

EDIFÍCIO AMBIENTAL

Joana Carla Soares Gonçalves
Klaus Bode
organizadores

oficina de textos

[Introdução]

JOANA CARLA SOARES GONÇALVES

Desde os anos 1990, a discussão sobre o impacto ambiental de edifícios vem ganhando peso na agenda de uma série de cidades e países ao redor do mundo, alcançando dimensões globais em *The Green Economy Report* (Unep, 2011a, 2011b), do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA). O relatório foi elaborado para informar políticas públicas e iniciativas privadas sobre o potencial de transformação socioeconômica associado a investimentos em prol de um melhor desempenho ambiental do setor de edificações.

Aproximadamente 25% do consumo da energia primária produzida no mundo está atrelado ao uso e à ocupação de edifícios, sendo os países desenvolvidos (ou industrializados) os responsáveis pela maior parcela desse consumo (Levine et al., 2007). Como consequência, o setor de edificações foi identificado como líder mundial em emissões de CO₂, no quarto relatório produzido pelo Painel Internacional de Mudanças Climáticas (International Panel of Climate Change, IPCC). No entanto, o mesmo relatório também identifica o setor como aquele com o maior potencial de redução das suas emissões de CO₂, em função das oportunidades de projeto, avanços tecnológicos e comportamento do usuário.

Estudos realizados pelo IPCC (2007) em 36 países apontam para a possibilidade de 29% de redução das emissões do setor das edificações até 2020, a custo zero. As estimativas do IPCC são ainda mais animadoras quando sugerem que cerca de 90% de redução do consumo de energia em edifícios pode ser alcançado com um investimento inferior a U\$ 20,00 por tonelada de CO₂ (Fig. I.1).

Segundo projeções apresentadas em *The Green Economy Report*, com o investimento de um décimo do percentual do PIB mundial estimado para acionar a transição da economia em direção a uma condição mais *verde*, as emissões mundiais de CO₂ causadas pelo setor de edificações caem para valores menores do que os calculados para 1990. Esse é o desempenho equivalente a 43% de redução das emissões estimadas para o cenário conhecido como *business as usual*, ou seja, de um crescimento futuro do setor sem investimentos para a melhoria da sua eficiência energética (Unep, 2011a) (Figs. I.2 e I.3). Vale ressaltar que, como todos esses números se referem ao contexto global, projeções e metas devem ser recalculadas para as diferentes realidades regionais e locais.

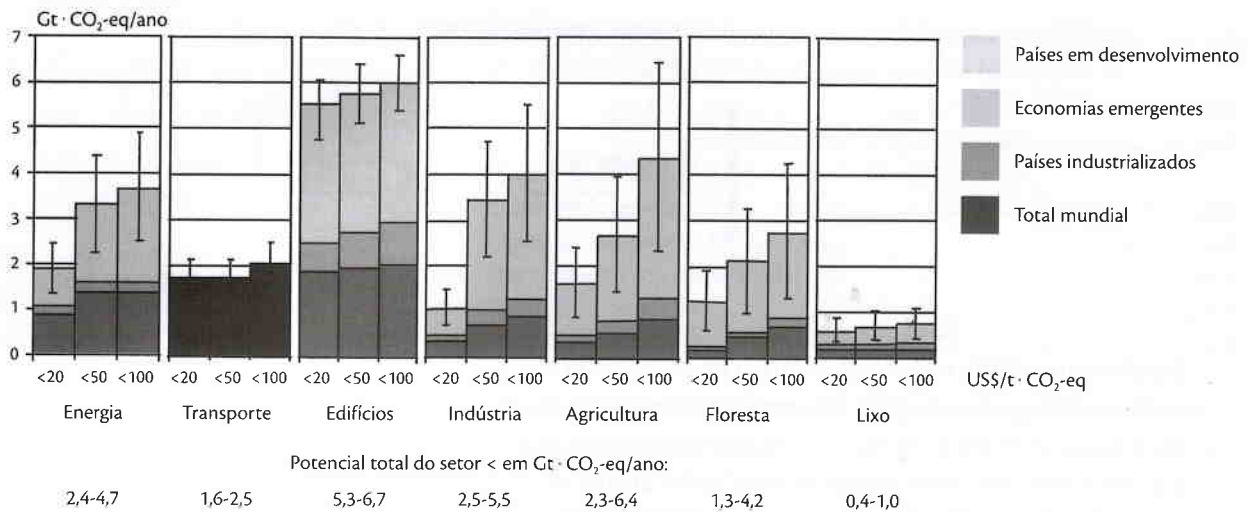


Fig. 1.1 Comparação do potencial de redução de emissões de CO₂, como consequência de diferentes níveis de investimento financeiro (< US\$ 20,00; < US\$ 50,00; e < US\$ 100,00), em uma série de setores da economia mundial, incluindo o setor de edificações
Fonte: Unep (2011a).

Simultaneamente à redução do impacto ambiental, acredita-se que os investimentos para as reduções das emissões dos edifícios conduzam a um crescimento mundial do setor e do PIB, incluindo um aumento da demanda energética, que é contrabalanceado pelo aumento da eficiência nos processos de consumo (Unep, 2011a).

Apesar de os países desenvolvidos (também chamados de industrializados) ainda ocuparem uma posição predominante nas emissões de CO₂ do contexto global, as projeções de um modesto crescimento econômico e populacional apontam para um aumento pouco expressivo do consumo de energia em edifícios nesses países nas próximas décadas. Olhando para o caso da Europa, em particular, aproximadamente 75% do estoque para o residencial necessário para 2050 já está construído (Ravetz, 2008). Diante dessa realidade, no que se refere ao desempenho ambiental do setor, a requalificação de edifícios ganha importância sobre a construção de novos empreendimentos.

Em contrapartida, o crescimento populacional, acompanhado pelo rápido processo de urbanização em determinadas partes do mundo em desenvolvimento,

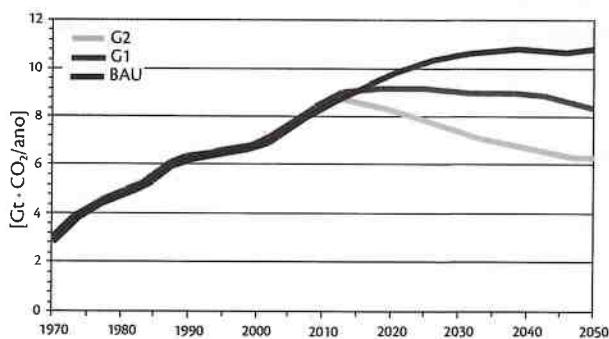


Fig. 1.2 Comparação das emissões de CO₂ do setor de edifícios de 1970 até 2050 entre três cenários: *business as usual* (BAU) e aqueles referentes aos investimentos sugeridos em *The Green Economy Report*
Fonte: Unep (2011a).

anuncia uma mudança de foco. O setor da construção de edifícios residenciais e comerciais tem um crescimento atual, em média, de 7% na China e de 5% na Índia e no sudeste da Ásia, contra 2% nos países desenvolvidos como um todo (Baumert; Herzog; Pershing, 2005). Paralelamente, a projeção de crescimento populacional no conjunto dos países em desenvolvimento é de 2,3 bilhões para as próximas quatro décadas (UN; Desa, 2009). Além da crescente demanda habitacional, estudos publicados pela organização World Business Council for Sustainable Development (WBCSD, 2007), mostram que o processo acelerado de urbanização e crescimento de cidades do Brasil, China e Índia (para citar os casos de maior peso no cenário mundial)

tem como consequência uma demanda expressiva por novos edifícios comerciais. Na China, prevê-se até 2020 um aumento de 70% do estoque da área comercial exist-

tente em 2007 (aproximadamente 3,5 bilhões de metros quadrados construídos) (Zhou et al., 2007).

Junto às perspectivas de crescimento do número de edifícios comerciais ao redor do mundo e do consequente impacto ambiental associado ao desempenho energético, como apontado em *The Green Economy Report* (Unep, 2011a, 2011b), o déficit habitacional nas grandes cidades dos países em desenvolvimento e de economias emergentes também demanda respostas de projeto visando ao desempenho e à qualidade ambiental.

Além da construção do novo, é importante considerar que, em países e cidades onde o déficit habitacional é um dos maiores desafios para o desenvolvimento socioeconômico, como no Brasil, a reabilitação de edifícios existentes em centros urbanos consolidados tem o potencial de contribuir para programas habitacionais, com respostas econômicas, criativas e eficazes, tornando-se mais um nicho de mercado a ser explorado.

É sabido que a energia consumida no setor das edificações varia consideravelmente entre regiões e países, de acordo com as condições climáticas, o poder econômico, tecnologia disponível e padrões culturais. A demanda para o aquecimento dos ambientes na China, por exemplo, equivale a 35% do total, seguida pelo aquecimento da água, com 30%. Já na Índia, de 60% a 70% do consumo energético no setor residencial se destina exclusivamente à preparação de comida (WBCSD, 2007). No Brasil, a distribuição do consumo de energia elétrica por uso final no setor residencial mostra uma realidade diferente das anteriores, com a predominância dos eletrodomésticos somada à iluminação artificial totalizando 60%, seguidos pelo aquecimento de água, com mais 30%. A geladeira e o freezer somados equivalem a 40% do total (Ghisi; Gosch; Lamberts, 2007). No setor residencial dos países desenvolvidos, em que a grande maioria está localizada em regiões de clima temperado e frio, o aquecimento de ambientes internos representa em média 60% do consumo energético total, seguido pelo aquecimento de água, com 18% (WBCSD, 2007).

Já nos países em desenvolvimento, cuja maioria se encontra em regiões mais quentes do globo, grande parcela da energia consumida no setor residencial é destinada a eletrodomésticos e ao aquecimento da água, como no Brasil. Nesses casos, o foco inicial para a redução da demanda de energia deve ser na introdução de tecnologia mais eficiente e, obviamente, na adoção de condutas comportamentais em prol de um consumo mais consciente.

Sobre os edifícios comerciais de uma forma geral, há a predominância da demanda pelo resfriamento artificial e o consequente consumo de energia elétrica, independente do contexto climático, sendo essa dependência dos sistemas ativos de climatização uma das características mais marcantes da cultura internacional do ambiente de trabalho ao redor do mundo.

Como resultado, uma pesquisa realizada pelo IPCC indica que 60% da energia elétrica consumida no planeta vem do uso e operação de edifícios residenciais

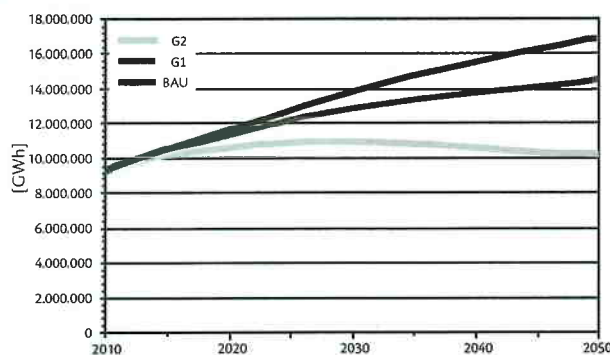


Fig. 1.3 Comparação da demanda energética do setor de edifícios de 2010 até 2050 entre três cenários: *business as usual* (BAU) e aqueles referentes aos investimentos sugeridos em *The Green Economy Report*

Fonte: Unep (2011a).

e comerciais (Levine et al., 2007). No Brasil, o condicionamento de ar em edifícios comerciais é referente a aproximadamente 47% do total da energia elétrica consumida no país, seguido pela iluminação artificial, com 22% do total (Eletrobras, 2007). Em um futuro de aquecimento do clima do planeta, em particular do ambiente urbano, o crescimento estimado para o setor de edifícios nos países em desenvolvimento traz pressões econômicas e ambientais atreladas ao aumento da demanda pela climatização artificial e, conseqüentemente, pela energia elétrica.

A Agência Internacional de Energia (IEA, International Energy Agency) define o edifício de menor impacto ambiental, denominado *edifício verde*, como sendo aquele de maior eficiência energética e menor consumo de água e materiais, além de promover a qualidade do ambiente interno (IEA, 2008). Essa definição da IEA foi adotada no contexto do *The Green Economy Report*, da Unep (2011a), para o modelo de edifício cujo investimento contribui para a transformação do impacto ambiental do setor de edificações.

O consumo de energia por metro quadrado é certamente o principal indicador de desempenho energético de um edifício. Passando para o contexto global, o principal indicador é a emissão de CO₂, como já comentado anteriormente. Com esses dois indicadores, tem-se uma boa compreensão do impacto ambiental de um edifício em termos locais e globais.

É sabido que, além da influência do clima, a demanda energética derivada da climatização e da iluminação artificial está intrinsecamente relacionada com o projeto de arquitetura, as características termofísicas da construção, as particularidades do uso e ocupação e, também, a eficiência dos sistemas. Mudanças no estilo de vida e nas formas de trabalho das sociedades contemporâneas são fatores que afetam o uso de equipamentos eletrônicos e eletrodomésticos e a conseqüente geração de calor, com implicações diretas sobre as condições térmicas dos espaços internos.

Como proposto pela teoria e comprovado em muitos exemplos da prática, antes de serem um mero resultado da eficiência de sistemas tecnológicos, questões fundamentais de projeto e ocupação guardam um grande potencial de minimização do consumo de energia em edifícios.

O MOMENTO DE UMA REVISÃO CRÍTICA

Apesar de instituições de porte internacional, como IPCC, Unep (United Nations Environment Programme) e outras, discutirem amplamente os porquês dos investimentos na realização do *edifício verde*, como é popularmente conhecido, a falta de esclarecimento sobre o que é o edifício de menor impacto ambiental, em diferentes contextos ambientais e socioeconômicos, traz o risco da criação de falsos paradigmas.

A verdade é que décadas de euforia com as possibilidades da tecnologia dos sistemas prediais (que no Brasil, em particular, teve início na década de 1960, com a influência da prática norte-americana sobre os escritórios brasileiros responsáveis pela produção da arquitetura comercial) resultou no esquecimento da noção de como se projetar com o clima, criando mitos e ideias falsas como a impossibilidade da ventilação natural em edifícios de escritório, principalmente, nos edifícios altos.

Indo mais além, a falta de um entendimento conceitual e técnico sobre o tema, com base em valores e possibilidades contemporâneos, direciona os interessados

em uma linha reta em direção aos sistemas de certificação de *edifícios verdes*, que são apenas uma parte da história e nem sempre a melhor ferramenta para medir o grau de desempenho ambiental de um edifício. A popularidade das certificações sem uma abordagem crítica dos seus conteúdos acaba fazendo da sua real contribuição para a avaliação do desempenho ambiental de um edifício uma questão secundária à obtenção do selo.

Assim, enquanto as vantagens econômicas e ambientais de investimentos no setor das edificações em prol de um menor impacto ambiental são claramente demonstradas pelas projeções apresentadas no *The Green Economy Report* (Unep, 2011a), voltando a discussão para o significado e as possibilidades do edifício ambiental, a reformulação de referências teóricas de conforto ambiental e desempenho energético abre um leque de oportunidades para novas explorações no campo do projeto.

Simultaneamente, conquistas da prática alcançadas nas últimas duas décadas são exemplos de verdadeira inovação tecnológica e arquitetônica, na medida em que questões fundamentais sobre o desempenho ambiental de edifícios vêm passando por um processo de profunda revisão crítica. Entre elas, pode-se mencionar: o conceito de conforto ambiental, métodos e ferramentas para o processo de projeto, a integração entre soluções arquitetônicas e da engenharia de sistemas prediais e, até mesmo, o conceito de valor econômico dos edifícios e de suas qualidades ambientais.

No âmbito do conforto ambiental, dá-se uma ênfase maior sobre aspectos de qualidade do que em condições restritas e fixas de variáveis climáticas, incluindo temperatura, umidade e velocidade do ar, assim como níveis de luminosidade. A revisão dos princípios de conforto tem um efeito significativo sobre o controle das condições ambientais internas, com a valorização das possibilidades de adaptação do usuário.

Quanto aos processos de projeto, procedimentos analíticos e ferramentas de avaliação tiveram seu papel de correção e aperfeiçoamento do desempenho ampliado, tornando-se recursos quase indispensáveis para a criação de soluções arquitetônicas e tecnológicas inovadoras. Por um lado, equivoca-se quem espera das simulações computacionais o meio para o encontro das soluções *ótimas* do ponto de vista do desempenho ambiental e energético da arquitetura.

Sabe-se que é da compreensão dos fenômenos da física aplicada à arquitetura, em conjunto com todos os demais fatores determinantes do projeto, que vão surgir as melhores respostas projetuais. Por outro lado, com a complexidade crescente dos projetos arquitetônicos e o conseqüente interesse por soluções como fachadas duplas, novos materiais e formas inusitadas, é inegável a importância dos procedimentos avançados de simulação computacional para a formulação de respostas sobre o desempenho ambiental do edifício.

Do lado dos investimentos financeiros, entre as justificativas que se somam às vantagens da economia de energia, estão os benefícios econômicos atrelados à produtividade e à imagem do edifício de melhor qualidade e desempenho ambiental e também o valor agregado de empreendimentos que primam por um melhor desempenho ambiental.

Retomando a questão de metas e objetivos, sem contradizer a indiscutível necessidade de redução do consumo de energia em edifícios na dimensão global, a interpretação arquitetônica de fundamentos ambientais significa muito mais do

que a redução de kWh/m² exclusivamente, ou mesmo o alcance de uma determinada temperatura do ar, ou níveis preestabelecidos de iluminação.

Com colocado por Dean Hawkes (2008), em *The environmental imagination*, o processo de criação do edifício ambiental, quando baseado em considerações arquitetônicas, tem como alcançar qualidade além do desempenho mensurável desafiando o alto grau de dependência dos sistemas ativos corrente na abordagem generalizada da arquitetura, que passou para os sistemas tecnológicos a responsabilidade de prover condições ambientais confortáveis.



Fig. I.4 Espaço de circulação externa do edifício do Parlamento em Chandigarh, na Índia, projetado por Le Corbusier. A fachada composta pela combinação de elementos horizontais e verticais traz proteção contra o impacto do sol, enquanto cria um ambiente de transição entre exterior e interior

Foto: Barak Pelman.

Em vez de se isolar do clima externo, o edifício ambiental se beneficia da relação com o meio exterior por meio de espaços de transição, nos mais diferentes e difíceis contextos climáticos. Dessa forma, acesso ao sol, aproveitamento da luz natural, comunicação visual entre interior e exterior e ar fresco são alguns dos parâmetros ambientais com o potencial de transcender os limites quantitativos do desempenho e dar qualidade e autenticidade à arquitetura.

No entanto, referenciando novamente Dean Hawkes, desta vez em *The environmental tradition* (1996), é interessante observar que nenhuma dessas considerações é completamente nova. Pelo contrário, muitas dessas qualidades estão presentes em exemplos da arquitetura de todos os tempos, lugares e culturas (Figs. I.4 e I.5).

A teoria e a prática nos mostra que não existe fórmula única ou soluções arquitetônicas e tecnológicas predefinidas para o sucesso do desempenho ambiental

dos edifícios (Hawkes, 2008; Steemers; Steane, 2004; Turrent, 2007). Ícones de sucesso construídos nas últimas décadas, alguns dos quais são apresentados e discutidos nesta obra, provam que o processo de projeto direcionado pelo objetivo maior de promover qualidade além do desempenho resulta em diversidade das condições ambientais e originalidade arquitetônica, além de revelar uma integração exemplar entre arquitetura e tecnologia (Fig. I.6).

Nesse contexto, a economia de energia passa a ser uma consequência do ambiente de boa qualidade, e não o contrário. Com tudo isso, a reformulação dos vários temas do desempenho ambiental vem criar as bases para uma mudança paradigmática da teoria e da prática do projeto.

Por outro lado, o crescente interesse econômico pela imagem do edifício *sustentável, verde, ou ecológico* (são muitos os adjetivos) também vem produzindo um grande número de falsos paradigmas em várias partes do mundo, em particular para a tipologia do edifício comercial (Gonçalves; Umakoshi, 2010). A maioria desses casos se apoia nos sistemas de certificação de desempenho ambiental utilizados do mercado.

Sem negar o papel da certificação na valorização da imagem do edifício de melhor desempenho ambiental e disseminação do conceito (tratando simplesmente da questão energética, sem entrar na discussão sobre qualidade ambiental), dados de consumo de edifícios certificados ao longo da última década em várias cidades do mundo, em especial nas norte-americanas, levantaram questionamentos e

críticas sobre a eficiência desses sistemas em distinguir edifícios de desempenho verdadeiramente superior ao daqueles não certificados (Scofield, 2009). Definitivamente, o real valor de edifícios certificados está na análise detalhada do desempenho energético desses edifícios quando em operação.

O fato é que o verdadeiro desempenho ambiental e energético de um edifício só se confirma com o tempo de uso e ocupação – o que pode ser verificado em projeto são apenas tendências. Apesar da importância ímpar de dados sobre o desempenho operacional de edifícios, é pouca a informação disponível no domínio público, no contexto internacional.

A falta de retorno sobre o real desempenho ambiental e energético de edifícios constitui séria barreira para a evolução do entendimento sobre as vantagens e desvantagens de determinadas estratégias de projeto, que correm o risco de virarem referências sem a confirmação necessária do seu desempenho. Esse é o caso do uso inapropriado de fachadas duplas de vidro em cidades de clima quente (e mesmo temperado).

Essa ausência de informação pode ser explicada por três razões: a falta de conhecimento sobre o papel central de dados empíricos tanto para o aprimoramento dos edifícios existentes como na elaboração de projetos melhores; a falta de interesse verdadeiro de seus executores e ocupantes na questão energética e ambiental; e o fato de muitos dos edifícios aclamados como *verdes* não alcançarem o desempenho prometido.

Com o conhecimento dos dados mencionados, as estratégias de projeto, incluindo a especificação de tecnologias prediais, podem ser revistas e aprimoradas, visando atender aos objetivos e metas de desempenho ambiental e à satisfação do usuário.

Além do desempenho do edifício como projeto e construção e a eficiência prescrita dos sistemas, o ocupante tem uma influência significativa no desempenho final do edifício de acordo com suas atividades, hábitos, necessidades e preferências. Por um lado, não surpreendentemente, o comportamento do usuário e o consequente impacto nas condições ambientais do espaço interno são difíceis de serem capturados pelos modelos matemáticos de simulação de desempenho, tendo em vista a gama de possibilidades e a imprevisibilidade que caracterizam o comportamento do usuário. Por outro, dados empíricos têm como mostrar essa realidade complexa e, por sua vez, informar a criação de possíveis cenários de estudos preditivos.

Avaliações de edifícios ícones de uma geração de melhor desempenho ambiental, alguns dos quais são apresentados nesta publicação, já demonstraram que a simplificação dos controles automatizados e uma maior interação dos usuários na tomada de decisão sobre as suas próprias condições de conforto resultam em uma maior satisfação desses com o edifício e em economias de energia maiores do que as

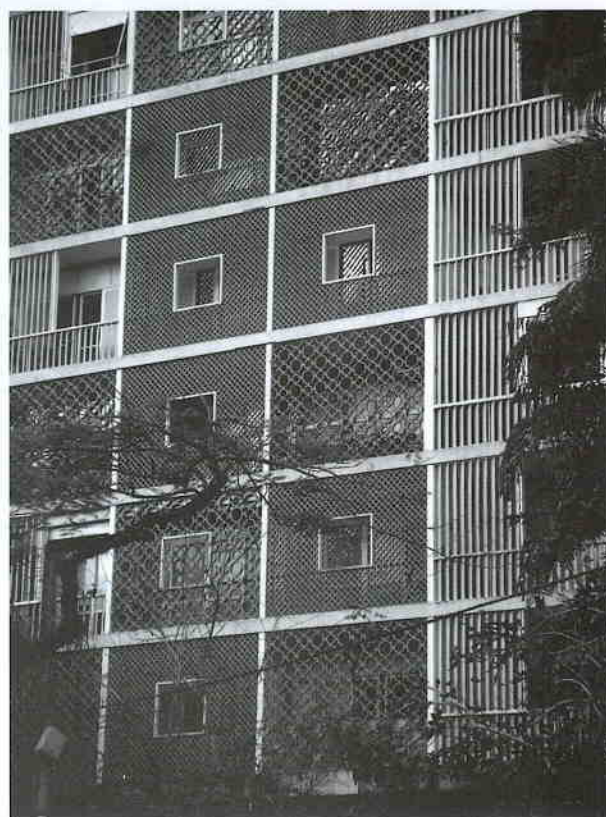


Fig. 1.5 Elevação de um dos edifícios do complexo residencial do Parque Guinle, no Rio de Janeiro, projetado por Lucio Costa, um caso exemplar do modernismo brasileiro que ressalta a originalidade de soluções arquitetônicas voltadas para a qualidade ambiental de espaços internos em clima quente e úmido
Foto: Joana Carla Soares Gonçalves.