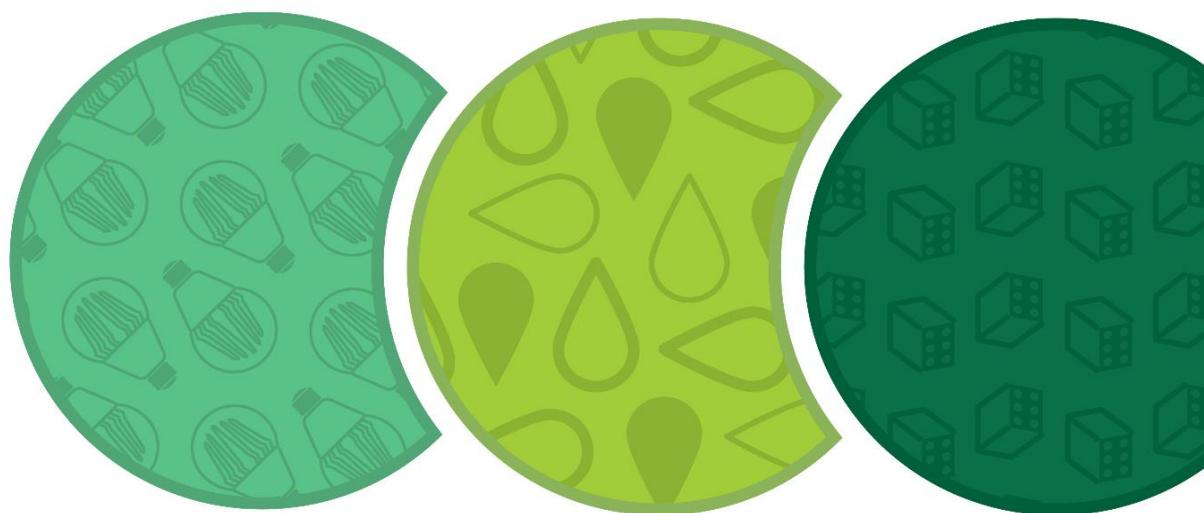


# Aspectos da Construção Sustentável no Brasil e Promoção de Políticas Públicas

Subsídios para a Promoção da Construção Civil Sustentável



**CBCS**

Conselho Brasileiro de  
Construção Sustentável

Ministério do  
**Meio Ambiente**



**PNUMA**



Ministério do  
**Meio Ambiente**



### **CBCS - Conselho Brasileiro de Construção Sustentável**

Presidente do Conselho Deliberativo:  
Carlos Eduardo Garrocho de Almeida

Diretores:  
Érica Ferraz de Campos e Wilson Saburo Honda

### **Ministério do Meio Ambiente**

Ministra do Estado do Meio Ambiente:  
Izabella Mônica Vieira Teixeira

Secretária de Articulação Institucional e Cidadania Ambiental:  
Regina Gualda

Diretor do Departamento de Produção e Consumo Sustentável:  
Ariel Cecílio Garces Pares

### **PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente**

Representante do PNUMA no Brasil:  
Denise Hamú Marcos de La Penha

Responsável técnica:  
Fernanda Altoé Daltro

## **Equipe técnica**

### **ÁGUA**

Prof. Dr. Orestes Marracini Gonçalves

Eng. Paula Del Nero Landi

Eng. Luciana Bechara Sanchez

### **ENERGIA**

Prof. Dr. Roberto Lamberts

Eng. Edward Borgstein

### **MATERIAIS**

Prof. Dr. Vanderley M. John

Prof. Dr. Bruno Luís Damineli

### **PESQUISA ELETRÔNICA E ENTREVISTAS**

Arq. Diana Csillag

### **APOIO/PARTICIPAÇÃO**

Eng. Vanessa C. Heinrichs C. Oliveira

Arq. Érica Ferraz de Campos

### **REVISÃO E DIAGRAMAÇÃO**

Capitular Design

**Versão 1**

**Novembro 2014**



## Colaboração

Agradecemos a todos os envolvidos e às entidades pelas contribuições feitas ao estudo "Aspectos da Construção Sustentável no Brasil e Promoção de Políticas Públicas".

Adeilton Santos Moura  
Adriana Levisky  
Cristina Montenegro  
Elisete Cunha  
Fabio Feldmann  
Fernando Perrone  
Francisco Ferreira Cardoso  
Gustavo de Oliveira  
Hamilton Leite  
Laura Marcellini  
Luciana Bechara  
Marcelo Takaoka  
Marcos Maran  
Marcos Otavio Prates  
Mario Monzoni  
Monica Porto  
Nilson Sarti  
Paul Houang  
Paulo Itacarambi  
Rivaldo Pinheiro Neto  
Vera Hachich

## Entidades

ABRAFAC - Associação Brasileira de Facilities  
ABRAMAT - Associação Brasileira da Indústria de Materiais de Construção  
FGV-Ces - Centro de Estudos em Sustentabilidade da Fundação Getúlio Vargas  
ANTAC - Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído  
AsBEA - Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura



*"Esta publicação é resultado de um trabalho desenvolvido pelo CBCS – Conselho Brasileiro de Construção Sustentável em parceria com o Ministério do Meio Ambiente e com o PNUMA – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente em interlocução com entidades representativas do setor.*

*O documento é produto de anos de reflexões nos Comitês de Água, Materiais e Energia do CBCS e na sua elaboração envolveu contribuições de cerca de 40 pessoas de diferentes entidades, além de 381 participantes da pesquisa de opinião e apresenta uma visão integradora e multidisciplinar e propõe, inicialmente, diretrizes focadas nos temas água, energia e materiais que, futuramente, poderão ser ampliadas para outras áreas. Neste processo participativo de coleta de dados, informações e experiências, a união de parceiros, acadêmicos, representantes de entidades e profissionais atuantes no mercado foi determinante para o sucesso do projeto.*

*O CBCS entende que esta iniciativa fortalece sua missão de disseminar conhecimentos e boas práticas para ampliar a sustentabilidade do setor da construção civil, ressalta a importância da estruturação de políticas públicas e estimula a evolução de toda a cadeia produtiva. O resultado é um trabalho que apresenta uma reflexão sobre as condições atuais do setor nas temáticas citadas, aponta gargalos e desafios e reúne referências e recomendações que poderão agregar a contribuição do setor da construção ao processo de desenvolvimento sustentável do país."*

Carlos Eduardo Garrocho de Almeida,  
Presidente do Conselho Deliberativo do  
Conselho Brasileiro de Construção Sustentável

*"A busca pela sustentabilidade no setor da construção é um desafio de grandes proporções. Implica o mundo todo, mas sobretudo países como o Brasil, que vive ainda um processo de urbanização em marcha, e tem que enfrentar, ao mesmo tempo, o enorme déficit habitacional, uma herança da desigualdade social do país. A construção sustentável é, neste contexto, um imperativo para assegurar o equilíbrio entre proteger o meio ambiente, viabilizar o crescimento econômico com inclusão social e promover a justiça ambiental, onde ela se faz mais urgente, nas cidades, que acolhe os menos favorecidos em condições precárias de habitabilidade. Neste sentido, a escala do desafio é ainda maior, quando se torna imprescindível estender esse esforço ao ambiente construído e urbano para assegurar qualidade de vida em bases sustentáveis.*

*A publicação é o resultado de um esforço multidisciplinar e conjunto, academia, setor público e privado, para subsidiar o 2º ciclo do Plano de Produção e Consumo Sustentáveis – PPCS. Tem a ambição de mobilizar as partes interessadas num debate para a constituição de uma futura estratégia nacional de promoção da construção sustentável que precisa expressar-se de forma mais ampla e sistêmica nas diversas políticas setoriais que tem no ambiente construído e urbano seu objeto de atenção. É portanto uma iniciativa de Meio Ambiente como tarefa de todos. Implica a um só tempo, por exemplo, o ar limpo, energia renovável, água de qualidade, saneamento adequado, serviços de transporte, moradia decente, um direito de todos."*

Izabella Mônica Vieira Teixeira  
Ministra do Estado do Meio Ambiente

*"O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente – PNUMA entende que a mudança nos padrões de consumo e produção da humanidade é urgente e apoia ações que favoreçam saltos nessa direção. Esta publicação apresenta o resultado de uma iniciativa com forte potencial de influência nos padrões de produção brasileiros, ao indicar formas de reduzir o alto impacto da construção civil – uma atividade altamente demandante de matéria-prima e geradora de resíduos.*

*O PNUMA, o Ministério do Meio Ambiente e o CBCS - Conselho Brasileiro de Construção Sustentável, oferecem, por meio dos estudos aqui relatados, subsídios para a elaboração de uma política nacional de construção sustentável, atendendo às prioridades lançadas pelo Plano de Ação para Produção e Consumo Sustentáveis do Brasil."*

Denise Hamú Marcos de La Penha  
Representante do PNUMA no Brasil



## Sumário Executivo

O estudo "Aspectos da Construção Sustentável no Brasil e Promoção de Políticas Públicas" procura organizar um diagnóstico do estado atual da construção civil como subsídio para propor um conjunto de orientações para balizar, de forma técnica e objetiva, políticas públicas futuras para contribuir com o direcionamento de práticas para uma construção mais sustentável. O escopo definido para o trabalho concentra-se em três grandes áreas na Construção Civil: Água, Energia e Materiais. A abordagem do trabalho engloba linhas prioritárias no ambiente construído: edificações e sistemas, com foco na demanda. Foram considerados dados de uma pesquisa virtual com profissionais do setor para agregar demandas da cadeia.

A primeira etapa do projeto teve como objetivo compreender a atuação dos agentes envolvidos no setor da construção civil, suas necessidades e dificuldades. Para tanto foi proposta uma pesquisa que consultou os profissionais do setor. Conforme definido no escopo do trabalho, buscou-se informações sobre três áreas: eficiência energética; uso racional e gestão de água; e seleção e destinação de materiais no ambiente construído. O objetivo da consulta aos profissionais foi identificar gargalos e demandas, que sirvam de base para propostas de ações.

A primeira conclusão, obtida pelo número de respondentes da pesquisa várias vezes maior que o esperado, ressaltou a importância de haver um canal de comunicação para ouvir as demandas e necessidades do setor. Analisando os dados da pesquisa ficou claro que existem demandas comuns às três áreas estudadas, ou seja, são necessidades do setor. Foram apontadas quatro linhas de ação que serão tratadas em detalhe nos relatórios específicos: (1) carências de conhecimento, necessidade de campanhas de esclarecimento à população e demanda por maior grau de capacitação técnica dos envolvidos; (2) necessidade de criação de ferramentas específicas; (3) necessidade de criação de incentivos e linhas de financiamentos; e (4) demanda de legislação e regulamentos específicos.

A temática Água tem foco principal na gestão da demanda nos edifícios, como instrumento permanente para manutenção de indicadores de consumo compatíveis com região, tipos de uso e de usuários, visando o uso eficiente da água.

Este documento apresenta a condição de vulnerabilidade hídrica de centros urbanos brasileiros e indica a necessidade de estabelecimento de medidas que garantam o equilíbrio entre a oferta e a demanda de água, com qualidade apropriada aos tipos de uso, como condição para que estes centros urbanos não se tornem econômica e socialmente inviáveis. Sob a ótica da demanda de água, trata-se de ações de caráter institucional, tecnológico, de qualidade e sustentabilidade e de conscientização e



capacitação profissional que, em conjunto, podem contribuir para a redução dos níveis de consumo atuais.

De acordo com dados nacionais apresentados neste documento, o consumo de água nos centros urbanos é crescente e, se mantida a tendência dos últimos anos, a capacidade de fornecimento de água aos centros urbanos não será suficiente para atender as necessidades da população, da indústria e da irrigação, que são os principais consumidores.

Com foco no abastecimento da população, estudos e pesquisas realizados demonstram que a quantidade de água fornecida é superior à quantidade necessária para o adequado desempenho das atividades consumidoras. Esta condição se apresenta, entre outros, pela operação e manutenção inadequada dos sistemas prediais hidráulicos. Parte significativa da água que abastece as edificações é descartada sem ter sido utilizada, através de perdas ou desperdício.

O uso eficiente da água nas edificações reduzirá significativamente a demanda de água para abastecimento da população, que necessita de esclarecimento e apoio técnico para alcançar indicadores de consumo compatíveis com os tipos de uso e para evitar a adoção de soluções que coloquem em risco a saúde pública.

Programas institucionais existentes de gestão da demanda de água, para redução do consumo de água nos edifícios, devem ser atualizados, ampliados e implementados, através de articulação entre os setores público e privado.

Empresas produtoras de componentes e de serviços podem ser estimuladas a participar de projetos relacionados ao uso eficiente da água através de incentivos fiscais ou tarifários.

A implantação de programas de substituição e adequação de equipamentos hidráulicos e de modernização de sistemas hidráulicos prediais para o uso eficiente da água, contribuirá para a eliminação de perdas e desperdício provocado por equipamentos antiquados, controle de pressão e vazão e instalação de sistemas de medição do consumo para viabilizar a gestão da demanda.

O fortalecimento e ampliação dos programas setoriais da qualidade dos produtos e serviços da Construção Civil, com especial enfoque nos sistemas hidráulicos prediais, contribuirá para combater a não conformidade às normas e legislação e para garantir a qualidade dos produtos e serviços oferecidos à população.

Este documento, sem esgotar o assunto, apresenta programas e práticas nacionais e internacionais para o uso eficiente da água, além de 25 recomendações que têm o objetivo de apoiar a definição de políticas públicas que induzam ao uso eficiente da água nas edificações dos centros urbanos.



O consumo energético de edificações no Brasil apresenta uma tendência de rápido crescimento, devido parcialmente aos aumentos no padrão de conforto e serviços dentro de edifícios. Os recentes picos de demanda e altas taxas de construção – de edifícios cada vez maiores e mais complexos – destacam a urgência de se aumentar a eficiência energética neste momento, pois os sistemas instalados agora consumirão energia durante as próximas décadas. Ao mesmo tempo, a matriz de energia elétrica está cada vez mais "suja" com maiores emissões de gás de efeito estufa proveniente da geração. Além disso, o custo da energia está aumentando; ambas as tendências estão sendo intensificadas no curto prazo devido a recente escassez de chuva.

O uso racional de energia é considerado internacionalmente como o "Primeiro Combustível", a melhor oportunidade para reduzir custos e impactos de geração de energia e ainda reduzindo a necessidade de novas instalações de transmissão. Com a prioridade e a urgência dadas ao setor, há diversas pesquisas, estudos de caso e políticas exemplares que podem ser avaliados para se propor aplicação nacional.

No Brasil, há uma grande oportunidade apresentada pelo uso racional de energia. O papel de políticas públicas em superar barreiras e implementar programas será essencial. É destacada a importância de ter uma visão estratégica do setor de maneira holística, como por exemplo com a criação de uma Agência Nacional da Eficiência Energética, para priorizar, implementar, acompanhar e avaliar programas.

Com base nos levantamentos nacionais e internacionais, uma lista de 27 políticas e ações prioritárias para melhorar o uso sustentável de energia no ambiente construído foi identificada. O atual programa PBE Edifica deve ser apoiado e fortalecido, para atingir todo o seu potencial de redução de consumo. Também deve ser complementado por um programa de avaliação e certificação do desempenho energético operacional de edifícios na fase de uso. Além disso, o Retrofit e reabilitação de edifícios existentes devem ser incentivados.

Capacitação e treinamento de profissionais da área é uma questão chave, e deve incluir o fortalecimento de instituições técnicas e a melhoria de currículos universitários.

A etiquetagem PBE do INMETRO deve ser fortalecida e ampliada para cobrir outras áreas e tipos de equipamentos. Além disso, os níveis mínimos devem passar por aumentos periódicos. A maior urgência é na área de ar condicionado, nesta área, os níveis mínimos no Brasil estão muito abaixo dos equivalentes internacionais, mesmo quando os comparamos com o de países em desenvolvimento. O poder de compra de grandes programas de habitação social deve ser utilizado para estimular e capacitar a indústria da cons-



trução civil, para melhorar padrões construtivos, adotar aquecimento solar e utilizar microgeração.

Os diagnósticos e recomendações apresentados neste relatório mostram potenciais importantes para reduções imediatas e futuras no consumo energético, sempre levando em consideração a melhoria contínua dos serviços e do conforto de pessoas no ambiente construído.

A cadeia de materiais de construção civil consome aproximadamente metade das matérias primas extraídas da natureza. É um aglomerado de diversas cadeias produtivas, composta de empresas de tamanhos e capacidades técnicas, gerenciais e econômicas muito variáveis. Cada setor da cadeia tem uma agenda ambiental e social específica.

A informalidade – fiscal, de qualidade, ambiental e trabalhista - é sempre presente e reduz a eficácia de políticas públicas. Um exemplo extremo é a cadeia produtiva da madeira nativa. Políticas que aumentem o custo do setor formal podem aumentar o mercado do setor informal. Uma alternativa é adotar políticas que criem benefícios econômicos a empresas e soluções ecoeficientes. Mas o combate à informalidade é condição para implantar políticas voltadas para a sustentabilidade. O PBQP-H possui metodologia de combate à informalidade, que poderia ser ampliada e adequada para incluir aspectos ambientais. Um comprometimento do varejo no combate à informalidade é necessário. Políticas visando regulamentar a divulgação dos dados de licenciamento ambiental permitiriam aos consumidores auxiliarem no combate a não informalidade ambiental.

A Análise de Ciclo de Vida (ACV), a ferramenta mais adequada para a decisão baseada em aspectos ambientais, é complexa para um setor onde existe grande número de pequenas empresas e onde cada projeto é um protótipo. A normalização internacional da construção já adota uma ACV de escopo reduzido. Dados do mercado brasileiro mostram que o fabricante exerce enorme influência no impacto ambiental dos produtos: na maior parte das situações práticas, a decisão mais importante é selecionar o fornecedor. Em consequência, é fundamental a implantação de Declaração Ambiental de Produto que seja acessível também a pequenas e médias empresas.

A proposta de ACV Modular - encaminhada ao PBACV pela coordenação da área de Materiais ABRAMAT/FIESP-Deconcic - é coerente com a normalização internacional, simples o suficiente para engajar pequenas e médias empresas a participar da Declaração Ambiental de Produto, e pode ser ampliado para escopo completo, gerando como benefícios extras um benchmark do setor e um inventário de gases do efeito estufa.

A redução do consumo de matérias primas é uma prioridade. A promoção da industrialização da construção permitira reduzir as perdas e em consequência, os impactos ambientais da construção em como reduzir a geração de resíduos na construção. A sustentabilidade depende da inovação. A criação de um programa de fomento à eco-inovação tem um potencial significativo de retorno ambiental e de ganho de competitividade da indústria.



# Índice

Equipe técnica.....	2
Colaboração .....	3
Sumário Executivo .....	5
Índice.....	9
Apresentação .....	12
1. Motivação .....	15
2. Realização da pesquisa .....	15
3. Pesquisa quantitativa: consulta aos profissionais do setor .....	16
4. Perfil dos respondentes.....	17
5. Análise dos dados da pesquisa .....	17
Necessidade 1: educação, capacitação e divulgação .....	18
Necessidade 2: demanda de ferramentas .....	19
Necessidade 3: demanda por incentivos e financiamentos .....	20
Necessidade 4: legislação, regulamentação e certificação .....	20
Destaques das sugestões livres .....	21
6. Comentários finais da pesquisa .....	22
ÁGUA .....	23
1. Introdução .....	24
Vulnerabilidade hídrica em cidades .....	24
2. Diagnóstico nacional.....	31
Saneamento urbano e gestão da água nas cidades .....	31
Gestão da demanda de água nos edifícios.....	35
Uso racional da água e conservação de água.....	37
Programas institucionais.....	38
Tecnologia: qualidade, desempenho e inovação.....	43
Regulamentação e normalização.....	45
Educação, conscientização e capacitação .....	45
3. Experiências internacionais em gestão da demanda.....	46
4. Recomendações de ações estruturantes de gestão da demanda de água nas cidades para políticas públicas de desenvolvimento sustentável .....	48
ENERGIA.....	55
1. Introdução .....	56



Uso racional de energia .....	56
Evolução do setor energético no Brasil .....	58
Objetivo deste documento .....	60
2. Diagnóstico nacional.....	60
Energia no ambiente construído .....	60
Tendências de projeto e construção .....	63
Operação, manutenção e retrofit de edificações.....	65
Geração distribuída de energia .....	65
Programas de etiquetagem e certificação.....	66
Financiamento de eficiência energética.....	67
3. Políticas internacionais para energia em edificações.....	68
Introdução.....	68
Políticas exemplares .....	71
4. Indicações para futuras políticas públicas no Brasil.....	72
Questões setoriais e o papel da política pública .....	72
Planejamento e gestão .....	74
Educação: profissionais, projetistas e público .....	77
Tecnologias.....	78
Matriz de avaliação de políticas .....	85
MATERIAIS .....	87
1. Introdução .....	88
2. Diagnóstico do setor de materiais de construção .....	90
A cadeia de materiais e componentes de construção .....	90
Informalidade na cadeia produtiva de materiais.....	92
Impactos ambientais na fase de produção .....	95
A gestão ambiental na fabricação de materiais .....	97
Impactos na fase de uso.....	98
Impactos na fase de pós-uso .....	99
A especificação de materiais mais sustentáveis .....	102
3. Experiências internacionais.....	105
A Avaliação do Ciclo de Vida e na construção .....	105
Plano de construção sustentável da Comunidade Europeia (EU).....	107
Substâncias perigosas regulamentadas .....	108
Planejamento e estimativa da vida útil de produtos da construção .....	110
O pós-uso: demolição e desconstrução.....	110
Inovação em materiais e componentes para a sustentabilidade .....	110
4. Recomendações para elaboração de políticas públicas.....	112
Combate à informalidade.....	112
Implantação de ferramentas do ciclo de vida.....	113
Minimizacoes do consumo de recursos naturais e gestão dos resíduos.....	114
Saúde humana e materiais de construção.....	115
Educação e capacitação profissional .....	115



Promoção daecoinovação.....	115
Matriz de avaliação de políticas sugeridas .....	116
REFERÊNCIAS.....	119
Consulta aos profissionais do setor .....	120
Capítulo Água .....	120
Capítulo Energia .....	123
Capítulo Materiais.....	126



## Apresentação

O estudo "Aspectos da Construção Sustentável no Brasil e Promoção de Políticas Públicas" procura organizar um diagnóstico do estado atual da construção civil como subsídio para propor um conjunto de orientações para futura criação de políticas públicas voltadas para a construção sustentável.

Não é pretensão deste documento encerrar a análise, mas dar início a uma discussão complexa e rica. Fruto de um esforço concentrado, envolveu amplo grupo de profissionais em sua elaboração e consulta, além de contar com o conhecimento acumulado nos Comitês Temáticos do Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS), envolvendo associados e não associados, empresas, acadêmicos, entidades e representantes de órgãos estatais com a intenção de lançar ideias e abrir debate sobre ações estruturantes incentivadas por políticas de Estado para evolução da sustentabilidade na construção civil.

O CBCS recebeu com entusiasmo a encomenda e o desafio de desenvolver em pouco menos de 60 dias uma leitura da sustentabilidade na construção brasileira. Além de uma extensa pesquisa, O CBCS entrega esse material com a expectativa de inaugurar no setor um debate sistemático para aprofundamento da matéria e incentivo a estudos complementares em diversas frentes.

Muitas iniciativas contribuem para agregar sustentabilidade: ações institucionais, inovações tecnológicas, planejamento e gestão de recursos, sensibilização da população e capacitação profissional. Nesse sentido, políticas públicas podem contribuir com o direcionamento de práticas, se acordadas e introduzidas nos setores produtivos de forma assertiva. Entende-se que no Brasil há grande potencial para a criação de um programa estruturado de política nacional voltado à promoção da construção sustentável. Essa política somaria esforços às iniciativas globais para um desenvolvimento mais sustentável.

Segundo a visão do CBCS, avançar a sustentabilidade no setor da construção civil implica em uma série de ações sistêmicas, a serem adotadas por todos os agentes constituintes da cadeia da construção, poder público e sociedade.

O escopo concentra uma leitura do setor por temas, com proposição de linhas prioritárias de estudo em três grandes áreas na construção civil: água, energia e materiais, exibindo uma abordagem do ambiente construído com foco em edificações e sistemas. Há uma grande complexidade ao abordar cada um dos assuntos, e procurou-se focar em aspectos prioritários, cujas ações podem trazer resultados relevantes e de curto prazo, tendo a cautela de não tratá-los de forma demasiadamente simplista. Demais temáticas não abordadas do setor da construção civil devem ser alvo de estudo.



Como temas e grandes áreas passíveis de futuros estudos, dentre diversos de relevante impacto, podem ser citados diagnóstico e recomendações voltadas ao canteiro de obras, às práticas de projeto e às políticas urbanas.

Entrando especificamente no último tema citado, emerge forte reconhecimento por parte da sociedade sobre a importância de questões urbanas, sobretudo aquelas relacionadas à mobilidade, custo social, segurança, déficit habitacional e consumo de água e energia. Mensurar o valor das melhorias públicas agregadas ao patrimônio público e privado é pauta estrutural para a sociedade contemporânea.

Há visível oportunidade de reposicionamento estratégico do poder público, que poderá ser o grande responsável pela oferta de novas políticas públicas – capazes de incentivar e educar a sociedade por meio da introdução de novas práticas urbanas visando à construção de uma inovadora cultura de consumo; da produção e manipulação de resíduos; das práticas da indústria nacional da construção civil; das práticas construtivas e ainda do comportamento da sociedade frente ao seu ambiente construído.

Assim, enxerga-se a necessidade da continuidade dessa leitura para ampliar o escopo e abordar assuntos apenas tangenciados neste trabalho.

Nesse momento, linhas prioritárias para as temáticas Água, Energia e Materiais são propostas nessa versão com objetivo de contribuir para o futuro da construção civil e o aprimoramento de suas práticas e processos.

Boa leitura.



# CONSULTA AOS PROFISSIONAIS DO SETOR



**CBCS**

Conselho Brasileiro de  
Construção Sustentável

Ministério do  
**Meio Ambiente**



**PNUMA**

## 1. Motivação

De acordo com a projeção divulgada pelo IBGE no ano de 2013, a população brasileira, no horizonte que se estende até 2050, crescerá a um ritmo cada vez menor e começará a declinar a partir da década de 2040. O perfil da população também será alterado. Em 1990, a idade média do brasileiro era de 25,6 anos e sua expectativa de vida era de 66,3 anos. Apenas 36,4 % da população tinha 30 anos ou mais. Em 2030, estima-se que a idade média do brasileiro subirá para 36 anos e teremos 60% da população com mais de 30 anos, e aproximadamente 93,1 milhões de domicílios (Brasil Sustentável).

Os impactos dessa alteração do perfil demográfico sobre a questão econômica são enormes, desafiantes e devem ser considerados. Esses dados indicam que:

1. Haverá um aumento da população mais idosa e, conseqüentemente, um menor crescimento da população ativa (EPE, 2014c).
2. Para compensar a desaceleração do aumento da população ativa, é recomendável investir na melhoria da produtividade (Abramat).
3. Como haverá mais adultos, haverá mais possibilidade de formação de famílias e maior demanda por moradia, resultando em um aumento no número de domicílios (EPE, 2014c).
4. O estudo estima que, em 2030, 91,1% da população estará vivendo em cidades (ERNST & YOUNG; FGV, 2008).
5. Observa-se uma diminuição do número de habitantes por domicílio, devido à queda da fecundidade e aumento de renda da população, que permite maior número de pessoas morando sozinhas. Estima-se que em 2050 essa relação chegue a 2,3 habitantes por domicílio (EPE, 2014c).

Esse cenário permite prever uma maior demanda por construções e pelo consumo dos insumos associados ao uso e operação destes empreendimentos. Portanto, olhando apenas pelo viés da construção de habitações, o impacto estimado será grande, a partir do qual se pode prever que o impacto nas construções comerciais, serviços e demais construções urbanas também será considerável.

Baseado neste cenário, foi elaborada uma pesquisa para a promoção da construção civil sustentável por meio de uma consulta aos profissionais do setor.

## 2. Realização da pesquisa

O foco da pesquisa é o ambiente construído, ou seja, ações ligadas às edificações e sistemas construtivos centrados na gestão da demanda. O



consumo dos insumos de água, energia e materiais acontece em diferentes momentos no ambiente construído. Os insumos de água e energia neste trabalho são abordados principalmente na fase de projeto e operação e o tema material é abordado desde sua seleção, no projeto, na fase de obra e na destinação final.

O objetivo desta pesquisa é realizar um levantamento com os agentes do setor da construção civil para servir de base para um plano de ações que promovam a construção sustentável. Buscam-se informações sobre eficiência energética, uso racional e gestão de água e seleção e destinação de materiais no ambiente construído para entender a atuação do setor, suas necessidades e identificar gargalos para propor ações.

Para compreender a atuação dos agentes, foram realizadas duas pesquisas com profissionais do setor: uma de caráter qualitativo e outra de caráter quantitativo. Na pesquisa quantitativa, 381 profissionais puderam expressar sua opinião sobre o tema por meio de perguntas abertas e fechadas, tendo oportunidade de expressar comentários em todas as perguntas e responder uma questão de texto aberto no final. A pesquisa qualitativa consistiu de conversas com três profissionais, um do setor energético, um do setor de materiais e um do setor hídrico. Nessas conversas os profissionais puderam expressar seus pontos de vista, conhecimentos e sugestões sobre o assunto que foram incorporados nos relatórios técnicos de cada área.

### 3. Pesquisa quantitativa: consulta aos profissionais do setor

A pesquisa foi realizada por meio de um questionário eletrônico na plataforma do Survey Monkey. Ela foi organizada em cinco blocos: (1) perfil do entrevistado; (2) oito perguntas sobre materiais; (3) oito perguntas sobre água; (4) oito perguntas sobre energia; e (5) uma questão aberta.

O questionário foi criado para ser aplicado via internet e concebido para não levar mais do que 10 minutos para ser respondido. Os três grandes temas – Água, Energia e Materiais – foram organizados em três subtemas: as primeiras perguntas de cada grupo foram elaboradas para conhecer e entender como o respondente abordava questões relativas ao emprego do insumo; o segundo subtema, para que o respondente se posicionasse em relação a barreiras nessa abordagem; e o terceiro subtema, para que o respondente escolhesse recomendações dentre uma lista sugerida. No final dos três grupos foi colocada uma questão dissertativa para quem quisesse propor ações prioritárias para serem implementadas pelo setor público em qualquer nível.



A pesquisa ficou aberta por nove dias, do dia 23 de setembro a 1 outubro de 2014, e foi encaminhada para a lista de e-mails do CBCS e entidades parceiras, totalizando 381 respondentes.

A pesquisa buscou informações nas seguintes fases do ciclo de vida da edificação: (1) fabricação, materiais e componentes; (2) canteiro de obras; (3) operação e gestão do edifício; (4) geração local; e (5) destinação.

As questões elaboradas são, em sua maioria, de múltipla escolha e permitem selecionar mais de uma opção, o que, na análise, leva a resultados maiores de 100%, pois uma mesma pessoa pode selecionar dois ou mais itens de resposta.

A análise a seguir é baseada nos dados coletados, cuja íntegra se encontra no Apêndice.

## 4. Perfil dos respondentes

A pesquisa teve participação das diferentes regiões do Brasil. Dos 381 respondentes que participaram da pesquisa 55% eram da região Sudeste, 19% da região Sul, 10% da região Nordeste, 9% da região Centro-Oeste e 7% da região Norte.

Dentre os participantes, 28,5% atuam na área de projeto, 26,6% são atuantes na área de pesquisa e academia e 25,9% são consultores. Os respondentes atuam principalmente com empreendimentos comerciais (37,4%) e com empreendimentos residenciais de médio padrão (29,7%), com empreendimentos residenciais alto padrão (25,6%) e habitações de interesse social (21,1%).

Do total de respondentes, 32,9% tem maior familiaridade com a etapa de projeto.

Os dados acima delineiam um perfil dos respondentes da pesquisa, em que predominam projetistas ligados a empreendimentos comerciais e a habitações nas diferentes tipologias, concentrados nas regiões Sul e Sudeste.

## 5. Análise dos dados da pesquisa

Analisando os dados da pesquisa, percebe-se que existem demandas e necessidades comuns para as três áreas, sendo possível concluir que se trata de necessidades do setor. Essas necessidades estão descritas a seguir e serão tratadas com suas especificidades nos relatórios técnicos de cada área.

As três áreas apontam para:



- carências de conhecimento, necessidade de campanhas de esclarecimento à população e demanda por maior grau de capacitação técnica dos envolvidos;
- necessidade de criação de ferramentas específicas;
- necessidade de criação de incentivos e linhas de financiamentos;
- demanda de legislação e regulamentos específicos.

A análise dos resultados são apresentados a seguir para detalhar os pontos relevantes apontados nessas quatro necessidades.

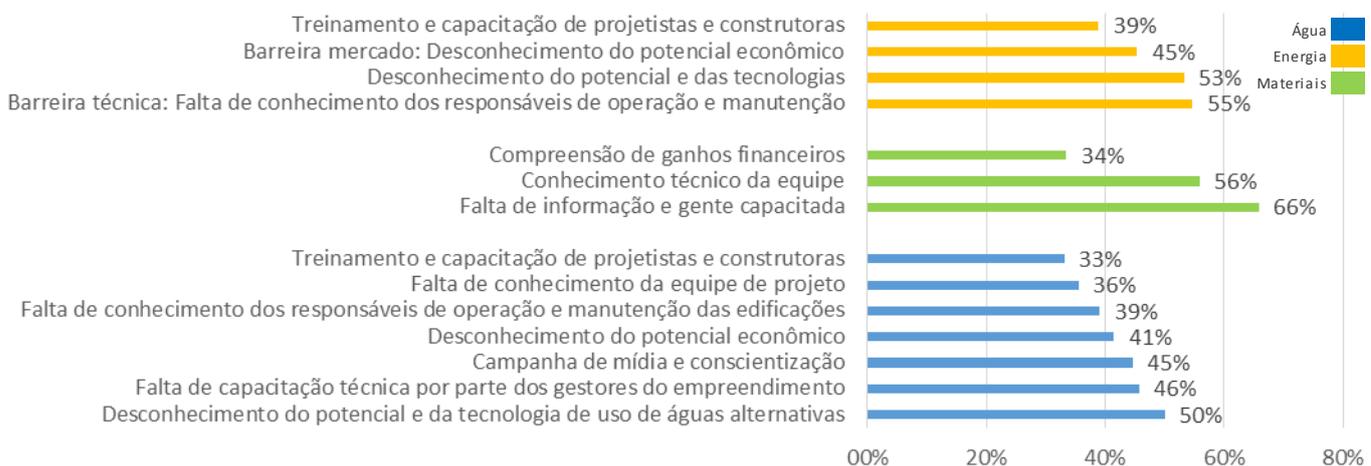
### Necessidade 1: educação, capacitação e divulgação

A Figura 1 mostra as respostas associadas ao tema de educação, capacitação e divulgação, agrupadas por insumo. Analisando o gráfico, nota-se que, para a área de energia, a educação é vista como uma barreira técnica pela falta de conhecimento dos responsáveis de operação e manutenção (55%), seguido por desconhecimento do potencial e das tecnologias (53%). Para a área de materiais, a falta de informação e de profissionais capacitados é a mais citada (66%). Para a área de água, o mais citado é o desconhecimento do potencial e da tecnologia do uso de águas alternativas (50%).

Nos comentários dos respondentes, ficou clara a demanda por uma revisão extensa para os cursos de engenharia e arquitetura. Também foi mencionada a necessidade de atuação por meio de campanhas para o ensino médio e setores específicos como condomínios, hospitais e hotéis.

Fica claro que em todas as áreas pelo menos 50% dos entrevistados acham que existe algum tipo de falta de informação. Conclui-se que a disseminação de informação não pode ser ignorada em nenhuma iniciativa de sustentabilidade.

FIGURA 1 – EDUCAÇÃO, CAPACITAÇÃO E DIVULGAÇÃO



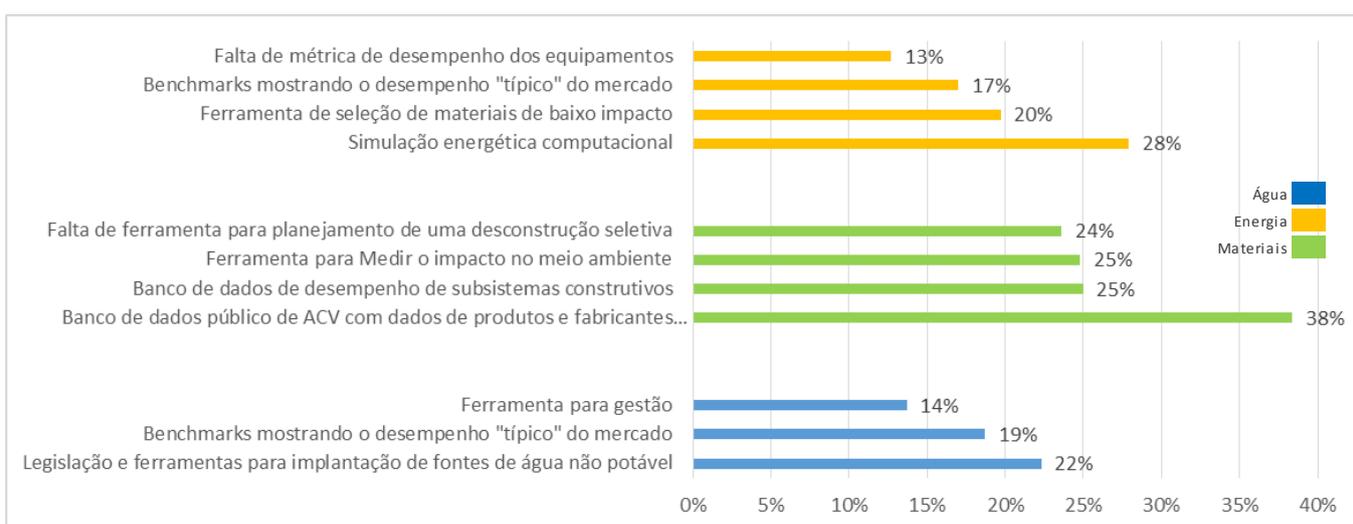
Os respondentes, por meio da questão de texto livre, sugerem campanhas divulgando casos exemplares de soluções sustentáveis. Apontam o papel importante vindo do poder público – federal, estadual, municipal – e como seus edifícios deveriam dar o exemplo. Citam campanhas educacionais e de divulgação na mídia. Recomendam também a divulgação de dados técnicos de entrada como, por exemplo, dados pluviométricos.

## Necessidade 2: demanda de ferramentas

Os dados pertinentes à solicitação de ferramentas específicas foram agrupados na Figura 2. Neste gráfico observa-se que os respondentes, na área de energia, gostariam de ter acesso a mais ferramentas computacionais de simulação energética (28%). Para a área de materiais, os respondentes apontam a necessidade de criar um banco de dados público de Análise do Ciclo de Vida (ACV) (38%) com dados de produtos e fabricantes nacionais. Os respondentes acreditam que, para a área hídrica, há falta de ferramentas para auxiliar na implantação de fontes alternativas de água (22%).

Nos textos livres, os respondentes sugerem que se criem bancos de dados públicos de livre acesso, com parâmetros ambientais como vida útil, conforto térmico, consumo energético, emissão de CO<sub>2</sub>, dentre outros aspectos. Solicitam a criação de uma base brasileira pública que tenha interface com ferramentas de gestão do tipo *Building Information Model* (BIM). Para a utilização das ferramentas com sucesso pedem ainda a definição de métricas e a criação de *benchmarks* para avaliação de desempenho *on-line* e de acesso público. Existe também a demanda de ferramentas de simulação da rentabilidade financeira dos projetos.

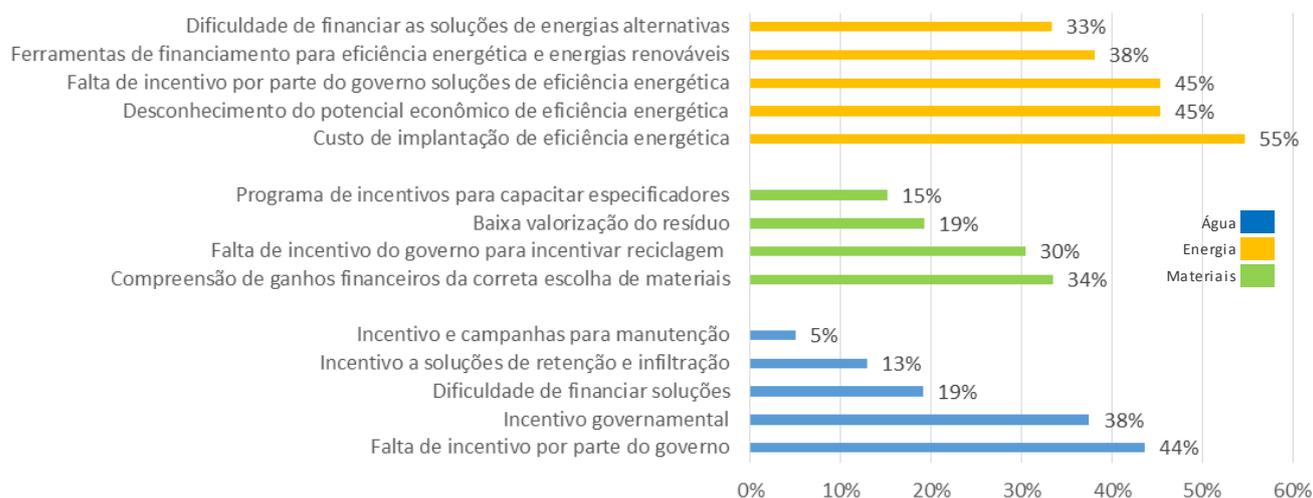
FIGURA 2 – DEMANDA DE FERRAMENTAS



### Necessidade 3: demanda por incentivos e financiamentos

A Figura 3 agrupa as informações sobre a demanda por incentivos e financiamentos por área. Para a área de energia, os respondentes gostariam de ver incentivos e financiamentos associados ao custo de implantação de soluções de eficiência energética (55%). Já para área de materiais, a demanda é por incentivos e financiamentos para correta escolha de materiais (34%) e incentivos para a reciclagem (30%). Nas questões associadas ao tema água, há uma demanda por diferentes linhas de incentivos por parte do governo (44%).

FIGURA 3 - DEMANDA POR INCENTIVOS E FINANCIAMENTOS



Entende-se que os respondentes acreditam que se houvessem mais incentivos e linhas de financiamentos, haveria mais soluções nos empreendimentos.

São citados: a necessidade de incentivos para inclusão de tecnologias nas edificações, incentivos para investimento em pesquisa, para capacitação profissional, para reforma/*retrofit* de edificação existente, além de incentivos tributários, linhas de financiamentos específicas e incentivos para *startups* na área.

### Necessidade 4: legislação, regulamentação e certificação

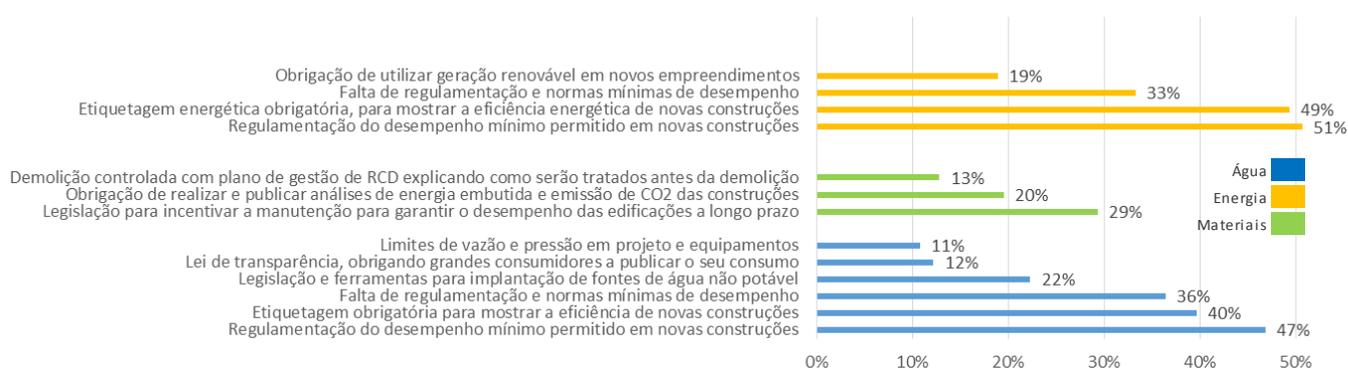
A Figura 4 reúne as respostas associadas ao tema de legislação, regulamentação e certificação. A pesquisa apontou que, para a área de energia, 51% dos respondentes acreditam que precisa ser criada uma regulamentação de desempenho mínimo para novas edificações. Dentre os respondentes, 49% acreditam que a etiqueta energética deveria ser obrigatória. Em relação aos materiais, 29% dos respondentes gostariam de



legislação para incentivar a manutenção e para garantir o desempenho das edificações a longo prazo. Em relação às ações ligadas à água, 47% dos respondentes gostariam de ver regulamentação do desempenho mínimo permitido para as novas edificações.

Nos comentários, percebe-se demanda por regulamentação para estabelecer requisitos técnicos mínimos de desempenho para todas as tipologias, demanda para a adequação dos Planos Diretores e Códigos de Obras com conceitos de sustentabilidade e a necessidade da aproximação da academia (técnicos) aos legisladores. Os respondentes apontam a necessidade de políticas integradas, ou seja, a necessidade de integração das diferentes esferas federal, estadual e municipal, assim como a integração das diferentes áreas: água x energia, materiais x energia. Os respondentes gostariam de ver a obrigatoriedade de níveis de desempenhos mínimos, como a obrigatoriedade do Programa Procel.

FIGURA 4 – LEGISLAÇÃO, REGULAMENTAÇÃO E CERTIFICAÇÃO



Cabe mencionar que nas entrevistas qualitativas foi sugerido um modelo de etapas para aprovação de legislação e regulamentações. A primeira etapa para criação de uma legislação seria propor uma metodologia com métricas e ferramentas definidas oferecendo assim o instrumento para sua aplicação. A segunda etapa seria a validação do proposto pelo setor por meio de um projeto piloto ou de um programa de adesão voluntária. A terceira etapa seria a parceria com o setor, permitindo assim a criação de acordos setoriais para o sucesso da legislação. Finalmente, a quarta etapa tornaria obrigatória a proposta no formato de lei.

#### Destaques das sugestões livres

Nos comentários dos respondentes na pesquisa quantitativa, foi sugerido que o pagamento dos contratos de empreendimentos deve ser vinculado aos indicadores de desempenho e que esses devem estar estabelecidos em licitação. Também foi sugerido que todos os contratos de licitação para projetos e obras públicas deveriam exigir um mínimo de medidas mensuráveis sustentáveis, tanto na fase da construção, como depois de pronto.



Foi apontado diversas vezes nos comentários livres que o formato de licitação convencional aplicado atualmente dificulta o aceite de produtos industrializados e inovadores, pois apenas leva em consideração tecnologias tradicionais e dá preferência pelo menor custo da obra, não levando em consideração os custos ao longo do ciclo de vida.

No texto livre e nas entrevistas qualitativas foi levantado um desafio: como abordar o segmento da autoconstrução. É sabido que esse segmento tem um alto consumo de materiais e uma baixa qualificação da mão de obra. Seria preciso encontrar caminhos para capacitar e oferecer informações a esse público.

Foi levantada também a necessidade de regulamentar e fiscalizar com mais rigor a porcentagem de áreas permeáveis dos projetos, garantindo assim a infiltração de águas nos lençóis freáticos.

## 6. Comentários finais da pesquisa

O presente estudo não teve a intenção de realizar uma amostra balanceada da população de agentes do setor da construção sustentável. Tal estudo necessitaria de um censo de profissionais de um setor bastante dinâmico e de técnicas bem mais sofisticadas de coleta de dados e de processamento.

No entanto, dentro do escopo de coleta de informações para a promoção da construção sustentável, um questionário voluntário se mostrou uma técnica bastante eficaz. A pesquisa quantitativa foi considerada um sucesso, com grau de participação muito maior que o esperado. Essa alta participação mostra o desejo do setor de ter um canal para expressar as suas preocupações e o seu desejo de ver políticas que tenham impacto na difusão das práticas de sustentabilidade no setor.



# ÁGUA



**CBCS**

Conselho Brasileiro de  
Construção Sustentável

Ministério do  
**Meio Ambiente**



**PNUMA**

## 1. Introdução

### Vulnerabilidade hídrica em cidades

Em 1992, a Organização das Nações Unidas (ONU) lançou o documento “Declaração Universal dos Direitos da Água” (IFRAH, 1992), que declara, entre outros, que: “A água não deve ser desperdiçada, nem poluída, nem envenenada. De maneira geral, sua utilização deve ser feita com consciência e discernimento para que não se chegue a uma situação de esgotamento ou de deterioração da qualidade das reservas atualmente disponíveis”. Desenvolveu-se a consciência de que a água não é um recurso inesgotável.

Considerando as 10 maiores economias do mundo segundo o Banco Mundial (THE WORLD BANK, 2013), o Brasil detém a maior disponibilidade hídrica per capita, sendo 4,5 vezes maior do que a dos Estados Unidos e 21,5 vezes a da China. A Tabela 1 mostra a disponibilidade hídrica de água doce renovável per capita nos países de maior Produto Interno Bruto em 2013, segundo o Comitê de Água da ONU (UN-WATER).

Tabela 1 – DISPONIBILIDADE HÍDRICA DE ÁGUA DOCE RENOVÁVEL NOS PAÍSES DE MAIOR PRODUTO INTERNO BRUTO EM 2013

País	Disponibilidade Hídrica de água doce renovável per capita (m <sup>3</sup> /hab.ano)
Estados Unidos	9.666
China	2.017
Japão	3.379
Alemanha	1.860
França	3.300
Reino Unido	2.332
Brasil	43.528
Rússia	31.487
Itália	3.142
Índia	1.545

FONTE: UN-WATER

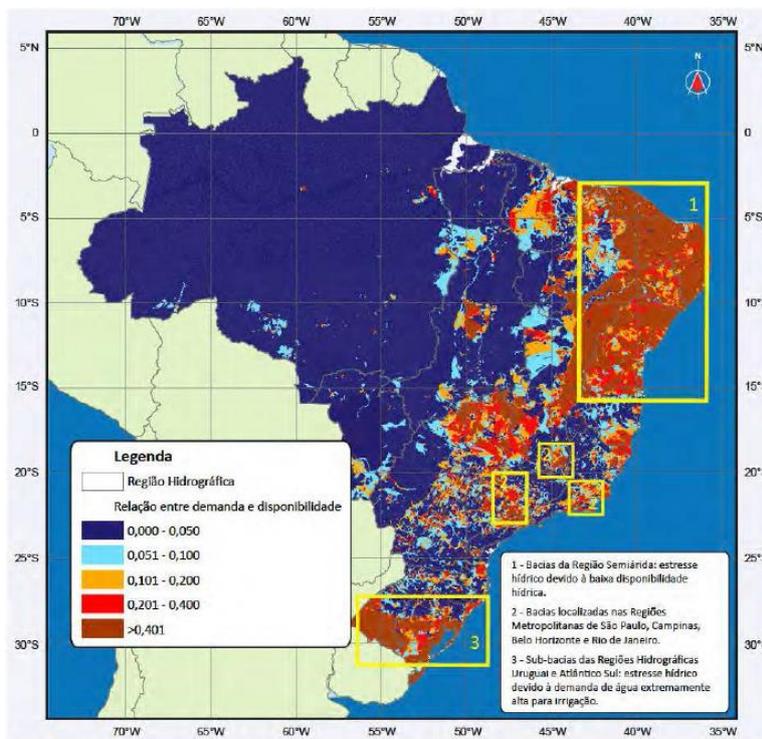
O aparente conforto na oferta de água não traduz a real distribuição do recurso no território nacional. Segundo a Agência Nacional das Águas (ANA, 2013), do Ministério do Meio Ambiente (MMA), a Região Hidrográfica Amazônica detém 80,8% da disponibilidade hídrica superficial e 61,9% da reserva potencial explorável de águas subterrâneas.

A ANA (2013) fez um balanço entre disponibilidade hídrica e demanda de água. Considerando o índice de retirada de água, Water Exploitation Index



(WEI)<sup>1</sup>, foi determinada a situação das principais bacias brasileiras, mapeada na Figura 5.

FIGURA 5 – BALANÇO ENTRE DISPONIBILIDADE HÍDRICA E DEMANDA DE ÁGUA



FONTE: ANA (2013)

A disponibilidade hídrica brasileira é proveniente tanto de águas superficiais como de águas subterrâneas. Segundo a ANA (2013), a comparação do volume armazenado de água per capita possibilita identificar o grau de vulnerabilidade hídrica para atender aos usos da água. Segundo a ANA (2013), "O Brasil possui 3.607m<sup>3</sup> de volume máximo armazenado em reservatórios artificiais por habitante".

Ainda segundo a ANA (2013), "entende-se por uso do recurso hídrico qualquer atividade humana que, de qualquer modo, altere as condições naturais das águas superficiais ou subterrâneas". Assim, estão englobados tanto usos que devolvem toda a água utilizada para o curso d'água (geração de energia, navegação, pesca, turismo), chamado uso não consuntivo, como os usos em que parte da água não retorna ao curso d'água (uso urbano, industrial, irrigação, dessedentação animal), chamado uso consuntivo.

<sup>1</sup> O índice de exploração de água (WEI), ou a razão de retirada de água, em um país, é definido como a captação total média anual de água doce dividida pelos recursos de água doce médios de longo prazo. Ele indica como a captação total de água coloca pressão sobre os recursos hídricos. Assim, identifica os países que têm alta abstração em relação aos seus recursos e, portanto, estão propensos a sofrer problemas de escassez de água. Os recursos de água doce médios de longo prazo são derivados da precipitação média de longo prazo menos a evapotranspiração média de longo prazo, mais a entrada média de longo prazo de países vizinhos" (LALLANA; MARCUELLO).



A Figura 6 apresenta o mapa das regiões hidrográficas brasileiras e a Tabela 2 apresenta a disponibilidade hídrica de águas superficiais e águas subterrâneas, capacidade de armazenamento e o tipo de uso predominante por região hidrográfica em 2010.

FIGURA 6 – REGIÕES HIDROGRÁFICAS BRASILEIRAS



FONTE: ANA; MMA (2007)



TABELA 2 – DISPONIBILIDADE HÍDRICA DE ÁGUAS SUPERFICIAIS E SUB-TERRÂNEAS, CAPACIDADE DE ARMAZENAMENTO E TIPO DE USO PREDOMINANTE POR REGIÃO HIDROGRÁFICA EM 2010

Região Hidrográfica	Disponibilidade Hídrica		Capacidade de armazenamento per capita (m <sup>3</sup> /habitante)	Predominância de Uso
	Superficial (m <sup>3</sup> /s)	Reserva Potencial Explotável* (m <sup>3</sup> /s)		
Amazônica	73.748	7.078	2.181	Apresenta baixas vazões de retirada
Atlântico Leste	305	85	945	Predomínio dos usos de irrigação (40% a 50% de demanda total)
Atlântico Nordeste Ocidental	320	183	----	Apresenta baixas vazões de retirada
Atlântico Nordeste Oriental	91	86	1.080	Predomínio dos usos de irrigação (mais de 60% de demanda total)
Atlântico Sudeste	1.145	146	372	Predomínio de Uso Urbano
Atlântico Sul	647	212	11.304	Predomínio dos usos de irrigação (mais de 60% de demanda total)
Paraguai	782	617	3.449	Apresenta baixas vazões de retirada
Paraná	5.956	1437	4.047	Predomínio dos usos de irrigação (40% a 50% de demanda total)
Parnaíba	379	227	1.795	Apresenta baixas vazões de retirada
São Francisco	1.886	355	5.183	Predomínio (mais de 60% de demanda total) dos usos de irrigação
Tocantins-Araguaia	5.447	604	13.508	Predomínio dos usos de irrigação (mais de 60% de demanda total)
Uruguai	565	400	3.388	Predomínio dos usos de irrigação (mais de 60% de demanda total)
<b>Total</b>	<b>91.271</b>	<b>11.430</b>	<b>3.607</b>	

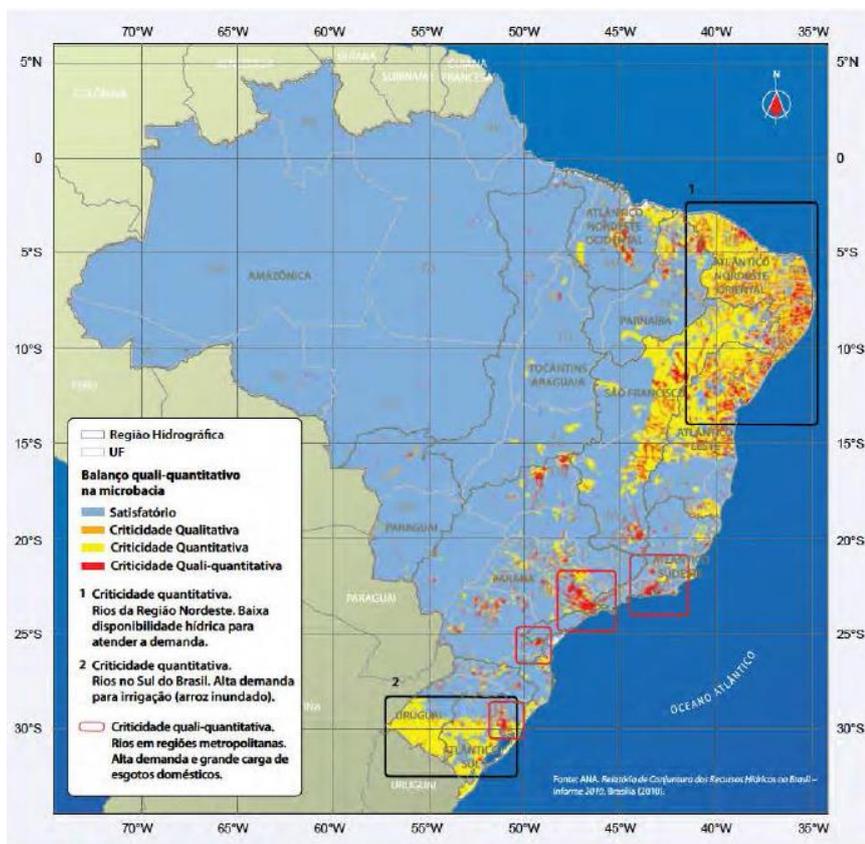
\*parcela da precipitação pluviométrica média anual que infiltra e efetivamente chega aos aquíferos livres e que pode ser explorada de forma sustentável.

FONTE: ANA (2013)

O atendimento das necessidades de demanda de água exige a avaliação da qualidade do insumo disponível. Considerando o indicador de qualidade como a capacidade de assimilação dos corpos d'água, a ANA (2013) analisou as condições de criticidade quantitativa (disponibilidade hídrica) e qualitativa (condições dos efluentes) das bacias brasileiras, apresentadas na Figura 7.



FIGURA 7 – CONDIÇÕES DAS BACIAS BRASILEIRAS SEGUNDO CRITICIDADE QUALI-QUANTITATIVA



FONTE: ANA (2013)

Fica evidente que as bacias onde se localizam as regiões metropolitanas apresentam criticidade quali-quantitativa como resultado da grande demanda de água somada à quantidade de carga orgânica doméstica lançada nos corpos d'água.

A Macrometrópole Paulista, um dos espaços realçados na Figura 3 como de criticidade quali-quantitativa, tem área aproximada de 52 mil quilômetros quadrados e abriga mais de 30,8 milhões de habitantes (DAEE, 2013)<sup>2</sup>. Nessa região estão inseridas, total ou parcialmente, áreas de oito Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI). Na Figura 8 é apresentada a hidrografia da Macrometrópole Paulista.

<sup>2</sup> Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos (2013).



FIGURA 8 – HIDROGRAFIA PRINCIPAL DA MACROMETRÓPOLE PAULISTA



FONTE: DAEE (2013)

Conforme o Plano Diretor de Aproveitamento dos Recursos Hídricos para a Macrometrópole Paulista, publicado em outubro de 2013 (DAEE, 2013), a demanda de água total é de 222,96 m<sup>3</sup>/s, distribuídos em seus diversos usos, com predominância de aproximadamente 50% para abastecimento (como é possível observar na Figura 9, que mostra também os outros usos da água na região).

FIGURA 9 – CONSUMO DE ÁGUA POR TIPO DE USO NO ANO DE 2008



FONTE: DAEE (2013)



O Plano Diretor apresenta uma projeção populacional para a região, com expectativa de crescimento de 20% da população até 2035, comparada com a registrada em 2008. A Tabela 3 apresenta o resultado das projeções populacionais para 2018, 2025 e 2035.

TABELA 3 – PROJEÇÕES DE POPULAÇÃO POR UNIDADE DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS

URGH	2008	2018	2025	2035
Paraíba do Sul	1.948.520	2.176.529	2.298.477	2.405.612
Litoral Norte	242.331	282.644	306.005	330.282
Piracicaba/Capivari/Jundiaí	5.022.874	5.673.617	5.984.388	6.217.851
Alto Tietê	19.533.758	21.310.657	22.206.211	22.938.472
Baixada Santista	1.664.929	1.857.493	1.960.432	2.048.752
Mogi Guaçu	535.798	594.596	621.814	641.581
Tietê/Sorocaba	1.828.429	2.109.243	2.253.517	2.375.576
Ribeira do Iguape e Litoral Sul	45.617	53.308	58.271	63.557
<b>Total</b>	<b>30.822.256</b>	<b>34.058.087</b>	<b>35.689.115</b>	<b>37.021.683</b>

FONTE: DAEE (2013)

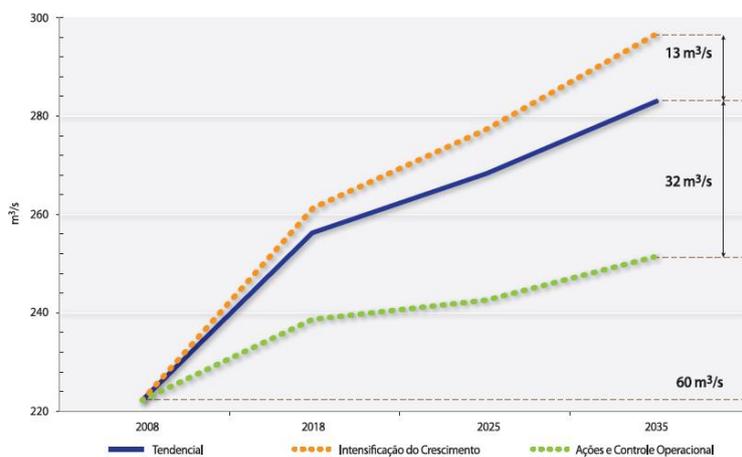
Esse aumento populacional acarretará, inevitavelmente, sensível aumento da demanda de água que, ao seguir a curva tendencial, necessitaria de mais 60m<sup>3</sup>/s.

A partir desse quadro, o gráfico da Figura 10 apresenta a curva de projeção da demanda considerando os cenários: demanda tendencial, demanda com intensificação do crescimento brasileiro<sup>3</sup> e demanda com ações de gestão e controle operacional.

<sup>3</sup> Como é explicado no Plano Diretor, “para o Cenário com Intensificação do Crescimento Brasileiro foi considerado um crescimento baseado na projeção do PIB do Estado de São Paulo e o incremento esperado em função dos projetos de infraestrutura em planejamento para o Estado e o crescimento mais acentuado do país. [...] a projeção do crescimento reflete os potenciais impactos que as proposições de empreendimentos em infraestrutura e energia, em discussão, no Brasil e no Estado de São Paulo, poderiam ter sobre as demandas de recursos hídricos” (DAEE, 2013).



FIGURA 10 – CURVA DE PROJEÇÃO DA DEMANDA TOTAL NOS CENÁRIOS: TENDENCIAL, COM AÇÕES DE GESTÃO E CONTROLE OPERACIONAL DAS DEMANDAS E COM INTENSIFICAÇÃO DO CRESCIMENTO BRASILEIRO



FONTE: DAEE (2013)

O Plano Diretor considera que serão necessárias ações de gestão de demanda que possibilitem a redução de  $32 \text{ m}^3/\text{s}$  da demanda projetada para 2035. As ações previstas são: (a) a redução do índice de perdas nas redes públicas; (b) a gestão da demanda em edifícios – programas de uso racional da água e mudanças comportamentais; (c) mudanças tecnológicas e gestão do uso da água na irrigação; e (d) tecnologia de produção mais limpa e regulamentação da cobrança pelo uso da água nas indústrias.

Observando-se o cenário apresentado, fica claro que a gestão da demanda de água em edifícios, em especial nos centros urbanos em regiões com vulnerabilidade hídrica, é uma questão emergencial no Brasil, independente de eventual falta de chuva em determinada época ou região, como ocorreu no último verão em São Paulo. Garantir que a quantidade de água disponível possa ser distribuída para todos não é mais uma preocupação para o futuro.

“A água é certamente um fator que tem importância na resiliência das cidades, tanto por seu excesso, como por sua falta”, segundo Porto (2014).

## 2. Diagnóstico nacional

### Saneamento urbano e gestão da água nas cidades

A Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA), que integra o Ministério das Cidades, publica anualmente o Diagnóstico dos Serviços de Água, Esgoto e Resíduos, por meio do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). O SNIS foi concebido e desenvolvido pelo Programa de Modernização do Setor de Saneamento (PMSS), vinculado à Secretaria



ria Nacional de Saneamento Ambiental do Ministério das Cidades. Sua base de dados reúne informações fornecidas voluntariamente pelos prestadores de serviços de abastecimento de água e de coleta e tratamento de esgotos (e também de resíduos sólidos) estaduais, regionais e municipais. Os dados são coletados, analisados e publicados desde 1995.

Para o Diagnóstico de 2012, publicado em 2014, foram levantados dados de 5.070 municípios (91% da totalidade de municípios do país) que somam uma população de mais de 160 milhões de habitantes (98% da população urbana).

O SNIS (2014) apresenta o índice total de atendimento de abastecimento de água através de rede de 82,7% e de coleta de esgoto de 48,3%. Esses índices são mais elevados nas regiões urbanas, respectivamente, 93,2% e 56,1%. Na Tabela 4 são apresentados os níveis de atendimento de água e esgoto segundo as regiões geográficas.

TABELA 4 – NÍVEIS DE ATENDIMENTO COM ÁGUA E ESGOTO SEGUNDO REGIÃO GEOGRÁFICA E BRASIL

Região	Índice de atendimento com rede (%)				Índice de tratamento dos esgotos (%)	
	Água		Esgoto		Esgotos Gerados	Esgotos Coletados
	Total	Urbano	Total	Urbano	Total	Total
Norte	55,2	68,6	9,2	11,9	14,4	85,1
Nordeste	72,4	89,5	22,2	29,4	31	81,2
Centro-Oeste	88	96,5	42,7	47,1	44,2	90
Sudeste	91,8	97	75,4	80,3	42,7	63,6
Sul	87,2	97,2	36,6	42,7	36,2	79,7
Brasil	82,7	93,2	48,3	56,1	38,7	69,4

FONTE: BRASIL (2014)

Ainda segundo o SNIS (2014), o consumo médio per capita de água<sup>4</sup> no Brasil foi de 167,5 L/hab.dia. Essa média varia de acordo com o estado ou região estudados, como se pode observar na Tabela 5 (que apresenta o consumo médio per capita por região) e no gráfico da Figura 11 (que mostra o consumo médio per capita por estado).

<sup>4</sup> "O consumo médio per capita de água é definido, no SNIS, como o volume de água consumido, excluído o volume de água exportado, dividido pela população atendida com abastecimento de água" (BRASIL, 2014).

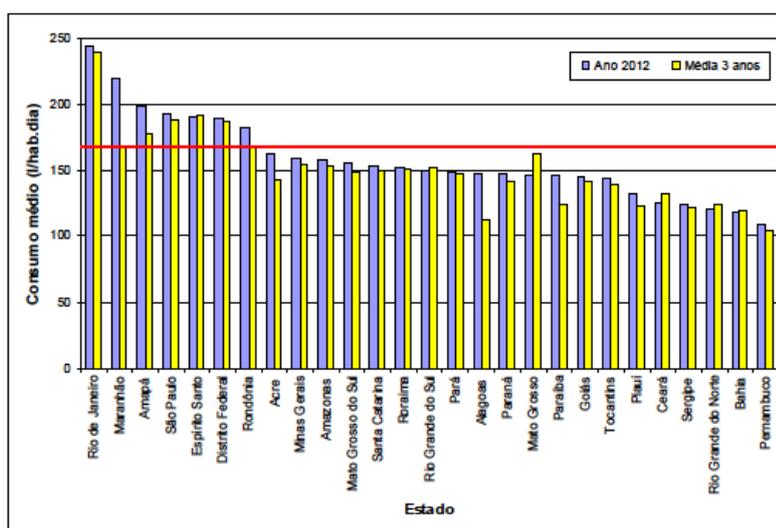


TABELA 5 – VALORES DE CONSUMO MÉDIO PER CAPITA DE ÁGUA POR REGIÃO GEOGRÁFICA

Região	Consumo médio por capita (l/hab.dia)
Norte	155,8
Nordeste	131,2
Centro-Oeste	156,5
Sudeste	194,8
Sul	149,3

FONTE: BRASIL (2014)

FIGURA 11 – CONSUMO MÉDIO PER CAPITA NA MÉDIA DOS ANOS DE 2010, 2011 E 2012



FONTE: BRASIL (2014)

O gráfico da Figura 11 indica que, na maioria dos estados brasileiros, o consumo tem apresentado tendência de crescimento (consumo médio do ano de 2012 superior à média dos anos de 2010, 2011 e 2012).

Os dados fornecidos pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento confirmam que, para os grandes centros urbanos, tanto os índices de atendimento de água e esgoto aumentam, como também aumenta a demanda per capita.

A Gestão da Demanda da Água (GDA) nas cidades engloba o controle de perdas nas redes de abastecimento de água, a utilização de fontes alternativas de água e a gestão da demanda de água nos edifícios.



Com relação às perdas nas redes de abastecimento, segundo o SNIS (2014), o Brasil apresenta elevados índices de perda de água na distribuição (IN049<sup>5</sup>). A Tabela 6 apresenta o IN049 por região geográfica brasileira.

TABELA 6 – ÍNDICE DE PERDAS NA DISTRIBUIÇÃO POR REGIÃO GEOGRÁFICA E BRASIL

Região	IN <sub>049</sub> (%)
Norte	49,3
Nordeste	44,6
Centro-Oeste	32,4
Sudeste	33,5
Sul	36,4
<b>Brasil</b>	<b>36,9</b>

FONTE: BRASIL (2014)

O controle de perdas de água nas redes de distribuição é objeto do Plano Nacional de Saneamento (PLANSAB), da Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, integrante do Ministério das Cidades.

O segundo aspecto da gestão da demanda de água nas cidades, a utilização de fontes alternativas de água, considera a utilização de água não proveniente do sistema público de abastecimento de água potável.

Segundo o Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS, 2009), as fontes alternativas de água mais utilizadas em sistemas prediais são o aproveitamento das águas pluviais, a utilização de efluente tratado (“água de reúso”) e os poços artesianos. Nesses casos, o edifício pode ser considerado “produtor de água” e os gestores do sistema hidráulico tornam-se responsáveis pela qualidade e pela forma de utilização dessa água.

A água de reúso é definida pelo CBCS (MARQUES; OLIVEIRA, 2013) como a água não potável obtida por tratamento de água residuária, sendo esta, por sua vez, definida como “efluente gerado após o uso da água em edificações residenciais, comerciais e industriais”. O reúso pode ser indireto, caracterizado quando as águas residuárias são descartadas nos corpos d’água (águas superficiais ou subterrâneas) e utilizadas novamente à jusante, ou direto, quando ocorre a utilização planejada e imediata, após o efluente receber tratamento adequado ao tipo de utilização que será feita.

O Centro Internacional de Referência em Reúso de Água (CIRRA)<sup>6</sup> descreve diferentes tipos de reúso, entre eles, o reúso urbano.

<sup>5</sup> O indicador IN<sup>049</sup> compara o volume de água disponibilizado para distribuição e o volume consumido, sinalizando, assim, o índice de perdas.



O potencial de reúso é bastante amplo e diversificado. A utilização de efluente tratado exige controle de qualidade da água e devem-se levar em conta os custos de implantação e operação. De maneira geral, esse sistema só se viabiliza para usos não potáveis e deve ser cuidadosamente planejado e operado (HESPANHOL, 2008).

Segundo Hespagnol (2010), "algumas empresas de saneamento estão atualmente se preparando para fornecer a chamada 'água de reúso' ou 'água de utilidade' para atender a usos de água não potável na área urbana". Um exemplo é o projeto Aquapolo, que produz água de reúso destinada ao polo Petroquímico do ABC paulista. O Aquapolo é uma Estação Produtora de Água Industrial (EPAI) com capacidade de vazão de água de reúso de 1m<sup>3</sup>/s (PROJETO AQUAPOLO, 2010).

O terceiro aspecto da gestão da demanda de água nas cidades, a gestão da demanda de água nos edifícios, é o tema principal deste documento.

---

### Gestão da demanda de água nos edifícios

---

A gestão da água pode ser adotada, segundo Silva (1999), em três níveis de abordagem: o macro, associado às ações na escala dos grandes sistemas ambientais e bacias hidrográficas; o meso, com ações nos sistemas de saneamento, envolvendo os serviços de saneamento e esgotamento sanitário; e o micro, relacionado às ações que se concentram sobre as edificações e seus sistemas prediais hidrossanitários.

Durante muitos anos, os esforços se concentraram na gestão da oferta de água (níveis macro e meso), por meio de captação em locais cada vez mais distantes e do aumento da extensão das redes de abastecimento. Segundo Silva, Tamaki e Gonçalves (2006), "esgotada boa parte das possibilidades desse modelo e tornando-se ele cada vez mais custoso, tendo em vista também a questão do esgoto gerado, promoveu-se uma mudança de paradigma: da exclusiva gestão da oferta para a gestão também da demanda" (nível micro), "mais coerente com os preceitos do desenvolvimento sustentável".

De acordo com Silva (2004), a gestão da demanda de água pode ser entendida como o acompanhamento permanente do volume de água consumido, com organização e avaliação de dados e informações que determinam parâmetros de controle (consumos mensais, per capita, perfis de vazão, etc.) que retroalimentam o sistema e permitem o planejamento de ações para manter os indicadores de consumo em níveis adequados, seja na forma de eliminação das perdas físicas, seja na utilização de novas tecnologias, seja na revisão de um processo que utiliza água.

---

<sup>6</sup> Disponível em: <<http://www.usp.br/cirra>>.



Um sistema de gestão da demanda de água em edifícios é composto pelo conjunto de ações preventivas (de rotina) e corretivas (quando necessário) que, sob a responsabilidade do gestor, garantem a manutenção dos indicadores de consumo de água.

A setorização do consumo de água figura como importante ação de gestão da demanda e, em edifícios, é feita a partir da instalação de hidrômetros localizados em pontos estratégicos do sistema hidráulico, que viabilizam a medição de volumes parciais consumidos. O conhecimento desses volumes parciais permite: (a) estabelecer procedimentos de monitoramento do consumo; (b) constatar e localizar mais facilmente os aumentos de consumo; (c) planejar ações preventivas e/ou corretivas no sistema hidráulico para manutenção dos níveis de consumo; (d) tarifar o consumo específico de determinado setor (o restaurante de uma escola, por exemplo).

Quando a setorização do consumo de água coincide com as “economias”, tem-se a medição individualizada de água. Em apartamentos residenciais ou conjuntos comerciais, por exemplo, a medição individualizada permite que o usuário seja cobrado pela água efetivamente consumida em sua unidade, acrescida do rateio da água consumida nas áreas comuns.

A adoção dessas ferramentas, apesar de dificuldades técnicas, administrativas e econômico-financeiras que possam existir, principalmente para edifícios existentes, de acordo com Silva, Tamaki e Gonçalves (2006), é recompensada por benefícios como: “(a) obtenção mais confiável, em tempo real, de um maior número de dados; (b) possibilidade de levantamento de informações como perfil diário de consumo e vazões mínimas; (c) detecção mais rápida e precisa de anomalias, entre as quais vazamentos (explicitadas, por exemplo, por vazões mínimas noturnas elevadas); e (d) maior correspondência entre o consumo e o sistema consumidor (possibilidade de cobrança da água consumida por terceiros, tais como restaurantes, etc.)”.

A gestão da demanda de água nos edifícios deve incluir, entre outros, o estabelecimento de procedimentos e responsabilidades na ocorrência de elevação dos indicadores de consumo de água. Conforme Silva, Tamaki e Gonçalves (2006) formas de aviso e correção eficientes de vazamentos, procedimentos de operação e manutenção dos sistemas prediais (incluindo a manutenção e/ou substituição de equipamentos sanitários) e a indicação de necessidades de reforma em redes hidráulicas são exemplos de ações de um sistema de gestão da demanda de água que ajudam na manutenção dos indicadores de consumo.

Sistemas estruturados de gestão da demanda de água garantem a perenidade das ações para redução do consumo.



## Uso racional da água e conservação de água

Os conceitos de uso racional e conservação de água devem ser bem definidos na formulação de programas de gestão da demanda de água em edifícios.

O uso racional da água, ou uso eficiente da água, é entendido como o conjunto de ações que otimizam a operação do sistema predial de forma a reduzir a quantidade de água necessária para a realização das atividades consumidoras, mantendo-se os níveis de desempenho dos serviços — enfoque na demanda de água.

A conservação de água é definida como o conjunto de ações que, além de otimizar a operação do sistema predial de modo a reduzir a quantidade de água consumida, promovem a oferta de água produzida no próprio edifício, proveniente de fontes alternativas à água potável fornecida pelo sistema público — enfoque na demanda e na oferta interna de água.

Segundo Hespanhol (1997) apud May (2008), a utilização de água de fontes alternativas à água potável das concessionárias para atendimento a demandas menos restritivas contribui para a redução do consumo de água potável e permite que as águas de melhor qualidade sejam dirigidas aos usos mais nobres.

Entre as possibilidades de utilização de água de fontes alternativas à água potável das concessionárias estão o aproveitamento de águas pluviais, os poços artesianos e o reúso de águas cinzas.

Segundo May (2004), “no aproveitamento de água de chuva para consumo não potável são necessários alguns cuidados referentes à instalação e à manutenção do sistema” para impedir a contaminação da água potável. Amostras de água de chuva coletadas entre novembro de 2003 e março de 2004 na Cidade Universitária da Universidade de São Paulo foram submetidas a análises físicas, químicas e bacteriológicas que evidenciaram a não potabilidade das amostras, inclusive com a presença de bactérias e coliformes fecais provavelmente provenientes de fezes de animais das superfícies das quais a água foi coletada (telhado). “A água de chuva ao atravessar a atmosfera absorve as partículas ali existentes.” As características de impureza da chuva estão relacionadas com a região de coleta, assim, as condições para utilização devem ser analisadas em cada caso. A água de chuva não pode ser misturada à água potável, sendo necessária a separação do sistema de reserva e de distribuição da água (MAY, 2004).

Soluções alternativas à água potável das concessionárias requerem a atenção do poder público, em especial em edifícios residenciais, cujos gestores (administradoras de condomínios, síndicos e zeladores), em sua maioria, não são capacitados tecnicamente. Determinadas tipologias de edifícios (in-



dustriais, shopping centers, centros comerciais e até mesmo alguns grandes hospitais), apresentam melhor condição para utilização segura de água não potável, em função da existência de equipes de manutenção qualificadas.

A utilização de água não potável em edifícios requer regulamentação que estabeleça procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade, e à operação e manutenção dos sistemas hidráulicos para minimizar os riscos de contaminação da população.

No uso racional da água, a gestão enfoca a redução da quantidade de água, monitorando a variação dos indicadores de consumo e agindo no sistema predial para que esses indicadores se mantenham em níveis adequados – gestão da demanda com foco na quantidade de água.

Na conservação de água, além da gestão se preocupar com a quantidade de água consumida, deve, obrigatoriamente, monitorar permanentemente a variação dos parâmetros de qualidade da água fornecida por fontes alternativas e impedir a possibilidade de contaminação do sistema potável do edifício – gestão da oferta com foco na quantidade e na qualidade da água.

As ações e recomendações deste documento voltam-se principalmente para programas de uso racional da água ou uso eficiente da água em edifícios, com objetivo de reduzir significativa e permanentemente os indicadores de consumo de água pela população das cidades, não se descartando, porém, situações específicas nas quais algumas modalidades de aproveitamento de águas não provenientes do sistema público de abastecimento de água potável sejam aplicáveis.

Uma vez adotadas ações que promovam o uso racional e a conservação da água nas edificações, essas podem se refletir na redução da demanda necessária ao abastecimento e, conseqüentemente, aumentar o alcance temporal do sistema de suprimento.

Oliveira (1999) classificou as ações para o uso eficiente da água em edificações sob três aspectos: social (campanhas educativas e sensibilização das pessoas); econômico (incentivos financeiros como a redução de tarifas e subsídios para a aquisição de sistemas e componentes economizadores de água, ou por meio de desincentivo financeiro para inibir o desperdício, com o acréscimo da tarifa de água em função das faixas de consumo); tecnológico (utilização de sistemas e componentes economizadores de água, detecção e correção de vazamentos).

#### Programas institucionais

Programas bem sucedidos de uso eficiente da água devem ser estruturados e requerem, como base, programas institucionais que propiciem a criação de um ambiente de interação entre os agentes públicos – órgãos governamentais, agências reguladoras, empresas concessionárias de serviços, etc.



– e os agentes privados – entidades setoriais de produtores e de revendedores de materiais e componentes, construtores, projetistas, gestores de *facilities*, entidades de consumidores, universidades e entidades de pesquisa, etc. Além disso, devem ser caracterizados por ações de caráter tecnológico, econômico e social.

O Brasil já caminhou nesse sentido, com a estruturação e implantação de programas bem sucedidos e que podem ser revistos, atualizados e retomados.

Em 1994, estudos que deram origem à série “Modernização do Setor Saneamento” (MPO/IPEA, 1994 a 1998, 15 volumes) indicaram a necessidade de se incorporar, no âmbito federal, a coordenação de políticas e programas voltados à conservação e ao uso racional da água.

Em 1997, foi instituído o Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA), conforme estrutura apresentada por Silva, Cojeno e Gonçalves (1999), articulado com o envolvimento de ministérios, de entidades representativas no âmbito setorial do saneamento e, também, entidades que tradicionalmente participam do processo decisório. O programa tinha por objetivo geral “promover o uso racional da água de abastecimento público nas cidades brasileiras, em benefício da saúde pública, do saneamento ambiental e da eficiência dos serviços, propiciando a melhor produtividade dos ativos existentes e a postergação de parte dos investimentos para a ampliação dos sistemas”. Tinha por objetivos específicos “definir e implementar um conjunto de ações e instrumentos tecnológicos, normativos, econômicos e institucionais, concorrentes para uma efetiva economia dos volumes de água demandados para consumo nas áreas urbanas”, o que se daria por meio das seguintes diretrizes: “(I) promover a produção de informações técnicas confiáveis para o conhecimento da oferta, da demanda e da eficiência no uso da água de abastecimento urbano; (II) apoiar o planejamento de ações integradas de conservação e uso racional da água em sistemas municipais, metropolitanos e regionais de abastecimento, incluindo componentes de gestão de demanda (residencial e não residencial), de melhoria operacional no abastecimento e de uso racional da água nos sistemas prediais; (III) apoiar os serviços de saneamento básico no manejo de cadastros técnicos e operacionais com vistas à redução nos volumes de água não faturadas; (IV) apoiar os serviços de saneamento básico na melhoria operacional voltada à redução de perdas físicas e não físicas, notadamente em macromedição, micromedição, controle de pressão na rede e redução de consumos operacionais na produção e distribuição de água; (V) promover o desenvolvimento tecnológico de componentes e equipamentos de baixo consumo de água para uso predial, inclusive normalização técnica, códigos de prática e capacitação laboratorial; e (VI) apoiar os programas de gestão da qualidade aplicados a produtos e processos que envolvam conservação e uso racional da água nos sistemas públicos e prediais”.



No âmbito do PNCDA foram realizados estudos especializados e organização de documentos que norteariam atividades nas áreas de “(a) planejamento, gestão e articulação institucional das ações de conservação e uso racional da água; (b) conservação da água nos sistemas públicos de abastecimento; e (c) conservação e uso racional da água nos sistemas prediais. Tais documentos seriam elaborados de forma abrangente, numa visão ampla de combate ao desperdício de água, buscando-se a eficiência em todas as fases de seu ciclo de utilização, desde a captação até o consumo final”.

O Programa de Uso Racional da Água (PURA) (GONÇALVES e OLIVEIRA, 1997) foi criado em 1995, por meio de um convênio de cooperação técnica entre a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP), a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp) e o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), com o apoio dos fabricantes de louças e metais. O objetivo da PURA era evitar o desperdício de água por meio de: “(1) ações tecnológicas para adequação de equipamentos e combate às perdas; (2) ações de conscientização e sensibilização, com mudança de hábitos dos usuários; e (3) ações de gestão, com permanente monitoramento dos sistemas hidráulicos para possibilitar a rápida correção de elevações de consumo” (OLIVEIRA, 1999). Enquanto políticas de racionamento, acionadas em situações emergenciais, diminuem o consumo por meio da imposição de cotas, o PURA foi estruturado para utilização permanente da quantidade mínima necessária de água, sem comprometimento das atividades consumidoras. “Trata-se, portanto, de ação de caráter duradouro, em contraste ao racionamento, que por comprometer as atividades de consumo, implica em caráter temporário” (OLIVEIRA, 1999). O PURA apresenta como característica importante a gestão permanente da demanda, para garantir a manutenção do menor consumo possível ao longo do tempo. A implementação de ações para otimização sem a adoção de um sistema de gestão permite que os indicadores de consumo retornem aos níveis iniciais ou maiores.

O PURA foi estruturado em seis macroprogramas, cujos desenvolvimentos ocorrem simultaneamente:

Macroprograma 1 – Banco de Dados de Tecnologias, Documentação Técnica e Estudos de Casos;

Macroprograma 2 – Laboratório Institucional do Programa de Uso Racional da Água (LIPURA);

Macroprograma 3 – Programa de Avaliação e Adequação de Tecnologias (PAAT);

Macroprograma 4 – Caracterização da Demanda e Impacto das Ações de Economia no Setor Habitacional;



Macroprograma 5 – Documentação Relacionada a Leis, Regulamentos e Programas Setoriais da Qualidade;

Macroprograma 6 – Programas Específicos de Economia de Água em Diferentes Tipos de Edifícios.

Foram realizados, em São Paulo, estudos de caso em diferentes tipologias de edifícios, que contribuíram para aferir a metodologia desenvolvida e iniciar a aquisição de dados para estabelecimento de indicadores de consumo compatíveis com as atividades consumidoras, considerando o uso eficiente da água.

Após determinação e aferição da metodologia de implantação, a Sabesp firmou diversas parcerias e o programa foi implantado em maior escala: PURA-Escolas, PURA-Hospitais, PURA-Presídios. De todas as implantações feitas, destaca-se o PURA-USP que, em função do sistema de gestão adotado, consegue manter o resultado das ações de redução de perdas e desperdício de água na Cidade Universitária da USP, em São Paulo, desde 1998.

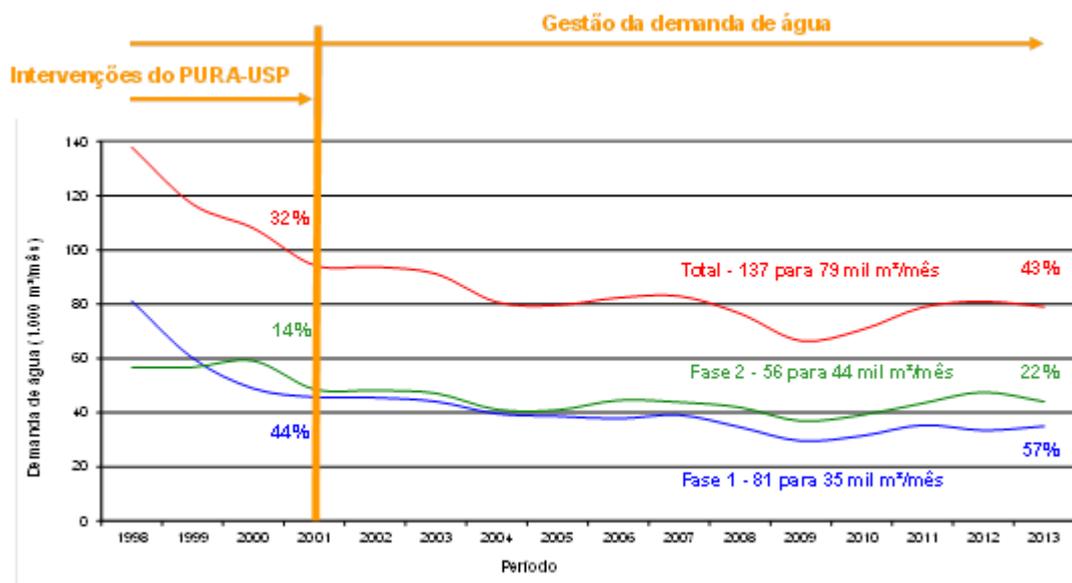
O PURA-USP é um exemplo de programa permanente e efetivo de gestão de demanda de água, que apresenta resultados expressivos: foi iniciado em 1997, no âmbito do Macroprograma 6 do PURA, por meio de convênio firmado entre a USP e a Sabesp, com os objetivos principais de (a) reduzir o consumo de água e mantê-lo reduzido ao longo do tempo; (b) manter um sistema estruturado de gestão da demanda de água; e (c) desenvolver metodologias aplicáveis a outros locais. O programa foi implantado em cinco fases: (1) diagnóstico (conhecimento da situação, verificação das condições dos pontos de consumo e do sistema hidráulico, levantamento de dados); (2) redução de perdas físicas (detecção e eliminação de vazamentos nas redes externas e em reservatórios); (3) redução de consumo nos pontos de utilização (detecção e eliminação de perdas nos pontos de utilização com regulagens e substituição de comandos hidráulicos, pesquisa e eliminação de vazamentos nas tubulações internas, substituição de equipamentos convencionais por equipamentos economizadores adequados a cada tipo de uso); (4) caracterização de hábitos e racionalização de atividades que consomem água (adoção de procedimentos mais eficientes para redução de desperdício sem perda de qualidade); (5) divulgação, campanhas de conscientização e treinamentos. As etapas 4 e 5 têm caráter permanente.

Desde o início foi definido um sistema permanente de monitoramento e gestão do consumo, por meio da instalação de hidrômetros e de um sistema remoto de medição que permite, em uma central de controle, o acompanhamento diário do consumo de água do campus. Este sistema de gestão permite que elevações inesperadas de consumo sejam rapidamente localizadas, diagnosticadas e corrigidas, o que reduz a possibilidade de que o consumo de água da universidade torne a se elevar. Desde o início do PURA-USP, a população do campus cresceu em 13,3%; a área construída, em



16,3%, e o consumo de água passou de 137.881 m<sup>3</sup>/mês em 1998 para 78.821 m<sup>3</sup>/mês em 2013, o que significa uma redução de 43% no consumo mensal de água da universidade.

FIGURA 12 – RESULTADOS DO PURA-USP



FONTE: USP (2014)

Para manutenção da redução de consumo obtida com investimentos em programas de uso racional da água, a experiência adquirida por meio do PURA-USP – em comparação com outras implantações do programa – indica que a gestão da demanda é indispensável. E para que a gestão da demanda seja eficaz, a setorização do consumo de água é ação fundamental.

No âmbito das grandes cidades, cada vez mais verticalizadas, a medição individualizada do consumo de água, além de instrumento para viabilizar a gestão da demanda, também contribui para a redução do consumo. Segundo Yamada, Prado e Ioshimoto (2001), “com a medição individualizada, o usuário passa a adquirir maior consciência do uso da água, já que ele estará pagando em função do seu consumo. Logo, a economia de água decorre quase que espontaneamente, ou seja, indiretamente, sem qualquer ação de aplicação de alguma metodologia de conservação de água”. A medição individualizada do consumo de água traz ainda como benefício a justiça na cobrança da conta. Cada unidade consumidora paga pela água efetivamente consumida, o que leva à inibição do desperdício. Yamada, Prado e Ioshimoto (2001) constataram um impacto de redução de cerca de 17% do consumo de água em edifícios com medição individualizada ante outros com medição coletiva, em estudo de campo realizado entre março de 1999 e maio de 2000 em conjunto habitacional localizado no município de Guarulhos, SP.

Já são diversas as experiências brasileiras na individualização do consumo de água. Possivelmente pioneira, a Compesa, em Pernambuco, iniciou expe-



riências de individualização do consumo em edifícios em 1994. Em Goiânia, a Saneago iniciou a individualização do consumo de água em apartamentos em 2003. Em 2005, no Distrito Federal, legislação específica tornou obrigatória a instalação de hidrômetros para individualização do consumo de água de cada unidade habitacional, com prazo de 5 anos para adesão de edifícios existentes e com opção de setorização do consumo para rateio nos casos em que a inviabilidade técnica da individualização ficasse comprovada. A Embasa, na Bahia, adotou a medição individualizada de água em condomínios a partir de 2006.

Os maiores desafios encontrados pelos programas de individualização do consumo de água em edifícios residenciais existentes estão na correta especificação e instalação dos produtos e componentes do sistema de medição, sem prejuízo ao sistema hidráulico dos edifícios. Ao mesmo tempo, ainda são construídos edifícios sem previsão da infraestrutura necessária para a individualização do consumo, em especial onde não existe a obrigatoriedade da medição individualizada. Nesses casos, para individualizar o consumo de água dos apartamentos, os edifícios serão onerados com reformas que poderiam ser evitadas. Há ainda casos em que não será possível implantar o sistema de medição, em função da concepção do projeto hidráulico original do edifício.

Lançado em 2008 pela Sabesp, em parceria com a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, o ProAcqua, programa para individualização da medição de água para edifícios existentes. O ProAcqua foi estruturado para garantir a qualidade das instalações, sem comprometimento do sistema hidráulico dos edifícios, e para a correta especificação e instalação de hidrômetros que procedam à leitura correta do consumo de água. O programa proposto considera quatro subprogramas: (1) Programa de Avaliação Técnica de Produtos Inovadores, em parceria com associações de fabricantes e entidades de pesquisa, com foco nas tecnologias, serviços e sistemas inovadores, para garantir a qualidade dos equipamentos; (2) Programa de Capacitação e Reconhecimento Profissional, em parceria com associações de projetistas e instaladores e com universidades, com foco na capacitação, qualificação e certificação, para garantir a qualidade dos prestadores de serviço; (3) Programas de Garantia da Qualidade, em parceria com associações de fabricantes e universidades, para monitorar a qualidade dos produtos e componentes fabricados e instalados; e (4) Programa de Educação Ambiental, em parceria com universidades e organizações, com foco na educação dos profissionais e usuários dos condomínios, para garantir a gestão da demanda e a prática de ações que garantam o uso eficiente da água.

---

Tecnologia: qualidade, desempenho e inovação

---

As ações tecnológicas para redução do consumo e obtenção do uso eficiente da água envolvem eliminação de perdas (vazamentos visíveis e invisíveis) e diminuição do desperdício. Nos dois casos, a contribuição da indústria da



construção civil é a base para a colocação, no mercado, de materiais, componentes e equipamentos com garantia de qualidade e eficientes.

Apoiado por agentes financiadores, o Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H), do Ministério das Cidades, tem importante atuação na garantia da qualidade da construção civil (<http://pbqp-h.cidades.gov.br/>) e mantém três principais projetos:

1. Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras da Construção Civil (SiAC) - regula e acompanha a conformidade da prestação de serviços por quem projeta e constrói;
2. Sistema de Qualificação de Empresas de Materiais, Componentes e Sistemas Construtivos (SiMaC) - regula e acompanha a conformidade de materiais e componentes normalizados; no âmbito do SiMaC são implementados os Programas Setoriais da Qualidade dos produtos de construção;
3. Sistema Nacional de Avaliações Técnicas (SiNAt) - regula e acompanha avaliações técnicas de inovações tecnológicas de componentes, subsistemas e sistemas na construção de edifícios.

O PBQP-H, aliado ao poder de compra dos estados, é um importante instrumento indutor da qualidade, que combate a não conformidade e contribui para garantir que investimentos em programas públicos resultem no retorno esperado.

Ações tecnológicas devem ser planejadas considerando os edifícios existentes e os edifícios a construir.

Os sistemas hidráulicos prediais de edifícios existentes, em especial os mais antigos, podem estar de tal forma comprometidos que, por mais que os usuários sejam sensibilizados para a redução do consumo, não conseguem atingir indicadores compatíveis com os tipos de utilização da água. A experiência de outros países e alguns estudos de caso no Brasil indicam que a modernização dos sistemas hidráulicos e a adequação de equipamentos em edificações existentes contribuirá significativamente para a redução das demandas necessárias para atendimento às atividades que consomem água.

Já para novos edifícios é necessário garantir que os conceitos de uso eficiente da água sejam incorporados pelos projetistas, instaladores e construtores, na concepção e execução dos projetos de arquitetura e de sistemas hidráulicos modernos, que considerem o uso eficiente da água.



## Regulamentação e normalização

A regulamentação e normalização de produtos e serviços orientam a cadeia produtiva de um setor. Um passo importante dado pelo setor da construção civil foi a publicação, em julho de 2013, da NBR 15575, Edificações Habitacionais – Desempenho, que ficou conhecida como “norma de desempenho” e que representa um marco para a modernização tecnológica da construção brasileira e melhoria da qualidade das habitações.

Diversas normas e regulamentações norteiam o ciclo de vida de um edifício, na concepção, projeto, execução e operação. Especificamente aos sistemas hidráulicos prediais, os requisitos atendidos pelos responsáveis pela fabricação de materiais e componentes, projetistas e instaladores, determinam o comportamento do edifício durante toda sua vida útil.

Há a proliferação de leis municipais, estaduais e federais sobre diversos aspectos dos temas tecnológicos que envolvem a conservação de água, como a medição individualizada de água, aproveitamento de água de chuva, aquecimento solar, reúso de água. Porém, tais leis, elaboradas sem o embasamento técnico necessário e sem a integração dos agentes públicos e privados, não garantem a efetividade do arcabouço legal e podem colocar em risco a saúde da população.

E, finalmente, leis, regulamentações e normas não alcançam os resultados pretendidos sem monitoramento, seja pelo poder público, seja por organizações da própria sociedade.

## Educação, conscientização e capacitação

A educação e a conscientização da população são instrumentos para transformação dos hábitos de utilização da água – e não apenas em momentos emergenciais, de seca. É necessário que novos hábitos sejam adquiridos de forma permanente.

Campanhas de conscientização e sensibilização dos usuários devem fazer parte de programas estruturados de uso eficiente da água.

Por exemplo, a educação ambiental em escolas encontra o cidadão em idade adequada para conscientização e multiplicação dos conhecimentos adquiridos. O entendimento é incorporado pelas crianças e, por estas, levado às famílias delas.

O Brasil conta com experiências bem sucedidas nessa área, por meio de organizações sem fins lucrativos que estabeleceram programas de conscientização voltados ao uso eficiente da água.

Pode ser citado como exemplo a ONG Água e Cidade, fundada em 22 de março de 2000 (dia mundial da água), apresentando como objetivo “consci-



entizar e mobilizar a sociedade para o uso racional da água de abastecimento e a conservação dos rios urbanos”, com a missão de “apoiar e desenvolver ações para defesa e manutenção da qualidade de vida do ser humano, dos recursos hídricos e do meio ambiente, através da sensibilização e da tecnologia, executadas através de Programas”<sup>7</sup>.

A Água e Cidade atua, principalmente, com base em dois programas:

Água na Escola: partindo do princípio de que as escolas, como todas as organizações públicas e privadas, devem assumir compromisso com o gerenciamento da água, o programa Água na Escola tem por objetivos (a) educar as crianças para o uso racional da água; (b) capacitar os professores sensíveis à causa ambiental urbana, para que se tornem agentes multiplicadores, nas escolas e na comunidade; e (c) por meio dos professores e dos alunos, educar a sociedade.

Gestão da Água nas Organizações (Gestão Empresarial da Água e do Meio Ambiente): instrumento para sistemas de gestão da água e do meio ambiente para empresas de pequeno, médio e grande porte, que buscam apoio na estruturação, operação e manutenção de seus sistemas de gestão da água. O programa visa aumentar e qualificar a oferta de empresas de serviços especializadas tanto na tarefa de conscientizar e mobilizar os trabalhadores como na escolha de tecnologias poupadoras de água, combate a todas as formas de desperdício e escolha de tecnologias para o tratamento de efluentes líquidos, cuidando da qualidade, produtividade e competitividade.

Além da sensibilização e educação da população para a incorporação de novos hábitos de consumo de água, os profissionais do setor (projetistas – inclusive de Arquitetura, instaladores, construtores e assistência técnica) e os responsáveis pela gestão da demanda de água nos edifícios necessitam de capacitação para o uso eficiente da água.

### 3. Experiências internacionais em gestão da demanda

A partir da situação de escassez de água, diversos países têm abordado a questão da gestão da demanda. Este item tem por objetivo apresentar algumas das experiências internacionais observadas.

Os Estados Unidos, além de enfrentarem a escassez em determinadas regiões do país, encontram-se entre os três maiores consumidores mundiais de água<sup>8</sup>, devido à grande demanda em aglomerados urbanos. A cidade de Nova York, por exemplo, tem políticas de uso eficiente desde 1989, quando o New York City Council proibiu a venda de chuveiros e torneiras de vazão

---

<sup>7</sup> Disponível em: <<http://www.aguaecidade.org.br/>>.

<sup>8</sup> <[www.waterfootprint.org](http://www.waterfootprint.org)>.



elevada. O primeiro programa de substituição de componentes teve início em 1994. Foram substituídas, entre 1994 e 1997, 1,3 milhão de bacias sanitárias tradicionais por bacias de 6L/descarga. Segundo a Agência de Proteção do Meio Ambiente dos Estados Unidos (United States Environmental Protection Agency – EPA), foram investidos 393 milhões de dólares em programa de substituição de bacias sanitárias, o que reduziu a demanda e a geração de esgoto em 342 milhões de litros por dia, aproximadamente 4 m<sup>3</sup>/s. No início de 2014 foi lançado novo programa, que terá a duração de dois anos, e que fornece um vale de U\$125 para substituição de bacias antigas por bacias de alta eficiência. O New York City Department of Environmental Protection (DEP/NY) prevê que este programa irá economizar mais de 0,43 m<sup>3</sup>/s.

Há diversos programas de incentivos à substituição de componentes nos Estados Unidos. A United States Environmental Protection Agency (EPA), em parceria com a Water Sense, por exemplo, disponibiliza pesquisa e seleção de programas de incentivo econômico em andamento (*rebate programs*) voltados ao uso eficiente da água considerando torneiras, válvulas de descarga, chuveiros, bacias sanitárias, mictórios e irrigação de jardim em diversos estados.

A prática acontece também em outros países: na província de Alberta, no Canadá, um programa para usuários residenciais reembolsa até \$150 na aquisição de bacias novas que usem 6L/descarga por descarga ou menos, se as bacias a serem substituídas tiverem sido fabricadas antes de 1995 ou consumirem mais 6L/descarga. Os custos cobrem não somente a compra de bacia, como também dos acessórios e serviço de instalação do equipamento, e o reembolso é feito por meio de crédito na conta de água. Para consumidores comerciais, o reembolso é de \$90 para cada bacia trocada nas mesmas condições do programa residencial.

A Austrália, que está localizada no continente habitado mais seco do planeta, apresentava um alto consumo per capita, superior a 300 L/hab.dia em 2000, segundo o Department of the Environment. O poder público do país oferece uma grande gama de programas de incentivo à substituição de componentes. O Estado de Vitoria, por exemplo, reembolsa \$100 para bacias de duplo acionamento (*dual-flush*), \$20 para chuveiros e duchas eficientes, \$1300 para tanques de águas pluviais para utilização em bacias sanitárias e \$150 para sistemas de recirculação de água quente.

Comumente, os incentivos financeiros de programas de componentes são oferecidos ou por meio de descontos na aquisição de produtos ou de fornecimento gratuito do componente. Nos casos em que o equipamento é adquirido pelo consumidor, o desconto pode ocorrer por meio do fornecimento de vale ou de reembolso após o comprovante da compra. Em qualquer um dos casos, o componente comprado deve seguir os critérios do programa.



Há ainda outras iniciativas que merecem ser destacadas. O DEP/NY lançou um plano de gestão de demanda visando a redução do consumo de água em 190 mil m<sup>3</sup>/ano. Esse programa está baseado em cinco planos estratégicos: programa de uso eficiente municipal, programa de uso eficiente residencial, programa de uso eficiente não residencial, otimização do sistema de distribuição de água e plano de contingência para falta de água. O DEP/NY também oferece em seu *site* orientações para o uso eficiente da água.

Na costa oeste dos Estados Unidos, o California Water Code demanda às concessionárias de água, que atendam direta ou indiretamente mais de 3000 consumidores, a preparação de planos de gestão de uso urbano pelo menos a cada cinco anos. Esses planos devem abordar, inclusive, ações de gestão da demanda.

#### **4. Recomendações de ações estruturantes de gestão da demanda de água nas cidades para políticas públicas de desenvolvimento sustentável**

Quando se considera o uso doméstico da água, ou seja, a água utilizada nas edificações, os potenciais de redução de consumo por meio de programas específicos são significativos. O uso eficiente da água será alcançado por meio de ações institucionais, de regulamentação, de tecnologia, de conscientização e de capacitação dos usuários e profissionais do setor. Os próximos itens deste documento apresentam recomendações com o objetivo de contribuir para o planejamento e a implementação de políticas públicas integradas e perenes, com foco nas edificações dos centros urbanos, existentes e a construir.

Medidas direcionadas à gestão da demanda de água requerem processos progressivos de implantação, com critérios de enquadramento e ações embasados no estado da arte no Brasil e sob os pontos de vista do interesse público, da concessionária e do consumidor. A estrutura organizacional proposta deve ser suficientemente flexível para considerar as especificidades e os conflitos que podem emergir das ações de conservação em geral, com ênfase no papel dos planos regionais e dos códigos de prática como instrumentos preferenciais de planejamento de ações integradas e de normalização técnica, esta última em articulação com programas de qualidade que incluam produtos e processos eficientes de uso da água. O planejamento dos programas deve considerar ações de curto, médio e longo prazo, de forma a dirigir de maneira adequada, progressiva e perene os investimentos necessários.

Como estrutura geral, recomenda-se o fortalecimento de um programa nacional, coordenado no âmbito da administração pública federal, em



conjunto com os agentes setoriais, entidades da sociedade e instituições de ensino e pesquisa, com suas principais ações centradas em desenvolvimento institucional. As ações diretas de gestão da demanda de água, desde a captação até o consumo final, de competência das esferas federal, estadual e municipal, se dão em articulação com as entidades públicas e privadas envolvidas e com as entidades setoriais e da sociedade civil.

Em situações emergenciais como a do estado de São Paulo, por exemplo, são tomadas medidas de caráter temporário, cujo objetivo é a tentativa de controlar e equilibrar uma situação extrema. Como exemplo, o bônus oferecido pela Sabesp aos consumidores que conseguiram reduzir o consumo de água, ou o incentivo à utilização de poços artesianos como forma de diminuir a demanda da concessionária. Tais medidas terão efeito temporário sobre a redução do consumo (as próximas chuvas de verão poderão diminuir o esforço dos usuários) ou podem trazer risco à saúde da população (disseminação de poços artesianos sem controle de qualidade da água).

A conservação de água nos sistemas prediais considera programas e ações voltados especificamente para os edifícios, como a modernização dos sistemas hidráulicos prediais de edifícios antigos, programas de troca de bacias sanitárias, entre outros.

Por meio de divulgação, estímulos tarifários e/ou incentivos fiscais, o poder público pode agir como indutor e estabelecer os programas de modo a apoiar o consumidor na escolha de opções tecnicamente eficazes e de prestadores de serviço capacitados, contribuindo para reger o mercado e inibir a proliferação de soluções inócuas ou nocivas.



	<b>Ações Institucionais</b>	<b>Impacto</b>
1	Atualizar, ampliar e implementar os programas institucionais existentes de gestão da demanda de água – PNCDA e PURA - integrando as ações nas três esferas do governo, com o apoio dos agentes privados.	Alto
2	Implementar planos regionais e municipais de conservação de água, que estabeleçam redução dos indicadores de perdas de água em redes e redução do consumo de água nos edifícios, como condição para a obtenção de financiamentos.	Alto
3	Promover programas de incentivos fiscais e tarifários para empresas produtoras de componentes e de serviços que participem de projetos relacionados à Conservação de Água.	Alto
4	Retomar e reforçar os pactos entre instituições governamentais, entidades públicas e privadas dentro dos programas já existentes.	Alto
5	Elaborar Códigos Modelo de Práticas de Conservação de Água (a exemplo do International Building Code <sup>(*)</sup> , USA), que possam nortear os governos estaduais e municipais em seus programas, financiamentos, códigos de obra e o projeto e execução de edifícios.	Alto
6	Incluir a área de Saneamento no comitê interministerial CTECH – Comitê Nacional de Desenvolvimento Tecnológico da Habitação, coordenado pelo Ministério das Cidades, com participação efetiva no PBQP-H – Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat.	Alto

7	Mapear e identificar as regiões e edificações, por tipologia, com maior potencial de redução do consumo para estabelecimento de prioridades na implantação de programas de Uso Eficiente da Água.	Médio
8	Aperfeiçoar o arcabouço institucional e legal (leis, decretos, regulamentos, portarias e normas).	Médio
9	Promover a interação com outros programas institucionais, em especial de energia, resíduos sólidos, educação e saúde.	Médio
10	Desenvolver novo modelo tarifário, atrelado à redução do consumo da água, e que garanta a saúde financeira das prestadoras de serviço.	Médio
11	Promover programas de financiamento de produtos e serviços voltados para empresas que participem de projetos de inovação tecnológica e de qualidade e sustentabilidade.	Médio
12	Ampliar a abrangência de coleta de dados do SNIS com a inclusão de dados de consumo dos edifícios e das "economias", de diferentes tipologias.	Baixo

(\*) International Building Code, IBC, do International Code Council, ICC, associação que se dedica a desenvolver códigos de modelos e padrões utilizados no projeto, construção e processo de conformidade para construir estruturas seguras, sustentáveis, acessíveis e flexíveis, cujas recomendações são seguidas pela maioria das comunidades dos EUA.



	<b>Ações Tecnológicas</b>	<b>Impacto</b>
13	Planejar a implantação de programas de Modernização dos Sistemas Hidráulicos Prediais de edifícios com mais de 4 pavimentos para o uso eficiente da água, objetivando a eliminação de perdas e desperdício provocado por equipamentos antiquados, controle de pressão e vazão, instalação de sistemas de medição do consumo para viabilizar a Gestão da Demanda.	Alto
14	Planejar a implantação de programas de substituição e adequação de equipamentos (troca de bacias sanitárias, instalação de arejadores, entre outros) para casas e prédios com até 4 pavimentos.	Alto
15	Estimular e incentivar parcerias entre universidades, centros de pesquisa e a indústria para o desenvolvimento de tecnologias que favoreçam a conservação de água, tais como: comandos hidráulicos e bacias sanitárias ainda mais eficientes, duchas e chuveiros eficientes, sistemas integrados de esgotos sanitários, de medição setorizada e remota, de medição individualizada de água em edifícios residenciais e de escritórios, de detecção e correção das perdas físicas nos sistemas prediais, para a redução dos riscos provenientes da estagnação da água nos sistemas; e de aproveitamento seguro de água não potável, integrando novos materiais básicos e eletrônica; novas soluções construtivas para edifícios novos e em operação, transformando os processos atuais artesanais em atividades de montagem; modelos de gerenciamento do consumo de água.	Médio
16	Estimular a pesquisa de sistemas distritais de distribuição de água não potável, com gestão centralizada da operação e manutenção.	Baixo



	<b>Ações de Qualidade e Sustentabilidade</b>	<b>Impacto</b>
17	Fortalecer e ampliar os programas do PBQP-H para garantia da qualidade dos produtos e serviços da Construção Civil, com especial enfoque nos sistemas hidráulicos prediais; combater a não conformidade.	Alto
18	Fortalecer e ampliar o programa de Avaliação Técnica do PBQP-H para garantir a qualidade de produtos não normalizados, inclusive no que se refere a manutenção e reposição, com especial enfoque nos sistemas hidráulicos prediais.	Alto
19	Fortalecer e ampliar os processos de revisão da regulamentação e normalização que orienta a concepção, projeto e execução de novos edifícios, com especial enfoque nos sistemas hidráulicos prediais.	Médio
20	4. Estabelecer banco de dados com informações sobre tecnologias economizadoras e indicadores de consumo por tipologia, caracterizados através de estudos de caso que considerem região, atividades consumidoras, tipos e número de usuários, etc.	Médio



	<b>Ações de Sensibilização e Capacitação Profissional</b>	<b>Impacto</b>
21	Implantar programas de uso eficiente da água com estabelecimento de práticas duradouras – foco na Gestão da Demanda; estimular a definição de gestores da água e estabelecimento de responsabilidades para manutenção de indicadores de consumo em patamares compatíveis com as tipologias dos edifícios e tipos de utilização da água.	Alto
22	Estabelecer parcerias com organizações para sensibilização e conscientização da população na necessidade de criação de novos hábitos de consumo de água, com prioridade para ações duradouras como as realizadas em escolas.	Médio
23	Incentivar a implementação de programas de capacitação e reconhecimento profissional, em parceria com associações de projetistas e instaladores e com universidades, com foco na capacitação, qualificação e certificação, para garantir a qualidade dos prestadores de serviço; programas de educação continuada.	Médio
24	Implantar programa permanente de gestão da demanda em instituições públicas como indutor para criação de novos hábitos de consumo.	Médio
25	Desenvolver programas estruturados de sensibilização do usuário, envolvendo entidades do terceiro setor; programas educativos de uso racional da água, que promovam a implantação de ações monitoradas em edifícios de diferentes tipologias com a finalidade de conscientizar e capacitar os operadores para a gestão da demanda.	Médio



# ENERGIA



**CBCS**

Conselho Brasileiro de  
Construção Sustentável

Ministério do  
**Meio Ambiente**



## 1. Introdução

O setor de edificações (incluindo o ambiente construído) é o maior consumidor final de energia no mundo; no Brasil é responsável por 48,5% do consumo de energia elétrica. Além dos aumentos mundiais no custo de energia e o eventual esgotamento dos combustíveis fósseis, a Agência Internacional de Energia (IEA, na sigla em inglês) constata que será necessário reduzir as emissões de CO<sub>2</sub> provenientes do setor em 77% até o ano 2050 para evitar uma mudança climática desastrosa e manter o aquecimento global abaixo de 2°C (IEA, 2014). Como a maioria das emissões antropogênicas são oriundas da geração de energia, a eficiência de edificações é de alta relevância e deve ser considerada como prioridade.

No setor do ambiente construído e da construção civil, o consumo de energia acontece em quatro principais áreas:

1. extração, fabricação, produção e transporte de materiais de construção;
2. construção, energia no canteiro de obras;
3. operação de edificações e o ambiente urbano; e
4. demolição e fim de vida.

Desta forma, as áreas de energia e materiais estão interligadas, pois ambas tratam da análise de ciclo de vida e da energia embutida nos materiais utilizados na construção civil. Neste documento, o consumo de energia na área 1 (de materiais) será tratado no capítulo de materiais. O consumo na construção e demolição, área 2, é relativamente pequeno quando comparado à energia para operação; de forma geral não é bem documentado e há poucos dados disponíveis. O atual capítulo foca apenas na área 3, de consumo de energia na operação de edificações e o ambiente urbano. O termo "energia em edificações" será utilizado para descrever esse tipo de consumo.

---

### Uso racional de energia

---

A energia em edificações é utilizada para proporcionar alguns serviços básicos aos usuários, tais como conforto térmico, iluminação e processamento de dados. Os serviços demandados variam de acordo com o clima do local e as expectativas dos usuários. O uso racional de energia, principal foco deste documento, consiste em criar formas de proporcionar os mesmos serviços, de acordo com a demanda dos ocupantes, com menor utilização de recursos energéticos externos. Isso pode até incluir a geração de energia no local, chamada "geração distribuída".

O IEA indica que o consumo energético evitado em 2010 pelos países-membros do IEA (a partir do uso racional de energia) foi maior do que a produção adicional de qualquer outra fonte energética, incluindo óleo, gás e até mesmo eletricidade, o que coloca a eficiência energética na categoria de



"primeiro combustível", destacando sua importância na atualidade. O uso racional de energia implica também em outros benefícios; a IEA identifica 15 áreas principais afetadas, que podem ser vistas na Figura 13 (IEA, 2014). A iniciativa internacional "Energia sustentável para todos" (SE4All, na sigla em inglês) cita a necessidade de dobrar a taxa de melhoria de eficiência energética (SE4ALL, 2013). Tanto o IEA quanto SE4All identificam o maior potencial setorial na área de edificações. Países na Europa já estão identificando possibilidade de implantação de edifícios *Zero Net* em energia. Tais edifícios contam com geração própria de energia, assim, estão interligado à rede, mas têm consumo reduzido e exportam, ao longo do ano, uma quantidade de energia igual à energia consumida.

FIGURA 13 – BENEFÍCIOS DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA




---

 FONTE: IEA (2014)

Porém, ainda existem barreiras importantes para a implantação de eficiência energética em edificações. O custo inicial é mais alto em alguns casos, implicando em investimentos adicionais. Há necessidade de capacitação de profissionais e conscientização de consumidores e usuários. Também existe o "incentivo dividido" (*split incentive*, em inglês), casos em que o proprietário é responsável pelos custos de melhoria de eficiência energética, mas o ocupante arrecada os benefícios. A política pública tem um papel essencial em identificar e superar estas barreiras.



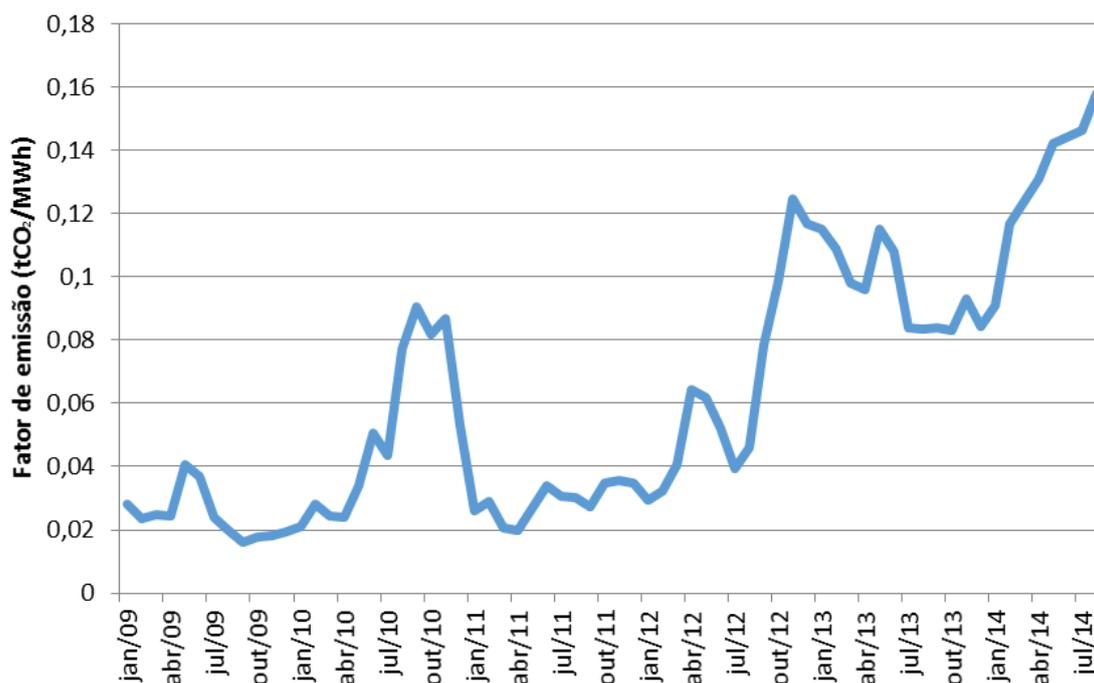
A Lei n. 10.295/2001 estipula que "O Poder Executivo estabelecerá níveis máximos de consumo específico de energia, ou mínimos de eficiência energética, de máquinas e aparelhos consumidores de energia fabricados ou comercializados no País, com base em indicadores técnicos pertinentes", criando a possibilidade de uma política nacional de conservação de energia e viabilizando boa parte das intervenções identificadas neste documento.

#### Evolução do setor energético no Brasil

Atualmente, o setor de energia elétrica no Brasil enfrenta diversos desafios. A politização do setor implicou em um subsídio dos custos energéticos por meio da Medida Provisória n. 579 (e depois pela Lei n. 12.783/2013); nesta mesma época, a escassez de chuvas gerou uma necessidade de utilização constante de centrais térmicas, geralmente utilizadas apenas para picos de demanda. As térmicas que funcionavam apenas no período seco também estão funcionando por mais tempo.

Esses dois fatores implicaram em um aumento importante no custo de energia – que ainda não foi repassado ao consumidor final –, e nas emissões de CO<sub>2</sub> do setor elétrico. Dados do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) apontam que o fator médio anual de emissão de CO<sub>2</sub> foi de 0,029 t/MWh em 2009, mas que a média dos primeiros oito meses de 2014 ficou em 0,132 t/MWh, chegando em um pico de 0,158 t/MWh em agosto de 2014 (o último mês que conta com dados disponíveis) (BRASIL, 2014).

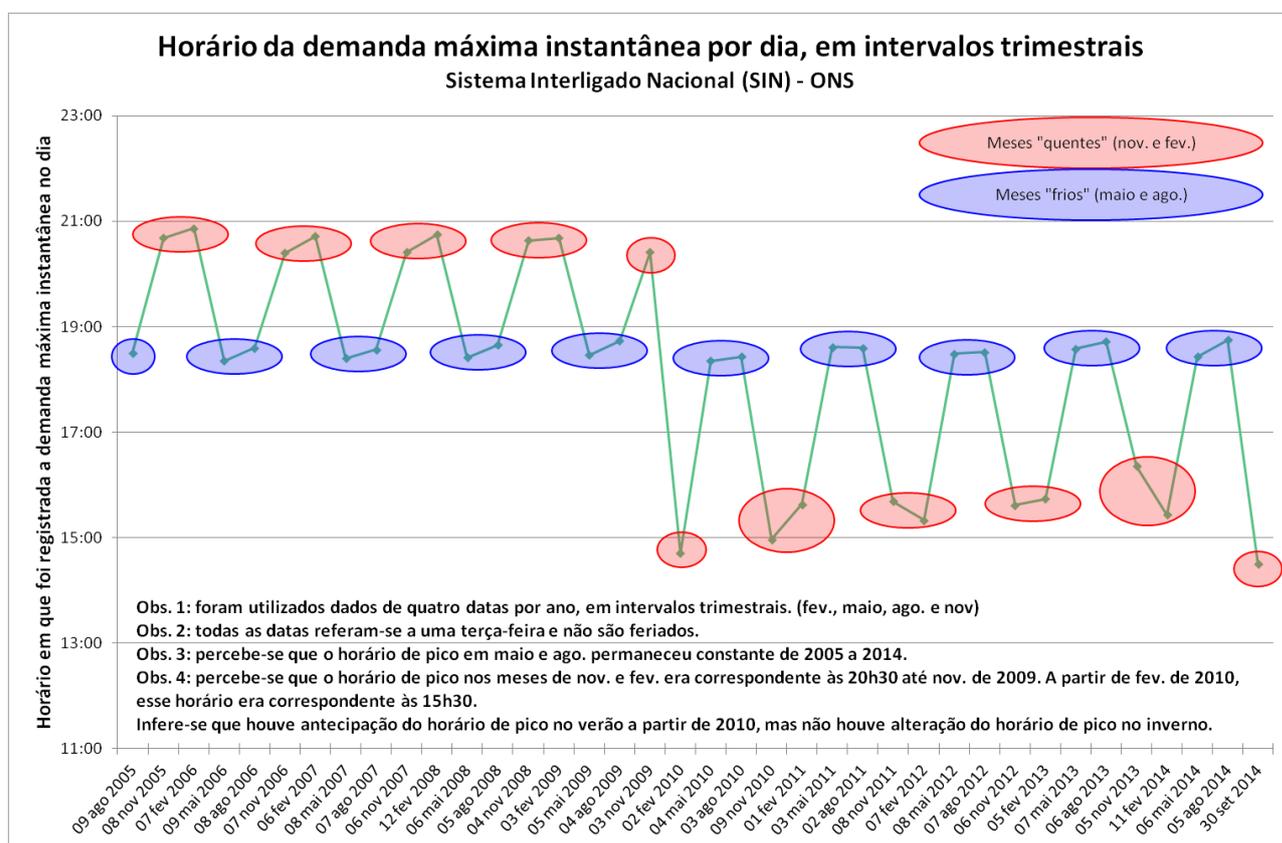
FIGURA 14 – FATORES MÉDIOS DE EMISSÃO DE CO<sub>2</sub> COM GERAÇÃO ELÉTRICA NO SISTEMA INTERLIGADO NACIONAL (SIN) DO BRASIL, MENSAIS DE 2009-2014



É importante destacar que, apesar desses fatores serem temporários, as tendências do setor a médio prazo também mostram aumento importante no consumo energético, reduções nas médias anuais de chuva e participação crescente de centrais termelétricas. Podemos considerar que, em geral, a energia elétrica no Brasil ficará mais cara e mais suja nos próximos anos.

Enquanto isso, a distribuição energética passa por uma alteração no horário de pico, tradicionalmente no final da tarde e início da noite; desde o ano de 2010, nos meses do verão, os maiores picos de demanda acontecem no meio da tarde. A implantação da Tarifa Branca e do sistema de bandeiras na tarifa deverão dar mais flexibilidade para o repasse de custos reais das concessionárias para consumidores.

FIGURA 15 – MUDANÇA NO HORÁRIO DE PICO NO SIN



Finalmente, o Plano Nacional de Eficiência Energética adota uma meta de economia de energia de 10% comparado à linha de base, implicando em uma economia de 106.623 GWh no ano de 2030 (EPE, 2014a). Para comparação, em 2013, a economia realizada devido ao programa Procel foi de 9.097 GWh, e o total dos Programas de Eficiência Energética (PEE) das concessionárias foi de 3.800 GWh. Ou seja, esses programas precisam aumentar por um fator de nove para realizarem as economias necessárias.



## Objetivo deste documento

É claro que há um espaço importante para a atuação do poder público no desenvolvimento de políticas para superar as barreiras e apoiar a realização do potencial de eficiência energética, considerando também os ganhos econômicos associados à redução da necessidade de geração elétrica.

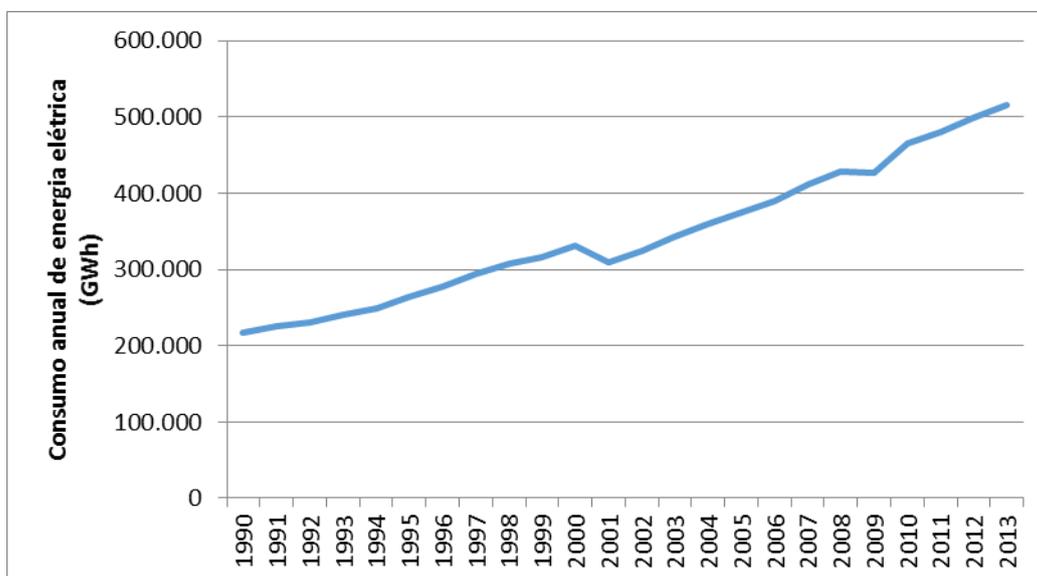
Este estudo tem a intenção de realizar um diagnóstico do atual estado da arte em energia e construção sustentável no Brasil e no exterior, visando o subsídio à elaboração de uma futura política nacional de construção sustentável.

## 2. Diagnóstico nacional

### Energia no ambiente construído

Os consumos energéticos em edificações mostram uma tendência crescente nos últimos anos, e o Plano Nacional Energético para 2050 (EPE, 2014a; EPE, 2014b) identifica previsões para futuros aumentos nesse consumo. Atualmente, o setor de edificações (incluindo residências, edifícios comerciais e públicos) é responsável por 48% do consumo elétrico do país (EPE, 2014a). Na tendência crescente de consumo de energia, a única redução significativa ocorreu após a crise energética de 2001, quando programas de redução de consumo foram implantados em todo o país. (Houve também uma estabilização de consumo durante a crise financeira mundial de 2008, mas o país voltou a ter o crescimento esperado no ano seguinte.) A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** aponta que as medidas de eficiência energética tomadas após a crise de 2001 seguraram o aumento de consumo energético, com uma melhoria de eficiência equivalente ao crescimento esperado em dois anos e meio.

FIGURA 16 – CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL, 1970–2013



Em residências, o consumo energético aumenta em função do crescimento da população, redução de número de pessoas por domicílio e aumento no consumo energético de cada domicílio (associado, em geral, ao aumento do poder aquisitivo). Atualmente, há 63 milhões de domicílios no Brasil, com consumo residencial total de 124 TWh de energia elétrica, representando 44% do consumo total. Em 2050, é estimado que haverá 98 milhões de domicílios, com consumo elétrico total de 336 TWh, representando 67% do consumo total.

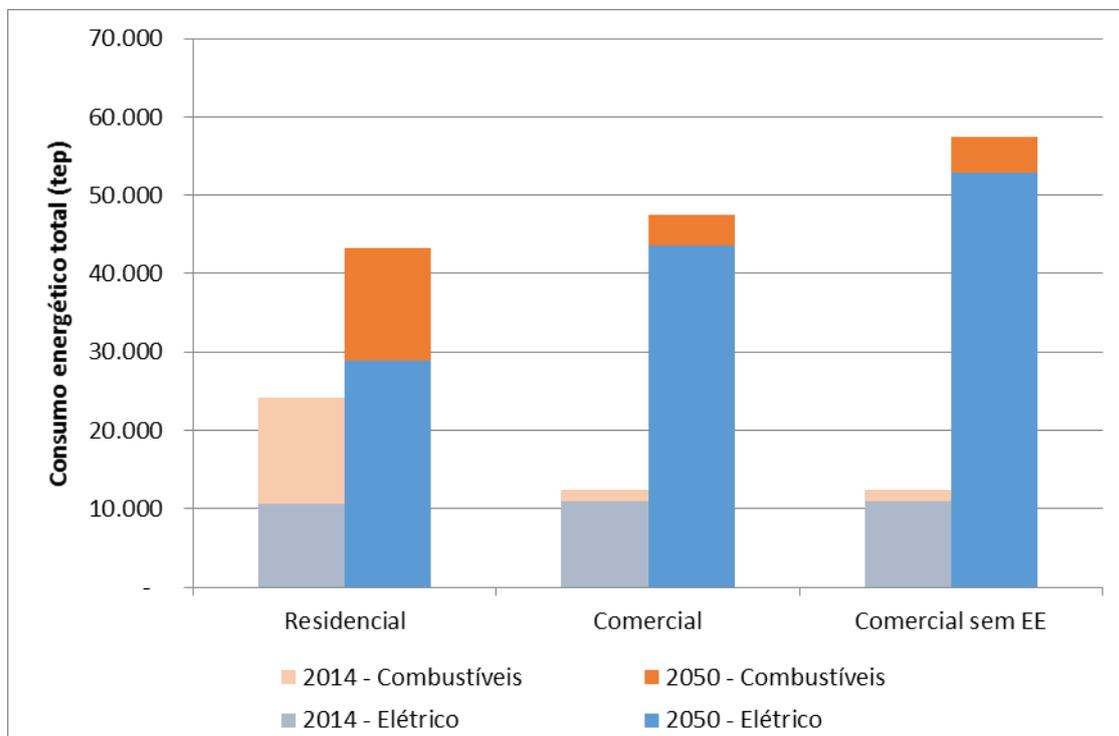
No setor de serviços, que inclui edifícios comerciais e públicos, não há estimativas de estoque atual de edificações ou do aumento na construção. O consumo atual de energia elétrica (89% da energia total) é de 128,1 TWh, e é previsto que até 2050 esse consumo aumente para 614,6 TWh, ou seja, 92% do consumo energético total do setor.

Edificações ainda têm consumos importantes de gás natural, GLP e lenha (em residências). Desta forma, a energia total dos setores (medida em toneladas equivalentes de petróleo, tep) é atualmente 12.373 tep no setor de serviços e 24.095 tep no setor residencial. Até 2050, é estimado um consumo de 47.465 tep no setor comercial e 43.237 tep no residencial.

É importante destacar que sem o impacto de programas de eficiência energética, o consumo comercial seria de 57.440 tep, e seria necessária a geração de 106,7 TWh adicionais de energia elétrica. Esta redução representa 17% do consumo energético final, uma parte importante do setor. Porém, no Plano Nacional de Energia 2050 não são identificados os caminhos para esta redução de intensidade energética. São apenas citados dois exemplos de programas (iluminação pública eficiente e uso de PBE Edifica em edifícios públicos), que representam uma proporção muito pequena da economia necessária.



FIGURA 17 – PREVISÕES DE AUMENTO DE CONSUMO DE ENERGIA EM EDIFICAÇÕES

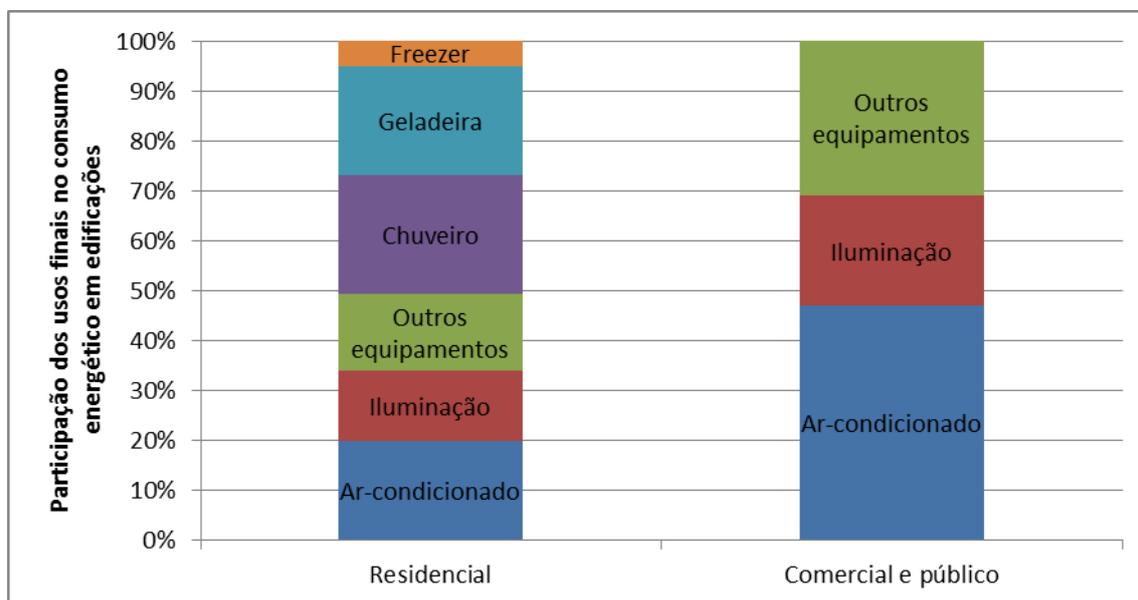


FONTE: CBCS, com dados do EPE (2014a; 2014b)

Comparações de consumo atual com estudos históricos de consumo energético em edificações mostram que, nas últimas décadas, há uma tendência de efficientização de sistemas de ar condicionado e de iluminação (ELETROBRAS, 1989), mas que o aumento de consumo devido à maior demanda de serviços energéticos, e especificamente ao consumo de TI e bens eletrônicos, é muito maior do que o consumo economizado com as eficiências realizadas. Os únicos dados disponíveis que descrevem o consumo por uso final em edificações são da pesquisa de posse de equipamentos e hábito de uso realizada em 2005 (ELETROBRAS, 2007). É provável que os dados ali indicados já estejam defasados, pois houve alteração do consumo na última década, sobretudo na área residencial, e seria importante realizar uma atualização desta pesquisa.



FIGURA 18 – CONSUMOS ENERGÉTICOS EM EDIFICAÇÕES POR USO FINAL



FONTE: CBCS, com dados da ELETROBRAS (2007)

Os principais usos finais de energia em edificações não são bem documentados, mas os estudos disponíveis (ELETROBRAS, 2007) indicam que ar condicionado, iluminação e equipamentos de escritório representam os principais consumos em edifícios comerciais e públicos, enquanto os consumos residenciais são dominados por chuveiros elétricos e geladeiras.

Ao mesmo tempo, as mudanças climáticas já mostram impactos: em muitos casos, isso implica em aumentos na frequência e intensidade de eventos extremos, como ondas de calor ou períodos de secas. A combinação de tais impactos com as ilhas de calor provenientes do adensamento urbano pode aumentar a ocorrência de eventos críticos. Por exemplo, as altas temperaturas de fevereiro de 2014 resultaram em um aumento importante na compra de sistemas de ar condicionado e o registro de novos picos e recordes de demanda de energia (nos dias 3 a 6 de fevereiro foram registrados "fatos extraordinários" no boletim de carga do ONS) (ONS, 2014).

#### Tendências de projeto e construção

Em edificações comerciais nota-se um grande aumento tanto no consumo de cargas de TI e equipamentos eletrônicos quanto na complexidade de sistemas instalados na edificação. As atuais tendências de *green building* focam em modelos energéticos criados principalmente nos EUA e adaptados aos padrões internacionais de construção civil. Isso geralmente implica no condicionamento do espaço, em uma avaliação do estado da arte em iluminação e em envoltórias eficientes, que levam às ressalvas apontada a se-



guir: "A escolha equivocada por modelos de construção importados do exterior para se construir no clima brasileiro conduz a um setor de edificações que não se adapta naturalmente às condições climáticas locais e precisa recorrer progressivamente à climatização artificial, gerando despesas desnecessárias de energia e recursos naturais" (PESSOA, 2013b).

Historicamente, no Brasil, há uma tradição importante de arquitetura bioclimática e de construção de edificações que garantam conforto térmico por ventilação natural ou pelo uso de estratégias de "modo misto", utilizando ar condicionado apenas quando necessário. Porém, as demandas do setor comercial estão se afastando desse modelo, e as edificações construídas atualmente são cada vez mais dependentes de sistemas ativos consumidores de energia. O Brasil já é o quinto maior comprador mundial de condicionadores de ar, considerando equipamentos de janela e *splits* (PEREIRA, 2013), e esse consumo está crescendo rapidamente. Nesse contexto, é necessário um controle criterioso da eficiência e desempenho dos sistemas ativos e das tecnologias implementadas.

Os principais consumos de energia em residências são cocção, iluminação e aquecimento de água para banho. Porém, dados do PNE 2050 (EPE, 2014a) mostram algumas alterações nos perfis de consumo. Aumentos na participação de gás e sistemas solares para aquecimento de água reduzirão o consumo elétrico, enquanto o uso de lenha para cocção diminui e é substituído por GLP e gás natural. Ao mesmo tempo, há um aumento importante na posse de equipamentos de ar condicionado, dos atuais 0,23 por domicílio para 0,65 por domicílio em 2050. Mesmo com suposições de aumento de eficiência dos equipamentos, isso implica em um aumento de consumo importante no setor. Climatização e entretenimento representarão boa parte do aumento de consumo energético nos próximos anos, reforçando ainda mais a importância de eficiência em tais sistemas.

A Norma de Desempenho NBR 15575/2013 (Edificações Habitacionais – Desempenho) impõe à consideração critérios mínimos de desempenho energético em novas residências. Os requerimentos não são muito exigentes, mas já estão gerando uma mudança no mercado da construção.

As normas de ar condicionado passarão a incluir modelos de conforto adaptativo, para ambientes naturalmente ventilados e para possibilitar aos ocupantes um controle localizado dos espaços, permitindo projetos menos restritivos.

Em habitação social, o programa Minha Casa Minha Vida (MCMV) passou a requerer a instalação de sistemas de aquecimento solar para água em todas as casas unifamiliares a partir de 2012. Apesar de problemas de funcionamento em alguns sistemas, a medida traz economia de energia em regiões do país que tradicionalmente utilizam aquecimento de água para banho. Porém, nas regiões norte e nordeste do Brasil, esta medida muda os hábitos



de banho da população (anteriormente as pessoas tomavam banhos frios); neste caso, a implantação de aquecedores solares deve ser vista como uma medida que aumenta o conforto dos ocupantes, mas que não necessariamente implica em economia de energia.

#### Operação, manutenção e *retrofit* de edificações

A crescente utilização de sistemas prediais novos e de alta tecnologia implica em um grande aumento na complexidade da operação e da manutenção de edificações. A disciplina emergente de profissionais de *facilities* (reunidos na ABRAFAC, Associação Brasileira de *Facilities*) reflete esta necessidade. Como muitas edificações comerciais terceirizam a manutenção, os administradores condominiais nem sempre têm o conhecimento necessário para assegurar o desempenho das edificações, impedindo uma operação otimizada e, ocasionalmente, impossibilitando qualquer eficiência energética.

No final da década de 1990, com o crescimento do *green building* no Reino Unido, foi notado pela primeira vez o surgimento do *performance gap*. Este termo representa a diferença entre o consumo previsto por projetistas e simulações energéticas e o consumo real, medido, após a ocupação da edificação. Um maior foco nesta área é vital para garantir que as melhorias que foram implantadas no projeto e na construção de edificações sejam, de fato, realizadas. Estudos no Reino Unido mostram aumentos de consumo de 50-150% comparando simulações com dados pós-ocupação (CarbonBuzz); no Brasil, os primeiros estudos da área apontam aumentos de 50% em muitos casos (OLIVEIRA, 2014). Tais resultados destacam a extrema importância de acompanhar e medir o desempenho operacional de edificações, a fim de poder atingir o desempenho potencial e evitar alto consumo devido à operação incorreta.

Outra área de interesse para políticas públicas é o conceito de *retrofit*, que representa a requalificação de uma edificação, às vezes com troca de uso. A reocupação de centros antigos nos próximos anos e a readequação de edificações construídas nas décadas de 1960 e 1970 (por exemplo, na Avenida Paulista, em São Paulo) irão destacar este tipo de trabalho. O momento de *retrofit* traz grandes oportunidades para melhorias no desempenho energético de uma edificação.

#### Geração distribuída de energia

A geração distribuída assume uma grande importância nas previsões de consumo energético do PNE 2050 (EPE, 2014a), e a Resolução Normativa nº 482/2012, da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) abre a possibilidade para conexão à rede de geradores elétricos de pequeno porte, geralmente conectados a edificações.



Em outubro de 2014, o portal da ANEEL indica que 165 microgeradores já estão conectados à rede; a maioria desses são sistemas fotovoltaicos de pequeno porte. Porém, será necessário um crescimento mais rápido para o setor assumir importância em escala nacional nas próximas décadas.

#### Programas de etiquetagem e certificação

Existem diversos programas de etiquetagem e certificação de desempenho energético em equipamentos individuais e até em edificações inteiras; alguns são voluntários e outros obrigatórios.

O Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) e o Selo Procel definem níveis mínimos de desempenho para equipamentos importantes, como geladeiras, ventiladores de teto, lâmpadas e pequenos sistemas de ar condicionado.

O Programa PBE Edifica define níveis de eficiência energética em edificações públicas, residenciais e de serviços. A implantação do PBE Edifica no mercado é voluntária, mas a Instrução Normativa nº 02, de 4 de junho de 2014, requer a etiquetagem energética e o atendimento aos critérios do PBE Edifica nível A em edificações públicas federais, considerando edifícios novos e *retrofits*.

Desde o ano de 2007, certificações sustentáveis internacionais ganharam um peso importante no setor de construção civil no Brasil, sobretudo em projetos comerciais e de alto padrão. Estima-se que, em 2012, construções buscando certificações de sustentabilidade representaram 9% do valor da indústria de construção civil (ERNST & YOUNG, 2013). Certificações no Brasil incluem as de origem internacional, como LEED (*Leadership for Energy and Environmental Design*, na sigla em inglês) (USGBC, 2014), e adaptações brasileiras de certificações de outros países, caso da AQUA (Alta Qualidade Ambiental), desenvolvida pela Fundação Vanzolini (FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2014). Também foram desenvolvidas certificações setoriais, como o Selo Qualiverde, na cidade do Rio de Janeiro; Selo BH Sustentável, em Belo Horizonte e o Selo Casa Azul da Caixa, direcionado às construções do MCMV.

Em muitos casos, estas edificações são as maiores consumidoras energéticas, por serem de alto padrão e por seguirem normas americanas em vez de normas brasileiras. Não é claro que tais certificações representam economias energéticas; o único estudo no Brasil (OLIVEIRA, 2014) mostrou que edificações certificadas LEED no momento da construção têm consumo energético igual ou maior que edificações da mesma tipologia que não foram certificadas. Esses resultados são parecidos com estudos realizados nos Estados Unidos (NEWSHAM, 2009; SCOFIELD, 2013). É importante notar que a certificação ambiental traz benefícios em muitas outras áreas, e os impactos de tais programas na mudança setorial da construção sustentável têm sido muito importantes. Porém, os resultados supracitados questionam



a eficácia de utilizar tais certificações em programas ou políticas de uso racional de energia.

TABELA 7 – PRINCIPAIS CERTIFICAÇÕES DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL NO BRASIL

<b>Principais certificações voluntárias de construção sustentável</b>			
<b>Nome</b>	<b>Abrangência</b>	<b>Conhecimento do mercado</b>	<b>Referência para EE</b>
LEED	Internacional	Alta	ASHRAE 90.1
BREEAM	Internacional	Baixa	Variável
AQUA	Brasil	Alta	PBE Edifica
Selo Casa Azul	MCMV	Baixa	Avaliação qualitativa
PBE Edifica (Procel)	Brasil	Alta	PBE Edifica
Selo Qualiverde	Rio de Janeiro	Baixa	Avaliação qualitativa
Referencial Casa	Brasil	Baixa	PBE Edifica
Selo BH Sustentável	Belo Horizonte	Baixa	Avaliação qualitativa

#### Financiamento de eficiência energética

Existem dois principais programas de financiamento para programas de eficiência energética no Brasil. O fundo PROESCO, do BNDES, que tem o objetivo específico de apoiar projetos de eficiência energética, e o Programa de Eficiência Energética (PEE) da ANEEL, que estipula uma obrigação às concessionárias de energia de aplicar anualmente no mínimo 0,5% da receita operacional líquida em projetos de combate de desperdício da energia elétrica.

O Mecanismo de Garantia de Eficiência Energética (EEGM, da sigla em inglês) fornece uma metodologia para garantir as economias esperadas pela instalação de sistemas economizadores de energia; teoricamente, isso remove um grande obstáculo ao desenvolvimento do setor (EEGM, 2014).

Porém, o setor de edificações é altamente diverso e distribuído, o que aumenta a complexidade de implantação de medidas de eficiência energética, que são geralmente realizadas em grandes indústrias. A falta de capacidade técnica e financeira tem limitado o uso de contratos de desempenho na área de eficiência energética em edificações.



### 3. Políticas internacionais para energia em edificações

#### Introdução

Dada a grande importância atribuída ao setor de energia em edificações, existem muitas políticas de eficiência energética. A IEA (IEA, 2011) define 25 recomendações para políticas que promovem eficiência energética (listadas a seguir, na Figura 19), e publica outros estudos para apoiar o desenvolvimento e a implementação de tais políticas, sobretudo em relação à área de edificações (IEA, 2009; IEA, 2010; IEA, 2013-1; IEA, 2013-2; IEA, 2013-3).

FIGURA 19 – POLÍTICAS PÚBLICAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

#### Inter-setorial

- 1 Arrecadação de dados e indicadores
- 2 Estratégias e Planos de Ação
- 3 Mercados energéticos competitivos com regulamentação apropriada
- 4 Investimentos privados em eficiência energética
- 5 Monitoramento, cumprimento e avaliação

#### Edificações

- 6 Códigos de obras mandatórios e MEPS
- 7 Consumo *Zero net* em edificações
- 8 Melhorias na eficiência energética em edificações existentes
- 9 Etiquetagem energética ou certificações para edifícios
- 10 Desempenho energético para componentes construtivos e sistemas

#### Aparelhos e Equipamentos

- 11 MEPS obrigatórios e etiquetas
- 12 Padronização de testes e protocolos de medição
- 13 Políticas de transformação de mercado



## Iluminação

- 14 Retirada do mercado de produtos de iluminação ineficientes
- 15 Sistemas de iluminação eficientes

## Transporte

- 16 Padrões mandatórios de eficiência de combustíveis veiculares
- 17 Medidas para melhorar eficiência de combustíveis veiculares
- 18 Eficiência dos componentes além do motor
- 19 Direção ecoeficiente
- 20 Eficiência dos sistemas de transportes

## Indústria

- 21 Gerenciamento energético
- 22 Equipamentos e sistemas com alta eficiência energética
- 23 Serviços de eficiência energética para Pequenas e Médias Empresas
- 24 Políticas complementares para incentivar eficiência energética na indústria

## Concessionárias de energia

- 25 Programas de Eficiência Energética das concessionárias

---

FONTE: IEA (2011)

---

### Instrumentos e políticas para energia em edificações

---

A Rede Global para Desempenho em Edificações (GBPN, na sigla em inglês) é um órgão internacional que reúne e publica conhecimento técnico e apoia o desenvolvimento de eficiência energética em edificações. Entre outras ferramentas, o órgão disponibiliza o portal <BuildingRating.org> (GBPN; IMT, 2014), que lista diversas políticas públicas implantadas em diferentes países e também em regiões dos Estados Unidos. O Departamento de Energia dos Estados Unidos (DOE) promove o portal <energycodes.gov>, com apoio no desenvolvimento de requerimentos mínimos para eficiência em construção, e o Instituto Europeu de Desempenho em Edificações (BPIE, na sigla em inglês) publica recomendações para a implantação de programas de etiquetagem e certificação (BPIE, 2010). Finalmente, a Parceria Internacional para Cooperação em Eficiência Energética (IPEEC, na sigla em inglês) publicou, em 2014, uma avaliação internacional de programas de avaliação de desempenho em edificações, classificados em mandatório/voluntário, *asset*/operação e os tipos de edificações afetados (IPEEC, 2014).



Os principais instrumentos para melhoria de desempenho energético em edificações são:

- requerimentos normativos mínimos para desempenho;
- etiquetagem e certificação de desempenho acima do mínimo necessário;
- apoio técnico, capacitação e desenvolvimento de ferramentas; e
- incentivos fiscais.

Todos esses instrumentos podem ser aplicados em edificações inteiras, ou em equipamentos e sistemas utilizados dentro delas. Por exemplo, uma etiquetagem de desempenho pode ser aplicada na envoltória de uma edificação, em um sistema *split* de ar condicionado, em uma placa solar ou em prédio comercial como um todo. A Tabela 8 descreve os principais sistemas de classificação de desempenho utilizados internacionalmente. Alguns programas são mandatórios e outros, voluntários, conforme a aplicação local da legislação.

Programas de apoio técnico e desenvolvimento de ferramentas incluem capacitação de auditores energéticos e profissionais de comissionamento e retrocomissionamento; na Lei LL87, de Nova York, auditorias energéticas em edificações se tornam mandatórias em determinados edifícios. Em muitos casos, associações técnicas são responsáveis por esse desenvolvimento e pela capacitação dos profissionais; destaca-se a ASHRAE, nos EUA e a CIBSE, no Reino Unido.



TABELA 8 – SISTEMAS INTERNACIONAIS DE CLASSIFICAÇÃO DE DESEMPENHO

Sistemas de classificação de desempenho, requerimentos, etiquetagem e certificação de EE			
Sistema	Descrição	Aplicação no Brasil	Exemplo internacional
<i>Asset rating</i>	Avaliação das instalações físicas de uma edificação e potencial para eficiência, para influenciar na decisão de compra ou aluguel	PBE Edifica	DECs – Reino Unido
<i>Operational rating</i>	Medição de consumo energético a fim de avaliar o desempenho em operação, apoiar a gestão eficiente e identificar falhas	n/a	EPCs – Reino Unido
Lei de transparência	Obrigação de publicar consumos energéticos e níveis de eficiência de grandes consumidores	n/a	LL84 – Nova York
Código de obras	Requerimentos mandatórios para desempenho energético em todas as novas construções	NBR 15575	<i>Building Regulations Part L</i> – Reino Unido
Desempenho energético mínimo para equipamentos (MEPs)	Requerimentos mínimos para desempenho energético de determinados equipamentos	PBE	<i>EU Minimum Standards</i> – União Europeia
Etiquetagem da eficiência de equipamentos	Indicações visuais de desempenho energético de determinados equipamentos para ajudar na decisão de compra	PBE/Selo Procel	<i>Energy Star</i> – EUA
Certificações voluntárias de edificações	Programas de sustentabilidade e eficiência energética com visibilidade no mercado, para apoiar a construção sustentável e demonstrar comprometimento com o meio ambiente	PBE Edifica, AQUA, LEED	LEED – EUA

FONTES: Hinge (2014) e elaboração CBCS

Incentivos fiscais podem envolver reduções de impostos ou apoio direto, por exemplo, nas *feed-in tariffs* utilizadas em muitos países, uma forma de incentivar a geração distribuída, na qual os microgeradores recebem um pagamento adicional para toda a energia gerada pelos sistemas, de acordo com as tecnologias adotadas. Em muitos casos, as próprias concessionárias são obrigadas a implantar programas de eficiência energética. O argumento é que ao longo prazo, as concessionárias precisam deixar de comercializar energia diretamente e tratar a comercialização de serviços energéticos como sua principal atividade.

#### Políticas exemplares

Dentro das políticas internacionais estudadas, destacam-se alguns países por terem políticas eficazes, bem desenvolvidas ou inovadoras.

A Diretriz Europeia de Desempenho em Edificações (EPBD, na sigla em inglês) impõe uma série de obrigações para os países-membros da União Europeia, com a intenção de melhorar o desempenho setorial em edificações. Dentro destas obrigações, há a necessidade de desenvolver etiquetas públicas de desempenho energético para edificações, baseadas em energia pri-



mária. Todos os países-membros estão desenvolvendo formas próprias de atender a esta norma; estudos recentes mostram que o custo para etiquetagem energética varia entre €30 e €900 por residência, dependendo do nível de detalhe exigido pela certificação (BPIE, 2010).

No Reino Unido, esse requerimento foi implementado com uso de Certificados de Desempenho Energético (*Energy Performance Certificates* – EPCs) e Certificados de Exibição de Energia (*Display Energy Certificates* – DECs), representando os *asset ratings* e *operational ratings*, respectivamente. A meta de implantação identifica critérios-chave para o sucesso do certificado, incluindo precisão (+/- 5%), replicabilidade (+/- 15%), credibilidade e facilidade; o trabalho de emissão de um certificado é estimado em 8 homem-horas por domicílio e 16 homem-horas por edificação comercial ou pública.

A França recentemente atualizou os requerimentos mínimos para eficiência energética em novas construções, que agora contemplam um "indicador bioclimático" para garantir o uso de estratégias passivas em construção civil, para combater o atual foco em sistemas prediais cada vez mais complexos. O foco do programa é a autossuficiência, seguida pela eficiência e depois pela geração distribuída (IEA, 2013-1).

Nos Estados Unidos, políticas de desempenho energético em edificações são implantadas em determinados municípios e estados; entre eles, destaca-se Nova York, que passou a requerer transparência e publicação de consumo energético de todos os prédios comerciais acima de 5.000m<sup>2</sup> no *Greener, Greater Buildings Plan*. Mais recentemente, a cidade iniciou a realização de auditorias energéticas e retrocomissionamento nestas edificações (PLANYC, 2014).

A Índia iniciou um planejamento de cenários para o consumo futuro em residências, feito pelo GBPN, que indicou, para 2050, consumo oito vezes maior do que o consumo atual; a implantação de políticas ambiciosas consegue restringir esse aumento para três vezes mais do que o consumo atual (GBPN, 2014).

## 4. Indicações para futuras políticas públicas no Brasil

### Questões setoriais e o papel da política pública

Comparado com outros países, o Brasil ainda consome pouca energia em edificações e tem baixas emissões de CO<sub>2</sub> do setor. Porém, esse cenário está rapidamente piorando, com aumentos de consumo energético e sujeira da matriz energética. Diferentemente dos países desenvolvidos, ainda não há no país um grande estoque existente ineficiente que precisa ser tratado para atingir metas de eficiência energética. Pelo contrário, existe uma grande oportunidade para manter o atual padrão eficiente e minimizar a cons-



trução de novas edificações que podem ser operadas apenas com altos consumos energéticos.

Primeiramente, há necessidade de visão estratégica, multissetorial de eficiência energética. É preciso realizar o planejamento de cenários, para mostrar claramente os impactos de diferentes políticas energéticas, superar as barreiras de eficiência energética e implementar e avaliar impactos de políticas de eficiência energética.

Não é possível ignorar a crescente participação do condicionamento artificial do ar, às vezes desnecessário em um país que contempla grandes populações em áreas com climas temperados que não precisam de condicionamento artificial durante grande parte do ano. Normas internacionais geralmente foram desenvolvidas para uso em espaços climatizados; o Brasil precisa reconhecer e incentivar o desempenho de edificações naturalmente ventiladas e com operação em modo misto (ventilação natural ou climatização, conforme condições). Em paralelo, a questão do aumento na taxa de ar condicionado precisa considerar a renovação do ar e a qualidade ambiental interna, tanto em zonas artificialmente condicionadas quanto em áreas naturalmente ventiladas.

O uso de etiquetagem e padrões mínimos de desempenho (MEPs) é uma área importante que já está bem desenvolvida com a atuação do PBE e do Procel; porém, é necessário expandir e apoiar esses programas.

A regularização das políticas públicas na área deve ser claramente explicada, com destaque nas diferentes exigências dos três níveis de poder executivo. Esta atuação irá variar para diferentes políticas, mas de forma geral a seguinte estrutura é proposta:

- Governo Federal: deve ser responsável pela publicação de diretrizes, pelo desenvolvimento de ferramentas e metodologias técnicas, pelo fortalecimento de instituições e capacitação técnica e pelo proporcionalamento de modelos de financiamento para os programas;
- governos estaduais: devem ter responsabilidade para a adaptação à realidade local das políticas desenvolvidas; e
- governos municipais: devem ter a obrigação de priorizar e implementar as políticas e de acompanhar o cumprimento e avaliar impactos, para relatar às instituições centrais coordenando as avaliações.

Para garantir a implementação no mercado das recomendações, é importante considerar a atuação de agentes que já têm o potencial de realizar grandes ações. Sobretudo, a interface com as concessionárias elétricas é muito importante, pois já têm relações com os consumidores de energia e acesso aos dados de consumo.



Em geral, na elaboração de uma política pública, algumas etapas de implementação devem ser consideradas:

1. etapa voluntária;
2. trabalho com setor privado e sociedade civil – por exemplo, agregar valor com a existência de um reconhecimento da ação por meio de um selo ou certificado; e
3. obrigatoriedade da adesão.

De forma geral, o papel da política pública deve desenvolver uma visão de longo prazo, para entender que investimentos em eficiência agora evitarão investimentos maiores futuros, com os custos de energia e a implantação de grandes capacidades de geração energética. Qualquer programa de eficiência energética precisa assegurar, para sua efetiva implementação, o fornecimento das capacidades técnica, tecnológica, administrativa, institucional e financeira. Além disso, é importante estimular a pesquisa e o desenvolvimento, incentivar o investimento e a competição e criar estudos de caso para ajudar na transformação do mercado e identificar o potencial energético no setor da construção civil no Brasil nas próximas décadas.

## Planejamento e gestão

### **Agência nacional da eficiência energética**

É sugerida a criação de uma agência nacional da eficiência energética para desenvolver uma visão estratégica de consumo racional de energia e realizar a coordenação entre agentes atuantes no mercado, como o programa Procel. Esta agência teria o papel de racionalizar a gestão de eficiência energética, planejar, acompanhar o cumprimento de metas, além de desenvolver e publicar informações técnicas para o setor.

Na área de edificações, uma prioridade para a agência deverá ser a pesquisa e racionalização das relações entre consumo de energia em operação, energia embutida em materiais e energia no canteiro de obras, para criar uma política integrada para construção civil.

### **PBE Edifica e Procel Edifica**

O programa PBE Edifica foi desenvolvido como a etiquetagem e certificação de desempenho energético das edificações no Brasil (o *asset rating*). O programa já é implementado de forma voluntária, e com a publicação da Instrução Normativa n. 02, em junho de 2014, passou a ser obrigatório em novas construções e nos *retrofits* de edifícios públicos federais, indicando importante passo para o programa. Os governos estaduais e municipais devem ser incentivados a seguir este exemplo.

Porém, a emissão da etiquetagem PBE Edifica ainda tem um custo alto de implementação e é pouco utilizada no mercado. O programa deve ser apoi-



ado e expandido, com capacitação de profissionais, conscientização do público e expansão do número de órgãos certificadores. Desenvolvimento de ferramentas, como o simulador S3E (S3E, 2014) – atualmente em processo de validação – deve ser apoiado para reduzir ainda mais os custos de certificação e tornar o PBE Edifica uma ferramenta para aplicação em massa no mercado.

A estrutura de avaliação do programa PBE Edifica também pode ser aproveitada e adaptada para criação de uma ferramenta simplificada de avaliação do potencial de desempenho em edificações existentes. Este *asset rating* deve ser concebido para ser rápido e barato de se implementar, com uma meta de custos de R\$500 a R\$2.000 para avaliação de uma habitação ou pequeno edifício comercial. (Grandes edifícios comerciais têm um custo mais elevado.) Uma vez desenvolvido e validado, este *asset rating* poderia ser requerido no momento de compra ou venda de um imóvel. É importante destacar o risco de perda de confiabilidade que pode acontecer com a redução de custo da avaliação; sempre precisa ser avaliado o custo de implementação considerando qualidade.

Modelos de referência do estoque devem ser desenvolvidos, para permitir modelagem macroeconômica e para entender os impactos de implementação de diferentes níveis do programa PBE Edifica no mercado brasileiro (CORGNATI, 2013).

Finalmente, futuros anos climáticos devem ser desenvolvidos, considerando mudanças climáticas, para permitir a avaliação dos impactos futuros de políticas energéticas e programas de etiquetagem.

### **Desempenho energético operacional**

O desenvolvimento de *benchmarks* e linhas de base que representam o consumo típico do mercado em edificações de diversas tipologias é uma prioridade. Este desenvolvimento envolve levantamentos de informações e cálculo de indicadores para representar o estoque (CBCS, 2014; BORGSTEIN, 2014).

Após desenvolvimento dos *benchmarks*, deve ser desenvolvida a infraestrutura para permitir implantação de avaliações e a certificação de desempenho energético operacional em edificações existentes. Tal infraestrutura inclui ferramentas de cálculo, um portal on-line para recolhimento de dados, treinamento de auditores, um banco de dados e um programa de garantia de qualidade. O programa deve ser concebido de forma a ter operação com "custo neutro" – os custos de certificação de edifícios e registro de auditores devem fornecer o financiamento necessário para manutenção da infraestrutura técnica do programa.



## **Leis de transparência de consumo energético**

O modelo de uma lei de transparência, obrigando publicação dos consumos energéticos e níveis de eficiência de grandes consumidores, é uma política com grande potencial para redução de consumo energético. Porém, é uma política que seria adequada principalmente para São Paulo, Rio de Janeiro e outros municípios com grandes consumos energéticos. Um modelo de política deve ser disponibilizado junto com apoio no desenvolvimento técnico necessário, para adoção nos municípios que julguem esta política importante.

Outro caminho a ser explorado é a obrigação das concessionárias em facilitar o acesso aos dados de consumo energético pelos clientes e respectivos representantes. Em muitos casos, dados de demanda e consumo em intervalos de 15 minutos são registrados pelas concessionárias, mas não são facilmente disponibilizados. A melhoria deste processo aumentaria a viabilidade de gestão energética em edificações existentes e reduziria os custos de auditoria energética, disponibilizando curvas de carga para os especialistas.

## **Habitação social**

A especificação mínima do programa Minha Casa Minha Vida deve passar a considerar aspectos de adaptação climática, conforto térmico e eficiência energética na operação, para evitar futuras instalações de sistemas de ar condicionado em habitações desconfortáveis. As principais áreas de atuação são: janelas e esquadrias, materiais construtivos, refletância da cobertura, iluminação eficiente e ventiladores.

## **Retrofit**

As grandes barreiras enfrentadas pelos programas de *retrofit* de edificações são regulatórias, por exemplo, a consideração de regras de proteção contra incêndio na requalificação de edifícios antigos. As prefeituras devem adotar uma postura de apoio e de facilitação da regularização dos projetos de *retrofits*, desde que os projetos considerem melhorias de eficiência energética. A ferramenta PBE Edifica pode ser utilizada para avaliação dessas melhorias.

## **Modelos de apoio financeiro para eficiência energética**

A redução ou isenção de alguns impostos tem potencial de ser uma ferramenta poderosa no aumento de construção eficiente no país. O fato é complicado pela divisão de impostos entre os três poderes executivos: por exemplo, o IPI é um imposto federal, já o ICMS é estadual e o IPTU, por sua vez, é municipal.

Assim, devem ser desenvolvidos modelos para a redução de impostos para edificações eficientes, por exemplo, por meio de reduções no IPTU para edi-



fícios com nível A do PBE Edifica. Um programa nacional deve proporcionar as ferramentas de avaliação e de garantia de qualidade, bem como modelos de legislação que possam ser adotados pelos municípios que julguem essa área importante.

### **Projetos exemplares e edifícios *Zero Net***

Devem ser criadas referências para o mercado de edificações que proporcionem conforto e serviços adequados com consumos energéticos baixos e geração no local de toda a energia necessária (ou de uma parte dela). O estímulo à construção dessas referências e a obrigação de publicar os dados de consumo irão incentivar a inovação no mercado e criar referências alternativas ao atual LEED, que não garante redução de consumo. Os projetos deveriam ser feitos em diversos estados e regiões climáticas, e sujeitos à avaliação pós-ocupação em todos os casos. Um portal on-line deve mostrar o consumo e a produção energética das edificações em tempo real, e a publicação e divulgação dos projetos devem ser feitas em escala nacional.

---

Educação: profissionais, projetistas e público

---

### **Fortalecimento de instituições técnicas**

O fortalecimento de instituições e associações técnicas no mercado deve ser apoiado. Essas instituições se tornarão plataformas de *expertise* e poderão atuar no treinamento e capacitação de profissionais, na distribuição de conhecimento e na validação, implementação e revisão das políticas públicas sustentáveis. Várias instituições já existem, e geralmente já tem alguma articulação com órgãos do governo. Esse apoio deve ser continuado.

### **Treinamento para profissionais de auditoria energética, comissionamento, *facilities* e manutenção, projetistas e consultores**

A gestão eficiente de edificações, com uso e aplicação de *benchmarks* e o programa de desempenho energético operacional, necessita de um programa de formação e capacitação dos profissionais responsáveis pela gestão de edificações, sobretudo na área de edifícios novos, complexos e grandes. A capacitação deve ser feita em conjunto com a criação de referências e estudos de caso para melhoria de eficiência em operação.

A construção de edificações eficientes requer um processo de projeto integrado, para agregar conhecimentos de diversas áreas e otimizar o desempenho. Especificamente, a simulação energética deve ser considerada como uma ferramenta de projeto (e não de cumprimento de normas, a forma atual de utilização). Há também a necessidade de capacitação na área de projeto arquitetônico e projeto de ar condicionado para edifícios que funcio-



nam em modo misto. Um programa de treinamento para projetistas, arquitetos e consultores poderia abordar as três áreas.

Com o aumento de complexidade dos sistemas prediais em novas construções, grandes economias de energia são possíveis a partir de comissionamento correto em novas edificações, da aplicação de auditoria energética e do retrocomissionamento em edificações existentes. Porém, ainda falta capacitação de profissionais no mercado para aproveitar esse potencial. Um programa de treinamento, articulado com associações do mercado, apoiaria tais práticas.

Em todas essas áreas, programas de Desenvolvimento Profissional Contínuo (*Continuing Professional Development*, CPD) devem ser implementadas para que profissionais sejam obrigados a manter os seus conhecimentos atualizados.

### **Inserção de eficiência energética em currículos**

Universidades, escolas e instituições técnicas como o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) terão um papel importante em treinar e capacitar futuras gerações de profissionais, para que o assunto de eficiência energética se torne uma questão-chave em todas as áreas. Há espaço para realizar revisões de currículos universitários para engenheiros e arquitetos, por exemplo, para inserir tais assuntos.

### **Campanha de mídia**

Uma campanha de mídia nacional deve destacar os benefícios da construção sustentável e da eficiência energética, e destacar as ferramentas já disponíveis no mercado, como o PBE Edifica, para motivar a adoção voluntária dessas medidas e promover as políticas e os sucessos realizados na área.

## Tecnologias

### **Superfícies frias**

O uso de superfícies frias e refletivas é uma das primeiras prioridades para eficiência energética em envoltórias em climas quentes. Porém, é necessário o desenvolvimento de normas, testes e especificações técnicas referentes ao desempenho a longo prazo e à vida útil de tais sistemas. As normas necessárias devem ser desenvolvidas com alta prioridade, e uma etiquetagem deve ser implementada para permitir a escolha de produtos adequados.

### **Janelas, esquadrias e caixilhos**

O mercado atualmente fabrica e fornece muitas janelas e esquadrias com desempenho muito pior do que os sistemas disponíveis nas décadas passa-



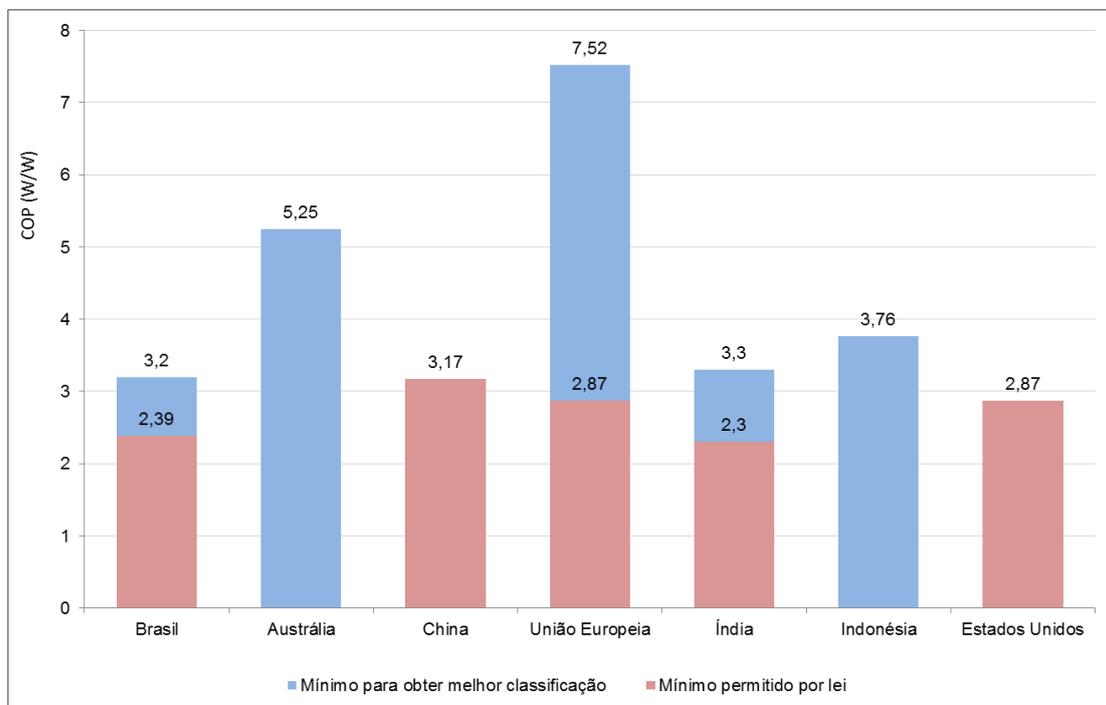
das. Especialmente em climas mais quentes, a instalação de janelas sem sombreamento ou proteção solar obriga o uso de ar condicionado. Uma avaliação detalhada das necessidades do mercado para construção bioclimática deve ser feita em conjunto com os fabricantes, para proporcionar uma forma melhor de avaliar o desempenho e escolher os produtos adequados, garantindo o fornecimento dos melhores produtos.

### **Ar condicionado e ventilação**

A instalação de sistemas de ar condicionado tem alterado os picos de demanda de energia no país nos últimos anos. Os requerimentos mínimos de desempenho estão abaixo dos níveis comparativos em outros países como a China, sendo que o grande aumento na compra de sistemas de ar condicionado está adicionando sistemas no mercado que continuarão funcionando com baixa eficiência por, no mínimo, uma década. Os níveis mínimos nacionais de desempenho devem ser aumentados com urgência, em todos os tipos de ar condicionado, mas sobretudo em *splits*, que são responsáveis por uma grande parte do mercado. A tecnologia, assim como muitos fabricantes desses equipamentos, são internacionais, de forma que não há motivo para as eficiências no Brasil estarem abaixo dos níveis internacionais. A Figura 20 mostra uma comparação dos níveis internacionais de eficiência energética para sistemas de ar condicionado de pequena porte, medidos com base no Coeficiente de Performance (COP). Destaca-se a baixa eficiência permitida no mercado brasileiro, de 2,39 W/W, comparado com a China, que permite apenas sistemas mais eficientes que 3,17 W/W. Destaca-se também a grande diferença entre o nível de 3,20 W/W necessário para atingir o nível A do PBE e o selo Procel, e o nível equivalente de 7,52 W/W na União Europeia (PEREIRA, 2013; CLASP, 2014; MELO, 2010; MELO, 2013; JANNUZZI, 2012).



FIGURA 20 – NÍVEIS INTERNACIONAIS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM SISTEMAS DE AR CONDICIONADO DO TIPO *SPLIT*



FONTES: CBCS, com dados do CLASP (2014); PEREIRA (2013) e INMETRO (2014)

Devem ser implementados níveis mínimos de desempenho e etiquetagem de desempenho em sistemas de ar condicionado maiores e *chillers*. Também deve ser discutido o balanço de consumo energético de sistemas com condensação a ar (ineficiente) e condensação a água (maior uso de água), para propor diretrizes para sustentabilidade em uma política unida.

Os sistemas de ar condicionado também devem ser avaliados pelo coeficiente de eficiência energética sazonal (SEER, na sigla em inglês), a fim de fornecer uma medida mais representativa do desempenho do equipamento submetido à demanda do clima local. Essa medida será favorável à implantação de tecnologias, como o sistema inverter, que se mostram mais eficientes no uso diário (PEREIRA, 2013).

O uso de ventiladores de teto pode criar condições de conforto em muitos climas durante uma grande parte do ano, sem necessidade de uso de climatização artificial. Sistemas eficientes já contemplam etiquetagem no PBE, e sistemas de nível A devem ser apoiados e divulgados como uma alternativa aos sistemas de ar condicionado. O desenvolvimento técnico de sistemas menos barulhentos e mais eficientes deve receber apoio.

Sistemas de resfriamento solar ainda estão na fase de desenvolvimento tecnológico, mas mostram grande potencial para implantação em residên-



cias, especialmente porque os picos de geração de frio coincidem com as maiores demandas de resfriamento. O desenvolvimento dessas tecnologias e a construção de protótipos devem ser apoiados.

Controles inteligentes de sistemas de ar condicionado são uma área pouco desenvolvida no Brasil, mas que mostra grande potencial internacional para melhoria de desempenho em edificações climatizadas e de modo misto. Porém, atualmente, a maioria dos sistemas é fornecida pelos fabricantes dos sistemas de ar condicionado instalados; assim, não existe um mercado competitivo e muitos sistemas são simplesmente desligados porque parecem complexos ou difíceis de utilizar. Um programa de pesquisa em controles eficientes e fáceis de usar poderia trazer grandes benefícios ao setor de ar condicionado.

### **Iluminação**

As lâmpadas incandescentes já estão sendo retiradas do mercado; estudos comparativos demonstram a importância dessa medida (MELO, 2013). Novas tecnologias – como LED e fluorescentes de alta eficiência – já estão presentes no mercado, mas têm desempenho variável. A norma NBR 5413 (Iluminância de interiores) foi recentemente substituída, em 31 de março de 2013, pela NBR ISO/CIE 8995-1 (Iluminação de ambientes de trabalho). Essa norma regula não só os níveis de iluminação mas também a qualidade da iluminação oferecida. Novas tecnologias devem ser avaliadas pelo Índice de Reprodução de Cores (IRC), temperatura de cor, dimerização, vida útil e direcionalidade do fecho luminoso (PESSOA, 2013a).

Algumas novas tecnologias LED mostram desempenho inferior aos sistemas fluorescentes já disponíveis no mercado. A área de iluminação mostra grande potencial para economia, mas o apoio à implementação de novos sistemas deve ser feito de forma criteriosa, com avaliação do potencial e de todos os aspectos de funcionamento.

### **Aquecimento de água**

O maior potencial para economia de energia no aquecimento de água é com a implantação de Sistemas de Aquecimento Solar (SAS).

O programa Minha Casa Minha Vida passou a obrigar a instalação de SAS em novas casas unifamiliares. Porém, o programa sofre por uma falta de medição e verificação (M&V) dos impactos – aspectos que devem ser implementados com urgência para avaliar as tecnologias e técnicas utilizadas no programa.

Como o programa já instalou aproximadamente 70.000 sistemas (no momento de preparação deste relatório), e tem contratado um total de 218.000, existe um grande potencial (e uma necessidade) para a criação de indústrias locais de instalação e manutenção de tais sistemas. Residentes



das comunidades com SAS devem ser capacitados e treinados para realizar as instalações e manutenção, eventualmente prestando tais serviços para outros setores da economia e tornando os SAS uma tecnologia comum no mercado brasileiro.

Em outros setores, ainda existe uma necessidade de desenvolvimento técnico dos SAS, para entender problemas de funcionamento, monitoramento, controle e interface com usuários. Sobretudo, há necessidade de empresas prontas a realizar a manutenção destes sistemas e evitar os problemas de funcionamento que podem resultar em consumos energéticos elevados.

Bombas de calor mostram potencial para aquecimento de água, quando não há espaço para aquecimento solar. Sobretudo, esses sistemas proporcionam uma alternativa aos chuveiros elétricos, e o desenvolvimento dessa tecnologia no Brasil deve ser apoiado. A implantação provavelmente não será financeiramente viável onde há disponibilidade de gás natural em encanamentos.

### **Bombeamento e motores**

O consumo de energia tem ligação direta com o uso racional de água, pois há consumo de energia no bombeamento de água. Essa relação acontece desde a produção até o consumo. O programa Procel Sanear aponta que o consumo de energia para bombeamento é o maior custo da concessionária de água, inclusive maior do que a folha de pagamento de seus funcionários. Nas edificações, o bombeamento ocorre para reservação de água, ou seja, para encher a caixa d'água. Com a pressurização da rede não seria necessária a reservação, o que economizaria energia do bombeamento. Logicamente em alguns casos, devido à topografia, o bombeamento ainda seria necessário. Em Brasília, já é utilizada a pressurização da rede (concessionária CAESB).

Pelo SNIS, a média estimada de perdas na rede é de 44% no Brasil; o primeiro passo deve ser o combate a esse desperdício. Atualmente, não há modelo hierárquico de fiscalização nacional; o modelo paulista da ARSESP deveria ser multiplicado e replicado pelo Brasil. Uma política integrada de energia e água deve incentivar economias.

### **Outros equipamentos**

Há um aumento rápido nos consumos energéticos de bens eletrônicos e sistemas de TI. Os atuais programas Procel e PBE devem ser apoiados e expandidos para cobrir outros setores, como computadores. Dado o fato de que estes equipamentos são fabricados, em muitos casos, por empresas grandes com acesso à tecnologia internacional, não há motivo para termos níveis mínimos de desempenho menores no Brasil que em outros países. A fiscalização da etiquetagem de desempenho energético deve ser expandida, para multiplicar o impacto do programa.



Equipamentos eletrônicos mostram grandes potenciais para melhoria de desempenho, como é mostrado pelo atual consumo em *stand-by* dos equipamentos e pela grande redução de consumo em equipamentos portáteis para conservação de baterias; esses equipamentos proporcionam altos níveis de serviços e devem ser vistos como referências pela melhoria contínua de eficiência em outros equipamentos eletrônicos.

As avaliações de desempenho energético e o PBE devem ser expandidos para cobrir também equipamentos de estabilização de energia e *no-breaks*, pois alguns desses sistemas têm grandes consumos parasíticos de energia.

### **Medição e monitoramento**

Existe hoje uma grande mobilização para a implantação de programas pilotos de medidores inteligentes. Em conjunto com a flexibilização das horas de pico, há um grande campo para atuação no monitoramento e desempenho eficiente das edificações. Os programas de medidores inteligentes e de redes inteligentes devem ser revisados para assegurar a maximização dos benefícios para usuários finais. Isso inclui o acesso às informações geradas, tecnologias fáceis para visualização e *display* das informações, bem como desenvolvimento do potencial para *demand side response* – tecnologias que permitem controle automatizado dos equipamentos dos usuários conforme a demanda instantânea na rede elétrica, reduzindo os picos de energia e agregando um benefício financeiro que é repassado aos consumidores finais.

### **Data centers**

O consumo energético de servidores e centrais de processamento de dados (*data centers*) está aumentando rapidamente. Como são tecnologias críticas, os projetos são muito conservadores e não percebem ou apontam as possíveis economias de energia. Um projeto de pesquisa deve criar indicadores e *benchmarks* de eficiência energética para *data centers*, e estudar as principais metodologias e técnicas de redução de consumo e aumento de eficiência dos sistemas.

### **Geração distribuída**

A adoção de tecnologias de geração distribuída pelo mercado, principalmente pequenos sistemas fotovoltaicos, ocorre de forma lenta – e por isso mesmo precisa ser estimulada.

Primeiramente, deve ser estudado um modelo de financiamento de sistemas fotovoltaicos em habitações solares pelas concessionárias elétricas. Nesse modelo, os ocupantes das casas teriam o direito de utilizar toda a energia gerada pelo sistema, mas teriam que comprar energia adicional a um custo de mercado – a concessionária não seria obrigada a vender mais energia na



tarifa social. Isso poderia ser implementado no programa MCMV, com a instalação de sistemas de 1,0-1,5 kWp em cada habitação.

A atual regulamentação normativa exige a cobrança de ICMS na compra e venda de energia dos microgeradores, o que aumenta muito o custo dos sistemas fotovoltaicos e seu tempo de *payback* e os inviabiliza em muitos casos. A isenção desse imposto para sistemas maiores deve ser estudada, para incentivar instalações.



## Matriz de avaliação de políticas

Ações institucionais de planejamento e gestão		Impacto
1	Agência nacional de eficiência energética, com uma política integrada de energia em operação e materiais.	Alto
2	Fortalecimento do programa PBE Edifica, com : implementação de processos para torná-lo mandatório em edificações dos governos estaduais e municipais; um programa de capacitação e conscientização; e apoio de ferramentas para redução de custo de implantação.	Alto
3	Criação de uma infraestrutura de certificação de desempenho energético operacional, incluindo: <i>benchmarks</i> de consumo energético e modelos de Lei de Transparência, para adoção por municípios relevantes.	Alto
4	Adaptar PBE Edifica para criar um <i>Asset Rating</i> de baixo custo para edifícios existentes.	Médio
5	Pesquisa e desenvolvimento para apoiar criação de referências técnicas do setor, incluindo modelos de referência do estoque e anos climáticos futuros.	Médio
6	Obrigações às concessionárias de facilitar o acesso aos dados de consumo e demanda .	Alto
7	Integração de especificações de conforto térmico, eficiência energética e adaptação climática em MCMV.	Médio
8	Facilitação de <i>retrofits</i> de edificações, desde que atingem determinados níveis de eficiência energética.	Médio
9	Modelos de apoio financeiro com redução de impostos para eficiência energética.	Alto
10	Program de construção de edifícios exemplares, com publicação de consumo.	Baixo

Ações de sensibilização e capacitação profissional		Impacto
11	Fortalecimento de instituições e associações técnicas.	Baixo
12	Treinamento para profissionais de Facilities, projetistas, consultores, agentes de comissionamento e auditores de energia.	Alto
13	Melhoria dos currículos universitários no assunto de eficiência energética.	Alto
14	Campanha de mídia para ferramentas de construção sustentável e eficiente.	Médio



Ações tecnológicas		Impacto
15	Publicação de normas e etiquetagem de desempenho em superfícies frias.	Médio
16	Incentivo à produção de janelas e esquadrias com melhor desempenho.	Médio
17	Aumentar a abrangência e efetividade de avaliação de eficiência de sistemas de ar condicionado no PBE, das seguintes formas: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumentar os níveis mínimos de eficiência energética em sistemas de ar condicionado;</li> <li>• Passar a utilizar o SEER para avaliação da eficiência dos sistemas de ar condicionado; e</li> <li>• Implementar normas mínimas e etiquetagem em chillers, considerando condensação a ar e a água.</li> </ul>	Alto
18	Incentivar uso de ventiladores de teto de alta eficiência como medida de conforto térmico.	Médio
19	Apoiar desenvolvimento de tecnologias de ponta para redução de consumo em edifícios, com foco em: resfriamento solar, bombas de calor para aquecimento de água e sistemas de medição e controle.	Médio
20	Requerer avaliação da qualidade da iluminação para suporte a programas de aumento da eficiência da iluminação.	Baixo
21	Aproveitar melhor o poder de compra do MCMV e o programa de implantação de sistemas de aquecimento solar, das seguintes formas: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar medição e verificação e uma avaliação do SAS em MCMV;</li> <li>• Utilizar o SAS em MCMV para treinar e estimular uma indústria de instalação e manutenção em SAS; e</li> <li>• Apoiar capacitação e desenvolvimento de melhores interfaces entre SAS e usuários.</li> </ul>	Médio
22	Criar uma política integrada de energia e água para combater desperdício de ambos em bombeamento de água.	Baixo
23	Expandir PBE para cobrir outros equipamentos eletrônicos, especialmente sistemas de no-break e estabilização de energia. Revisar requerimentos mínimos do PBE para equipamentos, para alinhar com normas internacionais e potencial.	Alto
24	Desenvolver políticas de redes inteligentes para maximizar benefícios aos usuários de edificações.	Baixo
25	Publicar referências de desempenho energético em datacenters.	Baixo
26	Utilizar sistemas fotovoltaicos em MCMV para substituir tarifa elétrica social.	Baixo
27	Expandir isenção de ICMS para micro geradores.	Médio



# MATERIAIS



**CBCS**

Conselho Brasileiro de  
Construção Sustentável

Ministério do  
**Meio Ambiente**



**PNUMA**

## 1. Introdução

É amplamente reconhecido que a construção civil utiliza mais da metade dos recursos naturais extraídos do planeta na produção e manutenção do ambiente construído. O esperado crescimento da população mundial e a demanda social por ambiente construído de qualidade para todos implicam em um agravamento dos problemas ambientais.

Mas o consumo de recursos naturais na extração de materiais é apenas o início do problema que se estende por todo o longo ciclo de vida dos produtos do setor. Após a extração, as matérias-primas são processadas industrialmente, o que requer energia e implica em emissões de gases do efeito estufa, entre outros. O transporte da grande massa de materiais e dos resíduos de construção, manutenção e demolição tem impactos ambientais não desprezíveis.

As perdas de materiais nas fases de transporte, de comercialização e na construção agravam os impactos ambientais, assim como os custos e o volume de resíduos. Essas perdas são agravadas pela falta de coordenação modular dos projetos e dos componentes, pelo baixo grau de industrialização e pelas deficiências de gestão em todo o processo. Uma parcela significativa dos resíduos de construção, manutenção e demolição são destinados na malha urbana ou em aterros ilegais, gerando custos à sociedade e agravando os problemas ambientais. A reciclagem desses resíduos é ainda uma exceção.

Projetos deficientes, pouco detalhados e que não selecionem os materiais e componentes mais adequados à situação específica, não só aumentam desnecessariamente o consumo de materiais para a construção, mas têm impactos que perduram por todo o ciclo de vida do produto. A seleção de materiais pode afetar a qualidade do ar interno dos edifícios e implica também em maior consumo de energia para condicionamento e de água durante a longa fase de uso. As deficiências de planejamento da vida útil dos edifícios e infraestrutura agravam a necessidade de manutenção e demandam a reposição precoce da construção, renovando ciclicamente os impactos ambientais, aumentando, assim, a geração de resíduos. A baixa durabilidade, que aumenta os impactos ambientais, também diminui a produtividade e retira da ampliação do ambiente construído recursos econômicos escassos.

A informalidade que atinge muitos setores da cadeia produtiva implica em baixa qualidade de materiais e serviços, que agrava os problemas ambientais, cria problemas sociais com o desrespeito aos direitos dos trabalhadores e a sonegação dos impostos. Mais do que isso, o setor informal não é atingido por políticas públicas para promover produção mais limpa, fato que



pode até beneficiá-lo, caso tais políticas impliquem em aumento de custo para o setor formal.

A seleção dos materiais e componentes mais adequados para cada projeto é uma atividade complexa, já que implica na avaliação de aspectos que incluem variáveis de mercado (custo, informalidade da cadeia de produção) e aspectos técnicos que requerem conhecimentos mecânicos, químicos e físicos (propriedades mecânicas, condutividade e capacidade térmica, durabilidade na aplicação desejada, saúde no trabalho, gestão dos resíduos) e aspectos ambientais (processos de extração e beneficiamento, vida útil na aplicação, perdas esperadas no processo, etc.).

Dada a complexidade embutida na seleção da combinação ótima de materiais para cada projeto, o tema tem sido negligenciado, prevalecendo replicação de soluções padrão independentemente do ambiente e até do público-alvo, com seleção de fornecedores tendo por base somente o preço. Essa prática não apenas elimina a possibilidade de mitigação de impactos ambientais, mas também dificulta a implantação de soluções inovadoras afetando negativamente a produtividade, reduzindo o valor social da construção em geral, e da engenharia e arquitetura em particular. Até mesmo a consideração dos custos durante a fase de uso tem sido negligenciada na maior parte dos projetos.

Informações confiáveis e ferramentas adequadas às atividades do dia a dia que permitam ao profissional uma avaliação objetiva sobre boa parte desses aspectos são escassas no mercado nacional. Por outro lado, faltam conhecimentos técnicos adequados aos profissionais do mercado de toda cadeia produtiva.

A partir do contexto apresentado, o objetivo do presente trabalho é apontar temas prioritários para políticas públicas voltadas para o aumento da sustentabilidade da construção. Estas propostas tomarão por base uma análise do contexto atual no país, que envolveu pesquisa entre integrantes da cadeia produtiva, da experiência de políticas públicas em outros países, e também de conceitos emergentes na literatura mundial.

O texto se inicia com um diagnóstico do setor de materiais e componentes de construção no âmbito nacional sob a ótica do ciclo de vida de uma construção. A seguir, são resumidas as experiências internacionais importantes bem como as tendências detectadas na literatura, que têm o potencial de lançar soluções aos problemas encontrados no diagnóstico nacional. Finalmente, são apresentadas sugestões de políticas públicas consideradas prioritárias e uma avaliação das dificuldades esperadas para sua implantação.



## 2. Diagnóstico do setor de materiais de construção

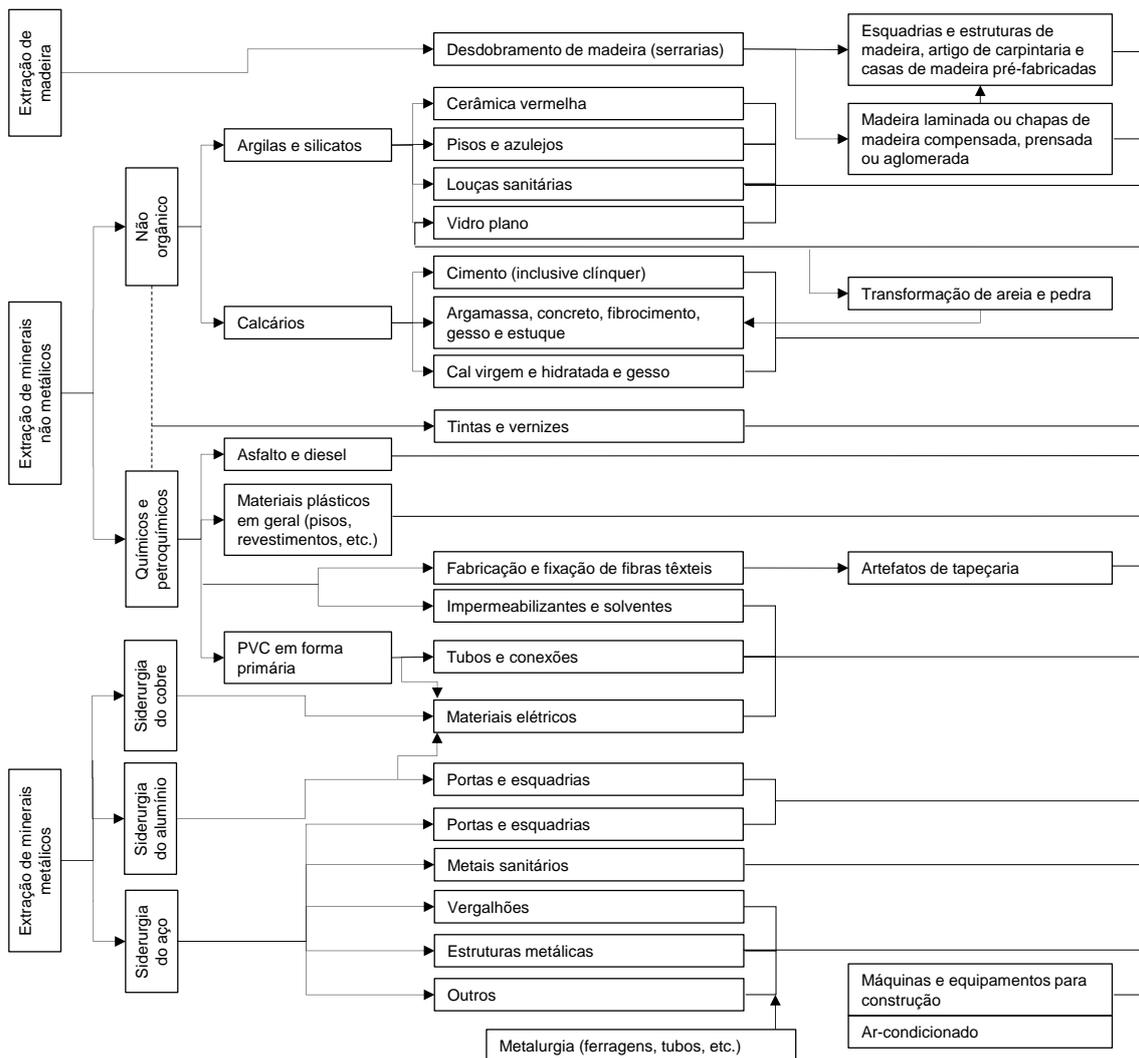
### A cadeia de materiais e componentes de construção

Apesar de consumir boa parte dos recursos naturais, a indústria de materiais de construção representou apenas 1,5% do PIB brasileiro de 2013, com um valor adicionado de R\$ 61 bilhões (ABRAMAT; FGV Projetos, 2014). Os produtos da construção, portanto, são predominantemente de baixo valor. No Brasil, a expectativa é que o setor da construção dobre de tamanho entre 2009 e 2022 (FGV PROJETOS, LCA CONSULTORIA, 2010). Mantidas as atuais práticas do setor, esse crescimento deverá agravar os problemas ambientais e sociais relacionados aos materiais de construção. Inovações são, portanto, necessárias.

O setor de materiais e componentes de construção envolve desde atividades extrativas (areia, brita, madeira nativa) até parcelas da indústria química. No entanto, madeira, materiais cimentícios (que incluem parcela da areia e brita), cerâmica vermelha e aço são responsáveis pela maior parte da massa dos produtos da construção. Alguns setores, como os de cimento e de cerâmica, se dedicam exclusivamente à construção civil. Outros, como o aço, o plástico e a madeira, alocam uma parcela variável dos seus produtos na construção. Setores que atendem também a outros mercados tendem a ser menos sensíveis a políticas voltadas exclusivamente à construção sustentável.



FIGURA 21 – CADEIA DE MATERIAIS DA CONSTRUÇÃO CIVIL



FONTE: ABRAMAT (2007)

Na cadeia produtiva de alguns materiais e componentes observa-se o predomínio de pequenas empresas, frequentemente com graus elevados de informalidade. Em um outro extremo, existem cadeias constituídas por um pequeno número de grandes fabricantes. Entre estes dois extremos existem muitos setores em que convivem grandes e pequenas empresas. Políticas públicas adequadas para grandes empresas não necessariamente são adequadas para pequenas e médias.

Em 2013, as vendas diretas a construtoras representaram 24% do faturamento da indústria dos materiais (ABRAMAT; FGV PROJETOS, 2014). Cerca de 60% é vendido para varejistas e atacadistas, sendo que uma parcela predominante é destinada a pequenos consumidores, incluindo a construção e manutenção autogerida e a construção informal. Em alguns setores em que o ciclo de vida é mais curto, como tintas, essa parcela é ainda maior. Varejistas precisam ser engajados no esforço por uma



construção mais sustentável. Assim, a introdução de políticas públicas voltadas para as construtoras tem efeito importante mas limitado: em grande medida, os consumidores “varejistas” não estão capacitados a uma compra técnica, e dificilmente saberão escolher alternativas de menor impacto (caso venham a existir). Esses consumidores também são pouco influenciados por regulamentações municipais de práticas construtivas ou selos ambientais. O sucesso neste mercado passa pela criação de condições para substituir integralmente os produtos de maior impacto por outros mais eficientes – a exemplo do que ocorreu com a introdução das bacias sanitárias de 6,5L, estratégia que combinou combate à informalidade (via PBQP-H) com a normalização - de forma a atingir todos os consumidores da indústria de materiais, sejam as grandes construtoras, sejam os pequenos consumidores. É fundamental, também, o desenvolvimento de políticas que permitam mitigar o impacto ambiental na construção autogerida.

#### Informalidade na cadeia produtiva de materiais

A economia informal ou ‘fantasma’ tem sido usualmente definida como a atividade econômica que não é declarada para as agências governamentais, especialmente fiscais, mas também ambientais. Ela representa uma fração significativa – muitas vezes superior a 70% – da economia dos países em desenvolvimento. No Brasil, a partir da experiência do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat (PBQP-H) foi incorporada uma nova dimensão à informalidade: a não conformidade técnica intencional, definida como a colocação intencional no mercado de produtos que não atendem a normas técnicas. As Figuras 22 e 23 apresentam indicadores da informalidade na cadeia de materiais e componentes. O caso da madeira nativa da Amazônia, não registrado nas estatísticas citadas, ressalta a forte dimensão ambiental da informalidade.



FIGURA 22 - INFORMALIDADE NA CADEIA PRODUTIVA DA CONSTRUÇÃO BRASILEIRA NO ANO 2006



FONTE: FGV PROJETOS (2006)

FIGURA 23 - INFORMALIDADE (CONFORMIDADE COM NORMAS TÉCNICAS) MEDIDA PELO PBQP-H



FONTE: BRASIL (2014)<sup>9</sup>

A informalidade é uma estratégia de concorrência desleal voltada ao ganho fácil e rápido de mercado ou à ampliação das margens de lucro, sem que seja necessário investir em produtividade ou qualidade. No entanto, em al-

<sup>9</sup> Disponível em: <[http://pbqp-h.cidades.gov.br/resultados\\_projetos.php](http://pbqp-h.cidades.gov.br/resultados_projetos.php)>. Acesso em: 27 out. 2014.



gumas situações temporais, pode ser resultado de impasses burocráticos e, em mercados dominados por empresas informais, a única estratégia de sobrevivência a curto prazo. A baixa qualidade dos materiais produzidos implica em reposição de produtos, amplificando os impactos ambientais e causando prejuízos aos consumidores. O informal sempre terá maior competitividade de custos, porém a altos preços sociais – desde falta de qualidade final dos produtos, que comumente não seguem requisitos mínimos de normas técnicas, até diminuição da capacidade do Estado de investir em infraestrutura devido à diminuição da arrecadação. Em setores em que a informalidade predomina, os preços do mercado acabam deprimidos, o que inibe a introdução de inovações, inclusive aquelas de menor impacto ambiental. Esse é o caso das alvenarias de fachadas, particularmente em edifícios altos que dominam mercados de climas muito diferentes.

Empresas informais não respondem às políticas públicas. Mais do que isso, regulamentações que aumentem os custos das empresas formais – seja impostos, seja custos de cunho ambiental – tendem a ampliar as vantagens competitivas dos informais. Nesse cenário, o mais recomendável é o incentivo ao setor formal. O combate à informalidade, em todas as suas dimensões, é condição para tornar a cadeia de materiais mais sustentável.

O PBQP-H desenvolveu estratégia única em escala internacional para combater a não conformidade intencional dentro da indústria de materiais. A melhoria de qualidade da indústria de materiais evita impactos repetidos por falha de desempenho e é condição para a promoção da sustentabilidade. O PBQP-H, portanto, precisa ser ampliado. Na ausência de outra metodologia eficiente o subsídio à participação de pequenas e médias empresas nos Programas Setoriais da Qualidade (PSQs) do PBQP-H é necessário, uma vez que esses programas teriam enormes impactos ambientais e de custo.

As cadeias industriais que têm baixa informalidade, incluindo aquelas organizadas no PBQP-H, têm um maior potencial para a introdução de estratégias para promover a sustentabilidade. Uma estratégia eficaz em algumas cadeias produtivas é a introdução progressiva de requisitos ambientais nos programas setoriais abrigados no PBQP-H, fato já observado em alguns programas setoriais de materiais.

Como o comércio varejista é o principal canal de venda de materiais, é forçoso concluir que a informalidade passa por esse elo da cadeia. Assim, não será possível combater de forma efetiva a informalidade sem ações para esse setor. Mecanismos como nota fiscal eletrônica, combinada com padronização de códigos e unidades de venda dos produtos e obrigatoriedade de registro do CNPJ do fabricante na nota fiscal são algumas ferramentas para atuação a médio prazo. A curto prazo, porém, o setor precisa ser mobilizado. O cartão BNDES e as obras públicas (Minha Casa Minha Vida e PAC) são



ferramentas importantes de conexão entre o poder de compra do Estado e o varejo.

O CBCS oferece atualmente uma ferramenta *on-line* denominada “6 passos para seleção de materiais e fornecedores” (disponível em: <<http://www.cbcs.org.br/selecaoem6passos/>>), na qual há possibilidade de consulta da formalidade do fabricante de material desejado. É uma ferramenta que, apesar da pouca divulgação, apresenta potencial para auxiliar no combate à informalidade.

A informalidade dentro da cadeia produtiva da construção civil brasileira – e dentro da cadeia produtiva dos materiais de construção – é certamente um dos fatores mais importantes para a falta de sustentabilidade da construção nacional. O combate à informalidade é prioridade.

### Impactos ambientais na fase de produção

A indústria de materiais consome aproximadamente 50% dos recursos naturais extraídos. Em consequência, o setor é obrigado a utilizar somente materiais abundantes e de baixo custo. Assim, é improvável que venham a surgir materiais radicalmente diferentes dos que são utilizados hoje, baseados em silício, alumínio, ferro e cálcio, as espécies químicas mais abundantes no planeta. Dada a demanda, que deve crescer significativamente nos próximos anos, nenhum dos materiais principais utilizados atualmente poderá ser substituído. Diferente de outros setores, na área de materiais de construção a mitigação do impacto ambiental vai depender da otimização dos produtos existentes. Nesse sentido, basear a construção sustentável na substituição de um material pelo outro pode reduzir o impacto ambiental de uma obra em particular, mas dificilmente reduz o impacto global do setor.

Uma estimativa realizada a partir dos dados disponíveis no segundo Inventário Brasileiro das Emissões de Gases do Efeito Estufa revela que, no Brasil, as emissões de CO<sub>2</sub> na produção de materiais são mais importantes do que as emissões associadas à fase de uso dos edifícios (AGOPYAN; JOHN, 2009). Isso se deve aos altos níveis de emissões de alguns materiais, à matriz energética limpa e ao baixo consumo de energia, particularmente térmica, na fase de uso dos edifícios. No Brasil, portanto, mitigação de gases do efeito estufa na construção passa mais pela cadeia de materiais e menos pelo consumo energético ao longo do ciclo de vida – embora esse último venha se agravando nos anos recentes.

A construção civil demanda entre 4 e 7t de material por habitante por ano (AGOPYAN; JOHN, 2009). A escala do uso de recursos na produção de materiais, dada ao menos em parte pelo tamanho planetário e humano do ambiente construído, torna grandes os impactos ambientais – mesmo dos pro-



duto de mais baixo impacto. A desmaterialização e a reciclagem são estratégias importantes para a redução do impacto ambiental. Algumas indústrias de materiais já utilizam grande quantidade de resíduos. O cimento, por exemplo, recicla grandes quantidades de resíduos do ferro gusa e cinzas volantes. Os metais reciclam seus próprios resíduos.

Apesar do avanço do marco institucional na área de resíduos de construção, a reciclagem em larga escala dos resíduos de construção e demolição, exceto para os metais, vai depender de políticas de incentivo à produção e ao consumo. A desmaterialização – que pode ser entendida como a adoção de sistemas construtivos leves ou do reuso de componentes ao final da vida útil da obra – ainda é uma estratégia pouco conhecida pela sociedade. Ela vai depender da inovação mais radical em sistemas construtivos, do combate à informalidade e de mais incentivos à inovação e à industrialização.

Parte do elevado consumo de materiais e da geração de resíduos estão associados às perdas de materiais em canteiro de obras (SOUZA *et al.*, 1998). Estudos realizados na década de 1990 mostraram que as perdas dependem da gestão em canteiro e de projeto, mas também são influenciadas pelos materiais. Ficou claro, particularmente, que as perdas diminuem com o aumento do grau de industrialização da solução: perdas de cimento e agregados para a produção de concreto em obra são muito superiores às perdas no uso do concreto usinado. Componentes de alvenaria se quebram em diferentes etapas de manuseio. A adoção da coordenação modular poderia evitar a necessidade de cortes e ajustes na obra, que geram muitos resíduos e diminuem a produtividade nas construções. No extremo da industrialização estão os sistemas baseados em montagem, em que as perdas possíveis são muito baixas. Políticas que incentivem o uso de soluções industrializadas, garantidos desempenho e durabilidade, podem reduzir os impactos ambientais por meio da redução das perdas, com o bônus de aumentar a produtividade, colaborando com o aumento da renda per capita do país. A política fiscal tem atrasado demasiadamente a industrialização da construção brasileira, reduzindo a produtividade do setor, aumentando perdas e taxa de defeitos – o que gera significativos impactos ambientais. Esse é o caso do concreto usinado, que usa tecnologias que implicam em aumento do impacto ambiental do concreto (aumento do consumo de cimento) para reduzir a tributação. Segundo a Abramet, atualmente até mesmo esquadrias têm sido produzidas em canteiros, com enorme taxa de falhas e desperdício de materiais.

Em comparação com os crescentes padrões internacionais, a preocupação com o uso de substâncias tóxicas no Brasil é ainda incipiente. A discussão que tem se arrastado é relativa à oportunidade de banir o amianto, para o qual já existem substitutos no mercado nacional. Após 20 anos de discussões, ainda não existe o fundamental, ou seja, metas temporais que orientem o setor na transição dessas substâncias. O mais notável exemplo é



o banimento dos produtos baseados em pentaclorofenol a partir de 2007 pela Anvisa (ANVISA, 2007). Este é um tema de longa maturação com o qual apenas as empresas internacionais que operam no Brasil já estão familiarizadas. A implementação da Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ), baseada no Sistema Globalmente Harmonizado de Classificação e Rotulagem de Produtos Químicos (GHS) é certamente um primeiro passo nesta discussão.

### A gestão ambiental na fabricação de materiais

De forma geral, empresas maiores adotam práticas de gestão ambiental padrão ISO 14000 e apresentam relatórios de responsabilidade socioambiental. Em setores como o do cimento e o do aço, parcela significativa das empresas produz um inventário de gases do efeito estufa; alguns, como o do cimento, são integrados em um esforço global, com dados de emissão direta (valores médios) auditados e divulgados publicamente em seus relatórios. Algumas empresas participam de programas voluntários. Já outras ainda não cumprem aspectos mínimos de gestão ambiental, operando inclusive sem licença ambiental.

No entanto, não é prática das empresas do setor – como não é de nenhum outro setor empresarial brasileiro – divulgar dados quantitativos dos impactos ambientais dos seus produtos. Isso é resultado do atraso com que o Brasil vem promovendo o uso da ferramenta da Análise do Ciclo de Vida (ACV). No entanto, é necessário registrar que dada a complexidade da ferramenta, a ACV tradicional, completa, não tem sido viável como ferramenta de gestão ambiental nem mesmo para grandes empresas. Mas a implantação da ferramenta de forma eficaz depende da capacidade das empresas gerirem e medirem seus impactos ambientais.

Várias empresas relatam que fornecem informações ambientais aos clientes que necessitam para fins de certificação de *green building*. No entanto, essas “declarações ambientais de produto” via de regra não são verificadas por terceira parte, não cobrem o ciclo de vida do produto e se limitam a aspectos como conteúdo de resíduos, emissões de Compostos Orgânicos Voláteis (COV) – solicitadas inclusive para produtos inorgânicos e metálicos, cujo processo garante que não contêm orgânicos.

Observa-se, portanto, a existência de diferentes níveis de familiaridade e engajamento com a gestão dos impactos ambientais entre empresas e cadeias produtivas, fator que precisa ser considerado na formulação de políticas públicas. A consolidação destas ferramentas é condição para a mitigação dos impactos ambientais. Estas ferramentas são certamente incompatíveis com a informalidade.



## Impactos na fase de uso

Apesar da importância notória dos impactos dos materiais na fase de produção, os impactos ambientais na fase de uso também podem ser grandes.

Alguns materiais, como tintas à base de água (JEMOTO; AGOPYAN, 2006), placas de madeira e sistemas que utilizam adesivos, têm capacidade de emitir Compostos Orgânicos Voláteis (COV). Dependendo da natureza dos voláteis, da quantidade liberada, da concentração no ambiente – que depende das taxas de ventilação –, o ambiente interno do edifício pode ser contaminado e os operários expostos a situações que lhes traz riscos de saúde. No Brasil o tema ainda é incipiente, mas já conta com o engajamento da indústria de tintas por meio da Associação Brasileira dos Fabricantes de Tintas (Abrafati), integrada ao esforço internacional dos fabricantes de tintas, e dos fabricantes de placas de madeira, que já elaboraram norma técnica específica. Este tema deverá ganhar cada vez mais importância devido, entre outros fatores, à norma de desempenho de edifícios, que aumenta sensivelmente a estanqueidade das janelas, inclusive para controlar o ruído e a proliferação de máquinas de ar- -condicionado tipo *split*, que não promovem a ventilação do ambiente. Observa-se que a compreensão do tema na academia e no mercado é baixa. É certamente necessário que se incentive o desenvolvimento de sistemas mecânicos que garantam a ventilação e, simultaneamente, o isolamento acústico.

Outro impacto possível na fase de uso é a lixiviação de espécies químicas perigosas dos materiais expostos à água, especialmente em telhados, fachadas, obras viárias e fundações. Essas espécies químicas contaminam o solo e o lençol freático. A contaminação ambiental tem sido relatada em escala internacional com o uso de biocidas particularmente em madeiras e tintas (TOGERO, 2004), mas também quando se incorporam resíduos aos materiais de construção. Nesse aspecto, a experiência brasileira é muito pequena, sendo que o país não dispõe de normas técnicas específicas no tema – o uso das normas destinadas a regulamentar a destinação dos resíduos é reconhecido como totalmente inadequada (JOHN, 2000). É particularmente preocupante a tendência de alguns estados da federação de criarem regulamentações específicas para cada família de resíduos. Este é um tema emergente, com potencial importante para abrir mercado para a utilização de resíduos como matérias-primas, que precisa ser objeto de pesquisas e normalização.

A durabilidade dos materiais controla o impacto dos produtos da construção civil. Quanto maior a vida útil da construção, menores são os custos econômicos e ambientais totais, pois menores são as atividades de manutenção (que também geram resíduo) e as quantidades de material necessárias para reposição. O planejamento da vida útil é uma exceção no país,



inclusive em obras de infraestrutura. As certificações ambientais *green building* mais populares no país não incorporam durabilidade na sua agenda (HAAPIO; VIITANIEMI, 2008). No entanto, a Norma de Desempenho NBR 15575/2013 (Edificações Habitacionais – Desempenho) veio, pela primeira vez, estabelecer a necessidade de condicionar o projeto a uma vida útil mínima, o que é um grande avanço social e ambiental.

A durabilidade, porém, não é uma característica intrínseca de cada material, fator que dificulta a incorporação dessa variável em projetos. Depende, fundamentalmente, da interação das características do material com as condições climáticas e dos detalhes de projeto aos quais o material será exposto. Assim, os problemas de durabilidade e vida útil de um dado material variam sensivelmente de acordo com a região ou até mesmo de acordo com detalhes do projeto. A aplicação dessa ferramenta esbarra na falta de modelos e informações georreferenciadas de parâmetros ambientais relevantes, que permitam estimar a vida dos produtos em diferentes situações. Somente o concreto armado conta com um modelo como o mencionado acima, há mais de duas décadas (HELENE, 1986), mas parte da engenharia brasileira resiste na incorporação à norma técnica.

Segundo a Abramet, o PBQP-H possui um grupo que está organizando informações para caracterizar os subsistemas construtivos para gerar um catálogo virtual com referências de desempenho para o MCMV. No levantamento feito pelo grupo surgiram inconsistências, pois as informações fornecidas pelas empresas e fabricantes nem sempre foram avaliadas com a mesma metodologia, o que impossibilita a comparação. O fato reitera a necessidade da criação de metodologias únicas para a medição de impactos no ciclo de vida.

Do ponto de vista da indústria de materiais, falta capacitação de recursos humanos e estrutura laboratorial que permita às empresas estimar e conhecer a vida útil dos seus produtos, particularmente dos mais inovadores, em diferentes situações.

#### Impactos na fase de pós-uso

O fluxo de materiais ao longo do ciclo de vida gera resíduos, desde o processo de extração e fabricação até a execução da obra, fase de uso/manutenção e fase de demolição/desconstrução do edifício.

Estima-se que grande parte dos materiais retorne à natureza como resíduos antes de completar o primeiro ano após sua extração (MATHEWS *et al.*, 2000), como resíduo da produção de materiais ou resíduo resultante de execução inadequada de obra. Ao final da vida útil, são gerados aproximadamente 5kg de resíduos para cada 1kg de material utilizado (JOHN, 2000). Um exemplo claro de como isso ocorre é a produção do alumínio, em que,



para gerar 1kg do produto, são extraídos e utilizados 5kg de bauxita como matéria-prima – ou seja, grande parte da geração de resíduos ocorre antes mesmo da fase de uso do produto. No caso do alumínio, há ainda o agravante de que o resíduo gerado é um grande contaminante ambiental, denominado de lama vermelha. O cobre, por sua vez, gera 99g de resíduos de mineração para cada 1g de material pronto para uso (GARDNER, 1998).

Considerando apenas os resíduos da construção civil, há estimativas de que, no Brasil, eram gerados 500kg/hab.ano (PINTO, 1999). Porém, dados mais recentes apontam que uma cidade média do interior do estado de São Paulo (no caso, São Carlos, com 270 mil habitantes e uma geração de 600 t/dia) tem gerado atualmente valores pouco acima de 800kg/hab.ano, o que demonstra que os valores têm aumentado significativamente nos últimos anos e podem ser muito maiores em grandes metrópoles, onde o ritmo de crescimento do setor da construção civil tem sido enorme.

A Resolução Conama n. 307/2002, que estabelece diretrizes para a gestão de resíduos de construção civil, instituiu a divisão dos resíduos por classes e a obrigatoriedade dos municípios terem políticas de gestão desses resíduos. Isso, porém, não ocorreu de forma satisfatória após o período determinado no documento, e há grande quantidade de disposição de resíduos de construção e demolição em locais irregulares, além de esgotamento rápido de aterros regulares, obrigando ao gasto cada vez maior de áreas destinadas a esse fim.

Dessa forma, a gestão de resíduos de construção e demolição no Brasil, apesar de muitos documentos e estudos, ainda permanece muito aquém do que é observado internacionalmente, pois, apesar da entrada de algumas empresas privadas no negócio, a fração dos resíduos classe A (alvenarias, argamassas e concretos) efetivamente reciclados é ainda muito pequena.

A mesma resolução falha ao classificar todo e qualquer produto de madeira como um resíduo classe B (de fácil reciclagem), pois parte dos resíduos é de madeira tratada. Na fase de construção, o principal biocida utilizado no momento é o arseniato de cobre cromatado – CCA. Mas atividades que envolvam demolição podem encontrar produtos contendo pentaclorofenol, altamente nocivo à saúde – dormentes de madeira, tradicionalmente tratados com essa substância, têm sido empregados até na confecção de mesas. Além disso, madeira industrializada contém resinas, adesivos e tinta. Resíduos contendo esses materiais precisam ser manejados de forma especial. Recomenda-se atualizar a resolução no que tange ao aspecto destacado acima. Observa-se também a completa ausência de políticas voltadas para a crescente atividade econômica de empresas de demolição e gestão de resíduos de construção.



A pesquisa “Estudo orientativo de promoção da construção civil sustentável por política nacional: consulta aos profissionais do setor”, apresentada no Capítulo 2 deste documento, mostra que a falta de informação e de profissionais capacitados são os principais motivos apontados como barreira para a reciclagem de resíduos de construção, o que é extremamente relevante, pois demonstra uma falta generalizada de bases de dados dentro do ciclo de vida dos materiais, prejudicando a sustentabilidade da cadeia. A baixa valorização do resíduo, o custo da mão de obra e a distância para pontos de aterro ou centrais de reciclagem, que poderiam ser empecilhos ligados ao custo, foram muito menos apontados do que a falta de dados e de qualificação.

De forma geral, falta aos usuários dos produtos instruções claras sobre o correto manejo dos produtos cujos resíduos são potencialmente não inertes (classe D), o que inclui não só produtos de madeira mas também tintas, lubrificantes, adesivos, tecidos, etc. Essa deficiência poderia ser facilmente superada pela adoção de políticas que disseminem Fichas de Informações de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ) completas (CBCS, 2012), de acordo com a NR 26 recentemente revisada de acordo com padrão mundial do GHS, que inclui necessariamente instruções para gestão dos resíduos, além das instruções relativas à saúde dos trabalhadores. Observa-se, no entanto, que poucas empresas disponibilizam as fichas. E muitas das fichas, mesmo quando fornecidas por empresa com reconhecimento público do seu compromisso ambiental, são incompletas. Em relação aos resíduos, por exemplo, uma recomendação popular é “dispor os resíduos de acordo com a legislação vigente”.

Há, também, pouca experiência em desconstrução, ou desmontagem de edifícios no Brasil, sendo a maior parte das obras demolidas por métodos destrutivos que misturam os resíduos e diminuem consideravelmente a reciclabilidade e a reusabilidade dos resíduos. Exceção foi o projeto de desconstrução gerenciado pela GM, projetado pelo IPT e cujos resíduos gerados foram utilizados com sucesso em termos de aproveitamento.

A falta de visão sistêmica e de avaliação dos impactos ao longo do ciclo de vida tem afetado a eficácia de algumas políticas públicas. O banimento das lâmpadas incandescentes, cujo mercado deverá ser tomado prioritariamente pelas lâmpadas fluorescentes, é um exemplo. A decisão foi tomada por uma portaria interministerial (MME, 2010) que não envolve o Ministério do Meio Ambiente. As lâmpadas fluorescentes contêm mercúrio. O mercado foi ofertado aos fabricantes sem a preocupação com o estabelecimento de conteúdo máximo de mercúrio (JUNIOR; WINDMÖLLER, 2008). O processo Conama sobre gestão desses resíduos foi iniciado em 2002 e está concluindo a



consulta pública<sup>10</sup>. Um agravante é que na maioria das situações reais de uso, a vida útil das lâmpadas fluorescentes compactas será muito inferior à nominal apresentada nas embalagens e que tem sido utilizada para demonstrar que a medida tem custo negativo para os consumidores. Ocorre que a vida útil das lâmpadas fluorescentes compactas depende do número de ciclos liga-desliga (DA SILVA *et al.*, 2010). Empregadas em situações típicas de salas de curta permanência, terão vida útil equivalente à das lâmpadas incandescentes, o que não só multiplica a geração de resíduos como também aumenta significativamente o custo do ciclo de vida, prejudicando os usuários.

O exemplo acima é um caso típico em que uma política de cunho ambiental (energia) foi adotada sem uma avaliação do ciclo de vida, maior engajamento de diferentes agentes, incluindo órgão do Estado, da academia e da sociedade. Perdeu-se a oportunidade de exigir das poucas empresas beneficiadas contrapartidas para a sociedade, não só de melhoria de desempenho ambiental, mas também de geração de emprego no país. O marco legal e institucional também não foi preparado adequadamente, ficando a sociedade exposta a impactos ambientais não previstos. Existe, portanto, a necessidade de qualificar o processo de elaboração de políticas públicas voltadas para a sustentabilidade para melhorar a sua eficácia.

#### A especificação de materiais mais sustentáveis

Vários setores da indústria brasileira de materiais geram produtos com impactos ambientais abaixo do típico mundial. É o caso das indústrias cimenteira, do aço e da madeira plantada. E mesmo nas cadeias produtivas mais atrasadas na agenda ambiental serão encontradas empresas fornecedoras que operam com impactos ambientais muito baixos. De forma geral, opções para reduzir o impacto ambiental da construção existem. Mas inexistem ferramentas de comunicação e conhecimentos que permitam à sociedade aumentar os benefícios dessa oferta.

A realidade é que a parcela do mercado mobilizada na mitigação dos impactos ambientais é ainda minúscula. Para muitas cadeias da área de materiais de construção que dependem do varejo, ela é ainda menor.

Quando existe a preocupação ambiental, normalmente as decisões são orientadas por lista de materiais “verdes”, baseada em critérios unidimensionais, como teor de compostos orgânicos voláteis, teor de resíduos, energia incorporada (na produção), ou presentes em *check lists* de selos de *green building*, na maioria das vezes desenvolvidos para outras

<sup>10</sup> Disponível em:

<<http://www.mma.gov.br/port/conama/processo.cfm?processo=02000.001522/2001-43>>. Acesso em: 30/10/2014.



realidades. O uso de critérios unidimensionais, mesmo que conceitualmente corretos, pode levar a decisões que aumentam os impactos ambientais. É o caso do incentivo ao uso de materiais reciclados (inclusive resíduos de construção, plásticos, borracha de pneu) como agregados na produção de concretos que muitas vezes implicam em um grande aumento do consumo de cimento do concreto (DAMINELI, 2013), aumentando o impacto ambiental e o custo.

Apesar da existência de ferramenta de seleção de fornecedores desenvolvida pelo CBCS que auxilia a reduzir a informalidade, denominada "6 passos para seleção de materiais e fornecedores", a ênfase ainda é selecionar o melhor produto, ignorando que as diferenças de impactos ambientais entre fornecedores de um mesmo produto podem ser muito maiores do que entre soluções concorrentes. Comparações são frequentemente realizadas em massa (J/kg) levando a enormes distorções, e não por unidades de funções equivalentes. Aspectos que definem o impacto ambiental ao longo do ciclo de vida, como vida útil, necessidades de manutenção e possibilidade de desmontagem e reúso são raramente consideradas. A ferramenta ainda enfrenta limitações por falta de divulgação pública na internet das licenças ambientais vigentes, indexadas por CNPJ, da maior parte dos estados brasileiros.

A ferramenta de avaliação do ciclo de vida, a ferramenta mais adequada para a tomada de decisões considerando aspectos ambientais, ainda é pouco conhecida e ainda menos compreendida pelos profissionais brasileiros. Somente em 2010 foi criado o Programa Brasileiro de Avaliação do Ciclo de Vida (PBACV), por meio da resolução do Conmetro n. 004/2010. Em consequência, aqueles que conhecem a ferramenta não dispõem de dados nacionais para seu emprego. Além dos resultados dos inventários do ciclo de vida, o uso da ACV depende da existência de informações sobre a vida útil dos produtos em diferentes mercados. A estratégia tradicional de introdução da ACV nos países passa pela construção de bases de dados que contém um inventário detalhado para cada insumo. A hipótese corrente é a de que, mantidas as "rotas tecnológicas" de produção de um produto, os impactos não irão variar. No entanto, dados empíricos do mercado brasileiro, inclusive dados iniciais do projeto de introdução de ACV Modular no setor de blocos de concreto<sup>11</sup> mostram que as diferenças entre fabricantes são mais importantes do que as encontradas entre produtos concorrentes de mesma função. Além disso, a construção desses bancos de dados costuma levar décadas.

---

<sup>11</sup> O projeto ACV-m de blocos de concreto foi financiado pela Associação Brasileiro de Cimento Portland (ABCP) e pela Associação Brasileira da Indústria de Blocos de Concreto (BlocoBrasil) e desenvolvido pelo CBCS e pela Universidade de São Paulo (disponível em: <[www.acv.net.br](http://www.acv.net.br)>).



No caso brasileiro, a pesquisa apresentada no Capítulo Consulta aos Profissionais do Setor deste documento, demonstrou que boa parte da seleção de materiais é realizada na fase de projeto e orçamento (mais de 70%). Porém, o alto índice de seleção dentro da fase de execução no canteiro de obras (aproximadamente 30%) demonstra que a construtora, frequentemente, altera, durante a obra, os materiais selecionados em projeto. Além das dificuldades que isso acarreta na execução da obra e dos desperdícios que ocorrem devido ao ato de “projetar em canteiro”, o principal fator embutido nessa informação é que a dificuldade em selecionar materiais não parece estar atrelada à falta de projeto ou planejamento, mas sim à falta de conhecimento para especificações – se os materiais são mudados na obra é porque houve algum erro ou problema durante sua especificação na fase de projeto.

A pesquisa também mostra que o critério para seleção de materiais mais utilizado é o custo, o que justifica a seleção ocorrer prioritariamente na fase de orçamentos. Por outro lado, a seleção baseada no fabricante, com uso de ACV, por lista de materiais sustentáveis ou por quantidade de CO<sub>2</sub> direta foi citada, cada uma, por menos de 20% dos entrevistados, demonstrando que a carência de dados para realizar a seleção com base em critérios de sustentabilidade é um fato que prejudica o setor de projetos. Por essa falta de dados, normalmente a seleção é feita baseada em poucos critérios ou em apenas um critério e de forma muito simplificada, acarretando em problemas.

A falta de conhecimento técnico da equipe de projetistas foi a opção mais citada como dificuldade para selecionar materiais, o que, por sua vez, tem origem na apontada falta de dados disponíveis. Se esse dado for juntado com as respostas que apontam falta de informações de ACV, desempenho e dados de fabricante, tem-se que a grande dificuldade para seleção de materiais com base em critérios de sustentabilidade está ligada à falta de dados em diversos aspectos.

Entretanto, a pesquisa demonstra que o setor já apresenta conhecimentos sobre o que é importante saber para a seleção de materiais, pois o tema mais citado foi a relação kg de material x unidade funcional x durabilidade x impacto. A união desses índices tem uma clara ligação com conceitos de ACV, o que comprova que a falta de conhecimento da equipe depende muito mais da disponibilização de dados para tal do que da real falta de conhecimentos da equipe. Assim, o setor considera, portanto, a ACV como a ferramenta mais útil para realização de seleção de materiais. Porém, a preocupação com a formalidade das empresas fornecedoras foi muito pouco citada, o que é preocupante, visto que a formalidade é um dos aspectos mais importantes da sustentabilidade na construção civil e está intimamente atrelada ao atendimento a normas de conformidade de produtos.



A Abramet, o Sinduscon-SP, o Secovi e a Asbea-SP estão montando um guia de materiais para abordar o problema com especificação do produto. Uma grande necessidade detectada é a da capacitação do setor para criação do profissional especificador – que domine normas técnicas e normas de produto e informações setoriais. A cadeia produtiva está contaminada com a forma tradicional de trabalho, em que o projeto é todo setorizado. Para que a inovação ocorra, a engenharia e o projeto devem ser simultâneos.

Portanto, políticas para construção sustentável precisam enfrentar tanto a carência de formação de recursos humanos quanto de informações técnicas relevantes.

### 3. Experiências internacionais

#### A Avaliação do Ciclo de Vida e na construção

A família de normas ISO 14000 introduz no meio empresarial a gestão ambiental, em diferentes escalas. Certamente a ferramenta mais sofisticada para avaliação quantitativa de impactos ambientais é a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), descrita na série de Normas ISO 14040. A ACV vem sendo consolidada como a ferramenta quantitativa de gestão ambiental de produtos. Progressivamente surgem bases públicas oficiais de inventários, como a *International Reference Life Cycle Data System (ILCD)*, da Comunidade Europeia, que serve de inspiração para o PBACV brasileiro.

Do ponto de vista dos materiais e componentes, o importante é a construção não apenas de bases genéricas, mas da possibilidade de comparação de fabricantes, que são possíveis com a certificação ou rotulagem de produtos. Observa-se que atualmente a rotulagem ambiental baseada em normas ISO 14020, que não são baseadas em ACV, tem sido abandonada em prol das “Declarações ambientais de produto”, tecnicamente, rotulagem ambiental tipo III estabelecida pela ISO 14025, inclusive na construção civil. O regulamento europeu n. 305/2011 sobre mercado de produtos para a construção estabelece as declarações ambientais de produto como ferramentas para avaliação de impactos ambientais e que essas devem incluir a totalidade do ciclo de vida do produto.

Na França existe, talvez, o exemplo pioneiro até o momento da aplicação da família de normas ISO 14000 sobre materiais de construção. O *Plan National Santé Environnement (PNSE)*, publicado em 2004, incluiu a divulgação de dados quantitativos dos impactos ambientais e sanitários dos produtos de construção. A base INIES foi estabelecida ainda em 2004 e hoje reúne dados ambientais e sanitários quantitativos de uma parcela significativa dos produtos da construção. A base tem uma característica importante, pois ela inclui a vida útil esperada do produto em condições de referência. Parte im-



portante dos dados ainda são genéricos, como o inventário tipo da argamassa de revestimento francesa, por exemplo, mas cresce muito rapidamente a presença de Declarações ambientais de produto emitidas por empresas.

O impulso do uso dessas declarações baseadas em ACV na construção tem sido baseado em um esforço normativo que detalha e simplifica a aplicação da ACV no âmbito da construção civil. Dois comitês trabalham em conjunto neste esforço, no âmbito da comunidade europeia: o ISO/TC 59/SC 17, *Sustainability in buildings and civil engineering works*, e o CEN/TC 350, *Sustainability of construction works*. Uma norma importante em elaboração é a ISO CD 21930<sup>12</sup>, *Sustainability in buildings and civil engineering works – Core rules for environmental declaration of construction products and services used in any type of construction works*, que estabelece metodologia para a criação de “Regras de Categoria de produtos” (*Product Category Rules*) que são essenciais para garantir que as declarações ambientais de produtos tipo III baseada na ISO 14025 sejam compatíveis e comparáveis. Já se observa no mercado internacional a existência de várias regras de categorias de produtos, inclusive para concretos. Tanto a ISO CD 21930 quanto a EN 15804:2013 reduzem a lista de impactos ambientais a serem considerados na construção em comparação com o adotado na ILCD e nas ACVs completas em geral.

Trata-se claramente de uma estratégia simplificadora ante os problemas práticos enfrentados que atrasam a implantação dessa ferramenta por empresas individuais. Adicionalmente, a norma EN 15804:2013 inclui uma série de indicadores voltados à intensidade do uso de materiais, água e energia, importantes na agenda da construção sustentável mas não usualmente incluídos nas ACVs tradicionais.

---

<sup>12</sup> A norma correspondente na Comunidade Europeia é a EN 15804:2012+A1:2013, *Sustainability of construction works - Environmental product declarations – Core rules for the product category of construction products*.



TABELA 9 - LISTA DE IMPACTOS AMBIENTAIS DA ILCD DA COMUNIDADE EUROPEIA, DESTACANDO OS IMPACTOS INCORPORADOS NAS NORMAS ISO CD 21930, QUANTO À EN 15804:2013, VOLTADAS PARA PRODUTOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Impactos padrões do ILCD / Comunidade Europeia		Normas para construção
1	Mudanças climáticas	X
2	Destruição da camada estratosférica de ozônio	X
3	Toxicidade humana	
4	Partículas orgânicas respiráveis	
5	Radiações ionizantes	
6	Formação fotoquímica de ozônio (nível do solo)	X
7	Acidificação das águas e do solo	X
8	Eutrofização das águas e do solo	X
10	Ecotoxicidade	X
11	Uso da terra	
12	Uso de recursos naturais (minerais, energia fóssil e renováveis, água) *	X

\* A EN15804 inclui 15 indicadores opcionais para este item.

FONTE: ILCD

Ainda no intuito de facilitar o uso da ACV e das Declarações Ambientais de Produtos pelo mercado, observa-se a tendência de integrá-las ao *Building Information Model* (BIM), uma nova classe de ferramenta de projeto.

Assim, a tendência é a promoção de declarações ambientais de produtos na construção civil, usando versões menos completas da ACV.

#### Plano de construção sustentável da Comunidade Europeia (EU)

A questão da construção sustentável tem sido objeto de importante reflexão no âmbito da Comunidade Europeia.

Recentemente, a Comunidade Europeia lançou uma força-tarefa intitulada Sustainable industrial policy, construction and raw materials. O objetivo é identificar possíveis ineficiências e outras questões de coordenação ligadas às principais contribuições do setor da construção para a estratégia da União Europeia para 2020, que engloba, entre outros, políticas a longo prazo para produtos industriais como os materiais de construção.

Os principais aspectos para implantação da rede de esforços baseiam-se nos seguintes pontos:



- 1) Plano de ação para a competitividade sustentável do setor da construção civil;
- 2) Regulações para ecodesign de produtos industriais e serviços de suporte;
- 3) Resíduos como recursos para a indústria europeia;
- 4) Parcerias para a inovação em matérias-primas dentro da comunidade europeia.

O plano, denominado Construction 2020 Action Plan, foi organizado em 2013 em duas reuniões realizadas em forma de fóruns e em outras duas reuniões para cada um dos cinco grupos temáticos instituídos. Como resultados iniciais, foram iniciados processos para adoção do primeiro grupo de regulamentações para etiquetagem de ecodesign e energia para produtos industriais. Também foi implementado um processo de revisão da Diretiva 2008/98/EC (que trata de resíduos), o que resultou em um estudo denominado “*Treating waste as a resource for the EU industry: analysis of various waste streams and the competitiveness of their client industries*”. A partir desse estudo, um novo processo – que se estenderá até 2015 – irá providenciar uma avaliação dos benefícios econômicos do uso de resíduos industriais.

Uma característica importante da ação da Comunidade Europeia é o processo de negociação, que envolve representantes dos diferentes países, bem como associação de setores industriais e profissionais.

### Substâncias perigosas regulamentadas

O efeito da ventilação e da liberação de compostos orgânicos voláteis e outras partículas na qualidade do ar interno de edifícios, bem como o banimento de substâncias consideradas perigosas, como o amianto (particularmente na forma de isolante térmico) e tintas à base de chumbo, foi um dos precursores na construção civil. Hoje essa agenda tem sido liderada pela indústria. No caso das tintas, o *International Paint and Printing Ink Council* (IPPIC) já desenvolve o *Coatings Care*, progressivamente adotado no Brasil pela ABRAFATI.

A dinâmica atual é de aprofundamento do controle de substâncias perigosas. Internacionalmente, em 2011 foi publicado o Sistema Globalmente Harmonizado de Classificação e Rotulagem de Produtos Químicos (GHS) (UNECE, 2011), adotado pelo Brasil e que redefine as FISPQs. Na Europa, o *Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals*<sup>13</sup> (REACH), torna a indústria responsável por gerenciar produtos que impliquem em riscos químicos, bem como providenciar informações de segurança para

<sup>13</sup> Disponível em: <[http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/chemicals/reach/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/chemicals/reach/index_en.htm)>. Acesso em: 30/10/2014.



os usuários. Ao mesmo tempo, um número crescente de produtos, especialmente biocidas, tem o seu uso controlado. Trata-se de medidas importantes do ponto de vista da sustentabilidade e que poderão influenciar a competitividade de setores exportadores para a Europa. Ao menos em tese, o sistema incorpora mecanismos que o tornam acessível a pequenas e médias empresas.

Os impactos do REACH na indústria de materiais são importantes para várias cadeias que usam produtos químicos como tintas, adesivos, aditivos para materiais cimentícios, biocidas, etc. Esse impacto pode ser melhor avaliado por consulta à base Oficial Europeia<sup>14</sup> CP-DS: *Legislation on substances in construction products*<sup>15</sup>, ou à base privada sueca BASTA<sup>16</sup>, cujo “objetivo declarado é retirar do mercado de construção e edificações produtos contendo substâncias perigosas, contribuindo para um ambiente não tóxico”. Atualmente, a tendência internacional é a de não integrar a avaliação de toxicidade dos produtos da construção no escopo da ACV e da declaração ambiental de produto. Também observa-se a tendência de abandonar uma visão setorial em prol de regras aplicáveis a toda a indústria.

Ainda visando ao controle da toxicidade, a Comunidade Europeia estabeleceu limites máximos progressivos para o teor de mercúrio nas lâmpadas fluorescentes compactas<sup>17</sup>, que passou de 5 mg em 2011 para 2,5 mg em 2013, com um *benchmark* referência de 1,23 mg. Apesar de reduzir a liberação total de mercúrio, a redução de CO<sub>2</sub> depende da geração de eletricidade a partir do carvão, que irá diminuir. A regulamentação não menciona a vida útil mínima que, certamente, irá influenciar as emissões totais do setor.

Observa-se ainda preocupação em evitar que a crescente superfície de materiais de construção exposto à chuva e água corrente lixivie espécies químicas perigosas, contaminando a água e o lençol freático. Na experiência europeia, biocidas e o incentivo à incorporação de resíduos aos materiais de construção como estratégia de reduzir o impacto ambiental traz embutido esse risco, que precisa ser controlado (TOGERO, 2004). Trata-se de tema complexo liderado internacionalmente pela Holanda (VAN DER SLOOT, 1998) e, secundariamente, pela Alemanha (SUSSET; GRATHWOHL, 2011) e para o qual a Comunidade Europeia ainda não desenvolveu uma solução harmonizada.

<sup>14</sup> Disponível em: <<http://ec.europa.eu/enterprise/construction/cpd-ds/index.cfm>>. Acesso em:

<sup>15</sup> Disponível em: <[http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/construction/cp-ds/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/construction/cp-ds/index_en.htm)>. Acesso em: 30/10/2014.

<sup>16</sup> Disponível em: <[www.bastaonline.se](http://www.bastaonline.se)>. Acesso em: 30/10/2014.

<sup>17</sup> Disponível em: <[http://ec.europa.eu/health/scientific\\_committees/opinions\\_layman/mercury-in-cfl/en/mercury-cfl/index.htm#5](http://ec.europa.eu/health/scientific_committees/opinions_layman/mercury-in-cfl/en/mercury-cfl/index.htm#5)>. Acesso em:



## Planejamento e estimativa da vida útil de produtos da construção

A minimização do uso dos recursos naturais passa pela maximização da vida útil dos produtos. A estimativa da vida útil das diferentes partes da construção é essencial para realizar a avaliação do ciclo de vida do produto, bem como realizar estimativas de custo global. Hipóteses relativas à vida útil influenciam diretamente as conclusões dos estudos de ACV (HOXHA *et al.*, 2014) e de custo global.

Nos últimos anos, o avanço no conhecimento na área levou à elaboração da ISO 15686 (*Buildings and constructed assets – service life*), uma metodologia genérica (aplicável a qualquer material) que permite estimar a vida útil de materiais e componentes em diferentes condições de uso e tem sido a base para o estabelecimento da vida útil padrão incluída nas declarações ambientais de produtos do sistema francês Inies (<[www.inies.fr](http://www.inies.fr)>), entre outros.

A estimativa de vida útil é parte integrante do processo de aprovação técnica para produtos inovadores no âmbito da Comunidade Europeia.

## O pós-uso: demolição e desconstrução

Uma estratégia moderna para reduzir o impacto ambiental das construções tem envolvido não apenas o projeto de edifícios flexíveis – que se adaptem às necessidades variáveis do usuário e às transformações urbanas ao longo do tempo – mas também a substituição da demolição pela “desconstrução”, processo planejado (SCHULTMANN *et al.*, 2001) para maximizar o reuso dos componentes dos edifícios, que ainda apresentem uma vida útil residual significativa (HOBBS; HURLEY, 2001). Troca-se, portanto, a reciclagem pelo reuso, sendo possível projetar para facilitar a desconstrução.

Outra tendência tem sido a taxação (e até o banimento) de resíduos de construção destinados a aterros. No Japão, há uma legislação (*Construction Material Recycling Law*) que obriga o construtor a destinar no mínimo 95% da massa dos produtos de construção para a reciclagem com exceção de alguns, cuja reciclagem integral é obrigatória<sup>18</sup>.

## Inovação em materiais e componentes para a sustentabilidade

Observa-se também a tendência internacional de aceleração da inovação em materiais e produtos da construção, voltados para a sustentabilidade. Já é evidente a busca de soluções mais ecoeficientes para atender esse novo mercado.

<sup>18</sup> Disponível em: <<https://www.env.go.jp/en/laws/recycle/09.pdf>>. Acesso em: 30/10/2014.



De forma geral, as inovações consistem em combinações inovadoras de produtos já existentes. É o caso das soluções para edifícios de mais de 10 pavimentos com paredes e pisos estruturais em madeira, denominadas “madeira laminada e colada” (<<http://www.clt.info>>) e dos concretos de resistência ultraelevada, que permitem uma significativa redução da massa de materiais, com redução de impactos ambientais de construção e aumento da vida útil (HABERT *et al.*, 2013). A otimização do uso de materiais também está na ordem do dia, com conceitos avançados de “materiais com gradação funcional” e “bioinspirados” sendo empregados em construção. A aplicação desses conceitos em escala industrial vem se tornando possível pela disseminação de técnicas digitais para a produção, como a robótica e as impressoras 3D. Comercialmente já existem máquinas capazes de variar o espaçamento de armaduras de reforço para concreto armado conforme as tensões previstas, gerando ganhos de mais de 25% no impacto ambiental e no custo (ALLWOOD; CULLEN; CARRUTH, 2011).

No entanto, novos biomateriais têm sido empregados: o uso de algas<sup>19</sup> e de fungos<sup>20</sup> e a produção de novos materiais – isolantes térmicos, absorção acústica e até estruturais – abre novas perspectivas de matérias-primas.

Outra tendência é a incorporação de funções adicionais àquelas tradicionalmente presentes nas soluções construtivas: seja em vidros e concretos autolimpantes, na integração de células para geração de energia fotovoltaica em telhas e vidros, no desenvolvimento de superfícies frias duráveis – que podem não só economizar energia nos edifícios, como também colaborar para resfriar o planeta; materiais de mudança de fase, que acrescentam capacidade térmica a sistemas construtivos sem depender de aumento de massa, entre outros. A busca por eficiência energética e pelas *zero net buildings* tem sido um importante incentivador de inovações em materiais.

Atualmente, a União Europeia tem também um projeto deecoinovação voltado para materiais em geral, que revela a dinâmica de inovação dentro da construção civil<sup>21</sup>.

A necessidade de reduzir a contribuição dos materiais de construção para as mudanças climáticas também está na ordem do dia, particularmente para materiais produzidos em grande escala como o aço e o concreto (DAMINELLI; PILEGGI; JOHN, 2013).

---

<sup>19</sup> Disponível em: <<http://www.google.com/patents/US20110307976>>. Acesso em: 30/10/2014.

<sup>20</sup> Disponível em: <<http://content.time.com/time/magazine/article/0,9171,1957474,00.html>>. Acesso em: 30/10/2014.

<sup>21</sup> Disponível em: <[http://ec.europa.eu/environment/eco-innovation/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/eco-innovation/index_en.htm)>. Acesso em: 30/10/2014.



## 4. Recomendações para elaboração de políticas públicas

Neste tópico, serão apresentadas recomendações de políticas públicas que, a partir dos limites do estudo realizado, foram consideradas prioritárias e passíveis de implementação. Porém, conforme evidenciado pelo diagnóstico, a quantidade e diversidade de possíveis políticas públicas é grande e as escolhas devem passar por uma avaliação política não apenas dos órgãos do estado, mas também da sociedade.

### Combate à informalidade

Dentre as ações importantes para melhorar a cadeia de materiais da construção, o combate à informalidade é, sem dúvida, a mais importante dentro do panorama do país, uma vez que empresas informais não são atingidas por políticas voltadas para a sustentabilidade. Mais do que isso, o setor informal pode até ganhar competitividade econômica quando há aumento do custo do setor formal em respeito às regulamentações.

A experiência acumulada na metodologia do PBQP-H é valiosa. Assim, sugere-se ampliar sistematicamente o PBQP-H para que ele abarque aspectos ambientais e um número maior de cadeias produtivas. Um apoio a pequenas e médias empresas poderia viabilizar a extensão do programa de combate à não conformidade para os setores que ainda não conseguiram introduzir indicadores. A madeira ilegal é um caso particular de informalidade que necessita de uma abordagem específica. Essas ações devem sempre ser combinadas com mecanismos que auxiliem os produtores, particularmente os médios e pequenos, a se integrarem à produção formal.

O comprometimento do varejo no combate à informalidade, dentro do escopo do PBQP-H, inclusive via o cartão BNDES, pode ser uma opção interessante.

Os consumidores e o poder de compra do governo podem também ser engajados. A ferramenta de seleção de materiais e fornecedores do CBCS é um exemplo. Ela poderia ser reforçada regulamentando a divulgação pública das licenças ambientais indexadas por CNPJ, viabilizando o amplo acesso à informação já garantido pela legislação vigente.

A concorrência dos setores informais e mais recentemente dos produtos importados tornam contraproducentes medidas regulatórias que aumentem os custos de produção do setor formal – que atingem somente os fabricantes formais estabelecidos no país. Assim, nesses casos recomenda-se estabelecer sistemas de incentivo econômico para aqueles fabricantes formais que aderirem aos programas voltados à sustentabilidade na construção.



## Implantação de ferramentas do ciclo de vida

A viabilização da análise de aspectos ambientais do ciclo de vida no dia a dia dos negócios e da formulação de políticas públicas é essencial para a promoção de modelos de produção mais limpa. O apoio ao Programa Brasileiro de Avaliação do Ciclo de Vida (PBACV) é fundamental para a construção sustentável. Mas como mostra a experiência europeia e a normalização ISO em andamento, a ACV e sua aplicação mais importante – a Declaração Ambiental de Produto – precisam ser simplificadas para que a implantação cresça na construção civil.

Propõe-se apoiar a proposta de Avaliação do Ciclo de Vida Modular, que permite a empresas e setores introduzirem o conceito de ACV de forma evolutiva, iniciando com um módulo de escopo mínimo constituído de (a) CO<sub>2</sub>, (b) energia; (c) água; (d) resíduos e (e) quantidade de materiais – que pode ser ampliado por qualquer cadeia que se julgue necessário. Essa proposta, consistente com a metodologia da ISO, foi elaborada inicialmente no âmbito do CBCS e já foi apresentada pela coordenação da área de materiais de construção civil (Abramat, FIESP/Deconcic) à coordenação do PBACV, e testada na cadeia de blocos de concreto.

A metodologia de implantação prevê trabalho com cadeias produtivas, pois está baseada na participação de um grande número de empresas – inclusive pequenas e médias – gerando um *benchmark* do mercado brasileiro, e se integra à política de inventário e mitigação das emissões antrópicas de gases do efeito estufa e com as estratégias de produção mais limpa. Permitiria também que órgãos governamentais e empresas acompanhassem seus desempenhos com um conjunto simplificado, mas relevante de indicadores ambientais.

Para tornar mais atrativo para as empresas, o sistema deverá incluir a metodologia de Declaração Ambiental de Produto, verificada por terceira parte nos termos da normalização ISO.

A implantação de ferramenta de ACV torna possível políticas públicas que obriguem que toda a publicidade que reivindique menor impacto ambiental seja comprovada por uma avaliação do ciclo de vida do produto. Isso tem um potencial de reduzir o *green wash* hoje observado e promover uma saudável competição isonômica baseada em desempenho ambiental.

É necessário também promover o desenvolvimento de uma governança para o sistema para que ele se torne uma política da sociedade. Um aspecto crítico é a integração destes dados em uma base pública que seja compatível com as plataformas BIM, fato que exigirá uma coordenação com os desenvolvedores das ferramentas.



## Minimizações do consumo de recursos naturais e gestão dos resíduos

Muitos dos problemas ambientais da cadeia de materiais de construção estão associados à elevada quantidade de recursos envolvidos, que implica na geração de uma grande massa de resíduos ao longo da cadeia produtiva. A minimização do consumo de recursos naturais é, portanto, prioridade. Ela envolve um conjunto de ações, incluindo: (a) maximização da vida útil de componentes e edifícios; (b) estratégias para reduzir perdas da construção; (c) melhoria do processo de gestão e aumento da reciclagem dos resíduos, essa fortemente integrada à Política Nacional de Resíduos.

Políticas para a maximização da vida útil dos edifícios e infraestrutura são prioridade, dado o potencial econômico e ambiental que apresentam. Elas envolvem a consolidação de ferramentas para projeto para a vida útil – item alinhado com a Norma de Desempenho vigente e fundamental para a introdução da ferramenta de ACV no setor – que exige inclusive a criação de infraestrutura laboratorial, bases de informação e recursos humanos para dar suporte a fabricantes de materiais, projetistas e construtoras. Envolve também o incentivo à adoção de estratégias de projeto flexível que podem não apenas aumentar a vida útil, mas melhorar a qualidade de vida dos clientes de programas de habitação social, como o Minha Casa Minha Vida.

Políticas para reduzir perdas de materiais na construção envolvem várias vertentes. Uma política importante é a promoção da industrialização da construção – entendida em seu sentido amplo, incluindo o emprego de materiais mais elaborados, como concretos usinados e argamassas até o uso de sistemas construtivos baseados em montagem. Outra é o uso do poder de compra do estado, entre outras coisas, para a promoção do sistema de construção modular na cadeia de fornecimento e projeto.

Políticas de incentivo à gestão dos resíduos são uma necessidade para viabilizar a implantação da Resolução Conama n. 307/2002 e suas alterações posteriores, e também da Política Nacional de Resíduos Sólidos. Essa política passa por iniciativas para tornar mais eficaz as resoluções do Conama, particularmente no que se refere à gestão de resíduos perigosos, à implantação de sistemas de gestão adequados ao tamanho das cidades e ao incentivo à desconstrução, que permita a reutilização dos materiais gerados. Mas também deve buscar criar incentivos ao estabelecimento de negócios voltados à reciclagem dos resíduos da construção classe A, ainda marginal no país.

O desenvolvimento de políticas fiscais que incentivem as soluções mais sustentáveis é uma necessidade, particularmente na promoção da industrialização da construção – que precisa concorrer com atividades ambientalmente menos eficientes realizadas em canteiro – e no esforço de



escalar atividades de reciclagem dos resíduos da construção. Como essas atividades hoje não ocorrem em grande escala – pouco ou nenhum imposto é recolhido – trata-se de uma iniciativa de mitigação de custo zero.

#### Saúde humana e materiais de construção

O incentivo à elaboração da (Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ) para materiais que possam conter espécies químicas nocivas à saúde humana poderá ter um impacto muito importante na redução da toxicidade para trabalhadores e usuários e também melhorar a disposição dos resíduos considerados potencialmente perigosos (classe D da Conama n. 307).

Políticas voltadas à promoção da qualidade do ar interno dos edifícios deverão ser necessárias no curto prazo, para fazer frente à redução das tradicionalmente elevadas taxas de ventilação.

Adicionalmente, o desenvolvimento de política geral voltada ao controle de substâncias químicas perigosas deve ser uma estratégia de curto e longo prazo.

#### Educação e capacitação profissional

Dentro do âmbito da educação e capacitação profissional, deve-se primar pelo incentivo real ao treinamento dos recursos humanos em todos os níveis, especialmente de nível superior. A atualização dos currículos de ensino de engenharia civil e arquitetura – de forma a incluir as dimensões da sustentabilidade de materiais – é certamente uma necessidade. A criação de uma especialização na área de engenharia e arquitetura voltada à seleção e especificação de materiais e componentes parece ser uma alternativa importante.

#### Promoção daecoinovação

A inovação é a principal forma de geração de riqueza de uma nação. O resultado da liderança global na tecnologia de biocombustível (etanol) pelo Brasil revela o potencial de tal estratégia. O Brasil desenvolveu nos últimos anos uma coerente política de incentivo à inovação. O estabelecimento de um programa de ecoinovação, voltado para a construção civil, poderia dinamizar o setor, aliando a redução do impacto ambiental do país com o ganho de competitividade internacional das empresas brasileiras.



### Matriz de avaliação de políticas sugeridas

As Tabelas abaixo apresentam um resumo das políticas públicas sugeridas no presente documento. Para cada medida apontada, é apresentado o impacto que a sua implantação teria para a sustentabilidade do setor. As Tabelas buscam criar uma priorização das políticas públicas apresentadas para pautar a implantação a curto, médio e longo prazo.



Tabela 10 – Políticas públicas de planejamento e gestão

	<b>Políticas - planejamento e gestão</b>	<b>Impacto</b>
1	Fortalecimento do PBQP-H	Alto
2	Apoio a pequenas e médias empresas	Médio
3	Reforço da ferramenta de seleção de materiais e fornecedores do CBCS	Médio
4	Incentivo a fabricantes que aderirem a programas de sustentabilidade	Alto
5	Apoio ao desenvolvimento do PBACV	Alto
6	Obrigatoriedade de comprovação de ganho ambiental para permitir publicidade	Baixo
7	Desenvolvimento de governança do sistema de declarações ambientais por ACV	Médio
8	Promoção da industrialização na construção	Alto
9	Promoção de sistemas de construção modulares	Médio
10	Iniciativas para tornar mais eficaz a gestão de resíduos perigosos	Baixo
11	Implantação de gestão de resíduos adequada ao tamanho das cidades	Médio
12	Incentivo à desconstrução	Médio
13	Incentivos a negócios voltados à reciclagem de resíduos classe A	Médio
14	Políticas fiscais que incentivem soluções mais sustentáveis	Médio
15	Incentivo à elaboração de FIPSQ para materiais potencialmente nocivos	Médio
16	Promoção da qualidade do ar interno	Médio
17	Controle de substâncias químicas perigosas à saúde	Baixo



Tabela 11 – Políticas públicas de pesquisa e desenvolvimento tecnológico

	<b>Políticas - pesquisa e desenvolvimento tecnológico</b>	<b>Impacto</b>
1	Apoio à proposta de ACV modular	Alto
2	Criação de metodologia de Declaração Ambiental de Produto	Alto
3	Integração com BIM do sistema de declarações ambientais por ACV	Médio
4	Consolidação de ferramentas para determinação da vida útil de projeto	Alto
5	Incentivo à adoção de estratégias de projeto flexível	Médio
6	Estabelecimento de programa deecoinovação voltado para a construção civil	Alto

Tabela 12 – Políticas públicas de educação e capacitação.

	<b>Políticas - educação e capacitação</b>	<b>Impacto</b>
1	Atualização de currículos de engenharia e arquitetura	Médio
2	Criação de especialização para profissionais já atuantes no mercado	Médio



# REFERÊNCIAS



**CBCS**

Conselho Brasileiro de  
Construção Sustentável

Ministério do  
**Meio Ambiente**



**PNUMA**

## Consulta aos profissionais do setor

ERNST & YOUNG; FGV. Brasil Sustentável – potencialidades do mercado habitacional. Brasil: Ernst & Young, 2008.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. O que o brasileiro pensa do meio ambiente e do consumo sustentável: pesquisa nacional de opinião. Brasília: MMA, 2012.

CSILLAG, Diana. Análise das práticas de sustentabilidade em projetos de construção latino americanos. 135 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

Curry, T. et al. A survey of public attitudes towards energy & environment in Great Britain. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology; Laboratory for Energy and the Environment, 2005.

EPE. Série Estudos Econômicos. Nota Técnica DEA 12/14: cenário econômico 2050. Plano Nacional de Energia 2050. Empresa de Pesquisa Energética: Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <[http://www.epe.gov.br/Estudos/Documents/PNE2050\\_Premissas%20econ%C3%B4micas%20de%20longo%20prazo.pdf](http://www.epe.gov.br/Estudos/Documents/PNE2050_Premissas%20econ%C3%B4micas%20de%20longo%20prazo.pdf)>. Acesso em: 20/10/2014.

ABRAMAT; FGV PROJETOS. Perfil da cadeia produtiva da construção e da indústria de materiais e equipamentos. ABRAMAT - Associação Brasileira de Indústria de Materiais de Construção e Fundação Getúlio Vargas, 2013.

IBGE. Classificação nacional de atividades econômicas – versão 2.0. Rio de Janeiro: IBGE, 2007. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/classificacoes/cnae2.0/cnae2.0.pdf>. Acesso em: 20/10/2014.

MONZONI, Mario et al. O sistema financeiro nacional e a economia verde alinhamento ao desenvolvimento sustentável. Centro de Estudos em Sustentabilidade da Fundação Getúlio Vargas (GVces), 2014.

## Capítulo Água

ANA, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. GEO Brasil: recursos hídricos - resumo executivo. Brasília: MMA, ANA, 2007.

ANA. Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: 2013. Brasília: ANA, 2013.

BRASIL. Ministério das Cidades. Plano Nacional de Saneamento Básico – PLANSAB. Brasília: MCidades, 2013.

\_\_\_\_\_. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: diagnósticos dos serviços de água e esgotos – 2012. Brasília: SNSA/MCidades, 2014.

\_\_\_\_\_. Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras da Construção Civil (SiAC). In: Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H). Brasília: 2012.



\_\_\_\_\_. Sistema Nacional de Avaliações Técnicas (SiNat). In: Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H). Disponível em: <<http://pbqp-h.cidades.gov.br/>>. Acesso em: 10 set. 2014.

\_\_\_\_\_. Sistema de Qualificação de Empresas de Materiais, Componentes e Sistemas Construtivos (SiMaC). In: Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H). Disponível em: <<http://pbqp-h.cidades.gov.br/>>. Acesso em: 10 set. 2014.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Guia para a elaboração de planos municipais de saneamento. Brasília: MCidades, 2006.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Plano nacional de recursos hídricos - síntese executiva. Brasília: MMA, 2006.

CBCS. Aproveitamento de fontes alternativas de água em edifícios. São Paulo: CBCS, 2009.

DAEE. Plano diretor de aproveitamento de recursos hídricos para a macrometrópole paulista - sumário executivo. São Paulo: DAEE, 2013.

DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL PROTECTION. Water demand management plan. New York: 2013.

GONÇALVES, O. M.; OLIVEIRA, L. H. Methodology for the development of an institutional and technological water conservation program in buildings. In: CIB W62 International Symposium, 23., Yokohama, Japan, 1997. Anais... Yokohama, Japan, 1997. 19 p.

HESPAHOL, I. Conservação e reúso como instrumentos de gestão para atenuar os custos da cobrança pelo uso da água no setor industrial. In: BICUDO, C. E. M.; TUNDISI, J. G.; SCHEUENSTUHL, M. C. B. (Org.). Águas do Brasil: Análises Estratégicas. São Paulo: Instituto de Botânica - Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2010, p. 59-76.

\_\_\_\_\_. Água e saneamento básico: uma visão realista. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (Orgs.). Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação. 2. ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2002.

HOEKSTRA, A. Y.; MEKONNEN, M. M. The water footprint of humanity. In: Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, v. 109, n. 9, p. 3232-3237, 2012.

IFRAH, G. L` Histoire de L'Eau, Paris, 1992. Disponível em: <[www.direitoshumanos.usp.br](http://www.direitoshumanos.usp.br/)>. Acesso em: 6 out. 2014.

LALLANA, C.; MARCUELLO, C. Indicator Fact Sheet. (WQ01c) Water exploitation index. In: European Environment Agency. Disponível em: <<http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/water-exploitation-index>>. Acesso em: 6 out. 2014.

MARQUES, I. G.; OLIVEIRA, L. H. Padronização de terminologia e de conceitos de sistemas prediais de água não potável. São Paulo: CBCS, 2013.

MAY, S. Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações. 159 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

\_\_\_\_\_. Caracterização, tratamento e reúso de águas cinzas e aproveitamento de águas pluviais em edificações. 222 p. Tese (Doutorado em Engenharia) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.



OLIVEIRA, L. H. Metodologia para a implantação de programa de uso racional da água em edifícios. 343 f. Tese (Doutorado em Engenharia da Construção) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

PORTO, M. F. A.; PORTO, R. L. Em busca da gestão de recursos hídricos para a cidade resiliente. In: Revista DAE, São Paulo, v. 1, n. 195, p. 6-11, 2014.

PROJETO AQUAPOLO. Ano 1, n. 1, set. 2011. Disponível em: <[http://www.aquapolo.com.br/wp-content/uploads/2012/02/01revista\\_.pdf](http://www.aquapolo.com.br/wp-content/uploads/2012/02/01revista_.pdf)>. Acesso em: 25 set. 2014.

SILVA, G. S. Programas permanentes de uso racional da água em campi universitários: o Programa de Uso Racional da Água da Universidade de São Paulo. 328 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2004.

\_\_\_\_\_, TAMAKI, H. O., GONÇALVES, O. M. Implementação de Programas de Uso Racional da Água em campi universitários. In: Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 6, n. 1, p. 49-61, jan./mar. 2006.

SILVA, R. T., CONEJO, J. G. L.; GONÇALVES, O. M. Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. Documento DTA A1. Brasília: MCidades, 1999.

SILVA, S. R. S. Avaliação do sistema de medição individualizada de água em prédios populares situados na cidade do Salvador – Bahia. 168 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Gerenciamento e Tecnologia Ambiental no Processo Produtivo) – Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2010.

UN-WATER. Key Water Indicator Portal. Disponível em: <<http://www.unwater.org/kwip>>. Acesso em: 25 set. 2014.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Rebate Finder. Disponível em: <[http://www.epa.gov/WaterSense/rebate\\_finder\\_saving\\_money\\_water.html](http://www.epa.gov/WaterSense/rebate_finder_saving_money_water.html)>. Acesso em: 25 set. 2014.

USP. PURA-USP e seus resultados. In: Programa de Uso Racional da Água da Universidade de São Paulo. USP: São Paulo, 2014. Disponível em: <<http://sites.usp.br/pura/resultados/reducao-da-demanda-de-agua/>>. Acesso em: 29 out. 2014.

VAIRAVAMOORTHY, K.; MANSOOR, M. A. M. Demand management in developing countries. In: BUTLER, D.; MEMON, F. A. Water demand management. London: IWA, Imperial College, 2006. p. 180-214.

WATER FOOTPRINT NETWORK. Water footprint of nations. Disponível em: <<http://www.waterfootprint.org/downloads/2012-06-ScientificAmerican.jpg>>. Acesso em: 25 set. 2014.

WORLD BANK, THE. Disponível em: <<http://data.worldbank.org/indicator>>. Acesso em: 25 set. 2014.

YAMADA, E. S., PRADO, R. T. A.; IOSHIMOTO, E. Os impactos do sistema individualizado de medição de água. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP (Departamento de Engenharia de Construção Civil). São Paulo: EPUSP, 2001.



## Capítulo Energia

ANEEL. Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012. Brasília, 2014.

Borgstein, E. H., Lamberts, R. Developing energy consumption benchmarks for buildings: Bank branches in Brazil. In: *Energy and Buildings*, v. 82, p. 82–91, 2014.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). Fatores de emissão de CO<sub>2</sub> para utilizações que necessitam do fator médio de emissão do Sistema Interligado Nacional do Brasil, como, por exemplo, inventários corporativos. 2014. Disponível em: <<http://mct.gov.br/>>. Acesso em: 31/10/2014.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Plano Nacional de Energia 2030. Brasília: MME; EPE, 2007.

BPIE. Energy Performance Certificates across Europe: from design to implementation, 2010.

CBCS. Desenvolvimento de benchmarks nacionais de consumo energético de edificações em operação. Comunicação técnica, 2014.

CLASP; THE POLICY PARTNERS. Improving global comparability of appliance energy efficiency standards and labels. The Policy Partners, 2014.

CORGNIATI, S. P. et al. Reference buildings for cost optimal analysis: method of definition and application. In: *Applied Energy*, v. 102, p. 983–993, 2013.

CROWE, E. et al. California's commercial Building Energy Asset Rating System (BEARS): technical approach and design considerations. In: *ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings*, p. 37-48, 2012.

ELETROBRAS PROCEL. Avaliação do mercado de eficiência energética no Brasil: pesquisa de posse de equipamentos e hábitos de uso – ano-base 2005. Rio de Janeiro, 2007.

ELETROBRAS PROCEL. Consumo de energia nas edificações: estudo paramétrico. São Paulo, 1989.

EPE. Balanço Energético Nacional 2014: ano-base 2013. Rio de Janeiro: EPE, 2014a.

EPE. Série Estudos da Demanda de Energia. Nota Técnica DEA 13/14: demanda de energia 2050. Plano Nacional de Energia 2050. Empresa de Pesquisa Energética: Rio de Janeiro, 2014b.

EPE. Série Estudos Econômicos. Nota Técnica DEA 12/14: cenário econômico 2050. Plano Nacional de Energia 2050. Empresa de Pesquisa Energética: Rio de Janeiro, 2014c.

EEGM. THE Energy Efficiency Guarantee Mechanism. Disponível em: <<http://www.eegm.org/>>. Acesso em: 31/10/2014.

ERNST & YOUNG. Sustainable buildings in Brazil. GBC Brasil: 2013.

FUNDAÇÃO VANZOLINI. Processo AQUA, Alta Qualidade Ambiental. Disponível em: <<http://www.vanzolini.org.br/hotsite-aqua.asp>>. Acesso em: out. 2014.

GBPN. Residential buildings in India: energy use projections and savings potentials. Technical Report, 2014.



GBPN; IMT. BuildingRating: sharing transparency for a more efficient future. Disponível em: <<http://buildingrating.org/>>. Acesso em: out. 2014.

GIGLIO, T. et al. A procedure for analysing energy savings in multiple small solar water heaters installed in low-income housing in Brazil. In: *Energy Policy*, v. 72, p. 43–55, 2014.

HINGE, A. et al. Building energy rating schemes around the world: What do we know? In: *ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings*, p. 140-150, 2014.

IEA. Progress implementing the IEA 25 energy efficiency policy recommendations. IEA/OECD: Paris, 2011.

\_\_\_\_\_. Capturing the multiple benefits of energy efficiency. IEA/OECD: Paris, 2014.

\_\_\_\_\_. Energy performance certification of buildings: a policy tool to improve energy efficiency. IEA/OECD: Paris, 2010.

\_\_\_\_\_. Gadgets and Gigawatts: policies for energy efficient electronics. IEA/OECD: Paris, 2009.

\_\_\_\_\_. Joint public-private approaches for energy efficiency finance: policies to scale-up private sector investment. IEA/OECD: Paris, 2011.

\_\_\_\_\_. Modernising building energy codes. IEA/OECD: Paris, 2013-1.

\_\_\_\_\_. Technology roadmap: energy efficient building envelopes. IEA/OECD: Paris, 2013-2.

\_\_\_\_\_. Transition to sustainable buildings: strategies and opportunities to 2050. IEA/OECD: Paris, 2013-3.

\_\_\_\_\_. World energy outlook 2013. IEA/OECD: Paris, 2013-4.

INMETRO. Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE). Disponível em: <<http://www2.inmetro.gov.br/pbe/>>. Acesso em: 31/10/2014.

IPEEC. Building energy rating schemes: assessing issues and impacts. Paris: 2014.

IN02 - INSTRUÇÃO NORMATIVA MPOG/SLTI n. 2, DE 4 DE JUNHO DE 2014. Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. 4 de junho de 2014.

JANNUZZI, G. M.; MELO, C. A.; TRIPODI, A. F. Políticas públicas para promoção da eficiência energética e microgeração renovável em edificações no Brasil: uma análise multicritério. Campinas: International Energy Initiative: energy discussion paper 2012/01. Campinas, 2012.

KRAUSE, J. Q. et al. Etiquetagem de edificações: processo integrado com o INMETRO e a academia, com a participação dos setores relacionados e a coordenação técnica da Eletrobras. In: XXII SNPTEE Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica, Brasília, 2013.

McNEIL, M. A., LETSCHERT, V. E.; RUE DU CAN, S. Global potential of energy efficiency standards and labeling programs. Califórnia: Lawrence Berkeley National Laboratory (LBNL), 2008.



MELO, C. A., JANNUZZI, G. M. Energy efficiency standards for refrigerators in Brazil: a methodology for impact evaluation. In: *Energy Policy*, v. 38, n. 11, p. 6545–6550, 2010.

MELO, C. A., JANNUZZI, G. M.; TRIPODI, A. F. Evaluating public policy mechanisms for climate change mitigation in brazilian buildings sector. In: *Energy Policy*, v. 61, p. 1200-1211, 2013.

Neubauer, M. Cracking the TEAPOT: technical, economic, and achievable energy efficiency potential studies. American Council for an Energy-Efficient Economy (ACEEE), 2014.

NEWSHAM G. R., MANCINI, S.; BIRT, B. J. Do LEED-certified buildings save energy? Yes, but... In: *Energy and Buildings*, v. 41, n. 8, p. 897–905, 2009.

OLIVEIRA, W. LEED previsto x LEED realizado: o desafio da performance. Conferência GreenBuilding Brasil, São Paulo, 2014.

ONS. Análise de carga de energia e demanda: boletim de carga, boletins mensais entre 2006 e 2014. Disponível em: <<http://www.ons.org.br>>. Acesso em: 31/10/2014.

PEREIRA, C. D.; LAMBERTS, R.; GHISI, E. Nota Técnica referente aos níveis mínimos de eficiência energética de condicionadores de ar no Brasil. In: Centro Brasileiro de Eficiência Energética em Edificações (CB3E), Florianópolis, 2013.

PESSOA, J. L. N.; GHISI, E. Nota Técnica referente à eficiência luminosa de produtos LED encontrados no mercado brasileiro. In: Centro Brasileiro de Eficiência Energética em Edificações (CB3E), Florianópolis, 2013a.

\_\_\_\_\_, LAMBERTS, R; GHISI, E. Estado da arte em eficiência energética: iluminação e envoltória. In: Centro Brasileiro de Eficiência Energética em Edificações (CB3E), Florianópolis, 2013b.

PLANYC. Greener, Greater Buildings Plan: green buildings and energy efficiency, New York. Disponível em: <<http://www.nyc.gov/ggbp>>. Acesso em: out. 2014.

RIBA/CIBSE. CarbonBuzz platform. Disponível em: <<http://www.carbonbuzz.org/>>. Acesso em: 31/10/2014.

RYCKAERT, W. R. et al. Linear LED tubes versus fluorescent lamps: an evaluation. In: *Energy and Buildings*, v. 49, p. 429–436, 2012.

S3E – Simulador de Eficiência Energética em Edificações. Disponível em: <<http://www.s3e.ufsc.br/>>. Acesso em: 31/10/2014.

SANTOS, A. H. C. D.; FAGÁ, M. T. W.; DOS SANTOS, E. M. The risks of an energy efficiency policy for buildings based solely on the consumption evaluation of final energy. In: *Electrical Power and Energy Systems*, v. 44, p. 70-77, 2013.

SCOFIELD, J. H. Efficacy of LEED – certification in reducing energy consumption and greenhouse gas emission for large New York City office buildings. In: *Energy and Buildings*, v. 67, p. 517-524, 2013.

SE4ALL – Sustainable energy for all: global tracking framework. World Bank, 2013.

USGBC – Leadership in energy and environmental design. Disponível em: <<http://www.usgbc.org/leed>>. Acesso em: 31/10/2014.



World Energy Council. Energy efficiency policies around the world: review and evaluation. WEC: London, 2008.

## Capítulo Materiais

ABRAMAT; FGV Projetos. A cadeia produtiva da construção e o mercado de materiais. 2007. 16p.

ABRAMAT; FGV Projetos. Perfil da cadeia produtiva da construção e da indústria de materiais e equipamentos. 2014. 60p.

AGOPYAN, V.; JOHN, V. M. O desafio da sustentabilidade na construção civil. São Paulo: Ed. Edgard Blucher, 2009.

ALLWOOD, J.; CULLEN, J. M.; CARRUTH, M. A. Going on a metal diet – using less liquid metal to deliver the same services in order to save energy and carbon. 2011. Disponível em: <<http://www.lcmp.eng.cam.ac.uk/wp-content/uploads/T2-Report-web.pdf>>. Acesso em: 30/10/2014.

ANDERSON, S.; NEWELL, R. Prospects for carbon capture and storage technologies. **Annu. Rev. Environ. Resour.**, n. 29, p. 109-142, 2004.

ANVISA. Nota Técnica Sobre A Reavaliação Toxicológica Do Ingrediente Ativo Pentaclorofenol E Seus Sais. 2007. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/0b3d0b80474585788f14df3fbc4c6735/penta.pdf?MOD=AJPERES>>. Acesso em: out. 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR ISO 14001**: Sistemas de Gestão Ambiental – requisitos e diretrizes para uso. Rio de Janeiro, 2004.

\_\_\_\_\_. **NBR ISO 14004**. Sistemas de Gestão Ambiental. Diretrizes gerais sobre princípios, sistemas e técnicas de apoio. Rio de Janeiro, 2004.

\_\_\_\_\_. **NBR ISO 14021**. Rótulos e declarações ambientais. Autodeclarações ambientais (Rotulagem Ambiental Tipo II). Rio de Janeiro, 2004.

\_\_\_\_\_. **NBR ISO 14024**. Rótulos e declarações ambientais. Rotulagem ambiental Tipo I – princípios e procedimentos. Rio de Janeiro, 2004.

\_\_\_\_\_. **NBR ISO 14025**. Rótulos e declarações ambientais. Declarações ambientais Tipo III – princípios e Procedimentos. ISO/TC 207, 2006 (versão internacional).

\_\_\_\_\_. **NBR ISO 14040**. Gestão Ambiental. Avaliação do ciclo de vida – princípios e estrutura. ISO/TC 207, 2006 (versão internacional).

\_\_\_\_\_. **NBR ISO 14044**. Gestão Ambiental. Avaliação do ciclo de vida - requisitos e diretrizes. ISO/TC 207, 2006 (versão internacional).

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS FABRICANTES DE TINTAS (ABRAFATI). Programa *Coatings Care*. Disponível em: <<http://www.abrafati.com.br/programas/coatings-care>>. Acesso em: 30/10/2014.

ASSOCIATION FRANÇAISE DE NORMALISATION (AFNOR). **NF P01-010**: Qualité environnementale des produits de construction – Déclaration environnementale et sanitaire des produits de construction. AFNOR, 2004.



\_\_\_\_\_. **NF P01-020-1**: Qualité environnementale des bâtiments - Partie 1: Cadre méthodologique pour la description et la caractérisation des performances environnementales et sanitaires des bâtiments. AFNOR, 2005.

BERNSTEIN, L. *et al.* Chapter 7: Industry. In: METZ *et al.* (Ed.). **Climate Change 2007: mitigation**. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC Report). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, USA, 2007. p. 447-496.

BIRAT, J. P. The sustainability footprint of steelmaking by-products. In: **Steel Times International**, 2011. Disponível em: <[http://www.steeltimesint.com/contentimages/features/Web\\_Birat.pdf](http://www.steeltimesint.com/contentimages/features/Web_Birat.pdf)>. Acesso em: 30/10/2014.

\_\_\_\_\_; METZ, M. Global technology roadmap for CCS in industry. **Steel Sectoral Report**. Amsterdam, 2010.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H)**. Apresenta informações gerais sobre o PBQP-H, o SiMaC, os PSQs e as empresas e produtos em conformidade. Disponível em: <[http://www.cidades.gov.br/pbqp-h/projetos\\_simac\\_psqqs.php](http://www.cidades.gov.br/pbqp-h/projetos_simac_psqqs.php)>. Acesso em: 30/10/2014.

\_\_\_\_\_. Ministério das Cidades. **Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H)**. Apresenta informações gerais sobre o SiNat. Disponível em: <[http://www.cidades.gov.br/pbqp-h/projetos\\_sinat.php](http://www.cidades.gov.br/pbqp-h/projetos_sinat.php)>. Acesso em: 18/10/2014.

\_\_\_\_\_. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC). **Conmetro Resolução n. 04, de 15 de dezembro de 2010**. Dispõe sobre a aprovação do Programa Brasileiro de Avaliação do Ciclo de Vida (PBACV). Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/legislacao/resc/pdf/RESC000236.pdf>>. Acesso em: 30/10/2014.

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução n. 307, de 5 de julho de 2002**. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 17 jul. 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>>. Acesso em: 30/10/2014.

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. **Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA)**. Apresenta informações gerais sobre o DOF, a instrução normativa que o regulamenta e o caminho de acesso à plataforma de consulta de sua regularidade. Disponível em: <<https://servicos.ibama.gov.br/index.php/licencas/documento-de-origem-florestal-dof>>. Acesso em: 30/10/2014.

\_\_\_\_\_. Ministério De Minas E Energia. Portaria Interministerial Nº 1.007, de 31 de dezembro de 2010. 2010. Disponível em: <[http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/legislacao/portaria\\_interministerial/Portaria\\_MME-MCT-MDIC\\_n\\_1.007-2010.pdf](http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/legislacao/portaria_interministerial/Portaria_MME-MCT-MDIC_n_1.007-2010.pdf)>. Acesso em: 30/10/2014.

CHEN, C. *et al.* LCA allocation procedure used as an incitative method for waste recycling: an application to mineral additions in concrete. In: **Resources, Conservation and Recycling**, v. 54, n. 12, p. 1231-1240, out. 2010.

CONSELHO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL (CBCS). A FISPQ e a Responsabilidade Social das Empresas. 2012. Disponível em:



<[http://www.cbcs.org.br/\\_5dotSystem/userFiles/posicionamentos/CBCS\\_CTMateriais\\_Posicionamento\\_FISPQ1.pdf](http://www.cbcs.org.br/_5dotSystem/userFiles/posicionamentos/CBCS_CTMateriais_Posicionamento_FISPQ1.pdf)>. Acesso em: 30/10/2014.

CONSELHO BRASILEIRO DE MANEJO FLORESTAL (FSC Brasil). Apresenta informações gerais sobre o processo de certificação de madeiras e certificadoras credenciadas pela organização no Brasil. Disponível em:

<<http://www.fsc.org.br/index.cfm?fuseaction=conteudo&IDsecao=74>>. Acesso em: 30/10/2014.

CROWTHER, P. Developing an inclusive model for design for deconstruction. In: **CIB Publication 266** - Deconstruction and materials reuse: technology, economic and policy. Wellington, New Zealand, p. 1-27, 2001.

DA SILVA, M. F. et al. Cost comparison between energy consumption and lifetime depreciation for different compact fluorescent lamps starting scenarios. In: International conference on Industry Applications (INDUSCON). 8-10 nov. 2010. p. 1-5. Doi: 10.1109/INDUSCON.2010.5740019.

DAMINELI, B. L. **Conceitos para formulação de concretos com baixo consumo de ligantes**: controle reológico, empacotamento e dispersão de partículas. 237 p. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

DAMINELI, B. L.; PILEGGI, R. G.; JOHN, V. M. Eco-efficiency of binder use. In: PACHECO-TORGAL, F.; JALALI, S.; LABRINCHA, J.; JOHN, V. M. (editores). Eco-efficient concrete. Woodhead Publishing in Materials, v. 1, 1ª ed, 2013.

EUROPEAN COMMISSION. **Durability and the construction products directive**. Guidance Paper F. Disponível em: <<http://eurocodes.jrc.ec.europa.eu/doc/gpf.pdf>>. Acesso em: 30/10/2014.

EUROPEAN UNION. **Sustainable industrial policy, construction and raw materials**. Task Force. Disponível em: <[http://ec.europa.eu/enterprise/policies/industrial-competitiveness/industrial-policy/task-forces/sip-construction-raw-materials/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/enterprise/policies/industrial-competitiveness/industrial-policy/task-forces/sip-construction-raw-materials/index_en.htm)>. Acesso em: 30/10/2014.

EUROPEAN UNION. Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the council on waste and repealing certain directives. In: **Official Journal of European Union**, L 312, p. 3-30, 2008. Disponível em: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32008L0098:EN:NOT>>. Acesso em: 30/10/2014.

FGV PROJETOS. A tributação na indústria brasileira de materiais de construção. São Paulo: ABRAMAT, 2006.

FGV PROJETOS; LCA CONSULTORIA. **Construbusiness 2010** – Brasil 2022: planejar, construir, crescer. São Paulo: FIESP, 2010. Disponível em: <[www.fiesp.com.br/construbusiness](http://www.fiesp.com.br/construbusiness)>. Acesso em: 30/10/2014.

FOREST STEWARDSHIP COUNCIL (FSC). Apresenta informações e atividades desenvolvidas internacionalmente. Disponível em: <<https://ic.fsc.org/index.htm>>. Acesso em: 30/10/2014.

GARDNER, G.; SAMPAT, P. **Mind over matter**: recasting the role of materials in our lives. Washington DC: Worldwatch Institute, 1998.

GARTNER, E. Industrially interesting approaches to "low CO<sub>2</sub>" cements. In: **Cement and Concrete Research**, Elmsford, n. 34, p. 1489-1498, 2004.



HAAPIO, A.; VIITANIEMI, P. A critical review of building environmental assessment tools. In: **Environmental Impact Assessment Review**, v. 28, p. 469-482, 2008.

HABERT, G., DENARIÉ, E., ŠAJNA, A., ROSSI, P. Lowering the global warming impact of bridge rehabilitations by using Ultra High Performance Fibre Reinforced Concretes. *Cement and Concrete Composites*, 38, 1-11, 2013.

HELENE, P. R. L. **Corrosão em estruturas para concreto armado**. São Paulo: PINI, 1986.

HENDRIKS, C. F. **The building cycle**. Holanda: Aeneas, 2000.

HOBBS, G.; HURLEY, J. Deconstruction and Reuse of Construction Materials. In: **CIB Publication 266** - Deconstruction and materials reuse: technology, economic and policy. Wellington, New Zealand, p. 98-124, 2001.

HOENIG, V.; HOPPE, H.; EMBERGER, B. **Carbon Capture Technology** – options and potentials for the cement industry. PCA R&D Serial n. 3022 (Technical Report). Germany: European Cement Research Academy, 2007.

HÖÖK, M. *et al.* **A supply-driven forecast for the future global coal production**. Contribution to ASPO, 2008.

HOXHA, E. *et al.* Method to analyse the contribution of material's sensitivity in buildings' environmental impact. *Journal of Cleaner Production*, Elmsford, n. 66, p. 54-64, 2014.

HUMPHREYS, K.; MAHASANAN, M. Substudy 8: Climate Change. In: **Battelle**. Toward a sustainable cement industry. 2002. (WBCSD Report). Disponível em: <<http://wbcسد.org>>. Acesso em: 30/10/2014.

INIES. Base de dados francesa de referência sobre as características ambientais e sanitárias dos produtos de construção. Disponível em: <<http://www.inies.fr>>. Acesso em: 30/10/2014.

INMETRO. **Avaliação da conformidade** – Cerflor (Programa Brasileiro de Certificação Florestal). Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/qualidade/cerflor.asp>>. Acesso em: 30/10/2014.

IBS. **Siderurgia brasileira**: relatório de sustentabilidade 2008. 2008. (Fourth Assessment Report). Disponível em: <<http://www.acobrasil.org.br>>. Acesso em: 30/10/2014.

IPCC. **Climate Change 2007**: synthesis report – summary for policymakers. 2007. (Fourth Assessment Report). Disponível em: <<http://www.ipcc.ch>>. Acesso em: 30/10/2014.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 15686**: buildings and constructed assets - service life planning. Disponível em: <[http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue\\_tc/catalogue\\_detail.htm?csnumber=59150](http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=59150)>. Acesso em: 30/10/2014.

IPPIC. Apresenta recursos e atividades desenvolvidas, incluindo o programa internacional Coatings Care. Disponível em: <<http://www.ippic.org>>. Acesso em: 30/10/2014.

JOHN, V. M. **Avaliação da durabilidade de materiais, componentes e edificações**: emprego do índice de degradação. 115 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1987.



\_\_\_\_\_. **Reciclagem de resíduos na construção civil:** contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento. Tese (Livre Docência) – Escola Politécnica, 2000.

JOHN, V. M.; OLIVEIRA, D. P.; LIMA, J. A. R. Levantamento do estado da arte: seleção de materiais. Série Habitação Mais sustentável, Projeto FINEP 2386/04, Sinduscon, 2007. Disponível em: <<http://www.sindusconsp.com.br/img/meioambiente/18.pdf>>. Acesso em: 30/10/2014.

JUNIOR, W. A. D.; WINDMÖLLER, C. C. a questão do mercúrio em lâmpadas fluorescentes. 2008. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/04-QS-4006.pdf>>. Acesso em: 30/10/2014.

KIBERT, C. J.; CHINI, A. R. Introduction: Deconstruction as an essential component of sustainable Construction. In: **CIB Publication 252** – Overview of deconstruction in selected countries. University of Florida, 2000, p. 6-13.

KJELSEN, K.O.; GUIMARÃES, M.; NILSSON, A. **The CO<sub>2</sub> balance of concrete in a life cycle perspective.** Nordic Innovation Centre: Norway, 2005.

KOWALCZYK, T.; KRISTINSSON, J.; HENDRIKS, F. State of the art of deconstruction in the Netherlands. In: **CIB Report Publication 252** – Overview of deconstruction in selected countries. University of Florida, 2000, p. 95-143.

MATHEWS, E. *et al.* **The weight of nations:** materials outflows for industrial economies. Washington, DC: World Resources Institute, 2000. Disponível em: <[http://pdf.wri.org/weight\\_of\\_nations.pdf](http://pdf.wri.org/weight_of_nations.pdf) >. Acesso em: 30/10/2014.

MCT. Segundo inventário brasileiro das emissões e remoções antrópicas de gases do efeito estufa. 2010. Disponível em: <[http://www.mct.gov.br/upd\\_blob/0214/214061.pdf](http://www.mct.gov.br/upd_blob/0214/214061.pdf)>. Acesso em: 30/10/2014.

MINISTRY OF THE ENVIRONMENT. **Construction material recycling law.** Government of Japan. Disponível em: <<https://www.env.go.jp/en/laws/recycle/09.pdf>>. Acesso em: 30/10/2014.

MÜLLER, N.; HARNISH, J. **A blueprint for a climate friendly cement industry.** WWF-Lafarge Conservation Partnership Report. Gland: WWF Lafarge Conservation Partnership, 2008.

NERI, M. C. **Trabalho, educação e juventude na construção civil** – sumário. 2011. Disponível em: <[http://www.cps.fgv.br/cps/bd/vot3/Vot3\\_Construcao\\_Sumario.pdf](http://www.cps.fgv.br/cps/bd/vot3/Vot3_Construcao_Sumario.pdf)>.

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

PLAN NATIONAL SANTÉ ENVIRONNEMENT. Apresenta disposições do plano governamental francês. Disponível em: < <http://www.sante.gouv.fr/plan-national-sante-environnement-pnse,3480.html> >. Acesso em: 30/10/2014.

PROCEL. Apresenta informações sobre o PROCEL e relações de lâmpadas fluorescentes compactas e circulares que possuem o selo. Disponível em: <<http://www.eletronbras.com/elb/procel/main.asp>>. Acesso em: 30/10/2014.

SCHULTMANN, F. The State of Deconstruction in Germany. In: **CIB Report Publication 252** – Overview of deconstruction in selected countries. University of Florida, 2000, p. 45-74.



SCHULTMANN, F. *et al.* Methodologies and guidelines for deconstruction in Germany and France. In: **CIB Publication 266** – Deconstruction and materials reuse: technology, economic and policy. Wellington, New Zealand, 2001. p. 27-41.

SNIC. **Relatório sobre produção anual de cimento Portland, 2011**. Disponível em: <[http://www.snic.org.br/pdf/snic-relatorio2011-12\\_web.pdf](http://www.snic.org.br/pdf/snic-relatorio2011-12_web.pdf)>. Acesso em: 30/10/2014.

SMITHERS APEX. **Future of ferrous slag**: market forecasts to 2020. 2009. Market Report. Disponível em: <<https://www.smithersapex.com/global-ferrous-slag-market-poised-to-reach-almost-usd28-billion-by-2020.aspx>>. Acesso em: 30/10/2014.

SUSSET, B.; GRATHWOHL, P. Leaching standards for mineral recycling materials--a harmonized regulatory concept for the upcoming German Recycling Decree. *Waste Management*, 31, 201-214, 2011. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20933380>>. Acesso em: out. 2014.

THE CONCRETE CENTRE. **The concrete industry sustainability performance report** – 1st report. 2009. Disponível em: <<http://www.sustainableconcrete.org.uk/PDF/SCS%20Performance%20Report%20FINAL.pdf>>. Acesso em: 30/10/2014.

TOGERO, A. Leaching of hazardous substances from concrete constituents and painted wood panels. Suécia, 2004. Tese (doutorado). Chalmers University of Technology, 101p.

SOUZA, U. E. L.; PALIARI, J. C.; ANDRADE, A. C.; AGOPYAN, V. Perdas de materiais nos canteiros de obras: a quebra do mito. 1998. Disponível em: <<http://www.gerenciamento.ufba.br/MBA%20Disciplinas%20Arquivos/Produtividade/Perdas%20Revista%20Qualidade.pdf>>. Acesso em: 30/10/2014.

UEMOTO, K. L.; AGOPYAN, V. Compostos orgânicos voláteis de tintas imobiliárias. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 11, 2006, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ANTAC, 2006. 1 CD-ROM.

UNITED NATIONS ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE (UNECE). Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals (GHS). 4th Edição revisada. Nova Iorque, 2011.

VAN DEN HEUDE, P.; DE BELIE, N. Strength related global warming potential of fly ash (+ silica fume) concrete with(out) mass/economic allocation of the by-products' impact. In: International symposium on life cycle assessment and construction – Civil engineering and buildings, Nantes, 2012. **Proceedings...** France, 2012, p. 336-343.

VAN DER SLOOT, N. Harmonization of leaching / extraction tests. 1998. Disponível em: <<http://books.google.com.br/books?hl=en&lr=&id=rM9R8y-0K8EC&oi=fnd&pg=PP2&dq=Van+der+Sloot+leaching&ots=zdJrE1Z3UH&sig=egSKkqLJe8xqVAXfTXhlaNRRrsY#v=onepage&q=Van%20der%20Sloot%20leaching&f=false>>. Acesso em: 30/10/2014.

VARES, S.; HÄKKINEN, T. Environmental burdens of concrete and concrete products. In: **Nordic Concrete Research Publication**, v. 21, n. 1, jun. 1998. Disponível em: <<https://www.tekna.no/ikbViewer/Content/739021/doc-21-10.pdf>>. Acesso em: 30/10/2014.

WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT (WBCSD). **Global Cement Database on CO2 and Energy Information** – “Getting the Numbers Right” (GNR), 2011.



Base de dados para consultas on-line. Disponível em:

<<http://www.wbcdcement.org/index.php/key-issues/climate-protection/gnr-database>>.

WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT (WBCSD). **Cement Industry Energy and CO2 Performance** - Getting the Numbers Right, 2009. 44p. (CSI Report). Disponível em: <<http://wbcsd.org>>.





**CBCS**

Conselho Brasileiro de  
Construção Sustentável

Ministério do  
**Meio Ambiente**

