacionado às atividades de transformação da produção. Segundo Araújo (2009, p. 45), nele são incluídos aspectos referentes à geração de resíduos perigosos, à geração de resíduos sólidos, à emissão de vibração, à emissão de ruídos, ao lançamento de fragmentos, à emissão de material particulado, à renovação do ar, ao manejo de materiais perigosos e ao risco de geração de faíscas, nas quais há gases dispersos, desprendimento de gases, fibras e outros.

Quanto aos resíduos perigosos, são possíveis consequências a contaminação dos resíduos inertes, os impactos ao meio físico na obra e os riscos à saúde e segurança dos trabalhadores, da vizinhança e da sociedade. Já com relação aos resíduos não perigosos, estes também podem causar incômodos à vizinhança devido ao aumento

do tráfego de veículos e transporte de caçambas, ou da disposição inadequada em lotes vagos próximos à obra, além da possibilidade de carreamento de sólidos aos corpos de água e emissão de material particulado em suspensão. Outro aspecto é com relação à vibração causada pelo funcionamento de equipamentos e máquinas que pode provocar danos à saúde do trabalhador e à vizinhança, ou até mesmo patologias, tais como trincas em lajes, vigas ou pilares, e alteração das condições de segurança das fundações nas edificações vizinhas.

A emissão de ruídos é um ponto importante que tem como consequência a poluição sonora, podendo causar danos à saúde do trabalhador e da vizinhança. Já o lançamento de fragmentos é outro aspecto que pode causar riscos ao trabalhador, à vizinhança, aos transeuntes, aos veículos e às edificações adjacentes.

Para Araújo (2009, p. 51), a emissão de particulados pode gerar “patologias nas edificações tais como a corrosão de metais, danos a pedras calcárias, concretos, argamassas, superfícies pintadas, etc.” Para a autora, durante a demolição de edificações e escavações, podem ocorrer vazamentos de gases devido à perfuração de tubulações, ou mesmo desprendimento de gases, que pode gerar explosões e incêndios. Ressalta ainda que durante a execução de uma obra podem acontecer desprendimentos de gases, material particulado, fibras, vapores, entre outros, os quais causam efeitos nocivos à saúde do trabalhador e da vizinhança.

Com relação à renovação deficiente do ar, a autora ressalta que pode ocorrer a elevação dos níveis de poluentes nos ambientes internos.

No item incômodos e poluições, Araújo (2009) apresenta que quanto ao manejo de materiais perigosos, especial cuidado deve-se ter, pois estes podem ocasionar diversas doenças respiratórias, além de queimaduras e dermatoses, devido ao contato com cimento, óleos, solventes, graxas, etc.

No terceiro tema (resíduos), o aspecto abordado trata da perda de materiais por entulho, sobre o qual a autora ressalta que a geração de entulho representa custos elevados e impacta o ambiente de duas formas: no consumo dos produtos desnecessariamente e no aumento dos volumes que serão enviados às áreas de destinação.

Quanto ao manejo dos resíduos, a autora pontua que é necessária a devida caracterização destes, contemplando sua identificação

e quantificação, sempre com base nas resoluções do Conama, uma vez que a caracterização incorreta prejudicará as etapas subsequentes do gerenciamento. Já o acondicionamento deve acontecer o mais rápido possível, após a geração, com o intuito de assegurar as boas condições para a reutilização e reciclagem. Com relação ao transporte desses resíduos, Araújo (2009) ressalta que se pode gerar dois tipos de impactos: os relacionados ao aumento da circulação de veículos e equipamentos e o acondicionamento inadequado dos resíduos a serem transportados.

Já com relação aos impactos decorrentes da destinação inadequada dos resíduos, estes refletem diretamente no aumento do consumo de recursos, na necessidade de mais área de aterros, deposições irregulares, etc., além de impactar negativamente o ambiente. Como já mencionado, deve-se atentar ao manejo e à destinação de resíduos perigosos, pois eles podem ocasionar diversas formas de poluição e contaminação, trazendo consequências à saúde e segurança dos trabalhadores e da vizinhança. Com relação à queima de resíduos no canteiro, além de ser uma prática proibida por causa dos impactos provocados pela emissão de gases tóxicos, deteriora a qualidade do ar.

Por fim, no quarto tema (infraestrutura do canteiro de obras), Araújo (2009) enfatiza os aspectos relacionados às construções provisórias do canteiro de obras para o desenvolvimento das atividades de produção, de apoio, de vivência, etc. São abordados, neste tema, os pontos referentes à remoção de edificações, à supressão da vegetação, ao risco de desmoronamentos, à existência de ligações provisórias (exceto águas servidas), ao esgotamento de águas servidas, ao risco de perfuração de redes, à geração de energia no canteiro, à existência de construções provisórias, à impermeabilização de superfícies, à ocupação da via pública, ao armazenamento de materiais, à circulação de materiais, equipamentos, máquinas e veículos e à manutenção e limpeza destes.

Quanto ao item remoção de edificações, dentre as suas consequências, podemos citar a exposição do solo sob a edificação, que induz a processos erosivos; a alteração da qualidade paisagística, uma vez que se retira uma edificação previamente existente; a alteração do tráfego nas vias locais; e os riscos aos quais a vizinhança se expõe (ARAÚJO, 2009).

Para Araújo (2009), a emissão de ruídos, de vibrações e de material particulado, o manejo de resíduos perigosos e o desprendimento de gases e fibras são aspectos gerados pela atividade de demolição, e não uma consequência da remoção de edificações.

O aspecto supressão da vegetação pode causar alteração da qualidade paisagística, além de gerar um processo dinâmico de alteração do ecossistema local, o que resulta em riscos à fauna e flora. Quando se retira a vegetação, ocorre a exposição das camadas do solo, podendo iniciar um processo erosivo, que apresenta como consequências desmoronamentos, acidentes, entupimento do sistema de drenagem, etc.

Os desmoronamentos em uma obra podem ocorrer por diversos motivos e representam perigo de acidentes, envolvendo trabalhadores, no caso de soterramento, por exemplo, e também há o risco de danos às edificações vizinhas, reduzindo a segurança das pessoas que habitam no entorno.

As ligações provisórias de água e energia, quando executadas sem projeto ou por profissionais não qualificados, podem trazer graves consequências aos trabalhadores e à vizinhança de um canteiro de obras, devido à ocorrência de choque elétrico e água contaminada, por exemplo.

O esgotamento de águas servidas, quando executado de forma inadequada, pode incorrer em vazamentos e resultar na percolação do esgoto no solo e provocar a contaminação das águas subterrâneas e superficiais. Já no caso da ligação indevida do esgotamento na rede de drenagem ocorrerá a poluição das águas superficiais, representando riscos à saúde da população, além de provocar mau cheiro e proliferação de vetores.

Outro aspecto possível de acontecer em canteiro de obras é a perfuração de redes, que causa incômodos à comunidade devido à necessidade de interrupção do fornecimento de água ou gás para execução de consertos.

A geração de energia no canteiro, através do uso de geradores de combustão, pode causar a emissão de gases e ruídos, incorrendo, além de riscos à saúde e segurança dos trabalhadores, incômodos à vizinhança.

As construções provisórias em canteiros de obras são destinadas à vivência e ao apoio, podendo vir a afetar a qualidade paisagística

do local. Tais instalações devem atender requisitos de salubridade para não afetar a saúde e segurança dos funcionários.

Em geral, os canteiros de obras aumentam a impermeabilização de superfícies, resultando na perda da eficiência do ciclo hidrológico. A redução da infiltração de água no solo também interfere no escoamento da água, o que acarreta a sobrecarga das redes de drenagem, que podem causar enchentes e o surgimento de processos erosivos.

É muito comum a ocupação da via pública por caçambas e veículos nas proximidades dos canteiros de obras, fato este que gera incômodos à vizinhança devido à falta de disponibilidade de vagas para estacionar, sujidades e intensificação do tráfego.

Segundo Araújo (2009, p. 62), as atividades em um canteiro de obras intensificam a circulação de equipamentos, máquinas e veículos, o que pode ocasionar diversos impactos, dentre eles: a deterioração da qualidade do ar, devido à emissão de gases e material particulado; a poluição sonora, decorrente da geração de ruídos do funcionamento dos equipamentos; os incômodos à vizinhança; e a alteração das condições de segurança do entorno, inclusive, com danos a edificações existentes.

A manutenção e limpeza de ferramentas, equipamentos, máquinas e veículos são atividades frequentes em um canteiro de obras. Estas, quando realizadas em local inadequado, podem gerar a contaminação do solo em função do derramamento de óleo, produtos de limpeza, etc.



## Assimile

Segundo a Resolução Conama 001/1986, o conceito de impacto ambiental é:

**[...] qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população; II - as atividades sociais e econômicas; III - a biota; IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; V - a qualidade dos recursos ambientais.**



A partir da identificação dos aspectos ambientais, é possível verificar as alterações nos meios físico, biótico e antrópico.

Segundo Degani (2003), os impactos ambientais identificados na construção de edifícios, de acordo com os meios físico, biótico e antrópico, estão representados no Quadro 4.1.

Quadro 4.1 | Impactos ambientais na construção de edifícios

Meio físico (solo)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alteração das propriedades físicas do solo.</li> <li>• Contaminação química do solo.</li> <li>• Indução de processos erosivos.</li> <li>• Esgotamento de jazidas minerais.</li> </ul>
Meio físico (ar)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deterioração da qualidade do ar.</li> <li>• Poluição sonora.</li> </ul>
Meio físico (água)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alteração da qualidade das águas superficiais.</li> <li>• Aumento da quantidade de sólidos.</li> <li>• Poluição das águas subterrâneas.</li> <li>• Alteração dos regimes de escoamento.</li> <li>• Escassez de água.</li> </ul>
Meio biótico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interferências na fauna.</li> <li>• Interferências na flora.</li> <li>• Alteração na dinâmica dos ecossistemas.</li> </ul>
Meio antrópico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alteração da qualidade paisagística.</li> <li>• Escassez de energia elétrica.</li> <li>• Alteração nas condições de saúde.</li> <li>• Incômodo para a comunidade circunvizinha.</li> <li>• Alteração do tráfego nas vias locais.</li> <li>• Pressão sobre serviços urbanos.</li> <li>• Alteração nas condições de segurança na circunvizinhança.</li> <li>• Danos a bens edificados.</li> <li>• Aumento no volume dos aterros de resíduos.</li> <li>• Geração de emprego e renda.</li> <li>• Aumento das despesas do município e/ou empresa.</li> <li>• Interferência na drenagem urbana.</li> <li>• Perda de solos férteis.</li> <li>• Dinamização econômica.</li> </ul>

Fonte: adaptado de Degani (2003).

Esses impactos podem variar, dependendo de cada empreendimento, das especificidades do entorno do seu porte, das atividades desenvolvidas e da tecnologia adotada.

Além disso, é essencial a identificação e o atendimento aos requisitos legais e outras regulamentações para a devida adequação das atividades desenvolvidas em um canteiro de obras.



**Reflita**

Como podemos tornar os canteiros de obras mais sustentáveis?

Após a verificação dos aspectos e impactos ambientais, é possível traçar diretrizes sustentáveis em canteiro de obras, visando minimizar os impactos negativos para o meio ambiente e reduzir incômodos à vizinhança. Essas diretrizes foram agrupadas em relação aos recursos, aos incômodos e poluições e aos resíduos.

### **Com relação aos recursos**

- Consumo de recursos: incorporar critérios de sustentabilidade na seleção e contratação de produtos e fornecedores, priorizar o uso de materiais locais e renováveis, além de utilizar embalagens que podem ser reutilizadas ou recicladas.
- Consumo e desperdício de água: utilizar dispositivos de redução de pressão, apropriar-se de tecnologias e componentes economizadores de água, fazer uso de medidores individuais de controle de água, e utilizar fontes alternativas, como o sistema de coleta de águas pluviais.
- Consumo e desperdício de energia: utilizar energia renovável, equipamentos e lâmpadas mais eficientes, fazer uso de sensores de presença, prever ventilação cruzada nas instalações provisórias e realizar manutenção periódica dos equipamentos.

### **Com relação aos incômodos e poluições**

- Resíduos sólidos: gerenciar os resíduos sólidos adequadamente, inclusive, os perigosos, e maximizar o aproveitamento dos materiais e produtos, de forma que reduza a necessidade de cortes, evitando a geração de resíduo sólidos.

- Emissão de vibrações: sempre que possível, evitar a emissão de vibrações. Quando inevitável, realizar atividades que causam vibração em horários que geram menos incômodos à vizinhança. Além disso, utilizar equipamentos e maquinários que reduzem a emissão de vibrações.
- Emissão de ruídos: Andrade (2004) propõe as seguintes ações, as quais visam a redução de incômodos: realizar atividades em períodos que causem menos incômodos à vizinhança, instalar silenciadores em escapamentos de veículos, manter veículos e equipamentos desligados quando não estiverem em uso, localizar estrategicamente as áreas de produção de ruídos e vibrações, de forma que minimize incômodos aos trabalhadores e à vizinhança, incentivar o uso de dispositivos de proteção acústica de ferramentas, máquinas e veículos e prever as barreiras físicas, a fim de minimizar ruídos entre as fontes emissoras e receptoras.
- Lançamento de fragmentos: utilizar dispositivos que evitem o lançamento de fragmentos, como redes de proteção.
- Emissão de material particulado: No caso de demolição de edificações, Rezende (2007) apresenta que se deve aspergir água por meio de mangueiras ou outro dispositivo acoplado aos equipamentos durante a demolição. Para o autor, como medida de prevenção e controle durante atividades de movimentação de terra, deve-se, sempre que possível, manter as áreas em escavação umedecidas. Já no caso de transporte de solo, ele ressalta que os caminhões devem sempre ser cobertos com lona. Além disso, a lavagem dos pneus dos caminhões periodicamente é outra medida que evita a sujeira das ruas do entorno do canteiro.
- Risco de geração de faíscas onde há gases dispersos: evitar atividades que possam gerar faíscas próximas aos locais em que ocorre vazamentos de gases, a fim de evitar incêndios e explosões.
- Desprendimento de gases, fibras e outros: evitar o uso de materiais tóxicos que emitam compostos orgânicos voláteis e fibras, não utilizar materiais que tenham amianto em sua composição e evitar o uso de matérias/produtos que incluam sílica, lãs minerais, etc.

- Renovação do ar: atender requisitos da NR 18 (MTE, 2002) com relação às atividades em locais confinados, visando a segurança e saúde dos trabalhadores.
- Manejo de materiais perigosos: Araújo (2009, p. 108) ressalta que se deve:

elaborar um protocolo de ação, no caso de derramamento de substâncias perigosas; oferta de treinamento aos funcionários quanto ao significado dos símbolos e pictogramas de risco impressos nas etiquetas; atender todas as recomendações de uso dadas pelos fabricantes; fornecer equipamentos de proteção adequados aos trabalhadores; armazenar os materiais perigosos em local seguro e com acesso controlado.



### Com relação aos resíduos

- Resíduos sólidos: implementar Plano de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil (PGRCC) com foco na minimização dos RCC e destinação adequada dos resíduos.



### Exemplificando

O Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) é exigido no momento do licenciamento de atividades ou empreendimentos.

- Perda de materiais por entulho: evitar desperdícios no desenvolvimento das atividades no canteiro de obras, além de deslocamentos no canteiro, detalhar projetos para evitar erros e retrabalhos e armazenar os materiais adequadamente para evitar quebras excessivas, etc.

### Sem medo de errar

Você foi convocado a integrar um grupo de trabalho que tem como objetivo traçar diretrizes sustentáveis para os contratos de construção e projeto de obras públicas. A primeira tarefa refere-se às diretrizes para os canteiros de obras em relação

à redução dos impactos ambientais decorrentes do uso dos recursos, dos incômodos à vizinhança e destinação dos resíduos da construção civil.

Com **relação à sustentabilidade e aos recursos naturais**, é importante que a compra dos materiais de consumo da obra adote alguns critérios, como a seleção de materiais que são produzidos nas proximidades. Sempre que possível, utilize materiais renováveis e observe se o seu fornecedor trabalha com embalagens que podem ser reutilizadas ou recicladas.

Com **relação ao consumo e desperdício de água no canteiro de obras**, priorize a utilização de dispositivos de redução de pressão e/ou outras tecnologias e componentes economizadores de água, medidores individuais de controle desta, separando a água consumida nas áreas de vivência do canteiro com aquela utilizada na produção, com o intuito de ter mais informação sobre o real consumo para propor estratégias de economia, além de implantar o sistema de coleta de águas pluviais.

Já com **relação ao consumo e desperdício de energia**, utilizar, sempre que possível, energia renovável, equipamentos e lâmpadas mais eficientes, sensores de presença em diversos locais da obra, prever ventilação cruzada nas instalações provisórias para melhorar as condições de conforto dos trabalhadores e realizar manutenção periódica dos equipamentos e veículos.

Com **relação aos incômodos e poluições**, é fundamental implantar um gerenciamento adequado dos resíduos sólidos e ações voltadas à minimização dos resíduos. Deve-se evitar atividades que emitem vibrações em determinados horários que causem transtornos à vizinhança, além de utilizar equipamentos e maquinários que reduzem a emissão de vibração. A emissão de ruídos pode ser minimizada com a instalação de silenciadores em equipamentos e veículos; uma estratégia é localizar as áreas de trabalho em locais que minimizem os incômodos aos trabalhadores e à vizinhança. Uma forma de evitar o lançamento de fragmentos, principalmente em edifícios, é a instalação de redes de proteção.

Já com **relação a emissão de material particulado**, temos, como exemplo, a aspersão de água durante a demolição. Nas atividades de movimentação de terra, deve-se manter as áreas de escavação umedecidas, e, no transporte de solo, deve-se mantê-lo coberto

com lona. Outra medida é a lavagem dos pneus dos caminhões periodicamente ao saírem do canteiro.

Nesse contexto, vale ressaltar que se deve evitar atividades de geração de faíscas onde há gases dispersos, a fim de impossibilitar o risco de incêndios e explosões.

A prevenção do desprendimento de gases, fibras e outros começa pela escolha dos materiais. Nesse sentido, deve-se evitar o uso de materiais tóxicos, que emitam compostos orgânicos voláteis e fibras, de matérias/produtos que incluam sílica, lãs minerais, etc., além daquelas que tenham amianto em sua composição.

Deve-se atender às normas técnicas regulamentadoras em relação ao quesito renovação do ar, principalmente no que se refere ao desenvolvimento de atividades em locais confinados.

O manejo de materiais perigosos deve ser cuidadoso e seguir protocolo de ação. No caso de acidente com derramamento de substâncias perigosas, os trabalhadores devem ser devidamente capacitados para a função e devem ser fornecidos os equipamentos de proteção adequados aos trabalhadores.

Com **relação aos resíduos**, deve-se implementar um plano de gerenciamento dos resíduos da construção civil específico para cada obra, com foco na minimização dos RCC e destinação adequada dos resíduos.

Em resumo, esses itens são fundamentais para implementação de uma gestão sustentável em canteiro de obras.

## Avançando na prática

### Planejamento de um canteiro de obras.

#### Descrição da situação-problema

Você trabalha em uma construtora como engenheiro responsável pela execução de obras. Daqui a 60 dias, você iniciará a execução de um edifício de 15 andares e precisará realizar o layout deste canteiro. Nesse contexto, quais áreas devem ser previstas para realização deste layout?

## Resolução da situação-problema

Devem ser previstas as seguintes áreas:

1. Local para instalações provisórias destinadas ao conforto dos funcionários, como refeitórios e sanitários.
2. Local para armazenamento de insumos e materiais de construção.
3. Local para armazenamento de barras de ferro e tubos de PVC.
4. Local para preparação de massas e concretos.
5. Local de armazenamento de ferramentas.
6. Local para armazenamento de resíduos sólidos.
7. Área de carga e descarga.
8. Almoxarifado para guarda de peças, entre outros.

A NR 18 apresenta uma série de diretrizes relacionada aos aspectos administrativos de planejamento e segurança referentes às condições de trabalho na indústria da construção. Considerada de grande importância no setor, esta norma objetiva garantir melhores condições de trabalho e a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos de segurança compatíveis com a fase, o tipo e o porte da obra.

### Faça valer a pena

**1.** Quando se planeja adequadamente um canteiro de obras, obtém-se melhor aproveitamento do espaço físico e maior segurança e eficiência das atividades desenvolvidas. Sobre o planejamento de canteiros de obras, são realizadas as seguintes afirmativas:

I. O planejamento do canteiro contempla a elaboração do *layout* que deve estar compatibilizado com a logística das operações relacionadas ao recebimento e à movimentação de materiais e trabalhadores, à localização estratégica das instalações provisórias, dos locais de estocagem dos materiais e equipamentos, e às áreas de produção.

II. O planejamento de um canteiro de obras promove operações mais eficientes e seguras, além de contribuir para a motivação dos empregados.

III. Um canteiro bem planejado aumenta a necessidade de movimentação de trabalhadores e de transporte de materiais, pois torna a obra mais dinâmica.

Considerando a análise das asserções apresentadas, assinale a alternativa correta.

- a) Somente as afirmativas II e III estão corretas.
- b) Somente as afirmativas I e II estão corretas.
- c) As afirmativas I, II e III estão corretas.
- d) Somente as afirmativas I e III estão corretas.
- e) Somente a afirmativa III está correta.

**2.** A gestão sustentável de um canteiro de obras requer a elaboração de um diagnóstico com a identificação dos aspectos e possíveis impactos ambientais significativos que podem ocorrer na execução de obras. São aspectos ambientais identificados em execução de obras:

- I. Emissão de material particulado.
- II. Consumo e desperdício de água e energia elétrica.
- III. Uso da via pública.
- IV. Supressão da vegetação.

Considerando a análise das asserções apresentadas, assinale a alternativa correta.

- a) Somente as afirmativas II e III estão corretas.
- b) Somente as afirmativas I e II estão corretas.
- c) As afirmativas I, II e III estão corretas.
- d) As afirmativas I, II, III e IV estão corretas.
- e) Somente a afirmativa III está correta.

**3.** Com base na identificação dos aspectos ambientais, é possível verificar as alterações ambientais nos meios físico, biótico e antrópico. A seguir, analise as asserções referentes aos impactos ambientais de acordo com os meios apresentados e complete com (V), para a asserção verdadeira, e (F), para a falsa.

- I. ( ) São exemplos de impactos que causam alterações no meio físico: alteração das propriedades físicas do solo, deterioração da qualidade do ar, poluição das águas subterrâneas e esgotamento de jazidas minerais.
- II. ( ) São exemplos de impactos que causam alterações no meio biótico: incômodo para a comunidade circunvizinha, alteração do tráfego nas vias locais e pressão sobre serviços urbanos.

III.( ) São exemplos de impactos que causam alterações no meio antrópico: interferências na fauna e na flora e alteração na dinâmica dos ecossistemas.

Assinale a alternativa que apresenta a sequência correta das afirmativas.

- a) I-V, II-V e III-V.
- b) I-V, II-V e III-F.
- c) I-V, II-F e III-F.
- d) I-F, II-V e III-V.
- e) I-F, II-F e III-F.

## Seção 4.2

### Diretrizes de sustentabilidade para projeto de edificações

#### Diálogo aberto

A sustentabilidade é um tema bastante discutido no setor da construção civil, pois envolve um grande número de agentes. Neste cenário, apresenta-se como desafio o desenvolvimento de projetos que incorporam o conceito de sustentabilidade.

Devido ao insuficiente número de projetistas no quadro próprio da prefeitura, o prefeito autorizou a contratação de empresas para elaboração de projetos para três escolas. Ele solicitou ao grupo de trabalho que estabelecesse diretrizes sustentáveis - exigidas nas contratações das empresas - para elaboração desses projetos, além de estabelecer critérios para escolha de locais para a implantação destas escolas.

Sendo assim, estabelecer diretrizes de sustentabilidade para elaboração de projetos é a segunda tarefa do seu grupo de trabalho. Nesse contexto, foram apontados os seguintes questionamentos para discussão do grupo: o que considerar na escolha do local? Quais são as diretrizes de sustentabilidade referentes ao uso racional dos recursos naturais, da qualidade ambiental interna da edificação? Quais são as características do projeto e seus aspectos socioeconômicos?

Para responder essas questões, esta seção abordará diversos aspectos relacionados a esse tema. Sendo assim, aprofunde neste assunto e se prepare para os desafios e as oportunidades que possam surgir.

Bons estudos!

#### Não pode faltar

As cidades são o resultado da interação do homem com o meio. A arquitetura reflete o contexto histórico-cultural da sociedade em que está inserida, acompanhando os avanços tecnológicos e recursos disponíveis em determinado período. Em outras palavras,

cada movimento arquitetônico cria uma nova linguagem e uma nova interpretação da arquitetura para os projetistas, de acordo com as características determinantes do contexto histórico em que estão inseridos.

Nas últimas décadas, a preocupação da sociedade com a preservação do meio ambiente levou-a exigir que vários processos de produção de bens e serviços considerassem a sustentabilidade ambiental como fator determinante em seus processos, incluindo os projetos das mais variadas edificações.



### Assimile

A sustentabilidade emergiu como um processo de modificações. Nesse processo, o uso dos recursos naturais, para investimentos e desenvolvimento tecnológico, foi voltado para a conservação destes, de forma a atender não somente às necessidades atuais, mas também às necessidades das futuras gerações, conforme conceito de sustentabilidade definido no relatório de Brundtland (1987).

As edificações representam uma das principais fontes geradoras de degradação ambiental das últimas décadas. Isto ocorre devido ao intenso consumo de materiais e recursos que são gastos durante sua construção e manutenção. Diante desta situação e dos atuais índices de poluição decorrentes das diversas etapas do ciclo de vida de uma edificação, a sustentabilidade tornou-se um conceito que deve estar incorporado também ao projeto arquitetônico. Nesse contexto, o arquiteto tem o desafio de projetar construções sustentáveis.

Todavia, apesar das exigências da sociedade e da importância que a sustentabilidade representa na atualidade, vários projetistas ainda a ignoram e não a incorporam em seus projetos. Na maioria das vezes, esta situação é decorrente da falta de conscientização e da carência prática e teórica do profissional frente às novas tendências arquitetônicas consoantes com a preservação ambiental.

Felizmente, há arquitetos que já incorporaram a visão sustentável em seus projetos, cujas consequências da edificação são positivas ao meio ambiente. Para Yeang (2001), o projeto ecológico deve buscar o menor impacto ambiental e considerar a edificação em todo seu ciclo de vida: produção, construção, funcionamento e recuperação.

Desconstruindo antigos paradigmas que ditavam que a arquitetura estava pronta quando construída, agora, o arquiteto deve considerar também a fase de manutenção, demolição e recuperação da edificação, fato este que exige do profissional um papel ativo com maiores responsabilidades, uma vez que, para executar o projeto ecológico, ele precisa incorporar novas diretrizes e tecnologias para uma postura proativa em relação às questões ambientais, sociais e econômicas.

Além disso, a sustentabilidade está intimamente ligada aos aspectos sociais de seu povo, uma vez que, para que seja implementada, deve-se considerar as tradições culturais e habilidades artesanais e tecnológicas daquela sociedade.

Ultimamente, todos estão focados em projetar com baixo consumo energético, mas não podemos esquecer que a arquitetura também desempenha um papel importante na geração e manutenção do bem-estar da sociedade. Para tanto, a arquitetura sustentável deve ser analisada como componente social, econômico, estético, cultural, etc., ao se criar projetos que são benéficos tanto para o meio ambiente quanto para seus habitantes.



**Refleta**

Quais aspectos devem ser considerados no projeto para que ele seja considerado sustentável?

A partir de uma análise das diretrizes propostas para incorporar os conceitos de sustentabilidade na projeção de edifícios residenciais multifamiliares e comerciais em Florianópolis (TRIANA, 2005), é possível compreender as categorias que devem ser incorporadas para que o projeto se torne sustentável:

- a) A escolha de um entorno sustentável.
- b) O uso racional dos recursos naturais,
- c) A manutenção da qualidade ambiental interna da edificação.
- d) As características do projeto e seus aspectos socioeconômicos.

Com relação à escolha de um entorno sustentável, este deve estar de acordo com os critérios de sustentabilidade ambiental, priorizando restaurar áreas degradadas ou ocupar áreas já

urbanizadas, pois, dessa forma, maiores gastos com implantação de infraestrutura são evitados. Além disso, não se deve ocupar áreas de preservação permanente (APP), áreas de preservação com uso limitado ou áreas destinadas à agricultura. Nesse sentido, é fundamental também a adequação do projeto com o plano diretor municipal, além de atender às leis federais, estaduais, municipais e ambientais pertinentes.

Recomenda-se ainda que a implantação do projeto não aconteça em locais passíveis de inundação ou muito próximos de mananciais de abastecimento humano, uma vez que se evita, dessa forma, a poluição hídrica.

Sempre que possível, as vias públicas de um loteamento devem ser projetadas no mesmo sentido das curvas de nível, evitando aclives acentuados e grandes movimentações de terra. Deve-se também evitar a retirada da cobertura vegetal do terreno, pois ela possibilita maior permeabilidade do solo e impossibilita processos de erosão.

No que tange à escolha da vegetação, prioriza-se o emprego de plantas nativas ou aquelas que se adaptem bem ao clima local, propiciando sombreamento adequado e o desenvolvimento de um microclima, o qual ameniza as temperaturas urbanas de seu entorno. Além disso, faz-se necessário salientar que a arquitetura deve sempre voltar-se para a adaptação aos elementos naturais existentes em seu local de implantação.

O projeto deve buscar soluções no sentido de propiciar boa capacidade de drenagem da água no terreno, a fim de manter seu encaminhamento natural, de forma que o fluxo não prejudique a edificação nem venha a causar enchentes ou inundações. Nesse sentido, com o intuito de aumentar a área permeável, o projeto ecológico busca utilizar a menor taxa de ocupação possível permitida em lei.

Na implantação de uma edificação, é fundamental priorizar o pedestre e incentivar o uso de transportes alternativos, uma vez que esta estratégia contribuirá para a redução da poluição e economia de recursos. O arquiteto pode prever fácil acesso aos pedestres preferencialmente por meio da criação de caminhos que não se misturem com as vias utilizadas pelos veículos, garantindo-lhes maior segurança. Com relação ao estímulo ao uso de transportes alternativos, uma alternativa seria facilitar a

parada do transporte público, prevendo recuos para o acesso e estacionamento de veículos. Dessa forma, reduziria as distâncias a serem percorridas pelos pedestres e os encorajaria a utilizar o sistema de transporte público.

Outra técnica para incentivar o uso de bicicletas, especialmente em condomínios horizontais, seria a implantação de ciclovias entremeadas com vegetação que proporcionem maior conforto devido às áreas sombreadas, ou bicicletários com vestiários e duchas em edifícios comerciais ou institucionais.

Outro aspecto relevante do edifício com o entorno é relacionado à harmonia com a paisagem urbana local, onde deve haver compatibilidade com a escala, a volumetria, as cores, os materiais empregados, etc.

Com relação ao uso racional dos recursos naturais, algumas considerações são importantes de serem destacadas: a água é um dos recursos essenciais para a vida, senão o mais importante, utilizado para o consumo, a irrigação, a manutenção dos ecossistemas, a geração de energia, etc. No entanto, a quantidade potável disponível é limitada, sendo fundamental pensar a edificação com mecanismos que possibilitem o uso racional deste recurso, seja pela redução do consumo de água potável, ou pela redução do consumo de uso geral de água de um edifício.

É importante ressaltar a importância de propiciar a infiltração da água de chuva no terreno da edificação, pois a impermeabilização do solo, devido às grandes construções, impede esta infiltração, contribuindo para a escassez de água potável. Nesse sentido, o cuidado com as áreas de mananciais de abastecimento humano ganha importância, pois o aumento da urbanização cada vez mais coloca em risco a preservação destas áreas devido aos desmatamentos, à impermeabilização do solo, ao descarte inadequado de resíduos, à poluição por agrotóxicos, à ligação clandestina de esgotamento no sistema de drenagem urbana, etc.

Antes de propor um sistema de reaproveitamento da água, há a necessidade de avaliar sua viabilidade que dependerá da quantidade de água potável e não potável, necessária para a edificação, e do espaço disponível para sua instalação. No caso de sistema de aproveitamento da água proveniente da chuva, este tem sido empregado tanto em pequenos quanto em grandes empreendimentos.

Outro objetivo principal do projeto sustentável consiste no uso racional da energia dentro da edificação. Basicamente, os fatores que devem ser cuidados dentro da edificação para reduzir o consumo de energia são: o consumo na iluminação, o desempenho térmico da edificação, que pode criar necessidade de condicionamento artificial, a energia gasta para aquecimento de água e a energia gasta em aparelhos de condicionamento térmico e eletrodomésticos. Tais fatores de consumo de energia podem ser minimizados com a maximização da iluminação natural, com o uso de sistemas de iluminação artificial mais eficientes e integrados, de energia solar para aquecimento de água e de aparelhos mais eficientes.

Visando melhor desempenho térmico da edificação e otimização do uso da luz natural, há a necessidade do uso de estratégias bioclimáticas no projeto que, com base nas zonas climáticas, possibilitam a escolha mais adequada em relação aos componentes da edificação, como tipo de pisos, paredes, esquadrias, coberturas, etc.

Recomenda-se que parte da energia a ser consumida em um edifício seja proveniente de fonte renovável, como a energia solar, eólica, hidráulica de baixo impacto ambiental, proveniente da biomassa ou do biogás. A eletricidade de um edifício pode ser obtida, por exemplo, através do emprego de painéis fotovoltaicos. Neste sistema, a energia solar é convertida em energia elétrica por meio de painéis de captação, instalados na cobertura ou no telhado das edificações. O custo de implantação não é baixo, mas se paga a longo prazo, já que, mesmo em dias nublados, os painéis geram energia. Já os coletores solares, ou ainda, sistemas passivos, aproveitam a radiação solar como fonte de energia térmica para o aquecimento da água.

Para minimização da extração de recursos naturais, há a necessidade de reutilizar materiais ou reciclar resíduos da construção civil. Quando se trata da reutilização das edificações, deve-se, sempre que possível, potencializar o uso de estruturas e elementos existentes, como paredes, pisos, sistema de forro e teto. O reuso e a reciclagem de materiais resultam em menos extração de recursos naturais e menos custos energéticos, evitando o consumo de energia utilizada para produção e transporte de novos materiais.

A escolha dos materiais é uma atividade muito importante e deve ter como premissa critérios de sustentabilidade. Com base nisso, faz-se uso de poucos materiais que contenham alto valor energético, incentivando o uso de elementos pré-fabricados devido à facilidade de reutilização. Nesse contexto, deve-se priorizar materiais encontrados na região, a fim de evitar gastos e aumento da poluição decorrentes do transporte de materiais.

Os resíduos oriundos das atividades de construção, reforma e demolição são gerados em grandes volumes e necessitam de muito espaço para sua destinação. Devido ao volume e peso, o transporte desses resíduos é custoso, sendo fundamental a reciclagem e o reaproveitamento na própria obra.

Já no que tange ao desperdício dos materiais da construção, o arquiteto, ao desempenhar a função de projetista, deve detalhar minuciosamente a especificação de cada material, e se preocupar também com o detalhamento do projeto, pois isso é uma das principais causas do desperdício de material devido à necessidade de retrabalhos.

Com relação à manutenção da qualidade ambiental de uma edificação, como envolve diversas áreas, requer a participação de vários profissionais, como arquitetos, engenheiro civil, mecânico, entre outros. A tomada de decisão no momento do projeto influenciará diretamente no desempenho da edificação e, conseqüentemente, no conforto e na saúde do usuário.

Um aspecto importante quanto à qualidade do ar é manter determinados ambientes livres de poluentes. Para tanto, é possível, na fase de zoneamento, isolar ambientes, por exemplo, casas de máquinas, bombas, etc., posicionando-os distantes das áreas de ocupação do edifício.

É recomendado também a especificação de outros materiais, tais como adesivos e seladoras com baixa emissividade de Compostos Orgânicos Voláteis (VOC), pois sua emissão pode afetar a qualidade do ar, além de ser potencialmente nociva à saúde das pessoas.

Para proporcionar conforto térmico satisfatório, o projeto de uma edificação precisa estar em consonância com as zonas climáticas e o estudo da radiação. Como contribuição para a qualidade ambiental interna das edificações, temos as aberturas, que proporcionam iluminação e ventilação ao ambiente. No entanto, a radiação solar

precisa ser controlada, podendo o sombreamento ser obtido por meio da própria geometria da edificação ou por protetores solares, fachada dupla, persianas, varandas e brises.

A escolha dos materiais também interfere na qualidade dos ambientes, contudo, requer conhecimento básico do profissional para selecionar materiais de maior ou menor resistência em relação aos ganhos ou às perdas de calor, de acordo com a necessidade de cada local.

Nesse sentido, o arquiteto deve, sempre que possível, maximizar o uso da ventilação natural. Segundo Triana (2005, p. 163), são estratégias de obtenção da ventilação natural:

- a) Ventilação cruzada: quando se favorece o movimento do ar de um ou mais espaços conectados por meio de aberturas em fachadas opostas, cujas condições de radiação ou exposição ao vento divergem entre si. Tais aberturas devem ser controláveis, a fim de permitir a circulação do ar em horários nos quais a temperatura exterior seja mais confortável aos usuários, contribuindo para a desumidificação dos ambientes e melhorando, conseqüentemente, a sensação térmica interna em dias quentes.
- b) Efeito chaminé: ocorre quando se promove uma extração de ar mais quente por meio de aberturas conectadas a um duto de extração vertical, o que pode ser incrementado com o aumento da distância entre as aberturas altas e as baixas, incluindo, ainda, aberturas inferiores para a entrada do ar frio e denso. No entanto, recomenda-se o uso da fachada da abertura interna voltada para a direção dos ventos predominantes.
- c) Pátio ou átrio: ocorre quando se cria um microclima que atua sobre a temperatura do ar, através do uso de vegetação. Quando conectado a corredores ou áreas de passagem, promove uma ventilação interna na edificação, deixando sua temperatura mais agradável.
- d) Ventilação na cobertura: consiste em uma câmara de ar na cobertura para evitar grandes ganhos de calor.



As soluções de projeto do Hospital Sarah Kubitschek, em Fortaleza, são de autoria do arquiteto João Filgueiras Lima, Lelé, e estão direcionadas para a interação entre os princípios da ventilação e iluminação naturais, visando ao conforto ambiental e à eficiência energética.

O projeto ecológico sustentável também busca maximizar a iluminação natural na edificação. Segundo Triana (2005, p. 168), dentre as estratégias que podem ser contempladas, estão:

- Aumentar o perímetro do edifício para se ter mais acesso à iluminação natural.
- Utilizar modelos computacionais ou tridimensionais para desenvolver o projeto, otimizando o desempenho da iluminação natural.
- Garantir o recuo mínimo.
- Utilizar cores claras da alta reflexão de luz.
- Utilizar vidros de alta transparência, o que transmitirá uma maior quantidade de luz.
- Cuidar do impacto do edifício, a fim de que ele não impeça o acesso da luz solar na propriedade adjacente.
- Realizar medições por meio de maquete física ou programas computacionais.

Já no que tange à iluminação artificial, segundo Lamberts, Pereira e Dutra (1997), pode-se utilizar luminárias com controle antiofuscamento, sensores de presença em conjunto com o sistema de iluminação, lâmpadas econômicas, como as fluorescentes, luminárias eficientes e reatores eletrônicos. Ainda, de acordo com os autores, é necessário:

- Dispor a iluminação artificial paralelamente às janelas, de forma que elas possam ser desligadas, quando necessário.
- Projetar a profundidade do espaço menor que 2,5 vezes a altura do piso, a fim de manter um nível mínimo de iluminação.
- Posicionar, sempre que possível, atividades que exigem maior iluminação perto das janelas.

Para proporcionar um bom desempenho na edificação em relação à acústica, deve-se buscar atenuar ruídos nas principais áreas de ocupação, empregando materiais isolantes acústicos em paredes e pisos da edificação, além de isolar ambientes com transmissão de ruídos gerados por equipamentos.

Como já mencionado anteriormente, o projeto ecológico deve ser projetado visando favorecer a reciclagem, desmontagem e reutilização dos materiais e componentes de uma edificação. Para que a edificação não fique obsoleta em pouco tempo, é importante que o profissional atente à flexibilidade no momento do projeto. A racionalização e a modulação adquirem um papel importante no projeto, principalmente no que se refere às grandes edificações, que devem contemplar ambientes flexíveis para os mais diversos usos, assumindo relevância, neste caso, o conceito de planta livre. Ao tratar de racionalização da obra, também se pensa em industrialização e pré-fabricação, pois estas contribuem para reciclagem do edifício.

Aspectos socioeconômicos são fundamentais para tomadas de decisão no projeto, devendo ser considerados: os critérios de desenho universal, conforme a NBR 9050/2015, e os aspectos de acessibilidade, os quais devem ser considerados desde a implantação da edificação até seu detalhamento.

Atualmente, o setor da construção civil está vivendo um momento de mudanças e se adequando às novas regras. Nesse contexto, amplia-se a responsabilidade da tomada de decisão na elaboração de um projeto, pois é necessário se apropriar e se adequar às novas exigências, até mesmo para sanar dúvidas quanto aos limites da responsabilidade profissional. Dessa forma, é fundamental que os arquitetos, na atividade projetual, garanta os cumprimentos das exigências legais e normativas desde o início do processo, além de incorporar o conceito de sustentabilidade.

Com a publicação da Norma de Desempenho de Edificações da Norma NBR 15.575/2013, a indústria da construção civil brasileira muda seus parâmetros de qualidade; trata-se de uma revolução dos conceitos sobre os requisitos mínimos de desempenho das edificações. Esta norma estabelece exigências de conforto e segurança e traz uma importante inovação, pois associa a qualidade de produtos ao resultado adequado às exigências do consumidor.

Nesse cenário, o arquiteto deve, desde o início do projeto, preparar-se para as decisões, levando em consideração a vida útil do projeto, as especificações dos materiais e as devidas compatibilizações com os projetos complementares. Em outras palavras, a decisão deverá ser feita de forma multidisciplinar.



## Assimile

A norma de desempenho da NBR 15.575/2013 apresenta critérios mínimos de qualidade e segurança e divide responsabilidades entre projetistas, construtores e moradores.

A norma foi organizada levando em consideração as condições de implantação (exposição) e as exigências impostas pelos usuários, o que resultou nestes requisitos, critérios e forma de avaliação.

Os requisitos dos usuários devem ser atendidos de forma que promovam segurança, habitabilidade e sustentabilidade, tendo, para cada um desses tópicos, solicitações particulares, expressas pelos seguintes fatores (ABNT, 2013):

- a) Segurança (segurança estrutural; segurança contra o fogo; segurança no uso e na operação).
- b) Habitabilidade (estaqueidade; desempenho térmico; desempenho acústico; desempenho lumínico; saúde, higiene e qualidade do ar; funcionalidade e acessibilidade; conforto tátil e antropodinâmico).
- c) Sustentabilidade (durabilidade; manutenibilidade; impacto ambiental).

O projetista deve sempre explicitar em seus projetos os níveis de desempenho desejados. Para tanto, há a necessidade, neste momento, de estudos com levantamento de dados e informações que subsidiarão o profissional a indicar tais níveis para definição da vida útil de projeto.



## Pesquise mais

Saiba mais sobre a norma de desempenho, lendo o guia elaborado pela AsBEA, disponível em: <[http://www.caubr.gov.br/wp-content/uploads/2015/09/2\\_guia\\_normas\\_final.pdf](http://www.caubr.gov.br/wp-content/uploads/2015/09/2_guia_normas_final.pdf)>. Acesso em: 4 abr. 2018.

## Sem medo de errar

Você é funcionário público e integra um grupo de trabalho que está encarregado de estabelecer diretrizes sustentáveis, como exigências para contratação de projetos, além de critérios para escolha de locais para a implantação destas escolas.

Com relação à escolha de local para o projeto das escolas, além de serem implantadas em ambientes nos quais há demanda por vagas, outros critérios devem ser considerados, por exemplo: priorizar áreas já urbanizadas, evitar locais que sejam vulneráveis a inundações, evitar terrenos que tenham valor para a agricultura, respeitar o plano diretor e demais legislações federais, estaduais e municipais, entre outros.

Quanto às diretrizes a serem exigidas para a contratação de projetos, temos, como exemplos:

I. Uso racional dos recursos naturais.

Com relação ao consumo de água:

- Promover a infiltração de água da chuva no solo (reduzir áreas impermeáveis).
- Avaliar a viabilidade de instalação de sistema de reuso de água e de captação de água da chuva.
- Utilizar metais, louças e equipamentos com tecnologia que economizam água.

Com relação ao consumo de energia:

- Usar estratégias bioclimáticas de projeto, de acordo com as zonas climáticas.
- Usar fontes renováveis.
- Maximizar a iluminação natural.
- Usar sistemas de iluminação artificial mais eficientes.
- Usar energia solar para aquecimento de água.
- Usar equipamentos mais eficientes.

Com relação à escolha dos materiais:

- Sempre que possível, adquirir materiais locais e regionais (isso evita gastos e poluição devido ao transporte).
- Escolher materiais com base em critérios de sustentabilidade.

- Promover a reciclagem e recuperação de resíduos na própria obra.
- Capacitar os trabalhadores para evitar perdas.
- Sempre que possível, reutilizar estrutura ou elementos das edificações existentes.

## II. Promoção e manutenção da qualidade ambiental interna da edificação.

- Localizar áreas com fontes poluidoras distantes das áreas principais de ocupação.
- Projetar de forma que obtenha níveis de conforto térmico satisfatório (uso das zonas bioclimáticas e incidência da radiação solar).
- Maximizar, sempre que possível, a ventilação natural.
- Utilizar sombreamento, protetor solar, varandas, fachada dupla, persianas, brises, etc.
- Utilizar sistema de aquecimento solar.

## III. Características do projeto e aspectos socioeconômicos.

- Prever flexibilidade e adaptabilidade do projeto a novos usos e sistemas.
- Técnicos.
- Processo de projeto realizado de forma multidisciplinar e integrado, envolvendo profissionais de diferentes áreas.
- Estudo climático do local, definindo as estratégias de saída para o projeto.
- Determinados empreendimentos requerem a elaboração antes de iniciar o projeto de um estudo de impacto ambiental e estudo de impacto de vizinhança.
- Promover, sempre que possível, a manutenção das qualidades internas e externas da edificação, sem a necessidade de usos mecânicos, e fornecer um alto controle aos ocupantes do edifício sobre os sistemas técnicos.
- Considerar aspectos sociais para a tomada de decisão do projeto em relação à acessibilidade, à segurança, à privacidade, à prioridade ao pedestre, etc.

Em resumo, as considerações apresentadas nesta seção podem lhe ajudar a listar as diretrizes de sustentabilidade para os projetos da prefeitura, as quais serão exigidas nas contratações das empresas.

## Avançando na prática

### Estratégias para ventilação natural.

#### Descrição da situação-problema

Você gerencia um escritório de arquitetura que ganhou a concorrência da prefeitura da sua cidade para a elaboração de um projeto de um centro cultural. Um dos requisitos para a elaboração deste projeto é que se explore, ao máximo, a ventilação natural. Você reuniu toda a equipe e conversou sobre o Programa de Necessidades. Agora, você tem de nivelar o conhecimento de todos em relação ao tema "ventilação natural", colocando, para isso, a seguinte questão para discussão: quais estratégias de ventilação natural podem vir a ser incorporadas no projeto?

#### Resolução da situação-problema

A ventilação natural é resultado de movimentos do ar por meio de trocas de ar interno e externo ou pela própria circulação do interno, por diferenças de pressão ou de temperaturas.

Podem ser adotadas várias estratégias arquitetônicas para a obtenção da ventilação natural, dentre elas: a ventilação cruzada, o efeito chaminé, o pátio ou átrio e a ventilação na cobertura.

A ventilação cruzada permite a movimentação do ar em um ambiente por meio de aberturas em paredes/fachadas opostas. Nesta estratégia é importante considerar a forma e orientação da edificação, além da direção dos ventos.

No efeito chaminé, o ar frio (mais denso) entra no ambiente em aberturas inferiores e permite a saída do ar (mais quente) por meio de aberturas conectadas a um duto de extração vertical.

A existência de pátio ou átrio pode propiciar um microclima específico com o uso de vegetação, baixando a temperatura do ar. Além disso, quando conectado a corredores, pode promover uma ventilação interna na edificação.

Por fim, a ventilação na cobertura evita ganhos de calor por esta, especialmente se houver a formação de uma câmara de ar ventilada.

## Faça valer a pena

**1.** São características que devem conter um projeto sustentável:

- I. Prever flexibilidade e adaptabilidade a novos usos e sistemas técnicos.
- II. Utilizar estratégias de acordo com as zonas bioclimáticas brasileiras.
- III. Prever acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos.

Considerando a análise das asserções apresentadas, assinale a alternativa correta.

- a) Somente as afirmativas II e III estão corretas.
- b) Somente as afirmativas I e II estão corretas.
- c) As afirmativas I, II e III estão corretas.
- d) Somente as afirmativas I e III estão corretas.
- e) Somente a afirmativa III está correta

**2.** A implantação de um empreendimento sustentável deve:

- I. Considerar maior taxa de ocupação possível.
- II. Incentivar e priorizar o pedestre e o uso de transporte alternativo.
- III. Utilizar paisagismo para reduzir ilhas de calor.

Considerando a análise das asserções apresentadas, assinale a alternativa correta.

- a) Somente as afirmativas II e III estão corretas.
- b) Somente as afirmativas I e II estão corretas.
- c) As afirmativas I, II e III estão corretas.
- d) Somente as afirmativas I e III estão corretas.
- e) Somente a afirmativa III está correta.

**3.** Com relação ao uso racional dos recursos naturais como diretriz de sustentabilidade em um projeto, complete V, para a asserção verdadeira, e F, para a asserção falsa.

I. ( ) Quando se trata da reutilização das edificações, deve-se encorajar o uso planejado de estruturas existentes no local como parte do novo projeto.

II. ( ) Deve-se promover a reciclagem e recuperação de resíduos dentro da edificação.

III. ( ) É necessário promover a eficiência energética na edificação, que pode ser obtida por meio de maximização da iluminação natural, o uso de sistemas de iluminação artificial mais eficientes e integrados, a utilização de energia solar para aquecimento de água e o uso de aparelhos mais eficientes.

Assinale a alternativa que apresenta a sequência correta das afirmativas.

- a) I-V, II-V e III-V.
- b) I-V, II-V e III-F.
- c) I-V, II-F e III-F.
- d) I-F, II-V e III-V.
- e) I-F, II-F e III-F.

## Seção 4.3

### Diretrizes de sustentabilidade para execução e uso das edificações

#### Diálogo aberto

Atividades do setor da construção podem causar impactos ambientais e, conseqüentemente, gerar diversas formas de poluição. Para tanto, há a necessidade de adotar diretrizes ou medidas na execução das obras, com o intuito de minimizar os impactos e, até mesmo, evitar a poluição.

Lembre-se de que você vem participando de um grupo de trabalho com o objetivo de realizar uma análise e traçar as diretrizes sustentáveis para os canteiros de obras, projetos, execução e operação/uso das edificações da sua cidade.

A fiscalização dos contratos com a prefeitura é realizada por intermédio de um funcionário público conhecido como fiscal do contrato, que realiza a aferição e liberação de pagamento dos contratos de obras realizados entre a prefeitura e os incorporadores. Diversos contratos de execução de obras contêm um artigo que exige que as obras sejam executadas com foco na redução da poluição decorrente das suas atividades. No entanto, não há diretrizes de sustentabilidade preestabelecidas para serem atendidas sob este aspecto.

Diante do impasse, o secretário de obras solicitou ao seu grupo de trabalho que elencasse tais diretrizes para subsidiar a atuação da fiscalização dos contratos. Dessa forma, quais medidas podem ser adotadas para evitar ou minimizar a poluição ambiental das atividades de construção de edificações? Quais requisitos devem ser abordados pela norma de desempenho NBR 15.575/2013 com relação à ampliação da sua vida útil na fase de uso das edificações?

Esta seção aborda os problemas relacionados às atividades da construção civil e apresenta as diretrizes de sustentabilidade para a etapa de execução e uso das edificações. Ao final do material, você deverá apresentar o resultado dos estudos de seu grupo de trabalho, elencando as análises e soluções encontradas ao prefeito e secretário de obras da sua cidade.

Bons estudos!

## Não pode faltar

As conseqüências decorrentes de um desenvolvimento insustentável têm apresentado importantes alterações no meio ambiente, como a redução da camada de ozônio e o aquecimento global.

A busca por um desenvolvimento sustentável resulta na necessidade de um novo olhar para as atividades da indústria da construção civil. Você já parou para pensar onde começam e terminam os impactos causados por este setor? O setor da construção civil é bastante abrangente, pois envolve a extração de recursos naturais, o consumo de água e energia para produção de materiais, a utilização de combustíveis fósseis para o transporte de materiais, a energia gasta na produção e o uso das edificações. A demanda por habitação e infraestrutura para atender às necessidades da crescente população já demonstra o grande desafio deste setor.

Segundo Wines (2000 apud LAMBERTS et al., 2008, p. 2), a construção e o uso dos edifícios são alguns dos maiores consumidores dos recursos naturais no ambiente, consumindo 16,6% do fornecimento mundial de água pura, 25% de sua colheita de madeira e 40% de seus combustíveis fósseis e materiais manufaturados.

A sustentabilidade da etapa de uso da edificação está diretamente relacionada às tomadas de decisão nas fases de projeto e execução da edificação.

Nestes períodos, deve-se utilizar estratégias pensando em aspectos de sustentabilidade quando da ocupação da edificação. A flexibilidade de uso dos ambientes no projeto e a redução de perdas de material incorporadas durante a obra reduzem a necessidade de reformas e ampliações nas edificações que incidem diretamente no volume gerado de resíduos da construção civil.

A sustentabilidade, como já mencionado anteriormente, deve ser considerada em todo o ciclo de vida de uma edificação. Dessa forma, os aspectos ambientais, sociais e econômicos devem ser verificados em todas as fases deste ciclo, inclusive, em relação às possíveis modificações do ambiente construído.

Segundo Vilhena (2007), deve-se considerar, na etapa de projeto e execução de obras, as metas referentes ao consumo de água e energia, à incidência de iluminação e ventilação natural e às condições de conforto térmico (temperatura, ruído, contato visual com o exterior, etc.).



Como construir edificações a partir do uso racional de recursos naturais, materiais ecologicamente corretos e da mínima alteração do ambiente no qual estão inseridas?

Independente do porte de uma obra, as atividades de construção civil geram impactos ambientais que podem alterar o meio físico, biótico e antrópico do meio ambiente. É de grande importância que profissionais da área da Arquitetura e Engenharia Civil busquem conhecimento acerca dos impactos ambientais que podem ser causados em decorrência das atividades atreladas à sua atuação profissional, com o intuito de melhorar a qualidade de vida dos futuros usuários da edificação.

Em uma obra, dependendo da forma ou da tecnologia utilizada para execução de determinada atividade, os impactos podem ser minimizados ou até mesmo evitados.

Segundo Cardoso (2006), são impactos ambientais oriundos de canteiros de obras:

- No meio físico do solo: alteração das propriedades físicas (contaminação química), indução de processos erosivos e esgotamento de reservas minerais.
- No meio físico do ar: deterioração da qualidade do ar (poluição sonora).
- No meio físico da água: alteração da qualidade de águas superficiais e subterrâneas e escassez de água.
- No meio antrópico dos trabalhadores: minimização das condições boas de saúde e diminuição da segurança.
- No meio antrópico da vizinhança: alteração da qualidade da paisagem, diminuição das condições de saúde, incômodo para a comunidade, alteração do tráfego local, interferência no sistema de drenagem urbana e escassez de recursos, como energia elétrica.

Para que uma construção seja considerada sustentável, é necessário eliminar ou minimizar os impactos ambientais decorrentes de suas atividades.

Em determinados tipos de empreendimentos, como aeroportos, aterros sanitários, usinas hidroelétricas, etc., que podem causar impactos ambientais significativos, há a necessidade de um estudo mais aprofundado dessas questões; no caso, o Estudo e o Relatório de Impactos Ambientais (EIA e RIMA).

É fundamental o envolvimento de todos os trabalhadores; quando se trata da sustentabilidade frente às questões ambientais, são necessários treinamentos com o intuito de reduzir desperdícios, maximizar o aproveitamento de materiais e utilizar resíduos na própria obra. Tais ações contribuem para alcançar o escopo magno da sustentabilidade ambiental, que é construir causando o mínimo de impacto ambiental possível, a fim de manter o meio ambiente saudável para as futuras gerações.

A execução de uma obra pode causar a emissão de gases e de particulados, a poluição da água e do solo, além de representar uma das principais fontes de poluição sonora no meio urbano.

Em uma obra, diversas atividades causam a poluição atmosférica, temos, por exemplo, a operação de motores e equipamentos a diesel, o manuseio de materiais tóxicos que emitem gases e a emissão de particulados devido às demolições. Outras fontes de poluição atmosférica são provenientes de vapores oriundos do manuseio de óleos, colas, solventes, tintas, produtos químicos, etc.

O despejo inadequado de diesel, óleo, tintas, solventes, produtos químicos e o carreamento de sedimentos para o corpo hídrico podem causar a poluição da água.

Já a poluição sonora é provocada pela utilização de veículos e equipamentos, como serras de corte, equipamentos utilizados na demolição e concretagem.

E, por fim, a poluição do solo é decorrente, principalmente, do despejo inadequado de produtos químicos, óleos e graxas e efluente derivado da lavagem de betoneiras diretamente no solo. Dentre as diretrizes de sustentabilidade na etapa de execução de obra, estão:

- Evitar a supressão da cobertura vegetal, a fim de impedir a erosão, e ocasionar o escoamento superficial da água e carreamento de sedimentos.
- Controlar a geração de poeira por meio de aspersão de água.
- Cobrir caminhões carregados com resíduos da construção civil para evitar a emissão de particulados.

- Cobrir pilhas de areia, brita e outros materiais que possam emitir materiais particulados
- Utilizar tintas, solventes e selantes não tóxicos.
- Tratar o efluente gerado e destinar adequadamente o lodo de acordo com as normas técnicas pertinentes.
- Não queimar resíduos ou materiais no canteiro de obras.
- Reduzir a poluição sonora por meio da escolha de equipamentos e ferramentas elétricos, no lugar daqueles, por exemplo, que funcionam com motor a diesel, além de utilizar paredes com isolamento acústico para determinadas atividades.
- Gerenciar e destinar corretamente os resíduos da construção civil.
- Lavar a roda dos caminhões antes de saírem do canteiro de obras.
- Não lançar efluente resultante da lavagem de betoneiras diretamente no solo.

O setor da construção civil vem sendo criticado por não contar com um controle de qualidade compatível com sua importância. Esta situação serve para mostrar que o setor precisa melhorar seus procedimentos quanto à qualidade na execução de suas obras. A cada dia as exigências por parte dos consumidores por produtos com qualidade aumentam e, gradativamente, têm forçado o setor da construção civil a adotar uma nova postura.

A implantação dos programas de gestão da qualidade é uma ótima iniciativa e tem como base a padronização, o controle e a melhoria dos processos. No entanto, a cadeia produtiva da construção civil é extremamente complexa, pois envolve agentes de diversas áreas e produtos parciais realizados, muitas vezes, por empresas terceirizadas que incorporam diferentes níveis de qualidade em seus processos, afetando diretamente a qualidade do produto final.

Para Abiko et al., (2005), no Brasil, diversos fatores dificultam o desenvolvimento da qualidade no setor da construção civil, dentre eles: a baixa produtividade do setor da construção, a falta de qualidade de produtos que resultam na elevação de custos devido à necessidade de correções e a necessidade de periódicas manutenções após a entrega da obra. Os autores ressaltam ainda o

desestímulo ao uso de componentes industrializados em função dos custos elevados, além da falta de capacitação técnica dos agentes do setor da construção frente às novas exigências de qualidade.

Na construção civil, a perda de materiais é um dos principais aspectos que demonstra a ineficiência e a falta do controle da qualidade, englobando tanto os desperdícios quanto a execução de tarefas desnecessárias ou mal executadas que geram maiores custos à obra, sem, no entanto, agregar-lhe valor.

A seguir, conheça algumas categorias de perdas, apresentadas por Formoso et al. (2006, p. 3):

1. Perdas por superprodução: referem-se à produção em quantidades superiores às necessárias, sejam de produtos ou serviços.
2. Perdas por substituição: decorrem da utilização de um material de valor ou características de desempenho superiores ao especificado.
3. Perdas por espera: relacionadas à sincronização e ao nivelamento dos fluxos de materiais e atividades dos trabalhadores. Podem envolver tanto perdas de mão de obra quanto de equipamentos.
4. Perdas por transporte: são perdas de materiais e componentes.
5. Perdas no processamento em si: têm origem na própria natureza das atividades dos processos ou na execução inadequada destes. Decorrem da falta de procedimentos padronizados e ineficiências nos métodos de trabalho, da falta de treinamento da mão de obra ou de deficiências no detalhamento e na construtividade dos projetos.
6. Perdas nos estoques: associadas à existência de estoques excessivos.
7. Perdas no movimento: decorrem da realização de movimentos desnecessários por parte dos trabalhadores, durante a execução e suas atividades, e podem ser geradas por frentes de trabalho afastadas e de difícil acesso, por falta de estudo de layout do canteiro e do posto de trabalho, por falta de equipamentos adequados, etc.

8. Perdas pela elaboração de produtos defeituosos: ocorrem quando são fabricados produtos que não atendem aos requisitos de qualidade especificados. Geralmente, originam-se da ausência de integração entre o projeto e a execução, das deficiências do planejamento e controle do processo produtivo, da utilização de materiais defeituosos e da falta de treinamento dos operários. Resultam em retrabalhos ou em redução do desempenho do produto final.
9. Outras: existem ainda tipos de perdas de natureza diferente das anteriores, tais como roubo, vandalismo, acidentes, etc.

A análise das possíveis perdas pode auxiliar na implementação de estratégias de prevenção e minimização, além de melhorar a qualidade do produto final.

O desempenho de uma empresa pode ser aperfeiçoado por meio da implementação de sistemas de medição de desempenho como parte integrante do sistema gerencial e operacional de uma obra.

Está em vigor, desde 2013, a norma NBR 15.575/2013, que estabelece os requisitos que servem como parâmetros para aferir a qualidade de uma construção, além da responsabilidade dos usuários pela manutenção de uma edificação.

O construtor tem a responsabilidade de seguir rigorosamente os projetos e comprar os produtos conforme especificados. Deve ainda, sempre que necessário, avaliar o desempenho dos sistemas do edifício, para subsidiar na escolha de determinada tecnologia a ser utilizada na obra.



**Pesquise mais**

Saiba mais sobre a Norma de Desempenho de Edificações Habitacionais (NBR 15.575/2013), lendo as páginas 42 a 54, por meio do seguinte link: <[http://www.cbic.org.br/arquivos/guia\\_livro/Guia\\_CBIC\\_Norma\\_Desempenho\\_2\\_edicao.pdf](http://www.cbic.org.br/arquivos/guia_livro/Guia_CBIC_Norma_Desempenho_2_edicao.pdf)>. Acesso em: 5 abr. 2018.

A NBR 15.575/2013 apresenta uma sistemática que possibilita a avaliação de tecnologias e sistemas construtivos e é baseada em requisitos e critérios de desempenho expressos em três níveis de desempenho (mínimo, intermediário e superior). Em outras palavras, as edificações terão uma vida útil diferente, a depender dos tipos de

sistemas que as compõe, podendo o cliente mais exigente adquirir um imóvel com desempenho superior. Além disso, esta norma se apresenta como um instrumento de competitividade de mercado.



### Assimile

A vida útil de um edifício refere-se ao período de tempo em que ele e/ou seus sistemas se prestam às atividades para as quais foram projetados e construídos.

Diante disso, toda a cadeia da Construção Civil tem de se preparar para o atendimento desta norma, pois ela envolve incorporadores, construtores, projetistas, fornecedores, usuários, entre outros. Cada agente desta cadeia assume novas responsabilidades:

1. Ao incorporador, cabe a função de apresentar todas as características do produto, inclusive, o desempenho da edificação, e identificar os riscos previsíveis à época do projeto.



### Exemplificando

São exemplos de riscos previsíveis: locais passíveis de enchentes; erosão; deslizamentos; rebaixamento do lençol freático; vendavais; tremores de terra; vibrações decorrentes da terraplenagem e por vias férreas / autoestradas; proximidade de aeroportos; rota de aeronaves; antiga presença de aterro sanitário e de indústria perigosa; atmosferas agressivas; chuvas ácidas; contaminação do lençol freático; pedreira, indústria de explosivos; posto de gasolina / depósito de combustíveis nas proximidades; existência de linhas de alta tensão aéreas ou enterradas e de redes públicas de gás, adutoras, etc., e existência de danos causados por obras próximas ou vizinhas. (CÂMARA..., 2013, p. 46)

2. Ao construtor, cabe a responsabilidade de construir atendendo aos requisitos preestabelecidos e aqueles referentes à documentação de atendimento à norma.
3. Aos projetistas, cabe a função de apresentar os devidos detalhamentos, além de especificar a vida útil de cada sistema construtivo.

4. Aos fabricantes, cabe a responsabilidade de informar os índices de desempenho de seus produtos e materiais com os respectivos documentos comprobatórios.
5. Às empresas especializadas em manutenção, cabe a função de prestar os serviços adequadamente e fornecer documentos que comprovem a vida útil da edificação após a realização dos serviços, pois a manutenção adequada e periódica maximiza a vida útil dos sistemas.

Por intermédio desta norma é possível obter o mínimo de qualidade de uma edificação entregue ao usuário. A norma de desempenho NBR 15.575 – Partes 1 a 6 – estabelece requisitos e critérios que devem ser atendidos pela cadeia da construção civil, sendo:

- 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.
- VI. Requisitos para os sistemas hidrossanitários.

O consumidor final define o nível de desempenho que deseja adquirir, sendo da competência dos demais agentes atendê-los. Por outro lado, os usuários também têm papel fundamental no desempenho de uma edificação, pois cabe a eles viabilizar as manutenções recomendadas no manual recebido pelo incorporador na entrega do imóvel.



**Assimile**

A vida útil de um projeto refere-se ao período estimado de tempo para o qual um sistema é projetado para atender aos requisitos de desempenho estabelecidos na norma de desempenho NBR 15.575/2013.

A norma de desempenho exige mudanças que envolvem desde o incorporador até os usuários. É fundamental que os projetos sejam baseados em informações técnicas fidedignas sobre as

características dos materiais e componentes, de forma que possibilite a mensuração da vida útil do projeto, devendo essas informações ser exigidas e registradas pelos projetistas e construtores. O setor de compras de materiais deve estar muito atento e exigir informações técnicas dos produtos para garantir a função de desempenho especificado em projeto. Portanto, os agentes envolvidos nesta cadeia precisam de conhecimento técnico para que efetivamente a norma seja colocada em prática; somente assim será possível mitigar conflitos entre incorporadores e clientes, além da qualidade das construções do nosso país.

Em resumo, você conhece, nesta unidade, vários aspectos relacionados à sustentabilidade do setor da construção civil, inclusive, a norma de desempenho NBR 15575/2013, que são assuntos atuais e muito importantes. Além disso, teve a oportunidade de ver, na Seção 1, uma abordagem sobre a sustentabilidade nos canteiros de obras e, na Seção 2, diretrizes de sustentabilidade para elaboração dos projetos. A abordagem dos assuntos das seções desta unidade é essencial quando o assunto é sustentabilidade, pois este tema é abrangente e envolve todo o ciclo de uma edificação.

Caro aluno, chegamos ao final das unidades que integram esta disciplina.

- Na Unidade 1, você contemplou a importância da construção civil para o desenvolvimento sustentável.
- Na Unidade 2, conheceu aspectos relevantes sobre o planejamento e a viabilidade da implantação de empreendimentos.
- Na Unidade 3, viu que há como utilizar os recursos naturais de forma sustentável, além de aspectos relevantes relacionados aos resíduos da construção civil.
- E, por fim, na Unidade 4, conheceu exemplos de diretrizes para sustentabilidade das edificações.

De fato, os assuntos relacionados às construções sustentáveis não se esgotam por aqui, mas, com certeza, o que você viu neste livro lhe instigará a buscar ainda mais conhecimento sobre o assunto.

Bons estudos e muito sucesso!

Caro aluno, você conhece, nesta seção, a abordagem sobre a sustentabilidade na construção e o uso das edificações, além de medidas de controle da poluição e requisitos da NBR 15575/2013.

Considerando que na prefeitura da sua cidade não há diretrizes de sustentabilidade preestabelecidas para subsidiar a atuação da fiscalização de contratos, foi solicitado que o grupo de trabalho traçasse diretrizes para a contratação de execução de obras. Para tanto, foram colocadas em discussão as seguintes questões: quais medidas podem ser adotadas para evitar ou minimizar a poluição ambiental das atividades de construção de edificações? Quais requisitos devem ser abordados pela norma de desempenho NBR 15.575/2013, com relação à ampliação da sua vida útil na fase de uso das edificações?

Dentre as atividades realizadas durante a execução de obras que podem causar a poluição do ar, estão:

- Emissão de particulados devido à atividade de peneiramento de areia e brita.
- Emissão de particulados das áreas de trabalho que armazenam temporariamente a areia e brita. Neste caso, sugere-se aspersão de água para evitar a geração de poeira, ou a cobertura dos materiais (areia e brita) quando não estão em uso.

Ainda, nesse contexto:

- É proibida a queima de resíduos ou outros materiais nos canteiros de obras devido à poluição do ar.
- Para evitar a emissão de particulados e lançamento de fragmentos, deve-se cobrir os caminhões carregados de entulhos.
- Por fim, sempre que possível, deve-se utilizar tintas, solventes e selantes não tóxicos.

Dentre as atividades que podem ocasionar a poluição da água, estão:

- A supressão da cobertura vegetal, que deve ser evitada para que os processos de erosão e o escoamento superficial da água de chuva, carregado de sedimentos, não ocorram.
- O descarte inadequado de resíduos da construção civil, os quais devem ser destinados adequadamente.

Dentre as atividades que podem causar a poluição do solo, estão:

- O lançamento de efluente das lavagens de betoneiras diretamente no solo, quando estas deveriam ser tratadas e destinadas adequadamente de acordo com as normas técnicas pertinentes.
- A poluição sonora pode ser reduzida pela escolha de equipamentos e ferramentas elétricos, ao invés daqueles, por exemplo, que funcionam com motor a diesel, além de paredes com isolamento acústico para determinadas atividades.

A NBR 15.575/2013 estabelece a responsabilidade dos usuários pela manutenção de uma edificação. As manutenções periódicas ampliam a vida útil das edificações, devendo ser realizadas por empresa especializada com profissionais devidamente habilitados.

Agora, com base no conhecimento que você adquiriu nas seções desta unidade, inicie o relatório e liste as diretrizes de sustentabilidade para a gestão sustentável de canteiro de obras, projetos, execução e operação/uso das edificações. Tais diretrizes lhe ajudarão a desempenhar sua atividade na contratação de projetos e serviços de Engenharia.

Bom trabalho!

## Avançando na prática

### Desempenho das edificações habitacionais

#### Descrição da situação-problema

Você trabalha em uma construtora que executa principalmente obras de infraestrutura, no entanto, a partir de 2018, os sócios pretendem ampliar as atividades, tendo como foco lançar empreendimentos residenciais. Você sabe que desde 2013 está em vigor a NBR 15575/2013. Nesse contexto, os proprietários desta construtora lhe incumbiram de apresentar, na próxima semana, os principais aspectos desta norma, tais como: para que serve esta norma? O que muda com a sua aplicação frente às responsabilidades dos diferentes agentes?

## Resolução da situação-problema

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. Esta norma compreende seis partes, sendo:

- 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.
- VI. Requisitos para os sistemas hidrossanitários.

Por intermédio desta norma, é possível obter o mínimo de qualidade de uma edificação entregue ao usuário, que define o nível de desempenho desejado. Cabe aos demais agentes atender tais requisitos.

Cada agente desta cadeia assume novas responsabilidades:

- Ao incorporador, cabe a responsabilidade de apresentar todas as características do produto, inclusive, o desempenho da edificação, além da identificação dos riscos previsíveis à época do projeto.
- Ao construtor, cabe a função de seguir rigorosamente os projetos e comprar os produtos conforme especificação. Deve ainda, sempre que necessário, avaliar o desempenho dos sistemas do edifício, para subsidiar na escolha de determinada tecnologia a ser utilizada na obra, ou seja, ele deve construir atendendo aos requisitos preestabelecidos.
- Aos projetistas, cabe a responsabilidade de apresentar os devidos detalhamentos, além de especificar a vida útil de cada sistema construtivo.
- Aos fabricantes, cabe a função de informar os índices de desempenho de seus produtos e materiais com os respectivos documentos comprobatórios.
- E, por fim, às empresas especializadas em manutenção, cabe a responsabilidade de prestar os serviços adequadamente e fornecer documentos que comprovem a vida útil da edificação após a realização dos serviços, pois a manutenção adequada e periódica maximiza a vida útil dos sistemas.

## Faça valer a pena

**1.** Desde 2013 está em vigor a norma NBR 15.575/2013, que atribui responsabilidades a diversos agentes do setor da construção civil, como incorporadores, construtores, projetistas, fornecedores e usuários. Sobre estes agentes e suas respectivas responsabilidades, é correto afirmar:

I. Ao incorporador, cabe a responsabilidade de apresentar todas as características do produto, inclusive, o desempenho da edificação.

II. Ao construtor, cabe a função de construir atendendo aos requisitos preestabelecidos, além daqueles referentes à documentação de atendimento à norma.

III. Aos projetistas, cabe a responsabilidade de informar os índices de desempenho de seus produtos e materiais com os respectivos documentos comprobatórios.

IV. Aos fabricantes, cabe a função de apresentar os devidos detalhamentos, além de especificar a vida útil de cada sistema construtivo.

Considerando a análise das asserções apresentadas, assinale a alternativa correta.

- a) Somente as afirmativas II e III estão corretas.
- b) Somente as afirmativas I e II estão corretas.
- c) As afirmativas I, II e III estão corretas.
- d) As afirmativas I, II, III e IV estão corretas.
- e) Somente a afirmativa III está correta.

**2.** A perda de materiais na construção civil é um dos principais aspectos que demonstra a ineficiência e a falta do controle da qualidade. Tais perdas englobam tanto os desperdícios quanto a execução de tarefas desnecessárias ou mal executadas que geram maiores custos à obra, sem, no entanto, agregar-lhe valor. Sobre a forma de ocorrência delas, complete com V, para a asserção verdadeira, e F, para a falsa:

I. ( ) Perdas por superprodução: referem-se à produção em quantidades superiores às necessárias, sejam de produtos ou serviços.

II. ( ) Perdas por substituição: decorrem da utilização de um material de valor ou características de desempenho superiores ao especificado.

III. ( ) Perdas por espera: estão relacionadas com a sincronização e o nivelamento dos fluxos de materiais e as atividades dos trabalhadores. Podem envolver tanto as perdas de mão de obra quanto as de equipamentos.

IV.( ) Perdas no processamento em si: têm origem na própria natureza das atividades do processo ou na execução inadequada destes. Decorrem da falta de procedimentos padronizados e ineficiências nos métodos de trabalho, da falta de treinamento da mão de obra ou de deficiências no detalhamento e na construtividade dos projetos.

Assinale a alternativa que apresenta a sequência correta das afirmativas.

- a) I-V, II-V, III-V e IV-V.
- b) I-V, II-V, III-F e IV-V.
- c) I-V, II-F, III-F e IV-V.
- d) I-F, II-V, III-V e IV-V.
- e) I-F, II-F, III-F e IV-V.

**3.** Desde 2013 está em vigor a NBR 15.575/2013, que atribui responsabilidades a diversos agentes do setor da construção civil, como incorporadores, construtores, projetistas, fornecedores e usuários. Ao incorporador, cabe a responsabilidade de identificar os riscos previsíveis à época do projeto. Dentre tais riscos, estão:

- I. Locais passíveis de enchentes.
- II. Vibrações causadas por vias férreas.
- III. Proximidades com aeroportos.
- IV. Proximidades com pedreiras.

Considerando a análise das asserções apresentadas, assinale a alternativa correta.

- a) Somente as afirmativas II e III estão corretas.
- b) Somente as afirmativas I e II estão corretas.
- c) As afirmativas I, II e III estão corretas.
- d) As afirmativas I, II, III e IV estão corretas.
- e) Somente a afirmativa III está correta.

# Referências

ABIKO, A. K.; GONÇALVES, O. M.; CARDOSO, L. R. A. **O futuro da indústria da construção civil**: construção habitacional. 2003. 132p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050**: acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.575-1**: edificações habitacionais - desempenho. Parte 1: requisitos gerais. São Paulo, 2013. 71p.

ARAÚJO, V. M. **Práticas recomendadas para a gestão mais sustentável de canteiros de obras**. 2009. 228 f. Dissertação-Departamento de Engenharia de Construção Civil – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Universidade de São Paulo, SP, 2009.

BERTEZINI, A. L. **Métodos de avaliação do processo de projeto de arquitetura na construção de edifícios sob a ótica da gestão da qualidade**. 193f. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

BRUNDTLAND, G. H. (Org.) **Nosso futuro comum**. Rio de Janeiro: FGV, 1987.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Desempenho de edificações habitacionais**: guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013. Fortaleza: Gadioli Cipolla Comunicação, 2013.

CARDOSO, F. F. Redução de Impactos ambientais dos canteiros de obras: exigências das metodologias de avaliação da sustentabilidade de edifícios. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO: A CONSTRUÇÃO DO FUTURO, 11. 2006. Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ENTAC, 2006.

DEGANI, C. M. **Sistemas de gestão ambiental em empresas construtoras de edifícios**. 223f. 2003. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

FORMOSO, C. T.; ISATTO, E. L.; SOIBELMAN, L.; LANTELME, E.; LANTELME, E. M. V. Perdas na construção civil. **Revista Téchne**, São Paulo, v. 20, n.3, p. 30-33, 1996.

FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. **Manual de Conforto Térmico**. 6. ed. São Paulo: Studio Nobel, 2003.

LAMBERTS, R. et al. **Sustentabilidade nas edificações**: contexto internacional e algumas referências brasileiras na área. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina (UFCS), 2008.

LAMBERTS, R.; PEREIRA, F.; DUTRA, L. **Eficiência energética na Arquitetura**. São Paulo: PW, 1997. 192p.

MAIA, A. C.; SOUZA, U. E. L. **Método para conceber o arranjo físico dos elementos do canteiro de obras de edifícios**: fase criativa. Boletim Técnico da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. BT/PCC/338. 20p. 2003.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **NR 18**: condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção. Brasília, 2002. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/seguranca-e-saude-no-trabalho/normatizacao/normas-regulamentadoras/norma-regulamentadora-n-18-condicoes-e-meio-ambiente-de-trabalho-na-industria-da-construcao>>. Acesso em: 5 abr. 2018.

SÁNCHEZ, L. E.; HACKING, T. An approach to linking environmental impact assessment and environmental management systems. **Impact Assessment and Project Appraisal**, n. 20, v. 1, p. 25-38, 2002.

SOUZA, U. E. L.; FRANCO, L. S.; PALIARI, J. C.; CARRARO, F. **Recomendações gerais quanto à localização e tamanho dos elementos do canteiro de obras**. Boletim Técnico da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. BT/PCC/178. 24p. 1997.

TRIANA, M. A. **Diretrizes para incorporar conceitos de sustentabilidade no planejamento e projeto de arquitetura residencial multifamiliar e comercial em Florianópolis**. 2005. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-graduação, UFSC, Florianópolis, 2005.

VILHENA, J. M. Diretrizes para a sustentabilidade das edificações. **Revista Gestão e Tecnologia de Projetos**, São Paulo, n. 2, v. 2, maio, 2007.

YEANG, K. **El rascacielos ecológico**. Barcelona: Gustavo Gili. S. A, 2001. 303p.





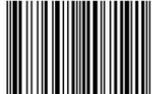








ISBN 978-85-522-0719-1



9 788552 207191 >