

## CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL – FASE DE PRÉ-CONCEÇÃO

Tânia. Lopes<sup>1\*</sup>, Miguel P. Amado<sup>2</sup> e Francesca Poggi<sup>2</sup>

1: GEOTPU – Grupo de Estudo de Ordenamento do Território e Planeamento Urbano  
Faculdade de Ciências e Tecnologia  
Universidade Nova de Lisboa  
2829-516 Caparica  
e-mail: tcl@fct.unl.pt, web: <http://sites.fct.unl.pt/geotpu>

2: GEOTPU – Grupo de Estudo de Ordenamento do Território e Planeamento Urbano  
Faculdade de Ciências e Tecnologia  
Universidade Nova de Lisboa  
2829-516 Caparica  
e-mail: ma@fct.unl.pt e f.poggi@fct.unl, web: <http://sites.fct.unl.pt/geotpu>

**Palavras-chave:** Construção Sustentável; Processo de Conceção; Pré-conceção; Avaliação de Ciclo de Vida; Custo de Ciclo de Vida; Simulação de desenho sustentável

**Resumo.** *A qualidade do edificado construído está intimamente relacionada com a qualidade do projeto, o que justifica a premência que se sente em assegurar uma qualificação do processo. O equilíbrio de ponderação entre as necessidades humanas (conforto, funcionalidade e economia) e o ambiente (gestão de recursos), impõe que desde a fase inicial da conceção do projeto se definam requisitos mínimos a observar. É hoje evidente a necessidade de promover um processo de conceção de edifícios que pondere, para além da qualidade estética e funcional, dos custos da construção, utilização, manutenção e desconstrução, enquadre também os impactes ambientais durante todo o ciclo de vida do edifício, não negligenciando o conforto requerido pelos ocupantes. Contudo, a observação destes requisitos na fase de conceção pode tornar-se bastante complexa, face à necessidade de conciliar diversos fatores por vezes conflitantes entre si, e por isso ser difícil atingir o equilíbrio entre as várias dimensões do processo. Como tal, é imprescindível que esta fase seja realizada por uma equipa multidisciplinar e com o auxílio de ferramentas eficazes de apoio à tomada de decisão. Importa assim garantir a introdução de uma fase de Pré-Conceção que envolva os diferentes estudos prévios e onde são utilizadas ferramentas de análise e simulação dinâmica das soluções arquitetónicas, construtivas e de estimação de custos e impactos ambientais. A exploração de soluções alternativas nesta fase inicial permite que a tomada de decisão relativa ao futuro desenvolvimento do projeto seja mais eficiente, fundamentada e sustentável. Existem hoje diversas ferramentas de análise de projeto/produto, tais como Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), a análise de Custos do Ciclo de Vida (CCV), e software de análise e simulação de desenho “sustentável”. Contudo, estes instrumentos quando utilizados separadamente não garantem um projeto final equilibrado, uma vez que se focam apenas ou separadamente numa direção específica. Por outro lado, ao serem utilizados em simultâneo e de forma iterativa tornam-se ferramentas mais úteis para alcançar a solução de edifício que melhor equilíbrio oferece entre a dimensão social, económica e ambiental. A antevisão e prossecução destes três fatores desde a fase inicial e em toda a perspetiva temporal do ciclo de vida de um edifício torna a Pré-Conceção um contributo importante para tomar decisões adequadas na fase seguinte do projeto e reforçar a valia da Construção Sustentável.*

## 1. INTRODUÇÃO

Os edifícios sustentáveis, com as vantagens que apresentam ao nível da eficiência energética, hídrica e redução do consumo de outros recursos naturais, constituem-se cada vez mais como um elemento determinante no quotidiano da vida do Homem.

Atualmente, uma das maiores preocupações das sociedades é a avaliação da capacidade de manutenção das condições de qualidade de vida humana no Planeta. O elevado consumo de recursos naturais necessários ao crescimento económico de uma população mundial em crescimento contínuo, começa a evidenciar a possível incapacidade de satisfazer as expectativas e necessidades das populações futuras.

Segundo Kibert (1994) [1] o conceito de construção sustentável visa promover a criação e gestão responsável de um ambiente construído saudável baseado em princípios ecológicos e de eficiência na gestão de recursos. Como tal, torna-se evidente que a fase de conceção de edifícios deve possibilitar que ocorra uma maior garantia de compatibilização entre expectativas sociais, económicas e ambientais envolvendo todo o ciclo de vida do edifício. O sector da construção consome aproximadamente 30% dos recursos naturais utilizados no planeta, tendo por isso uma enorme responsabilidade pela delapidação de recursos e, por conseguinte, pela degradação do ambiente) [2]. A construção de edifícios consome 40% dos materiais que entram no mercado global, utiliza 25-40% da energia total produzida no mundo e gera 30-40% dos resíduos e de emissões de CO<sup>2</sup> [3][4].

Neste contexto o principal objetivo da indústria da construção é a realização de um produto que satisfaça as exigências de funcionalidade, conforto, segurança, durabilidade, estética, economia e ambiente ao longo do seu ciclo de vida, isto é, um produto que sirva a função pretendida com segurança, sendo durável, esteticamente agradável, economicamente viável e que se traduza no menor impacte ambiental possível. A premência que atualmente se sente em assegurar o equilíbrio entre as necessidades humanas (ao nível de conforto e económico) e o ambiente, mostra a necessidade de promover a adoção de um processo de conceção de edifícios que pondere, para além dos custos da construção, os custos de utilização, manutenção e desconstrução, bem como os impactes ambientais durante o ciclo de vida do edifício, não negligenciando o conforto que os ocupantes requerem [5].

Existem hoje diversas ferramentas informatizadas para análise de projetos de construção, cujo objetivo é o de auxiliar a tomada de decisão ao avaliar o seu desempenho relativo de determinado fator. Algumas das ferramentas desenvolvidas mais importantes são a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), a avaliação de Custos do Ciclo de Vida (CCV), os *programas informáticos* Autodesk *Ecotect Analysis*<sup>®</sup>, Autodesk *Revit*<sup>®</sup> e *Green Building Studio*<sup>®</sup>, *EnergyPlus*<sup>®</sup> e *Trnsy*<sup>®</sup>s entre outros.

A Avaliação do Ciclo de Vida foi desenvolvida para analisar os impactes ambientais de um produto, processo ou atividade e é uma das ferramentas mais utilizadas para a avaliação e da energia incorporada e emissão de gases poluentes de produtos [6]. No que se refere a aplicação ao processo de construção é importante que a abordagem do ciclo de vida seja adotada não apenas para os produtos mas para a construção no seu todo.

Por outro lado, a avaliação CCV é uma metodologia de carácter económico. A norma ISO 15686-5 (2006) define CCV como uma metodologia que permite uma comparação entre avaliações de custos feitas durante um período de tempo específico, tendo em conta todos os fatores económicos relevantes em termos de custos iniciais bem como em custos operacionais futuros [7]. Esta ferramenta baseia-se na análise de todos os custos de um produto, processo ou atividade ao longo da sua vida, tendo como propósito a otimização dos seus custos totais.

Os programas informáticos referidos são ferramentas para análise e simulação da performance do projeto, que integram conceitos de sustentabilidade para as fases do ciclo de vida do edifício sustentável, contudo mais relacionados com o conforto térmico, luminoso, análise energética e emissões de carbono. Todavia, estas ferramentas utilizadas individualmente não beneficiam o projeto de forma completa, uma vez que destacam apenas parte dos factores que integram a construção sustentável no seu processo. Para alcançar a construção sustentável o projeto de conceção de um

edifício tem de ser um processo integrado, sendo esta uma das diferenças entre um edifício sustentável e um edifício convencional, ao nível do processo. Neste sentido, sentiu-se a necessidade de criar um processo de Pré-Conceção que garanta o tratamento e observância destes aspetos, onde sejam utilizadas as ferramentas anteriormente referidas de forma conjunta, esperando assim que a tomada de decisão seja mais fundamentada, ponderada e assertiva.

## 2. O PROCESSO DA CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL – NECESSIDADE DE UMA NOVA FASE

A construção sustentável caracteriza-se por ser o resultado da aplicação do desenvolvimento sustentável ao ciclo global da construção, não o ciclo de construção tradicional linear, mas sim um ciclo que tem início desde a extração e utilização das matérias-primas, passando pelo planeamento, projeto, construção, utilização e manutenção do edifício, até à sua desconstrução e gestão final de resíduos. É um processo holístico que visa restaurar e manter a harmonia entre o ambiente natural e o ambiente construído, criando em simultâneo aglomerados populacionais que reforcem a dignidade humana e encorajem a equidade social [8][9].

É fundamental estabelecer um enquadramento entre a construção de edifícios, o seu ambiente envolvente, e as atuais necessidades da população na procura de melhor qualidade de vida, através de uma adaptação processual que permita a minimização de consumos, a preservação de recursos naturais [5].

Deste modo, a construção sustentável deve ser implementada através de um processo operativo que conduza a uma efetiva adoção dos princípios do Desenvolvimento Sustentável, através da implementação de ações passivas, de processos construtivos rigorosos e detalhados, da utilização de materiais ecológicos e também de uma eficiente avaliação e monitorização ao longo de todo o ciclo de vida de um edifício [9].

O processo de construção sustentável (Figura.1) evidencia-se portanto como um procedimento que assume como linhas mestras todas as fases que incorporam o ciclo de construção de um edifício – conceção, construção, utilização, manutenção e demolição/desconstrução, sendo desde já importante acrescentar a fase de monitorização, a qual permite acompanhar e avaliar constantemente, todo o processo de construção [9][10].

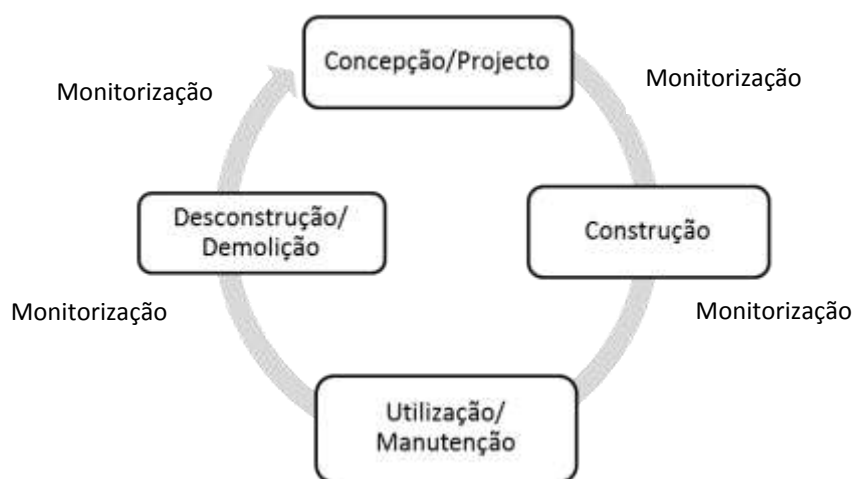


Figura 1: Processo de construção sustentável

Uma vez que a sustentabilidade na construção baseia-se na ideia de que o processo de construção de edifícios deve ser visto como um processo cíclico, que considera todas as fases do ciclo de vida

de um edifício [11,12], então é na fase de concepção que terão de ser pensados e previstos/definidos todas as ações a realizar sobre o edificado durante as suas fases posteriores (construção, utilização, manutenção, desconstrução). Estes aspetos interligam-se com a qualidade do edificado que por sua vez está intimamente relacionada com a qualidade do projeto.

A fase do projeto é a fase determinante de qualquer tipo de construção. Exemplo disso é o dado de que 80 a 90% dos custos de operação e manutenção são determinados na fase de projeto [13].

Na fase de concepção são tomadas as decisões, definem-se objetivos (destino e desempenho futuros do edifício) e encontram-se soluções a adotar para alcançar os mesmos, conciliando as necessidades de futuros ocupantes com os objetivos do dono de obra e com as restrições de carácter urbano e legal. Atualmente, além dos fatores referidos é necessário ainda que o projeto atinja o equilíbrio entre o que é socialmente desejável, economicamente viável e ecologicamente sustentável.

Esta situação evidencia a complexidade da fase de projeto, sobretudo devido à necessidade de conciliar diversos fatores e de alcançar o equilíbrio entre várias dimensões. Como tal, é indispensável, para atingir a máxima qualidade do projeto, que esta fase seja realizada através de um trabalho conjunto entre os vários intervenientes (equipa multidisciplinar) e que seja realizada com o auxílio de várias ferramentas de apoio à tomada de decisão. Apenas desta forma será possível garantir que todos os fatores que influenciam a qualidade e sustentabilidade de um projeto durante todo o ciclo de vida dos edifícios são considerados de forma integrada e conjunta.

Para atingir este patamar de qualidade e de equilíbrio entre as dimensões da sustentabilidade considera-se importante a inclusão de uma nova fase no processo de construção sustentável. A fim de alcançar uma maior eficiência, qualidade do projeto e a própria otimização desta fase, parece importante iniciar o processo de construção sustentável por uma etapa de Pré-concepção (Figura 2), a qual se caracterizará sobretudo por ser um processo de simulações e iterações de soluções construtivas pré-selecionadas através da utilização integrada de ferramentas de suporte à tomada de decisão já existentes (Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), a avaliação de Custos do Ciclo de Vida (CCV), os programas informáticos *Autodesk Ecotect Analysis*<sup>®</sup>, *Autodesk Revit*<sup>®</sup> e *Green Building Studio*<sup>®</sup>, *EnergyPlus*<sup>®</sup>, *Trnsys*<sup>®</sup>, entre outros.



Figura 2. Processo de construção sustentável proposto

### 3. FERRAMENTAS DE APOIO

Existem atualmente diversas ferramentas informáticas de análise de projetos de construção, cujo objetivo é auxiliar à tomada de decisão ao avaliar o seu desempenho relativo a um determinado fator. Contudo considera-se que as ferramentas desenvolvidas mais importantes, que se enquadram neste processo de Pré-Concepção, são a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), a avaliação de Custos do Ciclo

de Vida (CCV) e o software de simulação dinâmica – *Autodesk Ecotect Analysis*<sup>®</sup>.

A utilização destas ferramentas numa fase inicial reforça a qualidade do projeto e melhora-o como processo holístico, dado que com a aplicação destas ferramentas é obrigatório que se considerem todas as fases do edifício durante o seu ciclo de vida. A adoção destas ferramentas aumenta a capacidade e o nível de qualidade de avaliação dos parâmetros relacionados com a sustentabilidade de um projeto: o nível de conforto para os utilizadores; o consumo de recursos renováveis e não renováveis, bem como a degradação ambiental resultante da emissão de gases poluentes; e os custos associados a todas as fases do ciclo de vida do edifício. Acresce que os critérios de seleção das ferramentas utilizadas nesta etapa de Pré-Conceção se baseiam na capacidade de proporcionar comparações e simulações que se pretendem ver realizadas e o facto de serem adaptadas ao contexto local.

### 3.1 ACV – Avaliação de Ciclo de Vida

A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) é um método analítico utilizado para quantificar e interpretar de os fluxos de energia e materiais que são utilizados e posteriormente expelidos para o ambiente como forma de poluição ao longo do ciclo de vida do produto, processo ou serviço [14]. O processo de avaliação de ciclo de vida é baseado nas normas internacionais das series ISSO 14040 e estrutura-se em quatro etapas [15] como é ilustrado na figura 3:

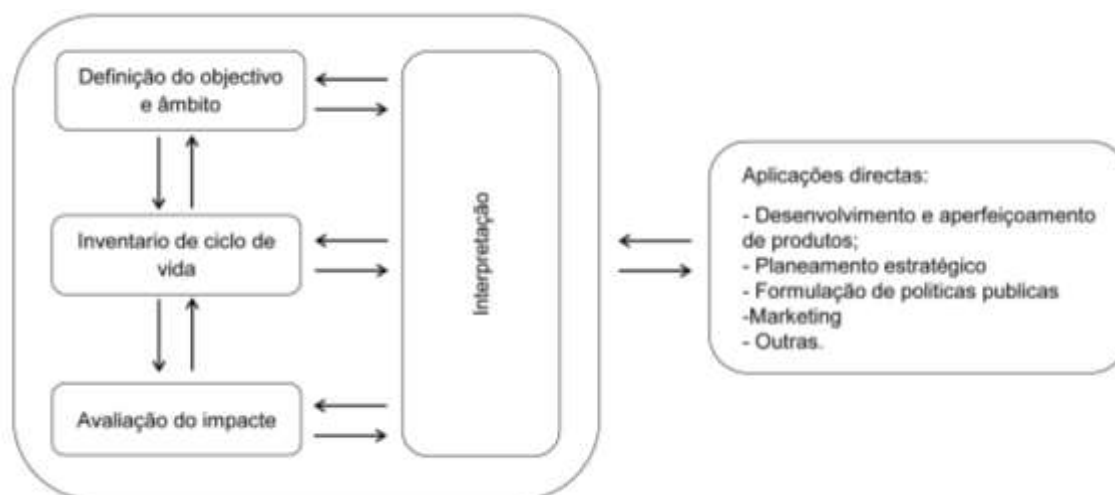


Figura 3. Fases de uma ACV (adaptado ISO 14044:2006 [15])

Os estudos de ACV começaram por ser efetuados como estudos comparativos entre embalagens de um determinado material e de materiais alternativos com o mesmo fim [11]. Estas comparações entre o que é ecológico e económico, fundamentadas em argumentos, objetivos e quantitativos e não apenas por sensibilidade oferecem a oportunidade de determinar quais os materiais mais adequados para um determinado tipo de produto.

No sector da construção de edifícios o ideal e mais completo é uma avaliação por soluções construtivas em vez de material a material [16], pois só desta forma será possível comparar e equilibrar as escolhas entre impacte ambiental, consumos energéticos, conforto interior, durabilidade, entre outros. É por esta razão que o processo idealizado neste estudo refere a pré-seleção de soluções construtivas, sendo que a contabilização de materiais individualizados só deverá ser utilizada quando a sua aplicação é isolada. Devido à grande quantidade de dados necessários para realizar uma ACV, é recomendado o uso de um software que torna o estudo mais expedito e eficiente. Nos últimos anos foram desenvolvidos vários softwares específicos para a aplicação das

metodologias de ACV, cada um com diferentes abordagens, objetos e finalidades para a avaliação de um edifício completo (Tab.1) [3] [17].

Programa	Objecto	Finalidade
SimaPro (Holanda) GaBi (Alemanha) Boustead (UK) TEAM (França)	Sistemas construtivos	Aplicação geral e estudos de ACV
Ecoinvent (Suíça) Gemis (Alemanha)	Materiais	Suporte para a tomada de decisões na seleção de materiais
ATHENA (Canadá) EcoQuantum (Holanda) BEES 3.0 (EUA)	Materiais e sistemas construtivos Sistemas construtivos	Suporte para a tomada de decisões na conceção de edifícios
GBTool (Canada) BREEAM (UK) LEED (EUA) SBToolPT (Portugal) LiderA (Portugal)	Materiais e sistemas construtivos	Suporte para a avaliação de sistemas completos de edifícios

Tabela 1. Alguns softwares para estudo específico de ACV em edifícios

Como um dos pressupostos deste trabalho, desde uma fase inicial, foi a análise de soluções construtivas pré-selecionadas mais utilizadas no sector da construção em Portugal, de forma a desenvolver uma fase simplificada de apoio à fase de projeto tendo como objetivo o aumento da sustentabilidade global do edifício, foi adotada a metodologia de AVC do sistema português de avaliação e certificação da sustentabilidade SBToolPT [18,19].

### 3.2 CCV – Custo de Ciclo de Vida

Como referido, a fase de projeto é muito importante para a definição dos custos. Efetivamente, para além do custo de construção, quase 90% dos custos de operação e manutenção são determinados na fase de projeto [13], o que significa que o custo de posse de um edifício é definido, quase na sua totalidade, nas fases iniciais da sua vida.

A importância de utilizar esta ferramenta de apoio, numa fase inicial do processo de construção sustentável, deve-se sobretudo ao facto de a disponibilidade para influenciar as variações de custo diminuir de 100% para 20%, após terminar a fase de projeto [13]. Esta percentagem (20%) não tem em consideração a capacidade financeira dos proprietários das habitações para investir em alterações de projeto do seu edifício, o que significa que este valor acaba por se ver ainda mais reduzido.

O custo de ciclo de vida consiste na análise de todos os custos de um produto, processo ou atividade ao longo da sua vida, tendo como propósito a otimização dos seus custos totais, contribuindo assim para selecionar, de entre as alternativas analisadas ao longo de um período de tempo, a mais eficiente em termos de custos tendo em conta custos como os de construção, de operação, de manutenção, de reabilitação e de fim de vida.

Para conseguir realizar esta análise de forma exaustiva é necessário, segundo Schade (2007) [20]:

- Dados – Informação geral (custos de aquisição, custos de contratualização, juros, inflação, custos de construção, utilização, manutenção, limpeza, reabilitação, demolição e gestão de

resíduos.

- Dados de qualidade (durabilidade e vida útil de matérias e tecnologias construtivas, etc.);
- Dados desempenho (ciclos de manutenção, ciclos de limpeza, tempos de ocupação, consumos de eletricidade e gás);
- Dados físicos (área bruta do edifício, tipos de sistemas de climatização, áreas de envidraçados, número de ocupantes, número de equipamentos sanitários, entre outros);
- Dados de ocupação (perfil dos ocupantes, tipo de uso do edifício, horas de uso).

Logo, para a realização desta análise a equipa multidisciplinar de projeto terá na fase de pré-seleção de várias soluções construtivas definir também os ciclos de manutenção e de limpeza, entre outras ações que terão de ocorrer no futuro.

Para que esta análise seja realizada de forma expedita e uma vez que apenas serão considerados os elementos construtivos em contacto com o exterior, apenas se pretende comparar entre as várias opções, os custos de construção, de manutenção e de demolição.

### 3.3 Autodesk Ecotect Analysis® e Autodesk Green Building®

Por fim no âmbito das ferramentas de análise e simulação energética do edifício, o Autodesk Ecotect Analysis e o Autodesk Green Building Studio são instrumentos eficazes para avaliações de projectos ainda no estado de concepção. Podendo funcionar como ferramentas de análise do comportamento dos edifícios e do usos da energia, tornam-se um suporte importante nas escolhas estratégicas de projecto para satisfazer os crescentes requisitos de eficiência energética, salvaguarda de recursos e custos baixos. Estas ferramentas permitem analisar desde o início qual será o desempenho de um edifício:

- Ecotect em relação ao conforto térmico, acústico e lumínico e ao potencial fotovoltaico de cada fachada e cobertura (Figura 4) [21]
- Green Building Studio em relação á estimativas de consumo de energia e custos associados no ciclo de vida do edifício e as emissões equivalentes de carbono [22]

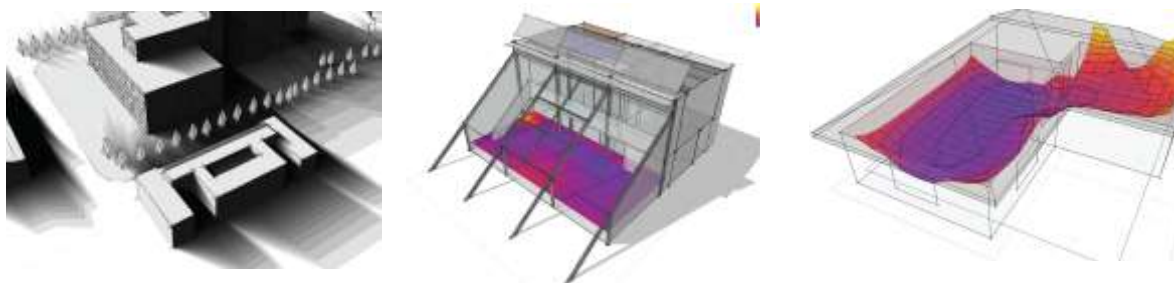


Figura 4. – Autodesk Ecotect Analysis: a) Sombras b) Iluminação c) Desempenho Térmico [21]

Desta forma o projetista pode tomar medidas conscientes fundamentadas, no sentido de uma construção sustentável e ecológica, que seja eficiente em termos de conforto cumprindo os requisitos de temperatura, ventilação, iluminação e acústica. O *Ecotect*® desenvolve estudos facilitar o projeto sustentável, permitindo uma compreensão fácil dos efeitos dos factores climáticos, como o sol/sombra, temperatura, luminosidade, ventilação e ainda os efeitos da volumetria, características da envolvente construtiva e sistemas aplicados. O controlo destes efeitos permite alterar os projectos quando são ainda possíveis as grandes decisões.

#### 4. A FASE DE PRÉ-CCONCEÇÃO

A fase de Pré-Conceção que se pretende ver implementada considera a interação do edifício com a sua envolvente como um fator determinante na definição de soluções construtivas pré-selecionadas e dos materiais e respetivos custos. Assim, a proposta de processo com a etapa de Pré-Conceção que se pretende acrescentar é representada em figura 5.

Esta abordagem que tem como ponto de partida o edifício e a sua adaptação ao meio ambiente, baseia-se no dado adquirido de que o tempo de vida útil de um determinado material pode variar em função do clima e condições externas a que está exposto, o que conseqüentemente influencia a durabilidade e eficiência do edifício [23].

Neste sentido, a etapa 1 do processo visa desenvolver a ideia e o desenho do edifício adaptando-o às variáveis do clima do local que mais influenciam a forma e as aberturas.

A etapa 2 constitui-se como uma modulação simplificada da volumetria e caracteriza-se pela utilização do software de simulação dinâmica que permite a simulação de diferentes soluções formais do edifício até se obter o melhor balanço entre orientação solar, iluminação natural, temperatura interior e ventilação. Esta etapa disponibiliza ainda os dados preliminares para as decisões sobre as soluções construtivas e os materiais possíveis de adotar. No que respeita ao desempenho sustentável global do projeto, considera-se essencial que se proceda à definição de soluções construtivas preferencialmente ecológicas, que deverão incidir em ações passivas e ativas, que contribuam para uma mitigação dos impactos ambientais.

Uma vez que são os elementos da envolvente exterior do edifício (alvenarias exteriores, vãos envidraçados e cobertura) que estão diretamente relacionados com o ambiente exterior e são os que por isso mais influência o consumo de recursos e o conforto no interior do edifício, nesta etapa de pré-conceção os elementos interiores (pavimentos e paredes interiores) bem como os equipamentos de climatização e de aquecimento das águas quentes sanitárias são excluídos da análise que se pretende simplificada e expedita.

A etapa 3 consiste na pré-seleção das soluções construtivas e dos materiais. Essa pré-seleção será elaborada considerando os interesses de todos os intervenientes envolvidos (dono-de-obra, projetistas, utilizadores, entre outros), as condições bioclimáticas da envolvente, os impactos no meio ambiente e os dados preliminares acerca dos custos de construção.

A etapa 4 que compreende a agregação das várias soluções e respetivas combinações numa matriz, permite a implementação de um processo iterativo desenvolvido através de três ferramentas: a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), a Avaliação de Custos do Ciclo de Vida (CCV), e a modelação com o software Ecotect.

Todavia, estas ferramentas utilizadas separadamente não tornam o projeto final equilibrado, uma vez que incidem e trabalham apenas numa direção específica, a ACV nos impactes ambientais, a CCV nos custos e o Ecotect numa perspetiva mais ligada à compreensão rápida dos efeitos dos fatores climáticos como a radiação solar, sombreamento, temperatura, luminosidade, ventilação e ainda os efeitos da volumetria e das aberturas em relação às características da envolvente. Ao serem aplicadas simultaneamente e utilizadas de forma integrada tornam-se ferramentas importantes para a tomada de decisão e para a projeção de um edifício mais sustentável.

A ação 5 tem como objetivo a análise das várias alternativas dos sistemas construtivos selecionados a desenvolver através de um processo integrado de simulações e iterações até atingir a solução que ofereça o melhor equilíbrio entre a dimensão económica, ambiental e social.

A ação 6 formaliza o processo de revisão da solução obtida, a fim de ver garantida a operacionalidade correta e eficiente da implementação da proposta que é depois finalizada na etapa 7 com a agregação da solução formal e construtiva com o melhor desempenho.

Os elementos selecionados neste processo de Pré-Conceção poderão assim ser seguidos na fase de projeto estando já enquadrados numa perspetiva de sustentabilidade. O projeto global será assim bastante mais completo e ponderado, dado que nesta fase de “antevisão” já foram tomadas várias decisões a ser implementadas posteriormente, nas fases de execução do projeto (totalidade das peças desenhadas e escritas).



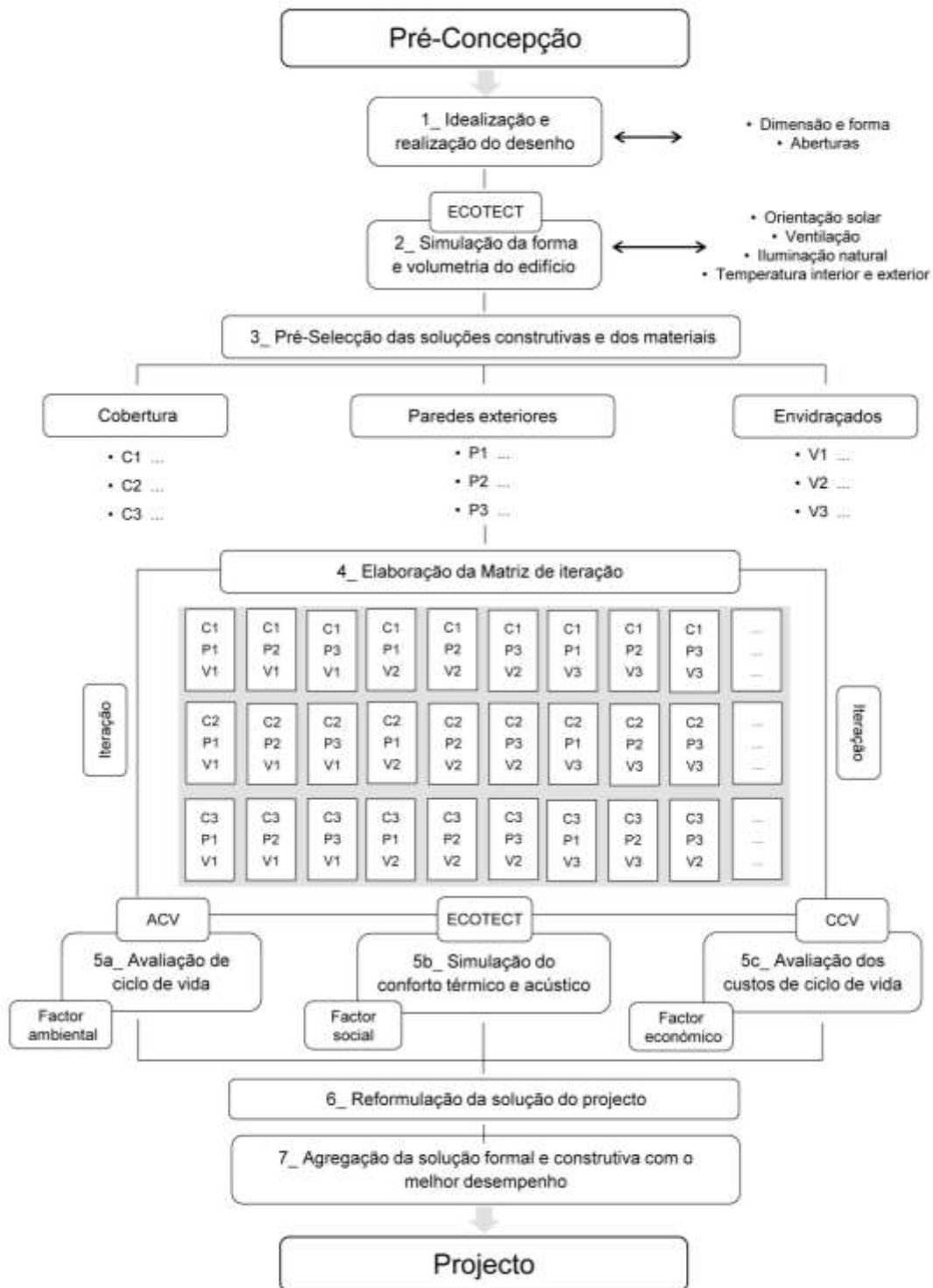


Figura 5. Processo de Pré-Concepção

## 6. CONCLUSÕES

Através deste método espera-se então que o processo de conceção se torne mais eficiente e que a qualidade e sustentabilidade dos projetos de construção aumentem.

A partir desta fase de pré-conceção, e especialmente através da utilização integrada das ferramentas de análise selecionadas espera-se que o projeto seja otimizado e que se consiga encontrar a solução que equilibradamente consiga os melhores resultados ao nível ambiental, económico e social.

O mais importante neste modelo é que a solução adotada foi testada e comparada entre outras soluções, podendo assim verificar-se que a solução foi escolhida conscientemente.

Desta forma, garante-se que as tomadas de decisão não são casuísticas mas sim fundamentadas quantitativamente.

Conclui-se ainda que as fases de construção, utilização, manutenção e desconstrução seriam quase na sua totalidade pensadas e definidas nesta fase, uma vez que é necessária esta informação para alimentar as ferramentas de análise. Consequentemente, o caderno de encargos, o manual de utilizador e o manual de manutenção podem ser tornados bastante mais completos, uma vez que devem ser especificadas todas as medidas consideradas. Essas medidas devem ser seguidas no futuro, para que as fases de construção, utilização, manutenção e desconstrução real do edifício se aproximassem ao máximo do previsto na fase de projeto.

## REFERÊNCIAS

- [1] Kibert, C.J., *Proceedings on the 1st International Conference on Sustainable Construction*, University of Florida, Center for Construction, (1994).
- [2] UNEP - UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, *Sustainable Buildings & Construction Initiative 2006 Information Note*. Paris, (2006).
- [3] Khasreen, M.M., Banfill, P.F., Menzies, G. F., *Life-Cycle Assessment and the Environmental Impact of Buildings: A Review*. Sustainability. 2009; 1(3):674-701.
- [4] K. Taipale, "From Ligth Green to Sutainable Buildings," in *State of the World 2012 - Moving Toward Sustainable Prosperity*, Worldwatch Institute, Ed. Washington: Worldwatch Institute, 2012., Chapter 10.
- [5] Amado, M.P., *Sustainable Building*. XXXV IAHS World Congress on Housing Science. Austrália, (2007).
- [6] Heijungs, R. et al., *Life cycle assessment: What it is and how to do it*. Paris, UNEP, (1996).91p.
- [7] ISO 15686-5: 2006, *Buildings – Service life planning – Part 5: Life cycle costing*, International Organization for Standardization, (2006).
- [8] Miyatake, Y., *Technology Development*, Journal of Management in Engineering, vol. 12, pp. 23-27, 1996. 8
- [9] M. P. Amado, R. Abreu, C. V. Santos, and E. B. Cruz, "O Processo de Construção Sustentável," in *1o Congresso Lusófono sobre Ambiente e Energia*, 2009.
- [10] Kim, J. J.; Rigdon, B., *Sustainable Architecture Module: Introduction to Sustainable Design*, College of Architecture and Urban Planning, University of Michigan, (1998), available from: <http://www.umich.edu/~nppcpub/resources/compendia/ARCHpdfs/ARCHdesIntro.pdf>
- [11] CIB / UNEP-IETC, *Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries- A discussion Document*, Prepared by Chrisna du Plessis, CSIR Building and Construction Technology, Pretoria, África do Sul, (2002), 82p.
- [12] Gervásio, H., Silva L.S., *Novas tendências no sector da construção com vista a um desenvolvimento sustentável*, Construção Magazine, (2005), n.14, p. 17-22
- [13] Kishk, M., Al-hajj, A. et al., *Whole life costing in construction: a state of the art review*, RICS Foundation, (2003).
- [14] Trusty, W. – Athena Sustainable Materials Institute, *An Overview of Life Cycle Assessments: Part One of Three*, International Code Council, (2010), Volume VII, Nº8.

- [15] ISO 14044: 2006, *Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework*, International Organization for Standardization, (2006).
- [16] Kibert, C.J., *Sustainable construction: green building design and delivery*, 2<sup>nd</sup> ed. New Jersey, John Wiley&Sons, (2008).
- [17] Librelotto, D., Jalali, S., *Aplicação de uma Ferramenta de Análise do Ciclo de Vida em Edificações Residenciais – Estudos de Caso*, Revista Engenharia Civil, Universidade do Minho, nº 30, pp.5-20 (2008).
- [18] SBTool (2010), Ferramenta de Avaliação e Certificação da sustentabilidade- SBTool<sup>PT</sup>, Iniciativa Internacional para a Sustentabilidade do Ambiente Construído, disponível em <http://www.sbtool.pt.com> a 12/02/2010
- [19] Bragança, L., Mateus, R., *Avaliação do Ciclo de Vida dos Edifícios - Impacte Ambiental de Solução Construtivas*, Ed. Autor, (2011), 100p.
- [20] Schade, J., *Life cycle cost calculation models for buildings*, Lulea University of Technology. Lulea, Sweden, (2007).
- [21] Autodesk, Autodesk Ecotect Analysis, 2011, Disponível em: <http://usa.autodesk.com/adsk/servlet/pc/index?id=12602821&siteID=123112> a (10/09/2012)
- [22] Autodesk, Autodesk Green Building Studio, 2011, Disponível em: INC <http://usa.autodesk.com/green-building-studio/> a (10/09/2012)
- [23] Augusto C. A., *A Metodologia da Avaliação do Ciclo de Vida na Definição de Critérios de Sustentabilidade em Edifícios*, Universidade Lusíada Editora, (2012), 210p.