

PARA ALÉM DO CARBONO: DESIGN REGENERATIVO EM EDIFICADO EXISTENTE

Catarina Vitorino ¹,

¹ catarinavitorino.s@gmail.com

RESUMO

A adequação do sector da construção aos objectivos de desenvolvimento sustentável resultantes dos indicadores de pressão sobre os ecossistemas requer: por um lado, uma alteração evolutiva dos standards pelos quais são avaliados ambientalmente os edifícios, e por outro, o incremento de acções de reabilitação do edificado existente, em detrimento da prática de prioridade à demolição e construção nova.

Face a esta situação, no âmbito da construção sustentável, o design regenerativo propõe objectivos que excedem os parâmetros definidos pelos actuais sistemas de certificação e os padrões zero de impactes, procurando mesmo produzir contribuições positivas, em direcção a uma acção reparadora local, em colaboração com os sistemas vivos e os ciclos naturais.

Em contexto português, onde o parque edificado existente excede as necessidades habitacionais da população, a avaliação das possibilidades e dos limites do design regenerativo em intervenções de reabilitação constitui um caminho essencial para atingir uma sustentabilidade forte.

O presente trabalho procura definir algumas directrizes elementares de aplicação de estratégias regenerativas em edificado existente, seguindo uma metodologia de investigação suportada por revisão de literatura, análise de casos de estudo e sistematização de critérios de intervenção, como contributo base possível para o desenvolvimento futuro de investigação.

Palavras-chave: *Arquitectura integrada, Design regenerativo, Ecologia aplicada, Sustentabilidade, Reabilitação do edificado existente*

INTRODUÇÃO

Apesar da presente consciencialização global sobre ambiente e sustentabilidade, verifica-se na realidade o agravamento dos diversos problemas, de origem antrópica, que afectam o equilíbrio do planeta, entre os quais se podem mencionar o fenómeno do aquecimento global, o esgotamento dos recursos naturais, as elevadas concentrações de resíduos sólidos e de poluição bio-acumulativa, a redução da biodiversidade, a desertificação e a crescente degradação dos solos agrícolas. (WWF: 2008)

Assumindo a importância significativa do sector da construção sobre estes impactes ambientais, a partir da década de 70 do século XX, é gerado um movimento de esforços de investigação no sentido de ser garantida uma prática de construção mais sustentável. Ao longo dos últimos 30 anos, as evoluções nesta área foram consideráveis e significativas, incluindo o desenvolvimento e aplicação de sistemas de certificação ambiental de edifícios, em diversos países, – tais como GBTool (Green Building Tool), a nível internacional, o LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), nos Estados Unidos da América, e o LiderA (Liderar pelo ambiente a procura da sustentabilidade na construção), em Portugal –, a criação de instrumentos de análise, modelação e base de dados de suporte aos projectistas nos processos de decisão, – como programas de cálculo e análise de ciclo de vida –, e ainda o desenvolvimento de processos e metodologias de design integrado. Simultaneamente, o campo de pesquisa da construção sustentável foi progressivamente objecto de expansão, alargando-se a mais campos disciplinares, e subsistemas teóricos de índole/preocupação ambiental, vindo também a integrar conceitos de pensamento sistémico. Foram também introduzidas transformações no mercado imobiliário, assistindo-se progressivamente a uma maior penetração do marketing verde, e no domínio regulamentar e normativo, – em particular no caso português, em 2006, com a entrada em vigor do Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios (SCE).

Apesar da evolução verificada, a maioria dos edifícios construídos, a nível global, continua a registar pouca ou nenhuma preocupação ambiental na sua concepção, limitando-se a cumprir os mínimos regulamentares em termos de conservação energética ou poupança de água. Mesmo os edifícios considerados actualmente como sustentáveis apresentam genericamente um incremento relativo face à prática convencional, existindo um consenso no início do século XXI sobre a necessidade de esforços mais radicais no domínio da sustentabilidade dos edifícios (Malin, Reed, Todd: 2005; Grosskopf, Kibert: 2006).

No contexto dos objectivos para a sustentabilidade na construção, considerando as estimativas actuais de consumo global de recursos e de produção de resíduos poluentes, a perspectiva corrente de minimização dos impactos negativos, é ainda uma estratégia insuficiente. Esta neutralização de impactes ambientais, contabilizada em relação à prática convencional, – como o objectivo de redução para 50% ou mesmo 0% de emissões de carbono –, não tem em conta a evolução do crescimento de impactes ao longo do tempo (von Weiszacker: 2005). No entanto, ainda que todas as actividades relacionadas com o sector da construção passassem a causar 0% de danos, isso significaria, no máximo, a manutenção do actual estado do sistema natural terrestre, pelo que a meta de neutralização de impactes pode ser questionada.

Os indicadores de pressão sobre os ecossistemas constituem o suporte fundamental de construção e aferição do conceito de sustentabilidade, e o parâmetro final de avaliação de sustentabilidade das actividades humanas.

O conceito de pegada ecológica traduz um método de cálculo, em área terrestre necessária, para produzir os recursos e absorver os impactos ambientais associados a uma população, país ou indivíduo. O conceito foi introduzido por Mathis Wackernagel e William Rees em *Our Ecological Footprint, New Society*, em 1996. A pegada ecológica calculada da população mundial no limiar do milénio excedia os cerca de 2ha globais/indivíduo, tendo sido ultrapassada a capacidade de regeneração do planeta, e implicando a disponibilidade teórica de mais de 1,2 planetas. Tendo em conta que em muitos países, ditos desenvolvidos, os consumos de pegada ecológica são, relativamente, muito superiores, – apresentando Portugal em 2005 uma pegada de cerca de 4,5ha (WWF: 2008) –, e uma vez que só existe um planeta, é essencial que as actividades humanas e estilos de vida se coadunem com este parâmetro fundamental.

Por outro lado, considerando o desenvolvimento crescente das sociedades humanas e da sua população, a necessidade de articulação com os recursos biofísicos do planeta requer uma afinação cada vez mais exigente da eficiência dos seus sistemas tecnológicos e da sua organização civilizacional. O conceito de eco-eficiência e de Factor X, pretende quantificar as alterações necessárias, na sociedade de hoje, para alcançar uma sustentabilidade forte. Este conceito, apresentado em 1998 por Ernst Ulrich von Weiszacker, Armory e Hunter Lovins, no livro “Factor Four: Doubling Wealth, Halving Resource Use”, traduz o cálculo de impacte ambiental como produto da população pelo rendimento económico e pela tecnologia, implicando o crescimento populacional uma melhoria factorial por parte dos hábitos de consumo da sociedade e da sua eficiência tecnológica. Enquanto o Factor 4 é genericamente assumido como garantia mínima de desenvolvimento sustentável, a nível global, nos países pertencentes à OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico), onde são mais intensos os consumos de recursos, é necessário assegurar um Factor 10 para obter um padrão de sustentabilidade em 25 a 50 anos (von Weiszacker: 2005).

Embora subsistam incertezas e ausência de consenso quanto à quantificação e aos indicadores utilizados, – geralmente são utilizados isolada ou conjuntamente: a necessidade total de materiais (TMR - *total material requirement*), a intensidade em materiais por unidade de serviço (MIPS - *material intensity per unit service*) e análise de ciclo de vida (LCA - *life-cycle analysis*) –, para cálculo da eco-eficiência da tecnologia associada, bem como ao impacte ambiental de base a que se refere, o Factor X é útil como ferramenta de sensibilização social e de parâmetro de avaliação de sustentabilidade e alteração económica (Reijnders: 1998).

Contra estes parâmetros, o ritmo de crescimento actual e o nível de sustentabilidade manifestado no sector da construção demonstram-se inadequados, não se coadunando com uma sociedade de Factor 10, – que implica uma redução de 90% dos impactes ambientais em 2050, de forma a atingir meramente uma estabilização das alterações climáticas e um consumo de recursos equilibrado (Reed: 2007). Como suporte teórico da abordagem adoptada encontram-se ainda as evidências (Grosskopf, Kibert: 2006) de que: o número e a escala dos edifícios em construção revelam um ritmo de crescimento que anula os possíveis benefícios

das melhorias pontuais na sua sustentabilidade; e que o estado avançado de degradação e desequilíbrio ecológico do planeta exige medidas mais efectivas de reabilitação e regeneração.

Face a esta situação, no contexto da construção sustentável, o design regenerativo propõe objectivos que se situam para além dos parâmetros definidos pelos actuais sistemas de certificação, e do padrão zero de impactes, transpondo a meta da sustentabilidade em direcção a uma acção progressivamente reparadora, reconciliatória e co-evolutiva com a natureza (Reed: 2007).

Por outro lado, no mesmo contexto, deve ser salientada a importância da possibilidade de reabilitação do edificado existente. Alguns dos factores mais evidentes de sustentabilidade da reabilitação do existente, face à opção de demolição e de construção nova, são a redução de energia incorporada, de consumo de recursos e de materiais, e a minimização de emissões poluentes e produção de desperdícios. A reabilitação sustentável integrada do edificado existente promove diversos resultados positivos, tanto ao nível ambiental, como do ponto de vista da população, aos níveis social, cultural e económico.

No contexto português, onde se observa a existência de um excedente do número de unidades residenciais construídas face às necessidades da população existente (Bragança: 2007), das 5343 habitações existentes certificadas no âmbito do SCE até Janeiro de 2009, apenas 6,5% (349) obtiveram uma classificação de nível A (Maia: 2009). Por outro lado, de acordo com Euroconstruct, em Portugal, as operações de reconversão/reabilitação representam apenas 8% do mercado de construção total, assinalando-se um défice considerável face ao que é prática corrente noutros países da Europa, onde a reabilitação representa em média 45% do mercado de construção (Bragança: 2007).

Com o aumento do parque edificado e da consciência das vantagens de sustentabilidade da reabilitação, o número de intervenções em edificado existente terá tendência para crescer, verificando-se neste contexto uma grande oportunidade de implementação de estratégias sustentáveis de reabilitação. Tal como nos processos de concepção de edifícios novos, a adopção de uma abordagem integrada produz melhores resultados do que uma abordagem fragmentada ou prescritiva (CEA: 2001).

Face a este cenário, é sublinhada a importância da possibilidade de reabilitação regenerativa do edificado existente, assimilando os princípios de design regenerativo na recuperação do ambiente construído, de forma a garantir não apenas um desenvolvimento sustentável mas uma efectiva reintegração dos sistemas humanos com a natureza.

DESIGN REGENERATIVO: PERCURSO HISTÓRICO-CRÍTICO

Na presente década, o conceito de design regenerativo tem sido objecto de divulgação e sistematização, no âmbito de conferências internacionais sobre construção e sustentabilidade, por parte de autores como Raymond Cole e Bill Reed, associados ao sistema de certificação LEED, verificando uma tendência necessária de evolução dos limites dos sistemas de certificação – da eficiência relativa, para a redução absoluta de consumo de recursos não renováveis e substâncias tóxicas (Eisenberg, Reed: 2003)

Contudo, os fundamentos do design regenerativo encontram-se presentes em abordagens tão distintas no espaço e no tempo como as intervenções de *land art* de recuperação ecológica de pedreiras ou minas, à *Acupunctura Urbana* de Jaime Lerner (Lerner: 2003; Mang: 2006). Transversal às diferentes abordagens mencionadas encontra-se a ideia de uma intervenção medicinal sobre a situação existente, procurando remediar os efeitos de desequilíbrio ecológico através da cooperação regenerativa com o ecossistema.

Os sistemas lineares, que caracterizam a maioria das intervenções e actividades industriais humanas, tendem a ser degenerativos, ao contrário dos ciclos presentes na natureza, destruindo progressivamente o contexto natural de suporte do qual dependem. Os padrões degenerativos dos sistemas lineares não só levam a um esgotamento de recursos, na medida em que a desagregação ou interrupção do sistema não permite a sua reposição na mesma escala de tempo, como leva ao crescimento exponencial dos agentes poluentes. Nestes sistemas, a quantidade de resíduos ou produtos não úteis resultantes do processo pode até ser consideravelmente maior do que a quantidade de matéria introduzida, – uma vez que muitos elementos são combinados com ar ou água ao longo do processo (Lyle: 1994) –, resultando

em quantidades excessivas de substâncias que o sistema natural não tem meios para absorver (poluição).

O conceito de sustentabilidade implica a regeneração de recursos, o que só é possível através de sistemas cíclicos, em que o fluxo de matéria, energia e elementos é fechado, eliminando-se os factores de dissipação, e tornando-se desta forma regenerativo e auto-sustentado.

O termo *Regenerativo* foi promovido pela primeira vez durante a década de 70 do século XX, por Robert Rodale (1930-1990), aplicado em relação a sistemas de agricultura orgânica. Porém, as práticas e os sistemas regenerativos não foram propriamente introduzidos ou inventados, mas (re)descobertos, persistindo diversos exemplos de práticas regenerativas tradicionais, no século XX, associadas a sistemas agrícolas, em diferentes pontos do planeta (Lyle: 1994).

A aplicação do termo regenerativo a sistemas edificados deve-se sobretudo a John Tillman Lyle (1934-1998), autor de *Regenerative design for sustainable development*. Segundo Lyle, os sistemas regenerativos são aptos para providenciar a energia e os bens materiais necessários a uma vida confortável e digna, respeitando como condições: o crescimento controlado da população; e a redução do consumo. Neste ponto, os princípios do design regenerativo, e a própria viabilidade dos sistemas regenerativos, encontram-se indissociáveis dos comportamentos humanos e sociais.

A noção de existência de um limite para o crescimento da população e dos seus sistemas, urbanos, industriais, agrícolas e económicos, encontra também um importante impacto, durante a década de 70, com a publicação de *The limits to growth*, de Donella e Dennis Meadows com Jorgen Randers, em 1972. Alterações na sociedade e na economia, sugeridas com base na procura da sustentabilidade, são também propostas na Teoria do Decrescimento, desenvolvida por Nicholas Georgescu-Roegen, François Partant e Serge Latouche, entre outros, na mesma época. Conforme mais tarde enunciado por Lyle, e participando também nesta visão o conceito de *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things* de William McDonough e Michael Braungart (Braungart, McDonough: 2002): numa sociedade ou economia regenerativa não haverá lugar para o conceito de obsolescência planeada (Lyle: 1994, p. 12).

As características de um sistema regenerativo são enunciadas por Lyle da seguinte forma:

- Integração operacional com processos naturais e sociais.
- Mínimo uso de combustíveis fósseis e químicos de produção humana.
- Mínimo uso de recursos não renováveis, excepto quando possível a sua reutilização e reciclagem.
- Uso de recursos renováveis, dentro da sua capacidade de regeneração.
- Produção controlada de resíduos, dentro dos limites para a sua reassimilação pelo ecossistema, quanto ao seu volume e composição.

Lyle faz ainda uma distinção entre o conceito de paleotécnica (associada à tecnologia industrial convencional, cujo modelo teórico de referência é a física) e o de neotécnica (onde se enquadram os sistemas regenerativos, cujo modelo teórico de referência é a biologia). A cooperação com os sistemas naturais, e o mimetismo com processos biológicos, bem como uma intervenção baseada no quadro de referência da ecologia, são partilhados pelos sistemas de pensamento e os conceitos de *Design with nature*, de Ian McHarg, publicado em 1969 (McHarg: 1992), de Permacultura, acrónimo de *permanent agriculture*, sugerido por Bill Mollison e David Holmgren, cerca de 1974, e de *Biomimicry*, de Janine Benyus, publicado em 1997. A percepção destes autores assenta numa profunda mudança de paradigma, recorrendo ao pensamento sistémico como suporte conceptual.

Esta visão, subscrita por Nadav Malin, Bill Reed, e John Todd, entre outros, aplicada ao ambiente edificado, é suportada por uma alteração de como entendemos os edifícios como um ponto fixo, em direcção a um entendimento mais fluído da concepção de projecto, construção e operação e como estes se relacionam em relações regenerativas para a sustentabilidade (Malin, Reed, Todd: 2005, p.10).

No pensamento destes autores, o termo regenerativo traduz os desafios que se colocam ao “edifício sustentável”, ajudando a clarificar a sua definição. O termo regenerativo é empregue na medida que evoca propriedades de auto-organização, auto-cura e auto-evolução dos sistemas vivos (Malin, Reed, Todd: 2005, p.23), e de reintegração (*remembering*) – no sentido de retomar memória, identidade e lugar, na comunidade da vida.

Tal como definido por Reed, a sustentabilidade não é uma condição estática, mas um processo, tal como a vida é um processo (Reed: 2007). O conceito de sustentabilidade deriva então de uma percepção da integração das actividades humanas, dos sistemas humanos, num único sistema global de relações, fluxos, processos, actividades, transformações e sinergias. Os sistemas paleotécnicos, lineares, desenhados pelo ser humano, constituem sistemas entrópicos, por natureza, requerendo um *input* contínuo de recursos e energia. Contrariamente ao postulado na segunda lei da termodinâmica – que todos os sistemas tendem para o caos, aumentando em entropia para um estado de desordem máxima – os sistemas vivos auto-organizam-se, aumentando em ordem e complexidade de inter-relações.

No quadro da avaliação ambiental de edifícios, a diferença entre um edifício com um desempenho neutral, para as abordagens integradas, de sistemas vivos, é entendida como a passagem da fronteira da sustentabilidade (centrada em não causar danos ou impactes ambientais, para atingir um ponto de relativa estabilidade com o ecossistema) para uma progressão de integração com os sistemas vivos. Estas abordagens, progressivas – de reparação, reconciliação e regeneração – pretendem ainda responder à forma como se pode especificamente reparar os danos causados (no passado) e como se pode perpetuar uma relação saudável e simbiótica com os sistemas vivos (no futuro). As actividades construtivas entendidas neste processo são, evidentemente muito mais abrangentes, que o conceito de construção – mesmo considerando as convencionais etapas de ciclo de vida.

No relatório do workshop *Expanding Our Approach*, realizado em Abril de 2005 em Pocantico, nos E.U.A. para a General Services Administration (G.S.A.) (Malin, Reed, Todd: 2005), encontram-se definidos muitos dos princípios de design regenerativo defendidos por estes autores. Em termos de estratégia, e de desenvolvimento dos instrumentos necessários para uma intervenção regenerativa, o enfoque é propositadamente colocado na criação de processos e instrumentos de suporte a uma nova forma de pensar, e menos na discussão de tecnologias.

O suporte fundamental desta mudança evolutiva é sustentado pelo pensamento sistémico, como ferramenta para concepção integrada. Diversos sistemas encontram-se contidos dentro do todo: como a ecologia e o sistema social, encontrando-se ainda integrados por outros sub-sistemas como os sistemas físicos ou o sistema de valores. Neste modelo teórico, a atenção deverá ser colocada não só nos elementos físicos mas para além deles, nas conexões invisíveis que existem entre estes, nos ciclos e fluxos. Melhores resultados podem ainda ser alcançados quando é considerada a colocação de questões, não apenas sobre os potenciais impactes negativos, mas também sobre o potencial de relações benéficas entre todos os sistemas.

Conforme estabelecido com base em esquemas e ideias de Bill Reed, Barbra Batshalom, e Donella Meadows (Malin, Reed, Todd: 2005, p.24; Meadows: 1997), o infinitamente prático é alcançado como resultado do modelo filosófico de acção. Técnicas, soluções e produtos encontram-se na base da escala, sendo de valor limitado quando vistos apenas como elementos que são adicionados ao edifício. Estes devem resultar, ser seleccionados e aferidos por instrumentos de análise (programas de modelação, indicadores e metodologias de avaliação/análise), implicando uma alteração do processo de design, e resultando das orientações programáticas que ascendem sobre esse.

Como apontado por Meadows e salientado por Reed (Reed: 2007), a forma mais efectiva de intervenção sobre um sistema é actuando sobre o próprio modelo mental ou paradigma. Embora esta alteração de paradigma possa encontrar maior resistência no contexto social, do que outras alterações com outro lugar na escala, as suas repercussões são exponencialmente maiores em termos de comportamento/prática, não implicando quaisquer meios técnicos ou custos económicos, e podendo ocorrer num individuo num milissegundo (Meadows: 1997).

Alguns dos fundamentos teóricos, radicados numa transformação de paradigma, e suportados por uma concepção de ecológica, para alcançar os objectivos do design regenerativo, são os seguintes (Malin, Reed, Todd: 2005, p.19):

1. Nós somos natureza. – É fundamental o entendimento que enquanto seres humanos somos parte integral da natureza, compreendendo o passado das relações entre sistema natural e social, e o potencial futuro evolutivo desta relação. Esta concepção permite-nos ver como parceiros, e visionar um futuro de relações co-evolucionárias e simbióticas com os outros sistemas vivos.

2. A mudança é permanente. – É essencial a percepção de que a mudança é um processo que acontece permanentemente, e que o universo está em constante mutação e movimento, em micro e macro escala.

3. A vida desenvolve-se em direcção a uma maior resiliência. – Este conceito é observável a diferentes escalas na natureza. A diversidade e a flexibilidade constituem factores de extrema importância para a resiliência das espécies e dos sistemas. Quanto maior a resiliência, maior a perturbação que podem suportar.

4. A diversidade exige inter-relações. – O valor da diversidade só se manifesta com a existência de relações cooperativas entre elementos. A variação ou diversidade entre inter-relações é a chave fundamental para a resiliência dos sistemas.

5. A resiliência transforma as perturbações em oportunidades. – A perturbação pode constituir um factor de aprendizagem e inovação, quando exista resiliência por parte do sistema. Desenvolver a capacidade de resiliência face à perturbação permite a evolução para um estado regenerativo, que vai além da sustentabilidade.

Os sistemas projectados através de design regenerativo caracterizam-se desta forma por ser concebidos como: parte integrante da natureza, permeável e portador de (sistemas em) mudança, composto por diversidade de elementos e de funções em inter-relação.

ESTRATÉGIAS E PARÂMETROS DE DESIGN REGENERATIVO

O conceito de design regenerativo engloba simultaneamente uma metodologia processual e a implementação de parâmetros de sustentabilidade.

Quanto à implementação de parâmetros, o conceito de *radical sustainable construction*, sugerido por Charles Kibert e Kevin Grosskopf (Grosskopf, Kibert: 2006), contém equivalências aos objectivos contidos no design regenerativo, endereçando as seguintes características essenciais ao futuro da sustentabilidade em edifícios:

1. Integração com os ecossistemas locais. – Sinergia entre ambiente natural, humano e construído, de forma a absorver resíduos, recolher águas pluviais, providenciar tratamento de águas residuais, participar nos processos de arrefecimento e aquecimento do edifício, absorção de ruído, providenciar alimentação, criar amenidades na envolvente e potenciar a fruição paisagística. O carácter dos sistemas e o potencial da integração radica necessariamente das características biofísicas, ecológicas e urbanísticas do local.

2. Ciclos fechados de materiais e sistemas. – Materiais e produtos reutilizáveis e recicláveis, com design para a desconstrução. Os resíduos ou impactes decorrentes dos processos de extracção, produção, uso e reciclagem dos materiais deverão ser absorvíveis no meio ambiente, ao longo do ciclo de vida.

3. Máximo uso de sistemas passivos e de energias renováveis. – Adopção de Factor 10 para consumo de energia. Concepção integrada de sistemas passivos de aquecimento, arrefecimento, ventilação e iluminação. Utilização de fontes locais de energia e recursos renováveis: eólicos, solares, pluviais, hídricos e geotérmicos.

4. Ciclos hidrológicos otimizados. - Adopção de Factor 10 para consumo de água. Redução do consumo de água potável através de dispositivos redutores e da sistematização das redes de água (potável, de lavagem, residual e pluvial). Colaboração de sistemas naturais para tratamento de águas residuais e recolha da água das chuvas.

5. Implementação integral de medidas de qualidade e ambiente interior. – Concepção integrada de qualidade de ar interior (química e biológica), conforto higrotérmico, acústico, lumínico e olfactivo, e isolamento de vibrações. – Neste ponto, poderiam ainda ser consideradas as qualidades intrínsecas do espaço, reportando-se a factores psico-sociais, espaciais e estéticos.

É importante salientar que, apesar da importância que detém no controlo da poluição e da contenção do efeito de estufa, os indicadores de consumo de carbono, isolados, são insuficiente como factor de avaliação de sistemas regenerativos. Para além desta limitação, comum a qualquer tentativa de abordagem parcial do design regenerativo (Reed: 2007), a mediatização da neutralidade em carbono introduziu factores de desacreditação, como o *carbon offsetting* (Peck, 2008).

Assumindo um maior grau de complexidade, por comparação com os sistemas convencionais, as estratégias para o design regenerativo, exigem a utilização de metodologias complementares com capacidade de suporte do processo. Algumas dessas metodologias, referidas por Lyle, incluem: Teoria de Ecossistemas, ou Ecologia aplicada; Análise de Impacto

Ambiental; Pensamento Sistémico; Sistemas de Informação; e Métodos de Participação Pública.

Resultando da aplicação dessas metodologias, o processo de desenvolvimento de design regenerativo deve reflectir as seguintes estratégias:

1. Deixar a natureza fazer o trabalho. – Recorrer prioritariamente a processos naturais ou presentes na natureza para realizar as funções necessárias, de forma a obter maior conservação de recursos, menores impactes ambientais e simultaneamente minimizar custos. Um passo preliminar essencial ao design regenerativo é consequentemente a realização de inventário dos recursos e dos processos presentes e ou disponíveis no local.
2. Considerar a natureza como modelo e como contexto. – Enquanto contexto, manter ou restabelecer a continuidade e as inter-relações existentes à macro-escala. Enquanto modelo, aprender com os processos biológicos, – conforme é proposto por Benyus no conceito de biomimetismo.
3. Agregar, não isolar. – O design integrado, ou holístico, constitui um fundamento essencial do design regenerativo, compreendendo a concepção integrada das partes e da sua conexão. Contrariamente à lógica descartiana, Lyle observa que o design por segregação das partes produz inevitavelmente mundos desagregados.
4. Procurar o nível otimizado para múltiplas funções, não o nível máximo ou mínimo para nenhuma. – Dada a complexidade de objectivos presentes, por vezes em conflito, a quantificação do nível óptimo pode ser problemática. Assim, a combinação de um intervalo de valores aceitável ou otimizado é preferível, como opção de projecto.
5. Adequar a tecnologia à necessidade. – Evitar o *overdesign*: soluções técnicas ou tecnológicas complexas com elevados custos ambientais para a realização de funções que poderiam ser realizadas por soluções mais simples e de menor impacto.
6. Usar a informação para reduzir o consumo. – A adequação do sistema à função é possibilitada pela obtenção da informação necessária no processo de concepção sobre as necessidades reais de consumo, e da sua natureza. Isto pode ser obtido através do aumento da informação e pesquisa, e também através de um *feedback* permanente com o público sobre os possíveis impactes positivos e negativos.
7. Possibilitar múltiplos caminhos/soluções. – A combinação de diversas soluções para uma mesma função garante uma maior resiliência do sistema. Um exemplo desta estratégia é a utilização de fontes de energia renovável combinadas, atendendo às condições disponíveis. Esta estratégia plasma o princípio da diversidade dos ecossistemas, que é também defendido por outros autores: se um caminho ficar truncado, devido a condições climáticas, humanas, ou outras, há sempre outra possibilidade do sistema continuar a funcionar.
8. Procurar soluções comuns para problemas diversos. – Os sistemas regenerativos consideram os padrões de fluxo numa concepção global, permitindo maior integração de soluções, e também maiores interacções entre sistemas. A solução adoptada para recolha de águas pluviais, por exemplo, pode resolver o tratamento das águas e simultaneamente contribuir para a redução do consumo de água potável, – quando se considera o ciclo da água como um todo. Por outro lado, o tratamento de águas residuais pode actuar simultaneamente como fornecedor de água de irrigação e catalisador da biodiversidade, resultando numa integração do ciclo da água com o ciclo de nutrientes.
9. Gerir o armazenamento como chave para a sustentabilidade. – Nos padrões de fluxos circulares, o armazenamento constitui um importante factor de equilíbrio entre as flutuações da capacidade de provisão e das necessidades de uso. Um exemplo desta estratégia é o conceito de massa térmica na envolvente construtiva dos edifícios.
10. “A forma segue o fluxo”, ou conceber a forma para orientar o fluxo. – Conceber sistemas passivos capazes de (re)orientar fluxos através das características formais é uma estratégia que reduz consumo de recursos e a aplicação de tecnologia desnecessária. Um exemplo desta estratégia é a orientação de fluxos de ventilação de ar quente e frio para a ventilação natural de espaços, ou a orientação dos ventos através da forma urbana.
11. Conceber a forma para manifestar o processo. – Dado que a forma segue o fluxo e a função, não é ético nem produtivo dissimular essa lógica implicando um aumento de consumos. Esta estratégia deve ser encarada como uma oportunidade para expressar novas manifestações estéticas, e de resolução do conflito entre cultura e tecnologia, na sociedade actual, evoluindo de um estado de arte aplicada para arte implicada.
12. Dar prioridade à sustentabilidade. – Aceitando que a alteração dos padrões e sistemas degenerativos para regenerativos não é imediata, verifica-se um momento de transição em que há simultaneidade de ambos. As opções realizadas nesse meio-termo devem dar prioridade às

soluções de maior sustentabilidade, prevendo a evolução potencial do sistema e dos comportamentos.

Considerando que o design regenerativo não é uma condição estática, o processo de intervenção que permite obter uma condição regenerativa para um dado contexto, é para Reed, constituído por três momentos catalizadores fundamentais, que se seguem num ciclo contínuo, em “espiral evolucionária” (Reed: 2007):

1. Entendimento do padrão fundamental do Lugar. - Clarificação e alinhamento das aspirações humanas para o projecto e para o local; identificação de padrões passados e presentes nos sistemas naturais e humanos locais, e nas suas inter-relações, desenvolvendo uma História do Lugar.

2. Tradução dos padrões para orientação do conceito de projecto e linhas directoras. – Estabelecimento de um quadro de referência para a tomada de decisões, através da definição do Padrão do Lugar. A partir da compreensão dos padrões de interacção, de sistemas e espécies, podem ser estabelecidos os objectivos de referência e parâmetros da acção, – que fundamentam o desenho, a selecção de materiais e tecnologias, e as estratégias de construção, operação e manutenção.

3) Feedback contínuo: processo de aprendizagem e participação. – Com o envolvimento real da comunidade, através de cenários participativos de acção, reflexão e diálogo, é possível o reforço dos vínculos da comunidade ao sítio, potenciando a sua capacidade de cooperação e auto-regeneração.

Ao longo deste processo, a monitorização do trabalho é fundamental, bem como uma estratégia de design integrado, de forma a superar conflitos de objectivos, e assegurar a optimização das partes e dos sistemas em relação ao todo. Este processo evolutivo deve ser prolongado para além da participação da equipa projectista, ajudando a reforçar as relações obtidas e a procurar em permanência a (re)adaptação óptima ao contexto.

APLICAÇÃO DE ESTRATÉGIAS REGENERATIVAS EM EDIFÍCIO EXISTENTE

Embora não exista ainda um edifício reconhecidamente avaliado como regenerativo, no sentido de cumprir integralmente os parâmetros associados a este conceito, e porque das tentativas de sistematização não resultou ainda uma ferramenta objectiva e integral de avaliação, os casos de estudo apresentados nesta secção são introduzidos como tentativas exploratórias de aplicação de estratégias regenerativas em edifícios, novos ou existentes.

Resultando de uma tentativa de elevar os padrões de sustentabilidade da construção, existem pontualmente ferramentas de certificação ambiental de edifícios de âmbito regional, como o Living Building Challenge, na (bio)região de Cascadia, que abrange parte dos E.U.A. e do Canadá, e cuja meta se aproxima de um desempenho regenerativo. Embora a meta do Living Building se situe “um grau abaixo” do design restaurativo, e apesar da aplicação do conceito ser teoricamente possível, – tendo os seus parâmetros sido parcialmente implementados em múltiplos projectos –, verifica-se que “[...] a true Living Building has yet to emerge.” (CRGBC: 2008, p.21).

Encontra-se sob investigação o desenvolvimento de alguns protótipos regenerativos, como é o caso do projecto HY3GEN (edifício híbrido regenerativo), no âmbito do programa de investigação “Building of Tomorrow”, em Viena, Áustria, que comprova a possibilidade contemporânea de construção de edifícios de desempenho regenerativo em muitos parâmetros. No entanto, o facto de constituírem protótipos não permite a percepção da sua relação específica com o local ou a comunidade, deixando em aberto a possibilidade de regeneração do ecossistema local.

A dificuldade de emergência, e de reconhecimento, de edifícios verdadeiramente inovadores neste campo deve-se a uma conjugação de factores, entre os quais a inexistência de uma definição consensual ou normativa de edifício regenerativo, tal como não existe para *green building* (Grosskopf, Kibert: 2006), envolvendo uma clarificação de objectivos específicos e metas de desempenho.

Por outro lado, alguns autores, como Bill Reed, sublinham que a adjectivação de regenerativo não deve ser atribuída a um objecto ou edifício, mas aos sistemas que integra e ao processo em que participa (Eisenberg, Reed: 2003).

Para uma avaliação efectiva de casos de estudo, seria necessário dispor de um conjunto coerente de casos, preferencialmente avaliados segundo a mesma metodologia de certificação ambiental (como o LEED, LiderA, ou outro), e com maiores semelhanças de tipologia e características locais. Dentro do possível optou-se por analisar projectos com avaliação LEED, justificando-se a sua localização por critérios de uniformização de classificação. Optou-se também pela selecção de casos de estudo que registam a intervenção, como projectistas, analistas ou consultores, nestes projectos, de autores na área do processo de design regenerativo.

O *Center for Regenerative Studies*, da Universidade Politécnica do Estado da Califórnia, embora não implique uma reabilitação do edificado existente, constitui um caso de estudo permanente, plasmado nas reflexões de *Regenerative design for sustainable development*. Este instituto ocupa uma área total de 6,4ha, e é auto-suficiente em termos de energia e alimentação, integrando áreas de produção agrícola e uma conjugação de energias renováveis.

Este projecto, concebido por uma equipa pluridisciplinar, entre os quais John Tillman Lyle, e projectado entre 1986 e 1993, encontra-se considerado no TopTen de edifícios no American Institute of Architects (AIA). As estratégias de design regenerativo, expostas por Lyle, são implementadas neste caso de estudo da seguinte forma:

1. Deixar a natureza fazer o trabalho. – Sistemas solares passivos com recurso à vegetação para controlo microclimático, criação de massa térmica e indução de movimento de ar entre edifícios; Adequação de topografia e cursos de água; Agricultura biológica.
2. Considerar a natureza como modelo e como contexto. – Processos de eficiência em água, dado o contexto climático, como reutilização e reciclagem; Organização de áreas agrícolas conforme padrões naturais de distribuição.
3. Agregar, não isolar. – Integração de funções: geração de energia, abrigo, gestão hídrica, produção de alimentos e reciclagem de resíduos.
4. Procurar o nível optimizado para múltiplas funções. – Equilíbrio das funções em interacção: geração de energia, abrigo, gestão hídrica, produção de alimentos e reciclagem de resíduos.
5. Adequar a tecnologia à necessidade. – Combinação de tecnologias *high* e *low*, conforme os requisitos.
6. Usar a informação para reduzir o consumo. – Monitorização permanente de qualidade nos sistemas de aquacultura e tratamento de águas residuais; Dispositivos electrónicos de controlo de variáveis ambientais; Observação sistemática dos processos pelos ocupantes.
7. Possibilitar múltiplos caminhos/soluções. – Sistemas providos de funcionamentos alternativos; Biodiversidade das culturas agrícolas.
8. Procurar soluções comuns para problemas diversos. – Estufas solares: aquecimento interior e culturas de vegetação e peixe; Coberturas: produção de vegetação/alimentos, recolha de água, aquecimento de água, circulação e protecção climática; Árvores decíduas e vinhas: controlo do microclima, contribuição para sistema solar passivo e produção de alimentos.
9. Gerir o armazenamento como chave para a sustentabilidade. – Recolha de águas pluviais; Métodos de conservação de alimentos; Massa térmica em elementos construtivos.
10. “A forma segue o fluxo”. – Formas edificadas adequadas a radiação solar e ventilação; Terraços em áreas agrícolas com máxima retenção de água.
11. Conceber a forma para manifestar o processo. – Geradores eólicos e colectores solares, no topo da encosta, como marcos identificativos da paisagem.
12. Dar prioridade à sustentabilidade. – Em todos os sistemas são previstos sistemas de reciclagem *in situ*.

O edifício principal do *Center for Regenerative Studies* expressa igualmente os princípios de design regenerativo de Lyle. Este conjunto edificado, onde se concentram as áreas de residência para 90 ocupantes, refeitório, espaços de reunião e auditório, biblioteca, laboratórios, salas de aula e serviços de apoio, encontra-se implantado sobre uma área envolvente de aproximadamente 0,9ha. Desta área, a implantação do edifício ocupa cerca de metade, sendo $\frac{1}{4}$ ocupada por circulação e $\frac{1}{4}$ integrada por espaços cultivados, em que a vegetação desempenha as funções de controlo da radiação solar e de retenção de água, assegurando a infiltração e produtividade do solo.

O edifício distribui-se ao longo de uma encosta virada a Sul, em patamares sucessivos que mimetizam a paisagem agrícola, verificando-se que em termos climáticos o local apresenta características de clima mediterrânico seco. Beneficiando do clima temperado, sem temperaturas extremas, foi possível a experimentação de três arquétipos de construção solar

passiva: o edifício sobre estacas, o edifício semi-enterrado e o edifício com estufa solar. A disposição das tipologias ao longo da encosta, permite a proximidade dos conjuntos sobre estacas próximo da área de aquacultura, no vale, beneficiando da evaporação na estação quente, e das tipologias enterradas a meia encosta.

No projecto, foi dada preferência às coberturas planas, que procuram realizar as mesmas funções da área de terreno ocupada pelo edifício: capturar a água da chuva, produzir energia para aquecimento de águas através de colectores solares, e ainda dispor de vegetação. Na estratégia energética assinalam-se o isolamento moderado da envolvente construtiva, adaptado para climas temperados, e a localização de 80% da área envidraçada a Sul, verificando-se a opção por vidros simples, não reflectores e não coloridos.

O uso de vegetação como parte integral do comportamento do edifício, é particularmente evidente nas estratégias de verão, onde constitui uma peça essencial para minimizar ganhos solares e garantir ventilação. A interceptação da radiação solar pela vegetação verifica-se tanto nas coberturas, como nos alçados Este e Oeste, onde foram colocadas estruturas verticais revestidas por plantas trepadeiras decíduas, de tipo vinha, a cerca de 1,2m da parede. Nos alçados Sul, o sombreamento também é garantido por estruturas horizontais com videiras (solução frequente no Norte de Portugal, sob a forma de latadas), sobre os vãos. Junto ao solo, a utilização de plantas de cultura favorece a evapotranspiração e remove CO₂ da atmosfera, melhorando a qualidade do ar.

Quanto à distribuição de massa térmica, o armazenamento de calor é maioritariamente realizado pela laje de pavimento de betão e pela camada de solo adjacente – e nos espaços semi-enterrados, pela parede de betão e camada de solo adjacente. A proporção existente entre superfícies transparentes e superfícies de massa térmica é aproximadamente 1/3 e 1/6. Todos os edifícios facilitam o movimento de ar, no seu interior, através de ventilação cruzada, pés direitos altos, aberturas no sentido das brisas dominantes de Sul e Sudoeste, e ductos ao longo das paredes e pavimento. Como resultado das estratégias conjugadas, e de acordo com modelo de cálculo, a temperatura interior em todos os espaços do edifício é mantida dentro da zona de conforto ao longo do ano, sem utilizar energia em sistemas de aquecimento e arrefecimento.

Intervenções mais recentes em edifício existente, com estratégias regenerativas, clarificam as potencialidades desta abordagem, salientando o carácter e a actuação do edifício como catalisador das potencialidades entre lugar e comunidade.

O processo de renovação e ampliação da *Sidwell Friends Middle School*, em Washington, pelos arquitectos KieranTimberlake Associates, é exemplificativo da relação entre a leitura das potencialidades ecológicas do lugar (na confluência de duas bacias hidrográficas) e as potencialidades sociológicas e pedagógicas de renovação do contexto escolar. O arquitecto William McDonough, co-autor de *Cradle-toCradle*, e Bill Reed, consultor em design regenerativo, participaram no projecto, direccionando a intervenção no sentido de uma lógica do berço-ao-berço e de regeneração ecológica do local.

O projecto obteve na versão mais recente do LEED uma classificação de Platina, obtendo a pontuação máxima nas áreas de água, energia e inovação. Ao nível das áreas de ocupação de solo e materiais, o projecto não atingiu a classificação máxima, dada a situação preexistente de ocupação de solo com elevado valor ecológico, e ainda a reduzida possibilidade de aproveitamento da estrutura e materiais do edifício existente – a renovação do edifício escolar existente, com cerca de 3000m², foi acompanhada da adição de mais 3500m² de construção nova.

O desempenho óptimo em água compreendeu o tratamento de águas residuais (da cozinha e instalações sanitárias) *in situ*, e foi articulado com a valorização do local, optando-se por construir uma área húmida no pátio formado pela configuração em U do edifício, em vez do tradicional relvado. Diversos princípios de Lyle foram respeitados com esta opção, entre os quais deixar a natureza fazer o trabalho, e conceber a forma para manifestar o processo, ao elevar o lago central a elemento fulcral de projecto e de tratamento de água integrado. A recolha de águas pluviais, em cobertura verde, integra a mesma estratégia, para além do valor acrescentado de constituir uma horta pedagógica para os alunos. A biodiversidade do local foi igualmente reposta com a introdução de 80 espécies autóctones.

As estratégias para a energia compreenderam sistemas passivos de minimização de ganhos de aquecimento e arrefecimento, a fenestração adequada à performance e controlo da iluminação, e a eficiência global do envelope construtivo, para além do recurso a energia fotovoltaica. Chaminés solares foram integradas para extracção de ar, na estação quente, sem recurso a sistemas mecânicos.

Quanto às opções relacionadas com os materiais, deu-se preferência a materiais de origem local e reutilizados, como madeira reciclada de tonéis de vinho, armazenada no porto de Baltimore, pedra proveniente da demolição de uma ponte ferroviária local. Na pavimentação exterior foram utilizadas lajetas de pedra reutilizada de passeios. No interior, foram especificados cortiça, linóleo e bambu.

Outro exemplo de intervenção com estratégias regenerativas em edificado existente é o caso da renovação do edifício de escritórios do gabinete de arquitectura *Environmental Dynamics Inc.*, em Albuquerque. Esta reabilitação de edifício existente de um piso obteve a classificação de Ouro, no sistema de avaliação LEED, tendo sido seleccionado como caso de estudo para o LEED-EB, direccionado para certificação de reabilitação sustentável de edifícios existentes.

Alguns dos princípios regenerativos presentes na concepção deste projecto seguem o conceito de ir para além da redução de consumos e impactes, que defende “não apenas usar menos mas também dar algo em troca”. A definição de edifício regenerativo é aqui colocada como resultado da equação entre *inputs* e *outputs* de materiais, água ou energia, sendo adoptados como princípios regenerativos: uma utilização de materiais reciclados ou sub-produtos de outras indústrias superior à utilização de materiais novos; e uma produção de energia de fontes renováveis, excedente em relação às necessidades de consumo do edifício. O objectivo da recuperação de um edifício existente, situado num bairro degradado, e as metas de desempenho propostos fazem também parte da estratégia de visibilidade da empresa, e de comunicação ambiental com a comunidade.

Na área dos materiais, salienta-se como estratégia efectiva de minimização de impactes ambientais a reutilização de um edifício existente, com manutenção de mais de 50% da envolvente e estrutura construtiva, e uma alta percentagem de utilização de materiais reutilizados, reciclados ou recuperados. Para além disso, a gestão ambiental da obra permitiu a recolha de 85% dos resíduos de construção para centros de reciclagem, entre os quais a remoção do pavimento de asfalto do parque de estacionamento. Como revestimento exterior do edifício, foi empregue um sistema inovador composto por 90% de vidro reciclado, cal e estuque, cujos materiais podem ser encontrados localmente e constituem sub-produtos, minimizando significativamente a energia incorporada final.

Nas estratégias energéticas foram integradas a optimização do envelope construtivo, a iluminação natural através de fenestração zenital, dispositivos de iluminação artificial eficientes, ventilação natural, e a utilização de painéis solares e fotovoltaicos para produção de energia e alimentação de sistemas de aquecimento e arrefecimento interiores.

A valorização ecológica do local compreendeu a criação de uma cobertura verde, a redução de área de estacionamento e de área impermeabilizada, utilizando também um material de pavimentação composto à base de glúten de trigo e a construção de cisternas para acumulação de água pluvial.

Outro caso de estudo sobre a aplicação de estratégias regenerativas em edificado existente é constituído pelo plano de regeneração urbana de um bairro residencial, na *Secção Sudeste de Los Angeles*. Neste plano, a intervenção à macro-escala da cidade, e do bairro, permite a actuação em áreas mais abrangentes, e maiores contributos a nível do ecossistema. Algumas das estratégias empregues neste plano, a cargo do 606 Studio, para além do envolvimento dos agentes de poder local e da comunidade, consistiram na aquisição pública de lotes vagos para instalação de áreas vegetalizadas e espaços de encontro; a diversificação de funções; e a criação de sistemas de recolha de águas pluviais para irrigação e tratamento de resíduos.

Embora a revitalização de áreas urbanas, e por extensão a reabilitação regenerativa do edificado existente, deva ser conduzida enquanto objecto de planeamento a macro-escala, a sua concretização é por vezes realizada com sucesso através de intervenções a micro-escala (Lerner: 2003; Mang: 2006). Do mesmo modo, a unidade de reabilitação mais frequente em contextos urbanos é constituída por edifícios isolados, ou mesmo fracções autónomas de edifícios em propriedade horizontal. Ainda que sujeitas a maiores constrangimentos, estas

intervenções podem apresentar possibilidades de melhoria significativas, e constituir contributos promotores de alterações de maior impacto.

O edifício de escritórios da *National Audobon Society Headquarters*, construído em finais do século XIX, foi objecto de reabilitação sustentável em meados dos anos 90 do século XX, pela equipa de arquitectos Croxton Collaborative, com o objectivo de constituir um modelo de arquitectura sustentável, em Manhattan.

Nesta reabilitação, foram introduzidas as seguintes estratégias quanto à redução do consumo de energia e iluminação: introdução de lâmpadas eficientes (com balastos reguladores, e armaduras suspensas perto do plano de trabalho); utilização de superfícies reflectoras; e partilha de luz em *open space* com utilização de elementos baixos de compartimentação. A iluminação natural foi privilegiada nos pisos superiores, através de luz zenital e janelas trapeiras.

Relativamente a ventilação e a qualidade do ar, a criação de entradas de ar na cobertura, e a instalação de um sistema de bombagem e ventoinhas, possibilitaram a elevação do conforto higrométrico e simultaneamente a renovação do ar, superior a 6 vezes/hora, e a filtragem de 4/5 das partículas.

Ao nível dos materiais, foi pretendido “fechar o ciclo” sempre que possível. Para além da preocupação em manter uma elevada percentagem de estrutura, envolvente construtiva e interiores do edifício preexistente, a maioria dos materiais introduzidos são reciclados. Destes destacam-se os painéis fabricados a partir de papel de jornal reciclado, ladrilhos de vidro reciclado, e várias superfícies horizontais de plástico reciclado.

A intervenção também preconizou uma alteração positiva dos comportamentos, através do incentivo à reciclagem, providenciando instalações verticais de recolha e a instalação de um centro de armazenamento.

Embora as tecnologias utilizadas não possam ser consideradas completamente regenerativas, e tendo em atenção as dificuldades de indução de sistemas solares passivos, de aquecimento e arrefecimento, em edifício construído sem concepção bioclimática, as modificações introduzidas permitiram a obtenção de uma redução de 60% da energia consumida, face à prática convencional. Apesar de não ser certificado pelo LEED, o edifício da *National Audobon Society Headquarters* foi considerado como o primeiro edifício “verde” em Nova Iorque.

SISTEMATIZAÇÃO DE SOLUÇÕES

Tal como notado em análise de casos de estudo, as estratégias anteriormente discutidas encontram maiores dificuldades de implementação à escala do edifício isolado, em contextos urbanos consolidados. “Particularly in urban environments, the employment of natural systems to replace manufactured systems can be challenging because of a scarcity of green space and an absence of significant ecosystem area.” (Grosskopf, Kibert: 2006). Estas limitações são particularmente evidentes no caso específico de reabilitação do edifício existente, concentrado maioritariamente em áreas urbanas, em contextos que permitem pouca alteração do tecido natural e construído.

A aplicação de estratégias regenerativas, nestes e noutros casos, implicará necessariamente a alteração das fronteiras e da escala do conceito de sistema edificado. Uma sistematização desta abordagem encontra-se previamente enquadrada pelo sistema japonês de certificação ambiental de edifícios CASBEE (Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency) (Pinheiro: 2006; Murakami: 2002).

A consideração de comunidade sustentável, com implicação de mudanças de comportamento por parte da população, é por outro lado, um factor essencial para atingir os objectivos de neutralidade de impactes, e ainda mais de uma sociedade regenerativa. Por este motivo, os limites conceptuais do sistema edificado deverão igualmente considerar a comunidade humana como parte integrante desse sistema.

As possibilidades de colocação dos limites do sistema poderão compreender, conforme a especificidade do caso:

1) um edifício e a sua envolvente; 2) um conjunto edificado ou bairro; 3) uma cidade ou área metropolitana, – podendo no limite ser considerada uma *bioregião* (Grosskopf, Kibert: 2006).

Não existem restrições de aplicação do design regenerativo, enquanto processo, a qualquer tipo de edificado novo ou existente, embora alguns edifícios, formas urbanas e implantação possam apresentar naturalmente um desempenho ambiental mais favorável que outros.

Na verdade, o conjunto do edificado existente é composto por uma grande diversidade de tipologias e tecnologias construtivas, reflectindo-se essa diversidade em desempenhos ambientais muito díspares. Conforme estudo de Shuzo Murakami e Toshiharu Ikaga (Murakami, Ikaga: 2008), alguns edifícios de arquitectura vernacular podem assumir um desempenho BEE (Building Environmental Efficiency) muito bom, enquanto edifícios modernos podem apresentar um desempenho inferior a razoável. No mesmo estudo, é também relevante salientar que certos edifícios existentes de arquitectura vernácula podem inclusive aproximar-se mais da categoria de desempenho excelente (ponderação entre conforto e cargas ambientais) do que alguns edifícios “sustentáveis”, apresentando consideravelmente menor impacte ambiental.

A percepção da intervenção arquitectónica de reabilitação como intervenção ao nível do contexto ou do lugar (local, edifício e comunidade), e não apenas de edifício, permite a expansão das potencialidades, ao mesmo tempo que perspectiva a sua possível mútua influência. No processo de concepção de uma acção regenerativa do edificado existente será necessário perguntar preliminarmente à selecção de técnicas ou soluções:

1. O que é que o lugar pode oferecer ao edifício? 1. O que é que o edifício pode oferecer ao lugar?
2. O que é que o lugar pode oferecer à comunidade? 2. O que é que a comunidade pode oferecer ao lugar?
3. O que é que o edifício pode oferecer à comunidade? 3. O que é que a comunidade pode oferecer ao edifício?

Como forma de sistematização de soluções, apresentam-se de forma resumida alguns critérios e requisitos possíveis de intervenções de reabilitação regenerativa em edificado existente, no Quadro 1.

Quadro 1: Critérios de intervenção: reabilitação regenerativa em edificado existente (local+edifício+comunidade)

Área	Factores de selecção	Factores de eliminação
<u>Local:</u>		
Solo	<input type="checkbox"/> Localização em área urbana consolidada	<input type="checkbox"/> Localização em habitat ecológico sensível
	<input type="checkbox"/> Localização em greyfield - área urbana degradada ou desactivada	<input type="checkbox"/> Localização em áreas de elevado valor ecológico do solo, ou REN
	<input type="checkbox"/> Localização em área infra-estruturada	<input type="checkbox"/> Localização em solos de aptidão agrícola, ou RAN
	<input type="checkbox"/> Localização em brownfield - área industrial de contaminação ambiental	<input type="checkbox"/> Localização em solos de estabilidade reduzida
Implantação	<input type="checkbox"/> Localização em área com potencialidade de bioremediação	<input type="checkbox"/> Localização em leito de cheia ou em área de Domínio Hídrico
	<input type="checkbox"/> Implantação com exposição solar favorável	<input type="checkbox"/> Implantação em condições bioclimáticas desfavoráveis
	<input type="checkbox"/> Implantação com exposição favorável aos ventos	
	<input type="checkbox"/> Inserção urbana indutora de deslocações leves, e com disponibilidade de transportes públicos	<input type="checkbox"/> Integração dissonante na paisagem e/ou contexto urbano
Envolvente	<input type="checkbox"/> Integração na paisagem e/ou contexto urbano	<input type="checkbox"/> Perturbação do sistema de vistas
	<input type="checkbox"/> Contribuição para o sistema de vistas	
	<input type="checkbox"/> Disponibilidade de logradouro privado, comum ou lote livre na envolvente	
	<input type="checkbox"/> Índice de permeabilidade elevado ou com potencialidade de reposição da área envolvente	
<input type="checkbox"/> Possibilidade de reintrodução de espécies autóctones de vegetação e biodiversidade		
meta:	≥ Integração de processos regenerativos no âmbito do local	
<u>Edifício:</u>		
Energia	<input type="checkbox"/> Edifício existente com integração de estratégias solares passivas: arquitectura vernácula bem adaptada, edifício em quarteirão urbano bem integrado, construção moderna de qualidade	
	<input type="checkbox"/> Envolvente construtiva com elevada massa térmica	
	<input type="checkbox"/> Possibilidade de aumento da massa térmica, na envolvente e no interior	
	<input type="checkbox"/> Possibilidade de isolamento de pontes térmicas na envolvente	
	<input type="checkbox"/> Possibilidade de orientação solar das áreas de permanência a Sul	
	<input type="checkbox"/> Possibilidade de utilização da cobertura e alçados para produção de energia renovável – colectores solares, fotovoltaicos, eólicos...	
	<input type="checkbox"/> Instalação de iluminação e equipamentos de baixo consumo energético ≥ Factor 10	
	<input type="checkbox"/> Micro-geração de energia eléctrica	
<input type="checkbox"/> Integração de sistemas de gestão de energia e monitorização		
meta:	≥ Neutralidade ou Factor 10 em Energia – ≥ 100% da energia consumida na ocupação, produzida a partir de fontes renováveis locais	

Água	<ul style="list-style-type: none"> □ Possibilidade de captura e tratamento de águas pluviais em logradouro, cobertura, terraço ou sistema urbano □ Instalação de redutores de fluxo e de equipamentos \geq classe A no consumo de água □ Reutilização e reciclagem de águas – irrigação, descargas de autoclismo... □ Infiltração e drenagem de escorrências superficiais
meta:	\geq Neutralidade ou Factor 10 em Água – \geq 100% da água consumida na ocupação, proveniente de água da chuva ou sistemas de água em circuito fechado, purificada sem químicos
meta:	\geq Sistema integrado de gestão de água - \geq 100 % das águas residuais integradas em sistemas de tratamento naturalizado
Materiais	<ul style="list-style-type: none"> □ Possibilidade de remediação de patologias estruturais e não-estruturais □ Possibilidade de reciclagem, reutilização ou biodegradação dos materiais de demolição/remoção □ Intervenção com % elevada de materiais recuperados, materiais com conteúdo reciclado ou produtos secundários □ Local para recolha e armazenamento de materiais recicláveis □ Intervenção com elementos e sistemas para a desconstrução
meta:	\geq Reutilização de Edifício – Manutenção de 100% da envolvente/estrutura construtiva e \geq 50% de elementos interiores
meta:	\geq Resíduos de construção para reciclagem, recuperação, reutilização ou compostagem – \geq 100%
meta:	<ul style="list-style-type: none"> □ Materiais, sistemas e tecnologias renováveis com disponibilidade local □ Materiais com certificação ambiental – análise de ciclo de vida □ Materiais renováveis, dentro da sua capacidade de regeneração □ Materiais com o mínimo de energia incorporada
meta:	\geq Neutralidade da pegada de carbono – \geq % da energia incorporada no processo de construção
Conforto	<ul style="list-style-type: none"> □ Existência ou possibilidade de introdução de ventilação natural cruzada □ Disponibilidade ou potencialidade para garantir pé-direito elevado □ Disponibilidade ou potencialidade para introdução de infra-estruturas de manutenção de conforto □ Disponibilidade de \geq 10 m³ de área útil por utilizador em área de permanência □ Disponibilidade ou potencialidade de acesso a iluminação natural □ Disponibilidade ou potencialidade de orientação solar de vãos para Sul □ Disponibilidade de vãos operáveis em todas as divisões □ Disponibilidade de logradouro, cobertura ou varandas para introdução de vegetação de amenização e hortas
meta:	\geq Condições ideais de conforto asseguradas no interior e na envolvente do edifício
Comunidade	<ul style="list-style-type: none"> □ Edifício significativo na perspectiva cultural ou social para a comunidade □ Edifício com valor estético e qualidade arquitectónica relevantes □ Valorização económica, cultural e social da reabilitação
Valor	
Função	<ul style="list-style-type: none"> □ Condições favoráveis de espacialidade interior e adequação funcional □ Inserção urbana multifuncional – habitação, comércio, serviços e acesso a equipamentos □ População multigeracional, multicultural e multisocial □ Edifício/Local com condições ou potencialidade de adaptação a acessibilidade universal
Operação	<ul style="list-style-type: none"> □ Disponibilização de informação sobre operação e manutenção do edifício □ Promoção e suportes para o comportamento sustentável – reciclagem, etc... □ Possibilidade de compostagem local de resíduos orgânicos □ Possibilidade de produção local de alimentos para consumo da comunidade
meta:	\geq Integração de processos regenerativos no âmbito da comunidade

CONCLUSÕES

Os princípios de design regenerativo, baseando-se num novo paradigma de arquitectura integrada, constituem um profundo desafio à própria disciplina da arquitectura, e da teoria e crítica de arquitectura, no sentido em que se baseiam num sistema de filosofia de projecto e não na mera aplicação de soluções tecnológicas.

O debate e as pesquisas realizadas sobre este tema possuem as qualidades de: a) gerar reflexão no campo da arquitectura, e em particular dos limites da arquitectura sustentável; b) promover o desenvolvimento de sistemas integrados; e c) impulsionar um nível de sustentabilidade forte em diversos sectores das actividades humanas, consentâneos com os indicadores de pressão sobre o ecossistema.

A implementação de design regenerativo em intervenções sobre o edificado existente apresenta possibilidades promissoras de concretização, na medida em que o próprio processo de design regenerativo permite informar as decisões de projecto associadas à reabilitação do edificado existente, a sistematização integrada de soluções, e o (re)estabelecimento de relações regenerativas com o local e a comunidade, no âmbito do seu contexto específico.

A possibilidade de intervenção regenerativa sobre o edificado existente, mais do que materializar a padronização de desempenhos de eficiência em edifícios, apresenta a

oportunidade de contribuir com benefícios regenerativos significativos e efectivos face à situação existente do contexto particular de análise, atribuindo a avaliação de objectivos e parâmetros de sustentabilidade para o conjunto do sistema composto por edifício e envolvente. Por outro lado, face à opção de não intervenção sobre o extenso conjunto de edificado existente, – com os respectivos comportamentos humanos associados e os impactes ambientais resultantes –, a reabilitação regenerativa do edificado existente assume-se como um passo necessário para o desenvolvimento sustentável, contribuindo para a redução da pegada ecológica global.

No contexto português, verificando-se o excedente de unidades habitacionais construídas existentes, salienta-se como uma estratégia essencial a concretização do objectivo de conseguir levar o maior número de edifícios existentes do berço-ao-berço, criando a possibilidade de os integrar numa lógica de ciclo fechado, através de estratégias de reabilitação regenerativas.

Esta oportunidade, no entanto, só será possível, substanciada por uma evolução mais ampla no paradigma da construção sustentável em direcção ao design regenerativo.

Um programa de regeneração possível do edificado existente implica também um programa de intervenção e desconstrução cirúrgica, à escala urbana. Este programa compreende a identificação de possibilidades de acção, tendo em conta: 1. a própria história natural e social do lugar; 2. as ligações existentes e pretendidas entre troços urbanos, considerando ecossistemas e circulação de fluxos; e 3. a identificação de edifícios, ruas ou bairros com potencial de reabilitação regenerativa – através de filtro e selecção.

Tal como no processo de construção de edifícios novos, os principais constrangimentos de aplicação de design regenerativo em edificado existente não se colocam para edifícios isolados, de dimensão relativa, e área livre natural disponível, mas em edifícios integrados em contexto urbano, verificando-se a necessidade de uma maior abrangência das fronteiras do sistema.

A introdução de estratégias regenerativas na reabilitação do edificado existente implica identicamente, em intervenções em contexto isolado ou urbano, o necessário envolvimento da comunidade, e a participação da população, como forma de vínculo das relações regenerativas estabelecidas.

NOTAS E AGRADECIMENTOS

A Bill Reed, pela disponibilidade e o interesse demonstrados em esclarecer as questões colocadas sobre o tema.

Este trabalho foi inicialmente realizado no âmbito do Curso de Estudos Avançados em Arquitectura Bioclimática, na Faculdade de Arquitectura da Universidade de Lisboa em 2009.

BIBLIOGRAFIA

- Bragança, L., Mateus, R., (2007). *Sustainability assessment of building refurbishing operations, Actas da Conferência Portugal SB07 – Sustainable Construction, Materials and Practices: Challenges for the new millennium*, IOS Press, Amsterdão, pp. 381-388.
- Braungart, M., McDonough, W., (2002). *Cradle to Cradle: Remaking the way we make things*. Vintage Books, Londres.
- CEA – Conselho dos Arquitectos da Europa, (2001). *A Green Vitruvius – Princípios e Práticas de Projecto para uma Arquitectura Sustentável*. Ordem dos Arquitectos, Portugal.
- CRGBC – Cascadia Region Green Building Council, (2008). *The Living Building Challenge: in Pursuit of True Sustainability in the Built Environment*. Agosto 2008. [Fevereiro 2009] Disponível em [www: www.cascadiagbc.org/lbc](http://www.cascadiagbc.org/lbc).
- Eisenberg, D., Reed, B., (2003). *Regenerative Design: Toward the Re-Integration of Human Systems with Nature*. [Fevereiro 2009] Disponível em [www: http://www.integrativedesign.net/resources/pdfs/RegenerativeReIntegration.pdf](http://www.integrativedesign.net/resources/pdfs/RegenerativeReIntegration.pdf)
- Grosskopf, K., Kibert, C. J., (2006). *Radical sustainable construction: Envisioning next-generation green buildings*. White Paper da Conferência Rethinking Sustainable Construction

- 2006: Next Generation Green Buildings, University of Florida, Florida, Setembro 2006. [Fevereiro 2009] Disponível em [www: http://www.cce.ufl.edu/rsc06](http://www.cce.ufl.edu/rsc06).
- Jencks, C., Kropf, K. (1997). *Post-modern ecology*. Theories and manifestoes of contemporary architecture, Academy Editions, West Sussex, pp. 133-168.
- Kibert, C. J., (2006). *Revisiting and Reorienting Ecological Design*. White Paper da Conferência Construction Ecology Symposium, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Março 2006. [Fevereiro 2009] Disponível em [www: http://www.cce.ufl.edu/rsc06](http://www.cce.ufl.edu/rsc06).
- Lerner, J., (2003). *Acupuntura Urbana*. Editora Record, Rio de Janeiro.
- Livingston, H., (2007). *Eco-office Promotes Regenerative Design*. AIArchitect, The American Institute of Architects, Maio 2007. [Fevereiro 2009] Disponível em [www: http://info.aia.org/aiarchitect](http://info.aia.org/aiarchitect).
- Lyle, J. T., (1994). *Regenerative Design for Sustainable Development*. John Wiley & Sons, Inc., Nova Iorque.
- Maia, V., (2009). *A sua casa é verde?*. Visão, 5 de Fevereiro de 2009, p.90.
- Malin, N., Reed, B., Todd, J. T. (2005). *Expanding our approach to sustainable design – an invitation. Relatório do Workshop Expanding Our Approach, para a USGSA – United States General Services Administration*, Pocantico, Abril 2005. [Fevereiro 2005] Disponível em [www: http://gyre.buildinggreen.com](http://gyre.buildinggreen.com).
- Malin, N., (2007). *Academic Achievement: A school expansion in our nation's capitol introduces a wetland to a dense urban site*. GreenSource Magazine, Julho 2007. [Fevereiro 2009] Disponível em [www: http://greensource.construction.com](http://greensource.construction.com).
- Mang, N., (2006). *Examining Curitiba Through a Living Systems View (a working draft)*. Regenes Group. [Fevereiro 2009] Disponível em [www: http://www.regenesgroup.com](http://www.regenesgroup.com).
- McHarg, I. L., (1992). *Design with nature – 25th anniversary edition*. John Wiley & Sons, Inc., Nova Iorque.
- Meadows, D. H., (1997). *Places to Intervene in a System*. Whole Earth, Winter 1997. [Fevereiro 2009] Disponível em [www: http://www.developerdotstar.com/mag/articles/places_intervene_system.html](http://www.developerdotstar.com/mag/articles/places_intervene_system.html).
- Murakami, S., Sakamoto, Y., Yashiro, T., Iwamura, K., Bogaki, K., Oka, T., Sato, M., Ikaga, T., Endo, J. (2002). *Comprehensive Assessment System of Building Environmental Efficiency in Japan (CASBEE-J)*, Actas da Conferência Sustainable Building SB02, iiSBE/CIB/Bigforsk, Oslo.
- Murakami, S., Ikaga, T., (2008). *Evaluating environmental performance of vernacular architecture through CASBEE*. IBEC - Institute for Building Environment and Energy Conservation, Tóquio.
- Peck, J., (2008). *Perdão pelos meus pecados de carbono*. Natural, 87, Dezembro 2008.
- Pinheiro, M. D., (2006). *Ambiente e Construção Sustentável*. Instituto do Ambiente, Amadora.
- Reed, B., (2007). *Shifting our Mental Model – “Sustainability” to Regeneration*. Building Research and Information, 35, 6, pp. 674-680.
- Reijnders, L., (1998). *The Factor X Debate: Setting Targets for Eco-Efficiency*. Journal of Industrial Ecology, 2, 1, pp. 13-22.
- Tirone, L., (2007). *Construção Sustentável*. Dinalivro, Lisboa.
- von Weizsäcker, E. U., (2005). *Buildings Technology in the Vanguard of Eco-efficiency. Keynote Speech da Conferência SB05 World Sustainable Building Conference*, Tóquio, 2005.
- WWF – World Wildlife Fund, (2008). *Living Planet Report 2008*. WWF. [Fevereiro 2009] Disponível em [www: http://assets.panda.org/downloads/living_planet_report.pdf](http://assets.panda.org/downloads/living_planet_report.pdf).