



**Universidade do Minho**

Escola de Engenharia

Bruno Haruki Gonçalves Ono

**Plano de gestão para implementação de  
granulado de cortiça nas obras da  
Associação Humanitária Domus Portugal**

Março de 2022



**Universidade do Minho**

Escola de Engenharia

Bruno Haruki Gonçalves Ono

**Plano de gestão para implementação de  
granulado de cortiça nas obras da  
Associação Humanitária Domus Portugal**

Dissertação de Mestrado em Construção e Reabilitação  
Sustentáveis

Trabalho efetuado sob a orientação do  
**Professor Doutor José Cardoso Teixeira**  
E coorientação da  
**Professora Rute Eires**

Março de 2022

## **DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS**

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.

### ***Licença concedida aos utilizadores deste trabalho***



**Atribuição**

**CC BY**

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, primeiramente, à Deus, que guia meu caminho e é bom o tempo todo; agradeço à minha família, minha mãe Edna pela proteção, carinho e amor incondicional, meu pai Franklin pelos valores, cuidados e o encorajamento a sempre buscar o melhor, minha irmã Deborah por sempre estar ao meu lado; agradeço à Nicole pelo imenso apoio, por me manter alegre e por todo amor e confiança em mim depositados; agradeço à Aline Souto por todos momentos de afeto e conselhos valiosos recebidos; obrigado aos meus professores que me fizeram caminhar até aqui através do que há de mais brilhante neste mundo: a educação; obrigado aos meus colegas e amigos por tornar este caminho mais leve e mais divertido; obrigado ao meu orientador, José Cardoso Teixeira, por iluminar minha mente e direcionamento, e à orientadora Rute Eires, pelo tempo de dedicação e enorme auxílio; por fim, obrigado, vida.

## **DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE**

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

## **RESUMO**

A construção sustentável é cada vez mais discutida nos dias de hoje, visto o cenário ambiental agravante projetado para o futuro. A medida que novas técnicas sustentáveis avançam, materiais eco-eficientes surgem e oferecem uma alternativa à construção convencional, porém ainda raramente empregados e somente em casos especiais.

Ainda sobre o setor da construção, outra problemática global diz respeito à falta de moradias, problema atenuado graças a ação de instituições não governamentais que atuam na construção ou reabilitação de residências e abrigos.

Fruto da união deste dois contextos, enxerga-se a oportunidade de desenvolvimento de trabalhos interligando a sustentabilidade construtiva dos materiais eco-eficientes e a construção de habitações sociais. Para tal, é necessário o desenvolvimento de um estudo específico a tratar a implementação de um material alternativo às técnicas construtivas utilizadas por uma organização não governamental.

A gestão de projetos tem vital importância para o sucesso de um plano de gestão sustentável adequado ao tema, a fim de tornar viável em seus fundamentos ambientais, sociais e econômicos. Sendo a maior dificuldade a obtenção do material alternativo para a instituição com o objetivo de menor custo possível.

Portanto, o desenvolvimento do trabalho é baseado na elaboração de um plano de gestão para a implementação, principalmente a obtenção, de um material eco-eficiente em uma instituição atuante na área da construção de moradias para famílias fragilizadas. O estudo tem como base bibliografias na área de gestão de projetos sustentáveis e de projetos sociais na construção civil, além de contar com base de dados de impactos ambientais e socio-econômicos envolvendo materiais de construção.

O sucesso deste estudo tem como ponto chave a reflexão sobre a sustentabilidade e a desigualdade social, e clama pela atenção ao socorro do nosso planeta e aos mais necessitados, afinal, somos responsáveis pela realidade em que vivemos e também na que viveremos amanhã.

## **PALAVRAS-CHAVE**

Gestão sustentável; habitação social; materiais eco-eficientes; ONG; sustentabilidade.

## **ABSTRACT**

Sustainable construction is increasingly discussed these days, given the aggravating environmental scenario projected for the future. As new sustainable techniques advance, eco-efficient materials emerge and offer an alternative way to conventional construction, but still rarely used and just in special cases. Still on the construction sector, another global issue concerns the lack of housing, a problem mitigated thanks to the action of non-governmental institutions that work in the construction or rehabilitation of homes and shelters for the poor people.

As a result of the union of these two contexts, comes clear the opportunity to develop works linking the constructive sustainability of eco-efficient materials and the construction of social housing. For this, it is necessary to develop a specific study to deal with the implementation of an alternative material to the construction techniques used by a non-governmental organization.

Project management is vitally important for the success of a sustainable management plan suited to the topic, in order to make the greatest challenge viable in its environmental, social and economic foundations. Knowing the most difficult task is obtaining the alternative material for the institution with low costs involved.

Therefore, the development of the work is based on the elaboration of a management plan for the implementation, mainly the obtaining, of an eco-efficient material in an institution that plays role in the area of housing construction for fragile families. The study is based on bibliographies in the area of sustainable project management and social projects in civil construction, in addition to relying on a database of environmental and socio-economic impacts involving construction materials.

The success of this study has as its key the discuss on sustainability and social inequality, and calls for attention to help our planet and those most in need, after all, we are responsible for the reality in which we live and also in which we will live tomorrow.

## **KEYWORDS**

Sustainable management; social housing; eco-efficient materials; NGO; sustainability.

## ÍNDICE

Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	v
Abstract.....	vi
Índice.....	vii
Índice de Figuras.....	x
Índice de Tabelas.....	xii
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos.....	xiii
1. Introdução.....	1
2. Objetivos.....	3
3. Metodologia.....	3
4. Estado da arte.....	4
4.1. Planos de gestão no setor da construção civil.....	4
4.2. Materiais de construção sustentáveis.....	7
4.3. Materiais convencionais e alternativos utilizados em ONGs de construção.....	7
4.3.1. Materiais reciclados na Earthship Experience.....	7
4.3.2. BTC (Blocos de terra comprimida) na UN-Habitat.....	8
4.3.3. Compensado e placas de madeira em construção rápida na ONG TETO.....	9
4.3.4. Cob na Earthship Experience.....	11
5. Plano de Gestão.....	12
5.1. Instituição e apoiadores.....	12
5.2. Material eco-eficiente e processos de incorporação.....	13
5.3. Justificativa das propriedades físicas e mecânicas.....	13
5.4. Viabilidade ambiental.....	14
5.5. Viabilidade social.....	15
5.6. Interação junto às instituições, documentações e solicitações de arrecadação.....	15
5.7. Busca por fornecedores diretos, projetos, parcerias com empresas do ramo e campanhas de arrecadação.....	16
5.8. Logística.....	17
5.9. Preparo do material.....	17



5.10.	Viabilidade econômica .....	18
5.11.	Resultados e conclusões.....	18
5.12.	Diagramas de etapas do plano de gestão genérico .....	19
6.	Estudo de Caso.....	20
6.1.	Instituição e apoiadores.....	20
6.1.1.	Associação Domus Portugal.....	20
6.1.2.	Universidade do Minho .....	21
6.1.3.	Síntese.....	21
6.2.	Material eco-eficiente e processos de incorporação .....	21
6.2.1.	Cortiça .....	21
6.2.2.	Incorporação do granulado de cortiça .....	23
6.2.2.1.	Argamassas com incorporação de granulado ou re-granulado de cortiça .....	23
6.2.2.2.	Betões leves com com incorporação de granulado ou re-granulado de cortiça .....	23
6.3.	Justificativa das propriedades físicas e mecânicas .....	23
6.3.1.	Compatibilidade com outros materiais .....	23
6.3.2.	Durabilidade .....	24
6.3.3.	Condutividade térmica .....	25
6.3.4.	Comportamento em relação à humidade .....	26
6.3.5.	Propriedades acústicas.....	28
6.3.6.	Flexão e compressão/descompressão .....	29
6.3.7.	Exemplo de argamassa com cortiça comercial – Ecocork Lime (Secil) .....	30
6.4.	Viabilidade ambiental .....	32
6.5.	Viabilidade social.....	38
6.6.	Interação junto à Associação Humanitária Domus e à Universidade do Minho .....	39
6.7.	Busca por granulado de cortiça .....	40
6.7.1.	Busca por fornecedores de cortiça .....	40
6.7.2.	Busca por empresas de construção para parcerias .....	42
6.7.3.	Campanhas de arrecadação .....	43
6.8.	Logística .....	45
6.9.	Preparo do material.....	47

6.10.	Viabilidade econômica .....	49
6.11.	Resultados e conclusões.....	51
7.	Considerações Finais .....	52
7.1.	Do cumprimento do objetivo .....	53
7.2.	Recomendações para trabalhos futuros .....	53
	Referências Bibliográficas .....	55
	Anexo 1 – Declaração oficial por interesse de cortiça para uso exclusivo em obras de habitações social – Associação Humanitária Domus .....	59
	Anexo 2 – Declaração de caracterização técnica a partir da confirmação de fornecimento do material – Corticeira Amorim .....	60
	Anexo 3 – Declaração ambiental a partir da confirmação de fornecimento do material – Corticeira Amorim .....	61
	Anexo 4 – E-mail com declaração oficial de aprovação ao plano de gestão e à utilização de granulado arrecadado em obras de habitações social – Associação Humanitária Domus .....	62

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Contribuições das fontes globais de emissão de gás em 2010 divididas pelos principais setores .....	1
Figura 2 – Abordagem de um plano de gestão conforme duas visões diferentes .....	5
Figura 3 – Exemplo de diagrama para descrever o sistema produtivo industrial .....	5
Figura 4 – Benefícios da aplicação de um plano de gestão para uma construção mais sustentável .....	6
Figura 5 – Construção de paredes utilizando latas de alumínio e garrafas de vidro pela Earthship Experience .....	8
Figura 6 – Construção de paredes utilizando latas de alumínio e garrafas de vidro pela Earthship Experience .....	8
Figura 7 – Residência construída com a utilização de CEB .....	9
Figura 8 – Moradias sendo construídas por voluntários da ONG TETO .....	10
Figura 9 – Moradias construídas pela ONG TETO em comunidade carente .....	11
Figura 10 – Aplicação de Cob na parede interior de uma residência e resultado final da utilização de Cob nas paredes e piso. Fonte: Earthship Experience .....	12
Figura 11 – Aplicação de Cob na parede interior de uma residência e resultado final da utilização de Cob nas paredes e piso. Fonte: Earthship Experience .....	12
Figura 12 – Diagrama das etapas gerais do plano de gestão .....	20
Figura 13 – Granulado de cortiça .....	22
Figura 14 – Anúncio da residência com isolamento em cortiça, nos Estados Unidos, em 1928 e uma fotografia da casa mais recente em 2012 .....	25
Figura 15 – Comparação entre propriedades como isolamento sonoro de alguns materiais isolantes. Fonte: Amorim cork composites .....	29
Figura 16 – Argamassa Ecocork Lime, fabricada pela Secil .....	30
Figura 17 – Aplicação da Ecocork Lime com a utilização de régua para regularização e talochamento da superfície final .....	32
Figura 18 – Aplicação da Ecocork Lime com a utilização de régua para regularização e talochamento da superfície final .....	32

Figura 19 – Gráfico de comparação entre emissões de CO2 para fabricação de alguns materiais de construção .....	35
Figura 20 – Gráfico de comparação entre quantidade de energia para fabricação de alguns materiais de construção .....	36
Figura 21 – Gráfico de comparação entre quantidade de água para fabricação de alguns materiais de construção .....	36
Figura 22 – Gráfico de comparação entre potencial de aquecimento global de alguns materiais de construção .....	37
Figura 23 – Gráfico de comparação entre a energia incorporada não renovável de alguns materiais de construção .....	37
Figura 24 – Granulado de cortiça expandida fornecido pela corticeira Amorim.....	42
Figura 25 – Cartaz da campanha de arrecadação de rolhas de cortiça do projeto Green Cork em 2021 .....	44
Figura 26 – Localização da Associação Humanitária Domus .....	46
Figura 27 – Mapa de distância entre a Associação Domus e um dos possíveis pontos de coleta próximos, o shopping Nova Arcada .....	46
Figura 28 – Anúncio de venda de equipamento para triturar cortiça .....	48
Figura 29 – Pacote com ¼ m³ de granulado de cortiça fornecido pela Amorim .....	51
Figura 30 – Rolhas de cortiça arrecadadas em casa e com contatos pessoais .....	51

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Valores de condutividade térmica para betões leves incorporados de cortiça .....	25
Tabela 2 – Valores de permeabilidade de alguns isolamentos de construção .....	27
Tabela 3 – Valores de desempenho declarado da Ecocork Lime .....	31
Tabela 4 – Características da Ecocork Lime .....	31
Tabela 5 – Impactos ambientais (energia incorporada, emissão de CO <sub>2</sub> , água utilizada) de diversos materiais da construção civil .....	33
Tabela 6 – Índices de impactos ambientais .....	34

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

ONU.....	Organização da Nações Unidas
ONG.....	Organização não governamental
BREEAM.....	<i>Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology</i>
CASBEE .....	<i>Comprehensive Assessment Scheme for Building Environmental Efficuency</i>
BTC .....	Blocos de terra compactada
PUR .....	Poliuretano
ETICS.....	<i>External Thermal Insulation Composite System</i>
NRE .....	<i>Energy Non Renewable</i>
GWP.....	<i>Global Warming Potential</i>
APCOR .....	Associação Portuguesa de Cortiça
IVA .....	Imposto sobre o Valor Acrescentado

## 1. INTRODUÇÃO

A construção e a reabilitação sustentáveis são vistas como pilares para reverter o quadro ambiental mundial atual que segue em rumo à escassez de recursos naturais e à poluição irreversível do planeta, cenário acelerado devido ao crescimento da população, à urbanização, à enorme expansão do consumo e às escolhas por tecnologias sem a consideração de consequências futuras.

A construção civil é um dos setores com maior contribuição em impactos ambientais, principalmente no que diz respeito ao uso de energia, à geração de resíduos e à emissão de gases de efeito estufa (World Resources Institute. CAIT Climate Data Explorer, 2016). A gestão de projetos sustentáveis tem vital responsabilidade para que uma construção obtenha um caráter mais sustentável e cada vez mais “menos seja feito com menos”, ou seja, menos recursos sejam utilizados e menos impactos sejam gerados. Na figura abaixo é possível identificar a enorme influência da construção de edifícios (“building sector”) na emissão de poluentes no planeta.

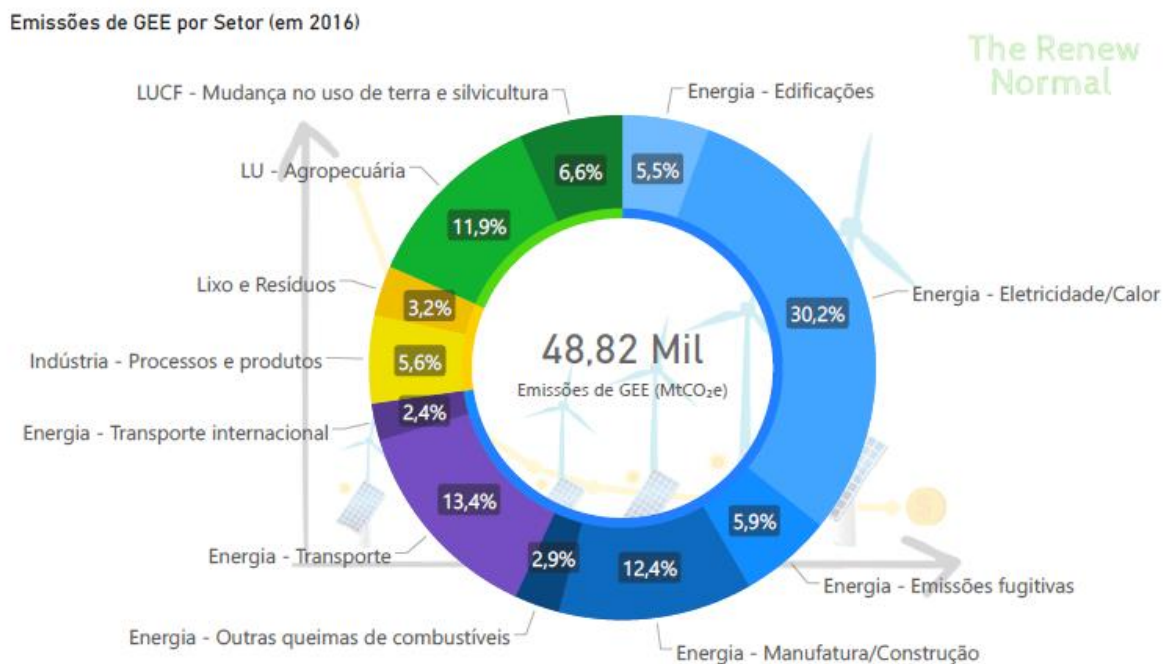


Figura 1: Emissões de gases de efeito estufa por setor. Fonte: World Resources Institute. CAIT Climate Data Explorer (2016).

Na engenharia, a gestão de projetos tem o papel de organizar um plano de atividades eficiente, prático e que interligue sem falhas todas as etapas de uma intervenção construtiva em busca de um resultado ótimo segundo seus objetivos, aliada à sustentabilidade, planejando custos, tempo e execução, reduzindo despesas adicionais e retrabalhos, além de garantir a qualidade do início ao fim da obra. Conforme o livro *"Code of Practice for Project Management for Construction and Development"* de *The Chartered Institute of Building* (2002), a gestão de projetos tem importante papel no planejamento, coordenação e controle de um projeto desde o seu início até à sua conclusão, de modo que sejam atingidos os requisitos do cliente, resultando um projeto funcionalmente e financeiramente viável, realizado no prazo, no limite estipulado para os custos, e de acordo com as especificações da qualidade.

Os materiais eco-eficientes são alternativas capazes de substituir componentes tradicionais em construções ou adicionar características interessantes para o conforto dos usuários. O seu emprego é mais uma vertente da sustentabilidade na construção, capaz de poupar recursos naturais e utilizar menos energia. Porém, é necessário garantir alta qualidade nesta utilização sem que se percam propriedades físicas e mecânicas. Para isto é importante utilizar bancos de dados e bibliografias para suporte e fundamentação de uma minimização de riscos do uso de soluções sustentáveis em obra. Materiais eco-eficientes necessitam ser implementados em conjunto à um plano de gestão adequado e eficiente para assim apresentar resultados satisfatórios e uma utilização economicamente viável.

Outro grande problema da atualidade relacionada à construção civil é a falta de moradia. Estima-se, segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), que mais de 100 milhões de pessoas em todo o mundo não possuem um lugar para viver, enquanto mais de 1 bilhão residem em moradias inadequadas. Um problema social grave, tanto em países subdesenvolvidos com desenvolvidos, que conta com o auxílio de organizações não governamentais em busca de remediar a questão, com atuação na construção de residências ou reformas.

A partir das duas problemáticas, ambiental e social, surge a oportunidade de aliar a sustentabilidade às moradias sociais, a fim de extrapolar o limite firmado para apenas construções de maior poder econômico e assim de fato contribuir para um sistema social, econômico e ambiental como um todo.

É de se pensar que, para que a sustentabilidade em edifícios atinja significativo marco na redução de impactos ambientais globais, necessita-se que o conceito e execução englobe também habitações sociais, ou seja, também aquelas limitadas pelo indicador econômico. E é este o maior desafio.

Os obstáculos para a disseminação da utilização de materiais alternativos sustentáveis se baseiam nos conceitos sociais e econômicos. Os sociais dizem respeito à aceitação de métodos e materiais alternativos, porém não serão alvo deste estudo, visto que as alterações propostas serão visualmente



imperceptíveis, além de não serem estruturais. Já os econômicos são capazes de limitar o raio de ação de intervenções em prol da redução de impactos ambientais devido aos custos, por isso é necessária uma análise socioeconômica sobre os resultados do plano de gestão.

Portanto, a abordagem neste trabalho engloba a gestão da implantação de um material eco-eficiente, unindo as duas pautas apresentadas com foco no estudo de caso das instituições Domus Portugal e Universidade do Minho e as oportunidades geradas, apresentadas conforme o desenvolvimento do estudo.

## **2. OBJETIVOS**

O objetivo do trabalho é o desenvolvimento de um plano de gestão com foco na obtenção do material eco-eficiente por uma instituição de apoio social no alojamento de famílias carentes, etapa mais desafiadora para implementação de um material alternativo em obras limitadas pelo pilar econômico.

No estudo de caso, o material em foco será o granulado de cortiça, devido principalmente no que diz respeito à disponibilidade na região em que o estudo se desenvolverá, definido conforme as etapas descritas, utilizado nos processos construtivos de recobrimento das paredes e enchimento dos pisos em obras da Associação Humitária Domus. Espera-se uma análise de viabilidade ambiental, econômica e social, com a utilização de pesquisas científicas e referências bibliográficas já estabelecidas além de destacar fatores como a disponibilidade e a utilidade do material eco-eficiente.

## **3. METODOLOGIA**

Para o desenvolvimento do plano de gestão levou-se em conta referências bibliográficas com o intuito de produzir um diretório de certa forma genérico, aplicável de maneira facilitada em quaisquer instituições, independente do contexto, em busca da identificação de oportunidades e de facilitar a cadeia de fornecimento do material eco-eficiente.

A descrição do plano de gestão é feita através de etapas, de maneira sucinta, prática e tangível, a fim de explicitar toda logística de obtenção do material alternativo em prol da aplicação em uma obra da instituição social, com apresentação de estimação de custos e as influências nas etapas construtivas.

Para que este estudo seja alinhado à realidade, informações prévias sobre obras finalizadas e outras futuras de responsabilidade da organização podem ser analisadas e consideradas para tomadas de decisão. Portanto um contato direto com a administração da instituição deve ser firmado para uma comunicação clara e produtiva.

A metodologia para o desenvolvimento da justificativa do estudo consiste no embasamento técnico através de teses e pesquisas já estabelecidas pelo meio acadêmico, analisando comparações de resultados envolvendo os materiais eco-eficientes e os tradicionais em questão aos pilares ambientais, sociais e econômicos.

É importante salientar que durante o desenvolvimento desse estudo um acompanhamento adequado é firmado por professores especialistas em gestão de projetos e materiais eco-eficientes na construção civil, articulando de forma incisiva as ideias a serem expostas.

Para o estudo de caso foi levada em conta a localização da Universidade do Minho, Campus de Azurém e as oportunidades ao entorno. Ao fim, através do acervo levantado e analisado, apresentam-se os resultados conclusivos do plano de gestão da implementação do material em obras da associação Domus Portugal a fim de instigar sua utilização nas obras sociais ao norte do país em uma ação futura e evidenciar sua viabilidade tendo em vista os pilares ambientais, econômicos e sociais, além das análises de impacto da utilização de materiais eco-eficientes, com pontos a favor e pontos contra, como justificativa de seu emprego.

## **4. ESTADO DA ARTE**

### **4.1. Planos de gestão no setor da construção civil**

Para a formulação de um plano de gestão diversas estruturas podem ser aplicadas, em “Gestão de estoque: estudo de caso numa micro empresa de material de construção na Cidade de João Pessoa”, os tópicos dividem-se em: apresentação da empresa, gestão do estoque e compras, recebimento de produtos, cadastro de produtos, armazenagem, venda, diagnóstico do estoque, estoque de segurança e ressuprimento. Isto demonstra que as etapas devem ser descritas de forma simples e propor fácil entendimento (Freitas, 2012) .

Na bibliografia de Greice de Bem Noro, “Tomada de decisão em Gestão de Projetos: Um Estudo Realizado no Setor de Construção Civil”, os principais fatores que intervêm e necessitam atenção no desenvolvimento de um plano de gestão estão exemplificados na figura abaixo, ainda com a apresentação da comparação entre a abordagem simplificada em três tópicos e a visão de negócios. Todos esses aspectos devem ser levados em conta para elaboração do plano, a fim de equilibrar as tomadas de decisões em relação à custos diretos e indiretos e torná-lo de fato viável (Noro, 2012).

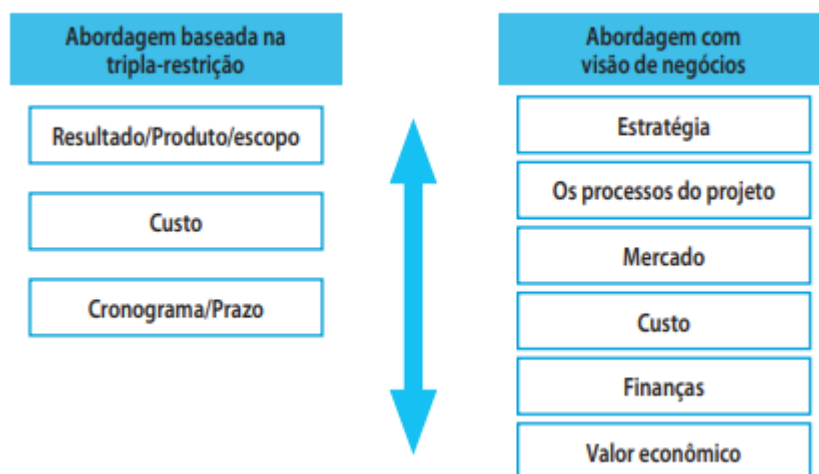


Figura 2: Abordagem de um plano de gestão conforme duas visões diferentes. Fonte: Tomada de decisão em Gestão de Projetos: Um Estudo Realizado no Setor de Construção Civil, de Greice de Bem Noro (2012).

No artigo “Gestão Eco-eficiente: O Desafio da Produção Limpa” de Jefferson Marçal da Rocha e Pelayo Munhoz Olea, apresenta-se o diagrama na figura a seguir, em que é possível observar uma cadeia de etapas a partir da matéria prima. Neste esquema evidencia-se o setor da reciclagem, importante ter como base seu lugar na cadeia pois é o campo qual é tratado o plano de gestão a se desenvolver neste trabalho, o de materiais a serem reutilizados para outras finalidades, como a composição em construções.

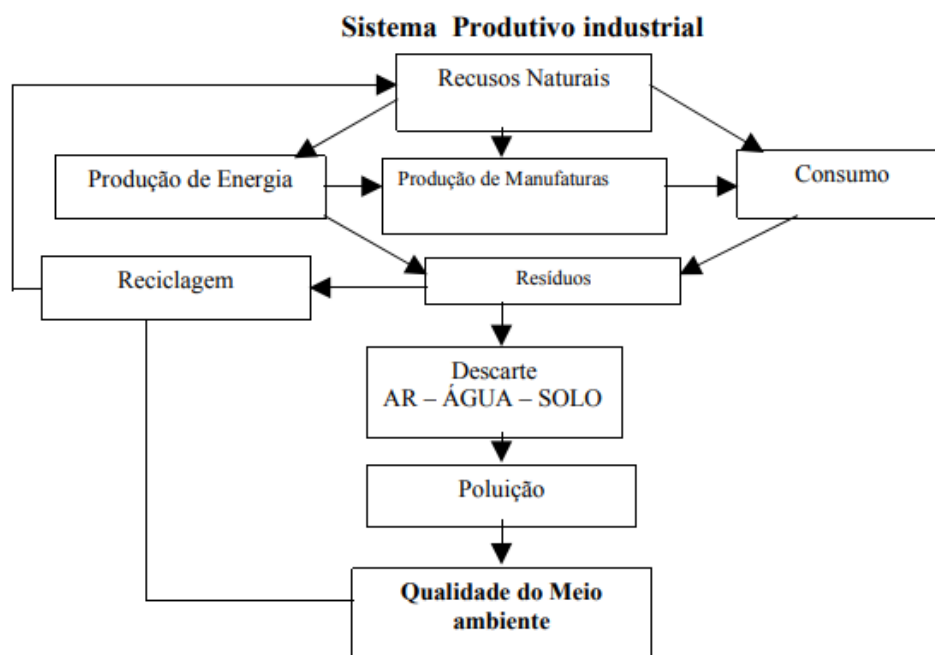


Figura 3: Exemplo de diagrama para descrever o sistema produtivo industrial. Fonte: Gestão Eco-eficiente: O Desafio da Produção Limpa, de Jefferson Marçal da Rocha e Pelayo Munhoz Olea (2005).

Em “Práticas recomendadas para a gestão mais sustentável de canteiros de obras”, de Viviane Miranda Araújo, destaca-se a importância da revisão bibliográfica com o embasamento teórico de metodologias de avaliação da sustentabilidades de edifícios, como os sistemas “BREEAM” e “CASBEE”, além de levantar aspectos ambientais como supressão de vegetação e armazenamento de materiais. Outro aspecto interessante deste trabalho são as considerações finais onde são destacadas as etapas do plano de gestão: cumprimento do objetivo, avanços em relações aos trabalhos anteriormente realizados e recomendações para trabalhos futuros. Além disso dividem-se práticas para amenizar problemas listados durante o trabalho em seções básica, intermediária e superior, com grau progressivo de dificuldade de aplicação (Araújo, 2009).

No estudo “Desafios e possibilidades na implantação de um plano de gerenciamento de resíduos da construção civil”, de Maria Auxiliadora Gomes Martins Cid, as etapas do plano de gestão baseiam-se na fundamentação em visitas in loco, entrevistas com a fiscalização, fotografias, questionários aplicados à profissionais e contato com os construtores das obras (CID, 2016). Isso demonstra a aplicabilidade do plano, fiel à realidade e feito de forma direta.

Em “Diretrizes para elaboração de planos da qualidade em empreendimentos da construção civil”, de Luiz Augusto dos Santos (2003), são analisados casos de estudo para ajuste e desenvolvimento de um plano de gestão, com foco à realidade do campo de estudo.

A figura abaixo mostra um quadro retirado de “Contribuição para a construção sustentável: Características de um projeto habitacional eco-eficiente”, de Leila Chagas Florim e Osvaldo Luiz Gonçalves Quelhas. Neste quadro identifica-se os benefícios de um plano de gestão a fim de entregar uma construção mais eco-eficiente.

<b>BENEFÍCIOS POTENCIAIS INTERNOS</b>	<b>BENEFÍCIOS POTENCIAIS EXTERNOS</b>
Sistematização das medidas ambientais implantadas	Melhoria da imagem perante a sociedade
Motivação dos colaboradores	Fortalecimento da competitividade
Prevenção de riscos e evitação de responsabilização	Facilidades em bancos e seguradoras
Reconhecimento de potenciais de redução de custos	Facilidades no trato com órgãos ambientais

Figura 4: Benefícios da aplicação de um plano de gestão para uma construção mais sustentável. Fonte: Contribuição para a construção sustentável: Características de um projeto habitacional eco-eficiente, de Leila Chagas Florim e Osvaldo Luiz Gonçalves Quelhas (2004).

Segundo a revista *Gestão Universitária na América Latina em “Plano de gestão de logística sustentável e seus indicadores: o conteúdo mínimo de divulgação, conscientização e capacitação nas universidades federais brasileiras”*, em busca de alcançar o objetivo de um plano de gestão, depois de levantamentos bibliográficos e análises documentais, foi realizada a busca nas páginas eletrônicas oficiais pela internet, validando este modo de obtenção de dados (Franco, 2017).

Todas essas referências são importantes para o desenvolvimento do plano de gestão em estudo, em busca de um plano de fácil aplicabilidade, que pressupõe atividades fiéis à realidade em que é utilizado e firmado sob bibliografias e estudos prévios.

## **4.2. Materiais de construção sustentáveis**

A demanda por uma construção civil mais sustentável e adequada ao quadro global atual aponta para soluções alternativas como o emprego de materiais eco-eficientes e alternativos. Componentes diferentes aos convencionais com o intuito de agregar menor impacto ambiental e de manter ou até melhorar as propriedades físicas e mecânicas.

Exemplos para esse vasto campo em ascensão na engenharia são: a construção em terra, como taipa, adobe o bloco de terra compactado (BTC), a utilização de resíduos sólidos (papel, polímeros, madeira, vidros, pneus, etc), a utilização de materiais de origem vegetal, como palha, cânhamo, cortiça e bambu e também a reutilização de resíduos da própria construção civil.

Neste estudo a utilização de materiais alternativos tem o intuito de substituir materiais convencionais a fim de poupar recursos naturais e gerar menos impactos ambientais, agregando volume à composição de argamassas e betões, além de possibilitar melhores características físicas, como um melhor isolamento térmico e portanto propor uma construção que acarrete menos danos ao planeta e ao mesmo tempo contribua à sustentabilidade social e econômica. A importância dos materiais a serem analisados está nos impactos atrelados à sua produção, a quantidade disponível para reutilização e incorporação ao setor da construção civil.

## **4.3. Materiais convencionais e alternativos utilizados em ONGs de construção**

### **4.3.1. Materiais reciclados na Earthship Experience**

Um exemplo de emprego de materiais alternativos em construções é feito pela Earthship Experience, em Portugal, que embora não seja uma ONG, mas sim uma empresa, participa por vezes em ações internacionais humanitárias. A instituição promove a utilização de materiais considerados resíduos

sólidos urbanos, como pneus descartados, garrafas de vidro e latas de alumínio vazias para erguer paredes e estruturas, utilizando também garrafas de plástico para construir jardins verticais. A organização promove a construção de casas ecologicamente eficientes, construídas com materiais reciclados, criada em Portugal, em conjunto com a Earthship US, apoiada nos seis princípios fundamentais da biotectura, respondendo solicitações de pessoas que querem ter uma habitação que lhes permita uma grande redução nas contas a pagar ao fim do mês. Além de desenvolver ações de formação em várias instituições com o tema da sustentabilidade como pano de fundo (earthshipexperience, 2021).

A utilização destes materiais poupa a utilização de outros materiais como blocos cerâmicos, reduzindo impactos ambientais, o gasto de energia, a emissão de gases e a menor utilização de recursos naturais, além de reutilizar materiais que têm um ciclo de vida longo e que seriam descartados como lixo.

As figuras abaixo ilustram a utilização de materiais alternativos nas construções da Earthship Experience.



Figura 5 e 6: Construção de paredes utilizando latas de alumínio e garrafas de vidro pela Earthship Experience. Fonte: @earthshipexperience (2021).

#### 4.3.2. BTC (Blocos de terra comprimida) na UN-Habitat

A UN-Habitat é o Programa das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos, uma agência especializada da ONU dedicada à promoção de cidades mais socialmente e ambientalmente sustentáveis, de maneira a que todos os seus residentes disponham de abrigo adequado. O programa promove a mudança em cidades e aglomerados através de conhecimento, assistência técnica e ação colaborativa em busca da urbanização sustentável, ancorada em dados científicos, pesquisas e análises.

A sede do programa é em Nairóbi, Quênia, porém ele atua em mais de 70 países nos cinco continentes, concentrando-se em áreas como planejamento urbano local e metropolitano, habitação e assentamentos precários, além de gestão e redução de riscos de desastres e reabilitação (unhabitat.org, 2021).

A utilização de blocos de terra comprimida (BTC) é uma das aplicações da UN-Habitat, e vai desde a fundação até as paredes e pode ser utilizada em climas quentes ou frios, secos ou úmidos. Estes materiais são muitas vezes mais resistentes quanto comparados ao tijolos convencionais, não utilizam muito cimento em sua composição, e salvam de cinco a quinze vezes mais energia, poluindo oito vezes menos o meio ambiente, além de serem mais baratos do ponto de vista econômico (unhabitat.org, 2021). É necessário se atentar à origem do solo utilizado e à prática correta da produção do BTC para assim garantir boa qualidade do produto final. Existem metodologias para análise e produção desse tipo de material alternativo, utilizadas pela UN-Habitat em obras na Índia e no Quênia, produzindo casas de baixo custo, resistentes à desastres e construindo até mesmo prédios de quatro andares (unhabitat.org, 2021). A seguir está uma imagem de uma construção utilizando os blocos de terra comprimida.



Figura 7: Residência construída com a utilização de BTC. Fonte: Project Riad (2018).

#### 4.3.3. Placas de madeira em construção rápida na ONG TETO

Em associação com a organização internacional “TECHO”, presente em 18 países da América Latina, a ONG TETO está há mais de 14 anos no Brasil, mobilizando voluntários e voluntárias para atuar lado a lado com moradores em comunidades precárias de diferentes Estados, construindo soluções concretas e emergenciais que proporcionam melhorias nas condições de moradia e habitat destes territórios (teto.org.br, 2021).

As moradias de emergência são feitas de madeira de pinus certificada pré-moldada e podem ter 18 m<sup>2</sup> ou 15 m<sup>2</sup>. As paredes e o piso são feitos com placas de madeira de diferentes densidades. O projeto da TETO prevê que as moradias fiquem suspensas por estacas de madeira, o que as protege da umidade do solo, de inundações e da entrada de animais peçonhentos. As moradias também possuem janelas, que garantem a ventilação cruzada e a entrada de luz, além de uma cobertura que proporciona mais conforto em dias de muito frio ou calor (teto.org.br, 2021).

Com foco no desenvolvimento comunitário, na mobilização voluntária, no trabalho em conjunto e no desenvolvimento de projetos emergenciais que possibilitam melhorias nas condições de moradia e habitat, a TETO Brasil já conquistou 4.396 moradias de emergência construídas e 70.249 voluntários mobilizados (dados até dezembro/2019).

Através disto evidencia-se a missão como ONG de trabalhar com determinação nas comunidades precárias para superar a pobreza por meio da formação e ação conjunta dos moradores, jovens voluntários e outros atores, com a visão de buscar uma sociedade mais justa, igualitária, integrada e sem pobreza, em que todas as pessoas possam exercer plenamente seus direitos e deveres e tenham oportunidades para desenvolver suas capacidades (teto.org.br, 2021). Nas figuras a seguir estão retradas as construções realizadas pela ONG TETO.



Figura 8: Moradias sendo construídas por voluntários da ONG TETO. Fonte: Globo (2019).





Figura 9: Moradias construídas pela ONG TETO em comunidade carente. Fonte: Justificando (2015).

#### 4.3.4. Cob na Earthship Experience

A Earthship Experience, além de utilizar materiais reciclados, também promove a construção em terra para proporcionar casas ecologicamente eficientes. A organização utiliza metodologias como o Cob (Earthship Experience, 2021).

O Cob é um material produzido com a mistura de água, terra com fibras vegetais/orgânicas e areia, é um método indicado para construções em que se deseje usar mais as formas orgânicas e naturais. O método se assemelha ao adobe, porém enquanto este se destina a produzir tijolos, o Cob é destinado para esculpir paredes, desde a fundação até o teto, tem capacidade anti-terremoto, não pega fogo e é bioclimático, sendo capaz de equilibrar a temperatura interna, tornando o ambiente mais fresco no verão e mais aquecido no inverno devido à elevada inércia térmica da terra e ao isolamento conferido pela palha. Além disso o material é estável em climas úmidos, demonstrando alta durabilidade desde que tenha uma correta manutenção, sendo seu custo de implantação muito baixo. A Earthship Experience utiliza o Cob para o revestimento de paredes e pavimento, economizando recursos naturais e levando o custo dessa parte da construção à quase zero (Earthship Experience 2021). No entanto é uma técnica de construção que requer formação especializada, sobretudo relativamente a acabamentos.

A seguir estão imagens da aplicação dessa técnica construtiva e seu aspecto final.



Figura 10 e 11: Aplicação de Cob na parede interior de uma residência e resultado final da utilização de Cob nas paredes e piso. Fonte: Earthship Experience (2021).

## 5. PLANO DE GESTÃO

O intuito do plano de gestão é consolidar uma metodologia para que a instituição esteja apta à implementar a incorporação de um material eco-eficiente em algum de seus processos construtivos, através de tópicos descritivos para realização da meta. Portanto, parte do princípio do interesse de uma instituição.

As etapas desenvolvidas a seguir foram escritas conforme o caso de estudo, portanto tem embasamento prático e buscam facilitar o processo da obtenção de um material eco-eficiente para implementação por uma instituição que lida com a construção de habitações sociais.

### 5.1. Instituição e apoiadores

A primeira etapa consiste na apresentação da instituição e das oportunidades para o direcionamento do plano de gestão. Dados históricos, questões regionais e contatos parceiros da entidade são importantes a fim de otimizar a elaboração do estudo, portanto um alinhamento deve ser feito em relação ao trabalho da instituição, sua história, seu público, suas metodologias e seu funcionamento no geral. As premissas neste tópico dizem respeito à fatores como a abertura da instituição para novas discussões, os tipos de materiais e técnicas utilizadas, além da localização da sede e das obras.

O plano de gestão será adequado se agregar valor sustentável e social, sendo importante estabelecer ao menos uma outra instituição como parceira para suporte à intervenção e seus interesses. É interessante que os apoiadores estejam relacionados ao caráter sustentável da intervenção e ofereçam algum prestígio quando atrelados ao estudo, como é o caso de universidades ou institutos técnicos.

## **5.2. Material eco-eficiente e processos de incorporação**

O material eco-eficiente a ser introduzido nas ações da instituição deve oferecer compatível disponibilidade na região. Por exemplo, há localizações em que é possível encontrar mais papel, outras encontra-se mais vidro, logo deve-se atentar às quantidades disponíveis para arrecadamento, além de avaliar se o acesso ao material é de certa forma facilitado. Com as informações de disponibilidade, acessibilidade e potencialidade para uso e até mesmo sobre a cultura de descarte de materiais da localidade em estudo, opta-se pelo material eco-eficiente a melhor encaixar-se no plano. Portugal, por sua vez, é um território em que há um grande contingente de cortiça, material eco-eficiente e de enorme utilidade construtiva.

É necessário também definir o campo de utilização do material, conforme as técnicas construtivas da instituição. Por exemplo, propor a utilização de cinzas volantes na mistura de betões para enchimento de lajes, ou o emprego de fibras vegetais em argamassas para revestir as paredes exteriores das habitações sociais.

## **5.3. Justificativa das propriedades físicas e mecânicas**

Com o material eco-eficiente a ser implementado e o processo em que ele será incorporado, é necessário comprovar e fortalecer justificativas para sua utilização, principalmente através de dados bibliográficos, análises, pesquisas e até mesmo, se possível, ensaios experimentais, a fim de garantir a segurança de seu emprego e atestar suas capacidades mecânicas, físicas e químicas.

Deste modo reduz-se problemas ao decorrer da obra, como a incompatibilidade de materiais e trincas, além de evidenciar os pontos favoráveis e desfavoráveis à aplicação do material eco-eficiente. Por exemplo, pode ocorrer o aumento do isolamento térmico com a nova aplicação, porém também obtém-se resultados ruins como a perda da resistência à compressão.

É importante que uma base de dados sólida e com várias fontes bibliográficas seja apresentada para que um embasamento forte seja criado, com resultados e conclusões de ensaios feitos em laboratórios, pesquisas e trabalhos acadêmicos, sempre a demonstrar as modificações feitas às propriedades físicas

a partir da introdução do material eco-eficiente, além de se atentar à busca por bibliografias que estudem processos semelhantes às técnicas construtivas envolvidas no plano de gestão.

Portanto, a etapa é importante para justificar a utilização do material e o processo em que este será introduzido, além de formar uma base teórica para a aceitação das administrações das instituições e também dos demais agentes envolvidos no plano de gestão.

#### **5.4. Viabilidade ambiental**

O setor da construção é responsável pelo consumo de cerca de 30% dos recursos naturais utilizados no mundo, possuindo uma enorme responsabilidade ambiental no planeta (CIB, 2000). Segundo dados do Worldwatch Institute, a atividade da construção em geral consome 40% da areia, brita e pedra, 25% da madeira e 16% da água usada anualmente em todo o mundo (Worldwatch Institute, 2011). Porém, não são apenas as quantidades de matérias-primas utilizadas que devem ser consideradas, mas também a energia consumida em todo processo da obra, sua extração, processamento, transporte e aplicação (greencork.org, 2021).

A sustentabilidade ambiental do material alternativo é de enorme relevância, visto que é necessário desenvolver uma análise sobre seus impactos ambientais e seu ciclo de vida a fim de comprovar os pontos favoráveis de sua utilização, como a menor emissão de gases poluentes à atmosfera durante seu fabrico, a menor utilização de energia para fabricação, a economia de energia devido ao isolamento térmico obtido ou a maior durabilidade do componente a evitar manutenções e gastos de outros materiais.

Neste tópico é interessante que se apresente dados quantitativos de impactos ambientais, exemplos reais e comparações entre demais materiais a fim de instigar a utilização sustentável e justificar o esforço para obtenção do material eco-eficiente. Pode-se recorrer à estudos prévios, tabelas e gráficos a fim de ilustrar melhor os ganhos relativos à sustentabilidade. Também são válidos de casos reais demonstrando a durabilidade do componente e seu comportamento frente à diferentes condições físicas e químicas.

Nesta etapa justificam-se as modificações propostas em relação às técnicas construtivas tradicionais em prol da transição de valores na construção civil em busca de um setor menos agressivo ao meio ambiente, frente aos custos acarretados que serão descritos posteriormente. Portanto esta etapa é, de certa forma, a que mais credibiliza o desenvolvimento do plano de gestão, responsável pelo maior objetivo, buscar um ambiente futuro mais sustentável e confortável às gerações que virão.

## **5.5. Viabilidade social**

Para esta etapa é necessário discernimento e senso crítico, já que isto está relacionado às justificativas do desenvolvimento do plano de gestão e à aceitação do emprego do material alternativo pela administração da instituição e pelas famílias que ocuparão a residência.

Para o desenvolvimento deste tópico é necessário tomar conhecimento da região e do meio em que o plano de gestão terá aplicação, buscar por contatos profissionais e acadêmicos, além de levantar dados culturais e pesquisas do que já foram feitos na área anteriormente.

Nesta seção também são considerados os benefícios e malefícios em relação ao bem estar dos ocupantes da residência. É interessante destacar os ganhos obtidos em relação ao conforto térmico e acústico, citar eventuais reduções de gastos energéticos e demais fatores responsáveis por aumentar a qualidade de vida dos ocupantes, como o possível aumento da qualidade do ar resultado de uma maior ventilação do ambiente, além também da possibilidade da geração de empregos.

## **5.6. Interação junto às instituições, documentações e solicitações de arrecadação**

A etapa de reuniões marca o início da compatibilização de ideias entre as partes envolvidas e a familiarização com o ideal do plano de gestão. Através do contato de responsáveis pelas instituições marcam-se reuniões para alinhar o assunto, propor o estudo e levantar discussões. A reunião pode ser realizada de forma online, porém é importante que se conheçam as sedes institucionais ao menos uma vez, a fim de se familiarizar com os locais, os entornos e entender as logísticas físicas.

Para as reuniões é importante que uma pauta seja feita anteriormente com os pontos a serem propostos e discutidos, a fim de se organizar e utilizar melhor o tempo precioso dos envolvidos, sendo importante anotar conclusões e pontos à modificar para reflexões posteriores. É também interessante que modelos de documentações e declarações oficiais sejam desenvolvidos para serem apresentados às instituições, além de disponibilizar o trabalho desenvolvido até então para contextualizá-los e requisitar sua aceitação ao plano de gestão.

As reuniões são de suma importância para o desenvolvimento de um plano de gestão realista e condizente aos interesses das instituições e das famílias favorecidas, portanto a comunicação entre as partes durante o estudo deve ser ampla e feita da forma mais frequente possível.

É importante que uma síntese seja alcançada entre as partes na reunião para que o plano de gestão prossiga sem contra tempos e satisfaça os envolvidos da melhor maneira possível. Interessa também

que um registro seja feito das conclusões produzidas e a pauta discutida, a fim de criar conteúdo para acesso futuro e organizar melhor os próximos contatos.

### **5.7. Busca por fornecedores diretos, projetos, parcerias com empresas do ramo e campanhas de arrecadação**

O suporte para esta etapa deve ser feito com o auxílio de pesquisas, contatos acadêmicos e de profissionais que atuam na área e nas instituições envolvidas, bibliografias e também através de experiência pessoal, a fim de tornar possível o levantamento de uma lista de potenciais fornecedores do material eco-eficiente.

Uma das fontes são os fornecedores diretos, fabricantes capazes de disponibilizar o material já pronto para uso. Para negociar com este setor é necessário o apelo à causa social, explicitar os motivos benéficos da parceria para ambos e também certificar-se de obter uma declaração oficial da instituição a atestar o uso do material eco-eficiente exclusivamente em habitações sociais. Um dos desafios para essa negociação são os custos pelo fornecimento do material que na maioria das vezes não é simplesmente doado, por isso é necessário uma troca de informações com embasamento na causa social, até mesmo com o auxílio de orientadores e profissionais.

Empresas de construção também podem auxiliar na obtenção do material alternativo através da doação de resíduos de obras. Para isto é necessário contatá-las, a explicar a causa social em estudo e o plano de gestão em desenvolvimento, e deste modo oferecer parcerias, como a divulgação do nome da empresa em redes sociais ligadas à questão humanitária a fim de melhorar sua imagem no mercado.

Outra maneira de obtenção do material eco-eficiente é através de campanhas de arrecadação, instaurando postos de coletas em locais públicos com grande circulação de pessoas que possibilitem o descarte de materiais eco-eficientes que podem ser reutilizados. Locais de grande potencial são, por exemplo, supermercados, restaurantes e shoppings. A campanha de arrecadação pode ser exposta na internet, em redes sociais, cartazes, anúncios no rádio e TV, seminários e palestras, firmando o compromisso de que o destino final da contribuição será o auxílio de famílias carentes e a redução de impactos ambientais.

Essas são algumas das formas de obtenção, porém é possível fazê-la de outros modos também adequados. O importante nesta etapa que rege a principal parte do plano de gestão é visar sempre custos mínimos para assim viabilizar a utilização do material eco-eficiente.

Além disso, a busca pelo material alternativo deve seguir um “passo a passo” capaz de ser aplicado em casos genéricos, de fácil execução e com uma logística firmada na realidade da região em estudo.

## **5.8. Logística**

Para a logística do material sustentável é necessário sempre buscar custo mínimo, planejar para que transportadores façam fretes à custo reduzido e que a maior parte seja feita por trabalho voluntário.

Para recolher materiais eco-eficientes em pontos de coleta pode-se organizar a escala de equipes de voluntários que possuam carro próprio, por exemplo. Para que uma otimização seja feita é interessante traçar rotas das fontes dos materiais alternativos até o local de aplicação ou até a instituição, e deste modo evitar gastos excessivos com combustível e avaliar a viabilidade destas viagens, esquematizando períodos de coleta e a capacidade de carga em cada transporte.

Parcerias com empresas de transporte são interessantes e para isto é preciso coletar informações e indicações com fornecedores e profissionais que atuem no setor da construção civil ou na área em que o material eco-eficiente está relacionado.

Ao entregar à instituição, é importante que o armazenamento seja feito de forma adequada para não estragar o componente. Itens como paletes e sacolas de plástico desempenham grande função nesta etapa, sempre a considerar a melhor alternativa de estocagem para diferentes materiais, por exemplo as opções entre estocar em ambientes fechados ou bem ventilados deve ser analisada.

Esta logística deve ser melhor desenvolvida ao final da elaboração do plano de gestão, já que será feita de forma específica para cada caso e material eco-eficiente escolhido, porém é importante ao menos se ter uma ideia de como será realizada.

## **5.9. Preparo do material**

Para o preparo do material alternativo é necessário ter em mente em quais processos o componente será incorporado, isto definirá as características em que o componente deverá estar, como a granulometria e a humidade.

Muitas vezes o material eco-eficiente não estará pronto para uso, estará sob a forma de produtos ou subprodutos, portanto é necessária a utilização de técnicas e equipamentos para sua modificação.

É importante limitar-se ao emprego de ferramentas básicas para não complicar e encarecer o processo, portanto o material alternativo deve ser capaz de ser utilizado com modificações básicas como a trituração ou a dissolução.

As ferramentas podem ser alugadas através de empresas já envolvidas no plano de gestão ou até mesmo por empréstimos de voluntários, sempre a visar possíveis reduções nos custos. O contato com essas empresas pode ser feito via pesquisa na internet ou contatos indicados por profissionais e pesquisadores,

sempre a explicitar o caráter social da utilização dos equipamentos justificando a necessidade de custos mínimos.

O preparo deve seguir as instruções de um responsável pelas obras da instituição, e geralmente será feito por equipes de voluntários a trabalhar em determinadas construções.

Após o preparo o material deve ser aplicado em obra ou voltar à estocagem para evitar seu desperdício ou a perda de propriedades.

### **5.10. Viabilidade econômica**

O tópico de viabilidade econômica é o mais delicado no plano de gestão, visto a causa social atrelada ao estudo. Espera-se que o mínimo seja gasto em termos econômicos nas etapas do plano para que a viabilidade econômica seja avaliada.

Realiza-se a estimativa de custos diretos e indiretos a fim de apresentar um laudo econômico capaz de proporcionar a obtenção do material eco-eficiente e de favorecer sua utilização, viabilizando a aplicação do plano de gestão.

Esta etapa é de suma importância para aceitação da administração da instituição e das famílias carentes envolvidas, sendo importante tornar explícito a comparação de valores econômicos em relação à construção convencional, ou seja, contabilizar o capital poupado ao fim do plano de gestão. Razões como esta reforçam a necessidade de uma obtenção de cortiça por meio de parcerias e doações, além de contar com a força de trabalho voluntário para questões como transporte e preparo do material.

Porém esta etapa ainda apresenta apenas uma estimativa de custos, o intuito real é reforçar a aplicação do plano de gestão e torná-lo viável ao pilar econômico. Portanto o objetivo maior consiste na valorização do caráter sustentável da proposta mediante à gastos aceitáveis, ou seja, valorizando os pilares ambiental e social, sem deixar de levar em consideração o econômico.

### **5.11. Resultados e conclusões**

Para os resultados e conclusões desenvolve-se um resumo do que foi analisado ao longo da elaboração do plano de gestão, destacando pontos fortes e fracos no estudo, além de explicitar a realização dos objetivos iniciais e disponibilizar o plano de gestão para aplicação. Ao fim reforça-se o caráter da construção sustentável ao meio social e à ideia desenvolvida com o plano de gestão do material eco-eficiente.



No tópico final apresentam-se os pontos principais observados pela instituição social, as características principais do material eco-eficiente a ser utilizado, das técnicas construtivas a serem influenciadas, e principalmente, ressalta-se a maior fonte contribuinte para a disponibilização do material alternativo.

É interessante destacar novamente a viabilidade ambiental, social e econômica do plano de gestão desenvolvido, resumir as exemplificações de comparações de dados de impactos ambientais e econômicos com materiais tradicionalmente utilizados pela instituição em estudo.

Além disso é importante apresentar um resumo sobre as relações estabelecidas entre as empresas e profissionais envolvidos, as trocas de informações, a criação de conhecimento e as discussões levantadas com as instituições e agentes. Esta parte é valiosa em questões de repasse de informação e de interligar diferentes campos da atuação da construção sustentável na região em que o plano de gestão se aplica, a fim de desenvolver uma rede de contatos para trabalhos futuros na área da sustentabilidade e também parcerias.

É interessante também destacar o que de fato ocorreu bem conforme a prática de pelo menos parte das etapas do plano de gestão, os desafios e problemas encontrados e como estes foram superados ou até mesmo alternativas futuras para solucioná-los.

A conclusão deve conter a resposta final da administração da instituição sobre a obtenção e aplicação do material eco-eficiente, seja ela positiva ou não. Sendo ela negativa, é importante destacar os pontos à adequação necessários para uma nova tentativa de aprovação, além de se atentar a possibilidade de dados bibliográficos inconsistentes ou pensar em outros materiais eco-eficientes mais adequados ao caso de estudo. O importante é chegar à uma conclusão analítica sobre a implementação de um plano de gestão ou não para o caso em análise a fim de disponibilizar essa bibliografia à futuros estudos que proponham a utilização de materiais eco-eficientes em instituições envolvidas com as construções de habitações sociais.

### **5.12. Diagramas de etapas do plano de gestão genérico**

Na figura abaixo está o diagrama geral do plano de gestão desenvolvido, com abrangência do estudo como um todo.

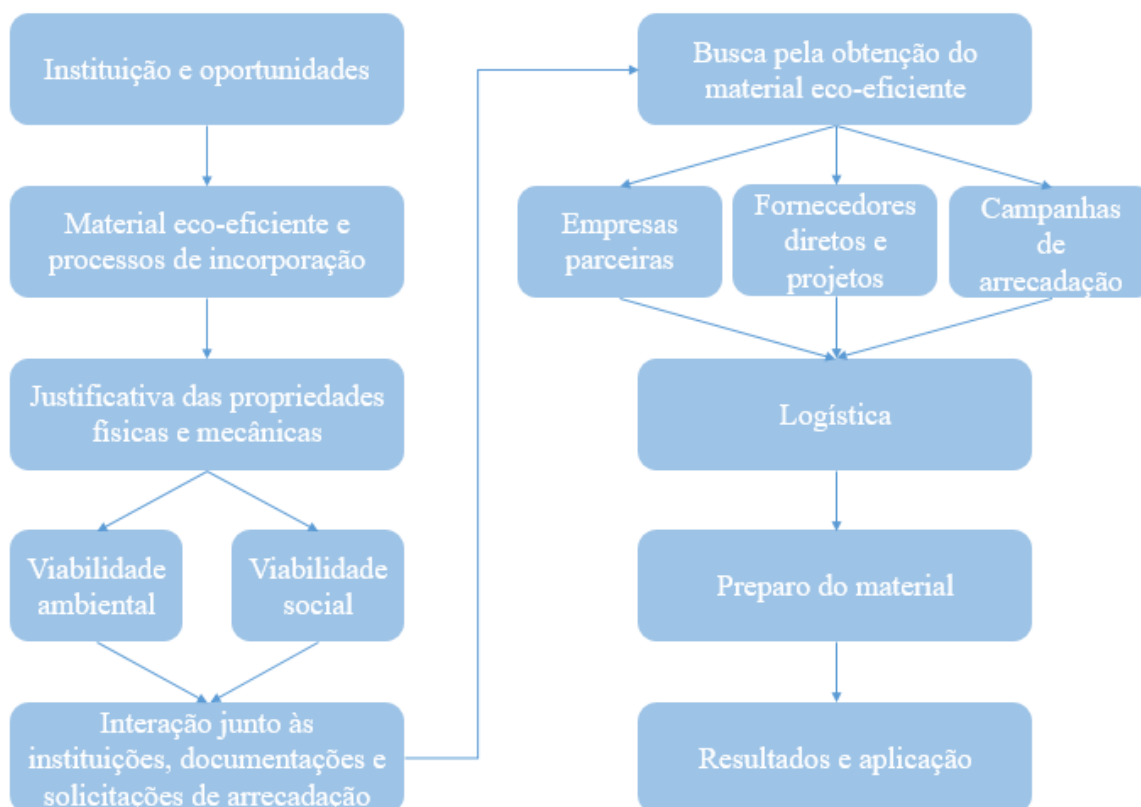


Figura 12: Diagrama das etapas gerais do plano de gestão. Fonte: Autoria própria.

## 6. ESTUDO DE CASO

### 6.1. Instituição e apoiadores

#### 6.1.1. Associação Domus Portugal

A Domus Portugal é uma organização sem fins lucrativos cujo objetivo é a erradicação da falta de acesso à moradia, está localizada em Braga desde 1996 atuando na construção ou reconstrução de casas para famílias carenciadas na região norte de Portugal. A ONG é coordenada através da visão “Um mundo onde todos têm um lugar digno onde morar”.

A entidade foi apresentada em classe relacionada à sustentabilidade na Universidade do Minho, em buscar de agregar valor sustentável à sua causa social e desenvolver iniciativas como a utilização de materiais eco-eficientes em suas obras.

A organização enfrenta desafios como a triagem delicada de famílias, recursos limitados e demanda de mão de obra voluntária, evidenciando as oportunidades de parcerias e ajuda mútua. E é à este campo

de oportunidades que se dedica o desenvolvimento deste estudo, instigando descobertas, participações e inovações.

### **6.1.2. Universidade do Minho**

É fato que a Universidade do Minho, fundada em 1975, em Braga, é referência em ciência e tecnologia, não só em Portugal, mas também na Europa e no mundo. Em especial, é considerada uma das instituições com melhores indicadores acerca do tópico sustentabilidade no planeta. A Universidade conta com um acervo de pesquisas e análises acerca da introdução de materiais alternativos em argamassas e betões leves, além de possibilitar que novos voluntários ajudem a causa da entidade Domus.

Evidencia-se então um espaço com potencialidade de cooperação, ampliação de áreas de estudo e propostas com o objetivo de impactar positivamente a comunidade e o ambiente da região do Minho.

### **6.1.3. Síntese**

O desenvolvimento do estudo é baseado nos desafios originados de duas problemáticas, o grande impacto ambiental causado pela construção civil e a pobreza habitacional na atualidade, propondo a interligação de duas frentes de trabalho: a construção sustentável através da dissiminação da utilização de materiais eco-eficientes e o trabalho humanitário desenvolvido pela associação Domus.

É importante lembrar que a ideia síntese é fruto de grandes oportunidades descritas anteriormente e do interesse da instituição, cenário favorável à produção científica oferecido pela Universidade do Minho e o campo prático advindo da Domus Portugal com demandas que se encaixam ao caso, apresentado em sala de aula.

Portanto, nota-se a oportunidade de uma parceria benéfica entre as instituições, e é neste campo que a dissertação vem a ser trabalhada, adentrando os tópicos de gestão de projetos sustentáveis e a utilização de materiais alternativos de baixo impacto ambiental.

Desenvolve-se então a gestão da implantação de materiais eco-eficientes em obras para famílias de baixa renda, economizando recursos, reduzindo impactos e estimulando o trabalho voluntário.

## **6.2. Material eco-eficiente e processos de incorporação**

### **6.2.1. Cortiça**

Matéria prima extraída da planta *Quercus suber L*, conhecida por sua capacidade flutuante, vedante e sua utilização na composição de vestuário e envasamento de bebidas. Atualmente Portugal é um dos países que mais utiliza cortiça no mundo, empregada principalmente na produção de garrafas de vinhos (amorimcork.com, 2021). Devido à grande disponibilidade de material, acesso facilitado e a possibilidade de encontrar estudos prévios, optou-se pela cortiça como material alternativo em estudo.

A cortiça é um material leve, elástico, resistente à água, ao fogo, isolante térmico, elétrico e acústico. Através dos processos de fabrico de produtos envolvendo a cortiça são gerados vários granulados, com diferentes dimensões, até mesmo o pó de cortiça. Com esses materiais e a reutilização da cortiça é possível a produção de argamassas, betões leves, pinturas ou até mesmo o uso diretamente como isolamento termo-acústicos de edifícios. Já os aglomerados de cortiça são produzidos a partir da compactação e cozimento dos granulados, sendo aplicados em pisos, paredes e tetos falsos por exemplo (APCOR, 2015).

Para o trabalho em questão planeja-se que o material granulado seja utilizado na composição argamassas e betões leves. É importante salientar que atualmente o material em questão não é considerado um problema ambiental, visto a grande reutilização envolvida em seu ciclo de vida, portanto o seu emprego como material alternativo na construção de moradias sociais tem o intuito de reduzir outros materiais construtivos que são mais nocivos ao meio ambiente, agregando também características interessantes como melhor isolamento térmico. Isto é possível pois este resíduo é gerado em grande escala, principalmente em Portugal.

Abaixo está a figura do material eco-eficiente em estudo na forma de granulado.



Figura 13: Granulado de cortiça. Fonte: made-in-china.com (2021).

## 6.2.2. Incorporação do granulado de cortiça

### 6.2.2.1. Argamassas com incorporação de granulado ou re-granulado de cortiça

O alvo de estudo neste trabalho serão as argamassas com a adição de cortiça, afim de reduzir a quantidade de agregados na mistura, de modo a obter um volume de material maior com esta nova introdução. Essas argamassas sustentáveis terão o viés de utilização na argamassa de regularização de paredes interiores e nas análises serão comparados seus benefícios e malefícios em relação aos métodos tradicionais.

### 6.2.2.2. Betões leves com com incorporação de granulado ou re-granulado de cortiça

Betões leves, no caso, serão aqueles utilizados para o cobrimento de pisos. Para este trabalho os betões leves serão incrementados também de granulado de cortiça, evidenciando as perdas e os ganhos nas propriedades físicas, químicas e mecânicas, além de se atentar a durabilidade do produto final. O intuito é reduzir a quantidade de materiais como brita e areia.

## **6.3. Justificativa das propriedades físicas e mecânicas**

As análises das propriedades físicas e mecânicas dos compostos utilizando cortiça tem a finalidade de garantir que o plano de gestão para implementar esse componente à uma obra seja realmente aplicável, evitando problemas futuros nas moradias e garantindo um resultado satisfatório ao entregar a obra para uso dos moradores.

Os resultados de estudos evidenciaram os pontos fortes e fracos do emprego desses materiais e alguns deles estão descritos a seguir.

### 6.3.1. Compatibilidade com outros materiais

Segundo a tese de mestrado publicada pelo Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP) “Cortiça na construção” de Cláudio do Nascimento (2013), fabricantes e fornecedores afirmam, a cortiça não apresenta problemas de compatibilidade com outros materiais com os quais possa a vir estar em contacto, não havendo relatos de problemas de maior interação com solventes, resinas, ligantes hidráulicos, colas, betumes, etc. Portanto, a introdução de cortiça não resultará em incompatibilidade com os demais componentes em obra.

### 6.3.2. Durabilidade

Em termos de durabilidade e vida útil, a cortiça é um material interessante, nomeadamente em comparação com materiais concorrentes como poliuretano (PUR) ou poliestireno extrudido (XPS), oferece maior vida útil, maior durabilidade e conseqüentemente menor impacto ambiental. Possui grande capacidade de conservação mantendo as suas propriedades iniciais ao longo do seu tempo de vida útil (amorimcorkcomposites.com, 2021).

Alguns casos reais encontrados em “*Food and non-Food AgroIndustry and Forestry*” por Luís Gil na International Conference Application of Life Cycle Assessment in Agric (1996) em Bruxelas, e segundo Lissia F. e Pes A. (1967), reforçam a durabilidade da cortiça, por exemplo: em 1959, em Monza, foram reconstruídos um pavimento e uma parede isolados com cortiça em 1922, o isolante estava ainda em condições tão perfeitas que poderia ser comercializado; em 1996 foi divulgado um trabalho em que se estudou a condutividade térmica do aglomerado expandido obtido de demolições de edifícios com até 50 anos de existência, obtendo-se valores idênticos aos do aglomerado novo, além do material apresentar um aspecto semelhante ao acabado de produzir; em 2007 foram obtidas amostras de aglomerado expandido de cortiça de isolamentos de paredes e de tubos de refrigeração dos antigos Armazéns do Bacalhau em Alcântara, inaugurado em 1942, que estavam em boas condições após várias décadas de uso; em 2009 foi demolida uma câmara frigorífica em Matosinhos construída em 1964, permitindo reciclar e reutilizar mais de 120 camiões de cortiça (aglomerado do material), testes em laboratório independente (Laboratório Nacional de Engenharia Civil) indicaram que a condutividade térmica do material era de 0,039 W/mk, ou seja, o componente não perdeu suas propriedades físicas; uma casa construída em 1927 nos Estados Unidos, isolada com 50 milímetros de aglomerado de cortiça expandida e que após visita em 2012 obteve-se a confirmação do atual proprietário que o material continuava a funcionar bem, proporcionando conforto térmico.

Na figura a seguir mostra-se um anúncio da residência referida no último exemplo, nos Estados Unidos, em 1928 e uma fotografia da casa em 2012.

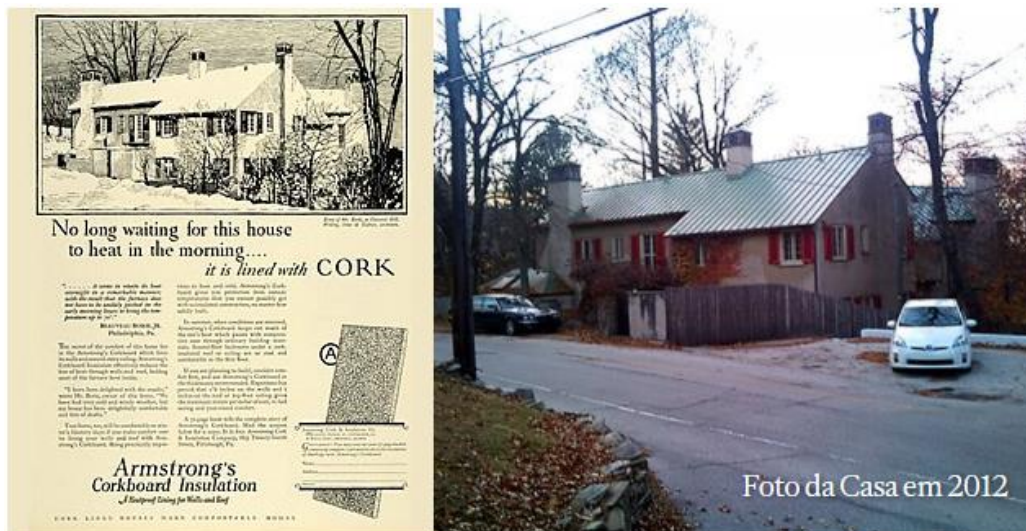


Figura 14: Anúncio da residência com isolamento em cortiça, nos Estados Unidos, em 1928 e uma fotografia da casa mais recente em 2012. Fonte: Amorim cork insulation (2014).

### 6.3.3. Condutividade térmica

Segundo a tese “A cortiça na construção” de Renxiang Lu, publicada pelo Técnico Lisboa, a condutividade térmica é a propriedade térmica mais importante da cortiça sendo esta conhecida pelas suas capacidades de isolamento quando aplicada na construção. A razão principal que faz com que a cortiça seja um bom isolante é o fato do ar não exercer trocas por convecção, ao contrário de outros materiais mal isolantes, sendo que a cortiça apresenta uma estrutura alveolar (Renxiang Lu, 2014).

Para as misturas utilizando cortiça prevê-se que uma condutividade térmica favorável é obtida conforme a tabela a seguir de dados de condutividade térmica de betões leves com a incorporação de granulado do material, obtido no manual técnico “A cortiça como material de construção” de Luís Gil, publicado pela Associação Portuguesa de Cortiça (APCOR, 2007).

Tabela 1: Valores de condutividade térmica para betões leves incorporados de cortiça (Fonte: “A cortiça como material de construção” de Luís Gil, APCOR, 2007).

Traço volume			peso/m <sup>3</sup> Kg	Resistência compressão daN/cm <sup>2</sup>	Condutividade térmica W/m.°C
Cimento	Areia	Regranulado			
1	0	6	400	2	0,13
1	0	4	500	6	0,18
1	2	6	900	11	0,24
2	3	8	1100	17	0,60

É também possível observar resultados satisfatórios como os demonstrados no trabalho “Materiais não convencionais para uma construção sustentável” de Rute Eires, da Universidade do Minho. Neste estudo são feitos ensaios para um compósito com três materiais (25% de granulado de cortiça e 75% de pasta de papel) para comparação aos elementos separados, uma placa de pasta de papel, cortiça e gesso (50x50x0,40cm). Obtendo e comparando o valor do coeficiente obtido com os valores de outros materiais para aplicações semelhantes pode-se considerar que o compósito elaborado possui uma condutividade térmica favorável, com um valor de 0,084 W/m°C (gesso cartonado apresenta 0,18 W/m°C; pasta de papel 0,36 W/m°C e cortiça pura 0,036 W/m°C), indicando que a adição de cortiça reduziu a condutividade da pasta de papel (Eires, 2006).

Na dissertação de doutoramento “Caracterização das propriedades térmicas e acústicas de betonilhas com incorporação de cortiça” da Universidade de Coimbra de Anabela Moreira, fez-se diferentes ensaios de condutibilidade térmica para diferentes composições de betonilhas com adição de cortiça utilizando o equipamento Meter-Meßtechnik EP 500, cujo princípio de funcionamento se baseia no método das placas quentes. Com os resultados concluiu-se que a substituição parcial de areia por granulados do isolante acarretou na redução da condutibilidade térmica e ainda que os valores do coeficiente aumentam com o aumento da quantidade de cimento (Moreira, 2014).

Portanto, através da bibliografia analisada, evidencia-se o benefício da incorporação do material alternativo em argamassas e betões leves, principalmente no quesito condutibilidade térmica, auxiliando em ganhos energéticos e no isolamento térmico, ligados à fatores econômicos e sociais importantes que serão desenvolvidos mais à frente.

#### 6.3.4. Comportamento em relação à humidade

O comportamento da cortiça em contato com água é algo importante de se referir em conjunto com as suas propriedades mediante essa variação, especialmente em termos de retenção de humidade e permeabilidade. Apesar da sua estrutura alveolar e grande capacidade de absorção de água, as suas células não são conectadas entre si, deste modo havendo apenas trocas de humidade através das paredes celulares. Isto faz com que as trocas de higroscopicidade sejam lentas e apenas por processos de difusão, por isso este material é tão utilizado como vedante ou isolante (APCOR, 2007).

No caso dos produtos de cortiça é igualmente importante o estudo da humidade pois, quando estes são aplicados na construção também estarão sujeitos à variação do teor de humidade local, que podem condicionar a função de desempenho. A cortiça, como a grande maioria dos materiais porosos, não é 100% impermeável, no entanto devido à presença de suberina nas paredes das células que a constituem



e a estrutura alveolar anteriormente citada, é conferido um elevado grau de impermeabilidade tanto a líquidos como a gases. Além disso a cortiça contém na sua composição vários constituintes hidrófobos que dificultam a retenção de humidade, como resultado o material não apodrece, o que o torna um dos melhores isolantes disponíveis (Nascimento, 2013).

Na tabela abaixo estão valores encontrados em “Cortiça na construção” de Cláudio Nascimento (2013). Neste quadro é possível observar valores de permeabilidade de alguns isolantes de construção e constata-se que a cortiça tem valores de permeabilidade menores, de melhor desempenho, em comparação à lãs minerais, por exemplo, porém tem valores superiores aos comparados com poliestireno expandido moldado e o extrudido, tanto que estes materiais são os mais utilizados no isolamento de paredes exteriores, mais especificamente em fachadas em “sistemas ETICS” (*External Thermal Insulation Composite System*) e no isolamento entre paredes duplas.

Tabela 2: Valores de permeabilidade de alguns isolamentos de construção (Fonte: “Cortiça na construção” de Cláudio Emanuel Santos do Nascimento. 2013)

Material	Fator de resistência difusão de vapor	Permeabilidade ao vapor	
		(Kg/m.s.Pa)	(g/m.h.mmHg)
Cortiça expandida pura 100 a 150 Kg/m <sup>3</sup>	18	1,04 x 10 <sup>^(-11)</sup>	500 x 10 <sup>^(-5)</sup>
Cortiça aglomerada 100 a 150 Kg/m <sup>3</sup>	30 a 6	0,624 a 3,33 x 10 <sup>^(-11)</sup>	300 a 1600 x 10 <sup>^(-5)</sup>
Poliestireno expandido extrudido 30 Kg/m <sup>3</sup> 35 a 40 Kg/m <sup>3</sup>	99	1,87 x 10 <sup>^(-12)</sup>	90 x 10 <sup>^(-5)</sup>
	198	0,94 x 10 <sup>^(-12)</sup>	45 x 10 <sup>^(-5)</sup>
Lãs minerais	1,5 a 1	1,25 a 1,66 x 10 <sup>^(-10)</sup>	6000 a 8000 x 10 <sup>^(-5)</sup>
Poliestireno expandido moldado em blocos por via húmida 9 a 12 Kg/m <sup>3</sup> 13 a 16 Kg/m <sup>3</sup> moldado em contínuo por via húmida 13 a 16 Kg/m <sup>3</sup> 17 a 20 Kg/m <sup>3</sup> termo comprimido em contínuo por via seca 18 Kg/m <sup>3</sup> 23 Kg/m <sup>3</sup>	22	8,32 x 10 <sup>^(-12)</sup>	400 x 10 <sup>^(-5)</sup>
	30	6,24 x 10 <sup>^(-12)</sup>	300 x 10 <sup>^(-5)</sup>
	37	4,99 x 10 <sup>^(-12)</sup>	240 x 10 <sup>^(-5)</sup>
	59	3,12 x 10 <sup>^(-12)</sup>	150 x 10 <sup>^(-5)</sup>
	64	2,91 x 10 <sup>^(-12)</sup>	140 x 10 <sup>^(-5)</sup>
	112	1,66 x 10 <sup>^(-12)</sup>	80 x 10 <sup>^(-5)</sup>

Já na bibliografia de Anabela Mendes Moreira, “Caracterização das propriedades térmicas e acústicas de betonilhas com incorporação de cortiça”, estuda-se através de ensaios utilizando o Método das

Soluções Salinas as curvas higróscópicas destas betonilhas, constatando que a introdução de granulados de cortiça reduz a capacidade de retenção de água do produto final (Moreira, 2014).

Neste mesmo estudo ainda são feitos mais análises laboratoriais, a definição das curvas de retenção de humidade através do Método dos Pratos de Pressão, a definição da permeabilidade ao vapor de água através do Método das Tinas e a absorção de água por Imersão Parcial. Sobre a retenção de humidade, a análise e comparação de resultados indicaram que, quanto maior for a quantidade de cortiça, maior será a capacidade de retenção de água do betão, porém no domínio super-higróscópico. No domínio higróscópico, afigura-se uma tendência contrária, verifica-se um aumento da higróscopidade com a redução da quantidade de cortiça nos betões. Sobre a permeabilidade ao vapor de água os resultados indicam que à medida que se aumenta a quantidade de cimento, diminui o valor do coeficiente de permeabilidade ao vapor de água e quanto maior a quantidade de granulado de cortiça na composição dos betões estruturais, maior é a sua permeabilidade ao vapor de água, porém os valores não apresentam grandes variações. Sobre a imersão parcial, observou-se algo semelhante, o coeficiente de absorção de água aumenta à medida que se reduz a quantidade de cimento e quanto maior for a quantidade cortiça, tanto maior é o coeficiente de absorção de água. É necessário se atentar à quantidade adicionada de cortiça, já que o intuito não é uma substituição total de ligantes importantes como o cimento, já que a permeabilidade e a absorção de água tendem a aumentar. É importante reforçar as características vedantes e isolantes da cortiça desenvolvidas anteriormente, capazes de satisfazer a aplicação em construções e ao final apresentar pouca variação nos coeficientes referentes à humidade (Moreira, 2014).

#### 6.3.5. Propriedades acústicas

Os materiais celulares e em particular a cortiça são muitas vezes utilizados para aplicação de isolamentos acústicos. Porém, não existe nenhuma teoria comprovada que descreva este comportamento, o que implica a impossibilidade de saber, à princípio, o comportamento do material. Porém, sabe-se que ocorre um amortecimento das ondas sonoras quando entram em contato com as paredes celulares, estando então diretamente relacionado com a viscoelasticidade do meio envolvente (Gil, 2012).

Para os isolantes acústicos são interessantes propriedades como: coeficiente de absorção adequado, durabilidade, boa resistência ao fogo, peso, aparência, método de aplicação e o custo, por exemplo, sendo então a cortiça um material que consegue corresponder à generalidade destes requisitos, considerada então um bom isolante acústico. Uma das principais áreas da acústica, onde a cortiça ganha vantagem significativa em comparação à outros materiais, é no isolamento de ruídos de percussão, já

que é um material resiliente, usada principalmente no modo de aglomerado expandido, diferente ao analisado neste estudo (Gil, 2012).

Para se ter uma ideia do desempenho da cortiça como isolante acústico em relação à outros materiais, observa-se a figura a seguir em que é possível afirmar grande vantagem do material em análise.

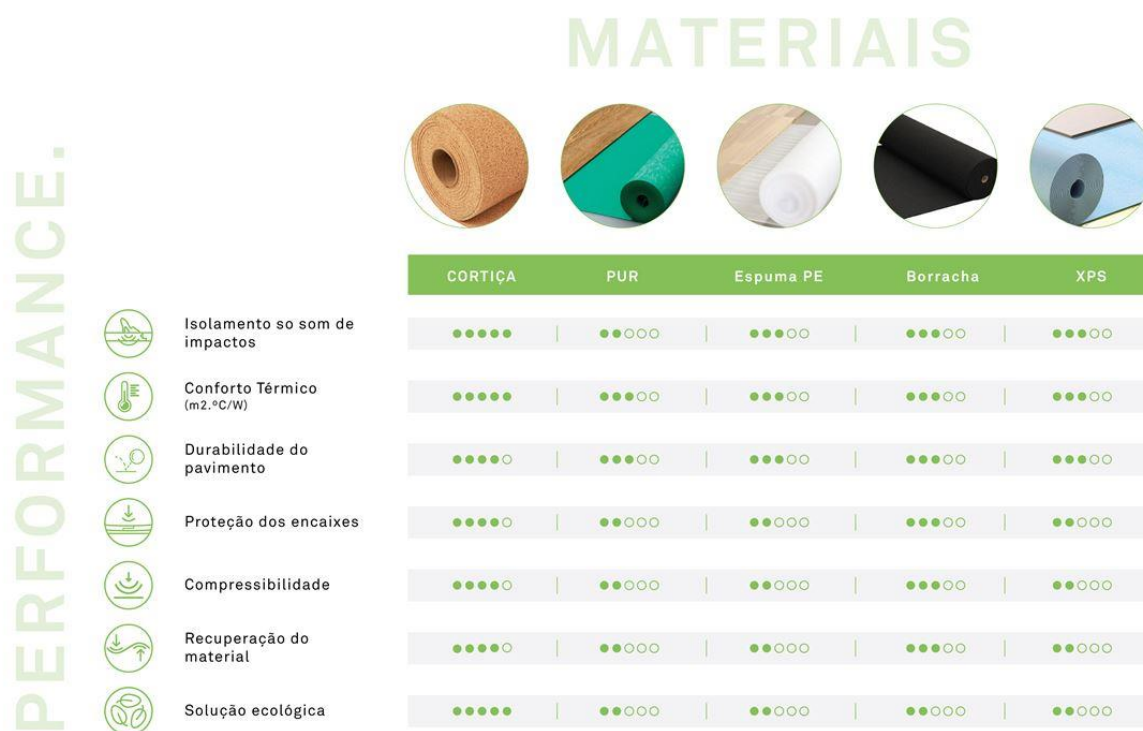


Figura 15: Comparação entre propriedades como isolamento sonoro de alguns materiais isolantes. Fonte: Amorim cork composites (2014).

No estudo “Caracterização das propriedades térmicas e acústicas de betonilhas com incorporação de cortiça” de Anabela Mendes Moreira, avaliou-se o desempenho ao isolamento sonoro a sons de percussão de dois sistemas de pavimentos que integram betonilhas com adição de granulado de cortiça, sendo possível afirmar que estas podem ser aplicadas, com vantagem, em camadas de enchimento, em alternativa às betonilhas de areia convencionalmente usadas, permitindo reduzir a transmissão de sons de impacto dos sistemas de pavimento, melhorando substancialmente o resultado do isolamento.

#### 6.3.6. Flexão e compressão/descompressão

Em muitas das aplicações de cortiça, como na aplicação de aglomerados de cortiça no revestimento de pavimentos, o material está sujeito a esforços de compressão, provocados por cargas pontuais, por exemplo quando se pisa em um chão com componentes de cortiça. A cortiça é um material que

apresenta um bom comportamento quando sujeito à compressão, sendo que a sua capacidade de compressibilidade aliada à sua flexibilidade e elasticidade das membranas que a constituem, permitem a rápida recuperação da sua forma inicial. Esta propriedade da cortiça resulta do fato de esta ser constituída estruturalmente por inúmeras células, altamente flexíveis que encurvam e dobram, não conferindo praticamente qualquer expansão lateral, sendo fácil sua recuperação à forma inicial, quando livre de cargas, devido às quantidades de gás comprimido existentes no interior das células que a constituem (Nascimento, 2013).

Em “Materiais não convencionais para uma construção sustentável” de Rute Eires, são feitas análises de compressão e flexão para compósitos de pasta de papel e cortiça (75% pasta de papel e 25% de cortiça) e os ensaios demonstram que este material tem alguma fragilidade no ensaio à flexão, ainda que existam métodos possíveis para melhorar este fator, como a conjugação com um suporte estrutural que possibilite maior resistência ou a adição de componentes como polímeros. Em termos de compressão considera-se que o material não sofre uma deformação significativa (Eires, 2006). Como o alvo deste estudo são processos não estruturais, os resultados são satisfatórios.

#### 6.3.7. Exemplo de argamassa com cortiça comercial – Ecocork Lime (Secil)

Um caso real de material de construção com incorporação de cortiça já comercializado é a argamassa Ecocork Lime, fabricada pela Secil. O produto já tem estabelecida a ficha de dados de segurança, a declaração de desempenho e a ficha técnica, apontando a capacidade de argamassas com cortiça satisfazerem condições de utilização para construção civil (secilpro.com, 2021).

Abaixo está uma figura da argamassa em questão, com o custo de 8,80 euros (14 kg) no site Obras 360.



Figura 16: Argamassa Ecocork Lime, fabricada pela Secil. Fonte: Obras 360 (2021).

Na tabela a seguir estão os dados de desempenho da Ecocork Lime.

Tabela 3: Valores de desempenho declarado da Ecocork Lime. Fonte: Secil pro (2019).

Características essenciais	Desempenho	Especificações técnicas harmonizadas
Aderência ao tijolo e bloco / Modo de fratura	$\geq 0,1 \text{ N/mm}^2$ / A e B	EM 998-1
Absorção de água por capilaridade	Classe W1	
Permeabilidade ao vapor de água	$\mu < 15$	
Reação ao fogo (valor medido) (classe)	Classe B s1 d0	
Condutividade térmica (valor medido)	Classe T2	
Massa volúmica produto endurecido	$800 \text{ kg/m}^3$	
Durabilidade	Até existir ensaio normalizado, a avaliação é baseada em disposições validadas no local de utilização da argamassa	

Na tabela a seguir outras características da Ecocork Lime.

Tabela 4: Características da Ecocork Lime. Fonte: Secil pro (2019).

Produto em pó	Valor	Norma
Cor	Cinza	-
Granulometria	$< 2,0 \text{ mm}$	EN 1015-1
Produto em pasta	Valor	Norma
Água de amassadura	$49,0\% \pm 1,0\%$	-
Massa volúmica produto endurecido	$900 \pm 50 \text{ kg/m}^3$	EN 1015-6
Consumo teórico	$7,0 \text{ kg/m}^3/\text{cm}$	-
Produto endurecido	Valor	Norma
Resistência a compressão	Classe CS 1	EN 1015-11
Resistência a flexão (28 dias)	$0,5 \text{ N/mm}^2$	EN 1015-11
Aderência ao tijolo e bloco/Modo de fratura	$\geq 0,1 \text{ Mpa/B}$	EN 1015-12
Massa volúmica	$600 \pm 150 \text{ kg/m}^3$	EN 1015-10

Abaixo estão duas figuras que ilustram a aplicação da argamassa Ecocork Lime.



Figura 17 e 18: Aplicação da Ecocork Lime com a utilização de régua para regularização e talochamento da superfície final. Fonte: estmatsol.pt (2021).

#### **6.4. Viabilidade ambiental**

A cortiça, além de ser um produto 100% natural, tem toda produção extremamente sustentável e benéfica. A utilização da cortiça no setor da construção não só promove a formação de mais montados, como faz com que os sobreiros produzam entre 250% a 400% mais cortiça do que o esperado caso não fosse explorado, o que consequentemente leva a uma maior fixação da quantidade de gás carbônico. Além disso, o baixo coeficiente de condutibilidade térmica da cortiça em relação a outros materiais, como o betão, alvenaria em tijolo maciço ou madeira seca, demonstra ser uma grande vantagem no seu emprego para construção sustentável, pois quando utilizada como isolamento térmico de coberturas, paredes e revestimento externo, o material coopera no processo de redução de consumo energético e perdas de calor (Gil, 1998).

A produção de cortiça está diretamente relacionada com seu comportamento como barreira contra a desertificação, constituindo uma grande aliada na preservação da fauna e flora selvagens, formando um grande habitat para muitas espécies de plantas e animais, contribuindo para uma maior conservação da biodiversidade.

A cortiça destaca-se em relação a outros materiais pois se apresenta como uma aposta mais consciente em relação às suas características técnicas, ambientais e potencialidades criativas. O material apresenta uma estrutura própria que lhe confere propriedades mecânicas e físicas que permitem um maior proveito no setor da construção como isolante ou revestimento, ainda com a vantagem de ser natural e ecológico. Em um estudo realizado pela Universidade de Bath, descrito no quadro abaixo, são apresentados diversos materiais de construção com os seus níveis de energia incorporada associados, respectivas

emissões de CO<sub>2</sub>, quantidade de água utilizada na produção, e uma classificação de durabilidade, reutilização e reciclagem. Ao observar os valores referentes à cortiça, é possível verificar que, de uma maneira geral, este material detém consumos e emissões de gases inferiores aos restantes, oferecendo uma alta durabilidade e possibilidade de ser reutilizado e reciclado (Universidade de Bath, 2017).

Tabela 5: Impactos ambientais (energia incorporada, emissão de CO<sub>2</sub>, água utilizada) de diversos materiais da construção civil. Fonte: Universidade de Bath (2017).

Material	PEC - MJ/Kg	EC Kg CO <sub>2</sub> /Kg	Água l/Kg	Durabilidade	Reutilização	Reciclagem
Isolamento						
Cortiça	4	0,19	24	Alta	Sim	Sim
Celulose	0,94 - 3,3	-	10	Média	-	Sim
Lã de vidro	28	1,35	1360	Média	-	Sim
Lã de rocha	16,8	1,05	1360	Média	-	Sim
Poliestireno Expandido	88,6	2,5	-	Média/Baixa	-	Sim
Espuma de Poliuretano	95	3	18900	Média/Baixa	-	-
Poliestireno Extrudido	88,6	2,5	-	Média/Baixa	-	Sim
Cimentos						
Cimento Portland	4,6	0,83	-	Média	-	Sim
Produtos cerâmicos						
Tijolos	3	0,22	520	Muito alta	Sim	Sim
Elementos pré-fabricados de betão						
Blocos de 8 Mpa	0,6	0,061	190	Média	Sim	Sim
Blocos de 10 Mpa	0,67	0,074	190	Média	Sim	Sim
Rochas						
Granito	0,1 - 13,9	0,006 - 0,8	-	Muito alta	Sim	Sim
Pedra calcária	0,3	0,017	50	Média	Sim	Sim
Mármore	2	0,112	-	Muito alta	Sim	Sim
Madeira						
MDF	11	0,59	-	-	Sim	Sim
Contraplacado	15	0,81	-	Média/Alta	Sim	Sim

Ao buscar outras fontes de informação, também é possível evidenciar os impactos ambientais relacionados à cortiça, como na tabela abaixo, em que no destaque estão os índices relacionados ao material. Interessa atentar-se aos valores de energia incorporada “NRE” e aos de potencial de aquecimento global “GWP”, valores que favorecem a utilização de cortiça. Essa tabela é utilizada para aplicação do método MARS-SC e para a quantificação impactos ambientais, sendo encontrada na

publicação: Avaliação do Ciclo de Vida dos Edifícios: Impacto Ambiental de Soluções Construtivas, (Bragança e Mateus, 2011).

Tabela 6: Índices de impactos ambientais. Fonte: Avaliação do Ciclo de Vida dos Edifícios: Impacto Ambiental de Soluções Construtivas, de Luís Bragança e Ricardo Mateus (2011).

Materiais	Fase do ciclo de vida	Categorias de impacto ambiental da ACV						Energia incorporada	
		ADP	GWP	ODP	AP	POCP	EP	ENR	ER
Cortiça	Cradle-to-gate	1,04E-02	-6,54E-01	9,26E-08	5,39E-03	4,55E-04	6,58E-04	2,51E+01	2,71E+01
Argamassa de cimento (Reboco)		4,90E-04	1,95E-01	8,00E-09	3,15E-04	1,29E-05	4,87E-05	1,31E+00	2,10E-01
Tijolo cerâmico		1,18E-03	2,20E-01	1,58E-08	5,48E-04	4,00E-05	6,71E-05	2,58E+00	2,55E-01
Lã de vidro		1,43E-02	1,50E+00	2,15E-07	6,42E-03	5,57E-04	1,18E-03	4,50E+01	4,14E+00
Poliestireno Expandido Extrudido (XPS)		4,09E-02	9,60E+00	1,64E-04	1,53E-02	8,48E-04	1,19E-03	9,24E+01	1,02E+00

Sobre o ciclo de vida da cortiça, de uma maneira geral, considera-se que o material tem um ciclo de vida genérico, baseado em: extração da cortiça, transporte ao local de fabrico de produtos, fabrico do produto final, transporte até ao local onde é requerida a sua utilização, aplicação do material em obra e por fim a possível remoção e reciclagem. A cada uma destas fases do ciclo de vida da cortiça estão associados impactos ambientais que necessitam ser estudados e avaliados para reforçar a viabilidade da utilização do material em construções. Fatores importantes para se ponderar são as dimensões desses impactos no meio ambiente, as consequências a longo prazo, os custos iniciais da utilização, os custos de manutenção e a possível substituição do material, assim garantindo que a cortiça agrega valor sustentável à uma construção (Valério, 2014).

No caso da cortiça esta análise é favorável, já que está relacionada à absorção de carbono. A captura de carbono pelos sobreiros ocorre durante o processo da fotossíntese e traduz-se no crescimento da planta e na transformação do dióxido de carbono presente na atmosfera em oxigénio e em celulose. Falando sobre produtos fabricados, geralmente o processo inicia-se com a extração da cortiça das árvores e termina com a cozedura do aglomerado de grânulos de cortiça, com baixa emissão de gases e pouco consumo energético (Valério, 2014).



Muitas vezes existe a possibilidade de remoção e transformação de produtos de cortiça em granulado e em sua reaplicação em novas construções. A reutilização tem foco neste estudo e revela ainda mais o caráter sustentável do componente, que acaba por ter seu ciclo de vida prolongado (Valério, 2014). Com a utilização das tabelas 5 e 6 (Universidade de Bath e Avaliação do Ciclo de Vida dos Edifícios), elaborou-se os seguintes gráficos comparativos para melhor ilustrar as vantagens ambientais da utilização de cortiça frente à outros materiais de construção com características semelhantes (isolantes térmicos). Para melhor análise e comparação entre os impactos ambientais entre diferentes materiais da construção civil e a cortiça, a considerar as diferentes densidades dos materiais, estimou-se os impactos atrelados para uma placa de 1m x 1m x 5 cm de cada material, obtendo-se os seguintes resultados.

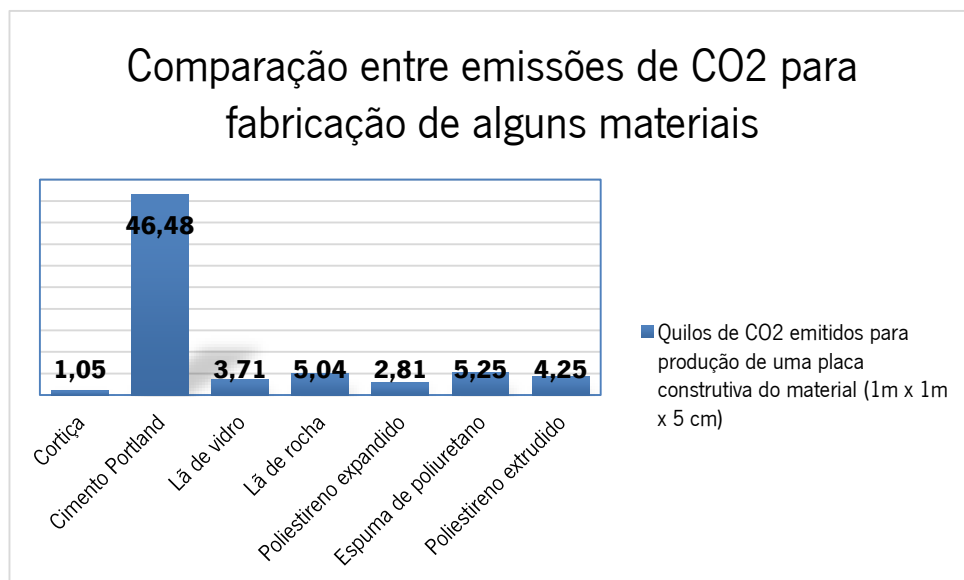


Figura 19: Gráfico de comparação entre emissões de CO<sub>2</sub> para fabricação de alguns materiais de construção.  
Fonte: Adaptado de Universidade de Bath.

No gráfico de comparação entre emissões de CO<sub>2</sub> é possível observar que a cortiça tem os menores valores, representando, por exemplo, apenas 1/5 do gás carbônico emitido para a fabricação de espuma de poliuretano (Universidade de Bath, 2017).

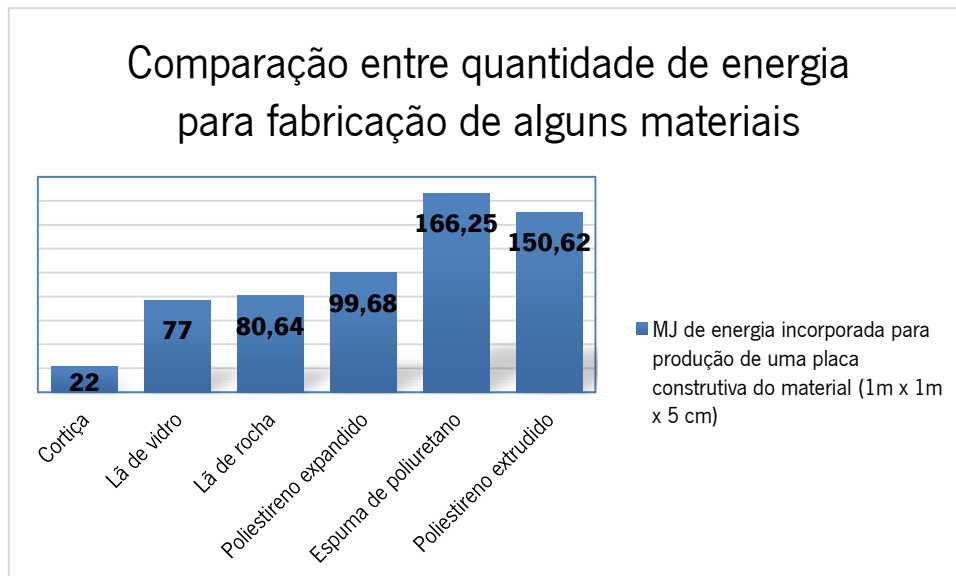


Figura 20: Gráfico de comparação entre quantidade de energia para fabricação de alguns materiais de construção.

Fonte: Adaptado de Universidade de Bath.

Para a análise de comparação entre a quantidade de energia utilizada para a fabricação, a cortiça também apresenta vantagens sob os demais materiais, já que tem o menor valor de energia consumida. A lã de vidro, segundo material menos impactante no quesito, já utiliza no mínimo três vezes mais energia (Universidade de Bath, 2017).

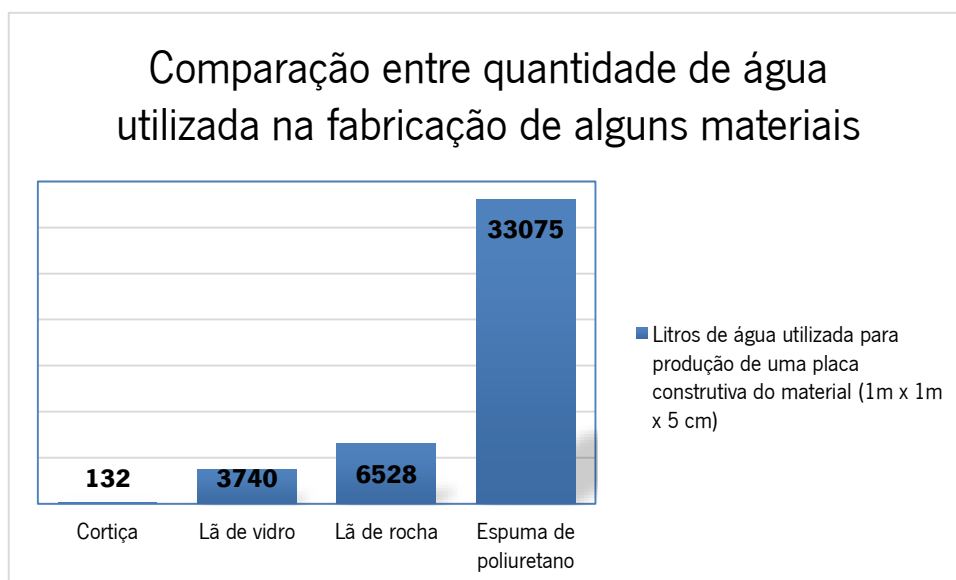


Figura 21: Gráfico de comparação entre quantidade de água para fabricação de alguns materiais de construção.

Fonte: Adaptado de Universidade de Bath.

Na comparação entre a quantidade de água utilizada, a fabricação da cortiça é muito menos impactante, visto a comparação com outros materiais isolantes capazes de utilizar muito mais água em sua produção (Universidade de Bath, 2017).

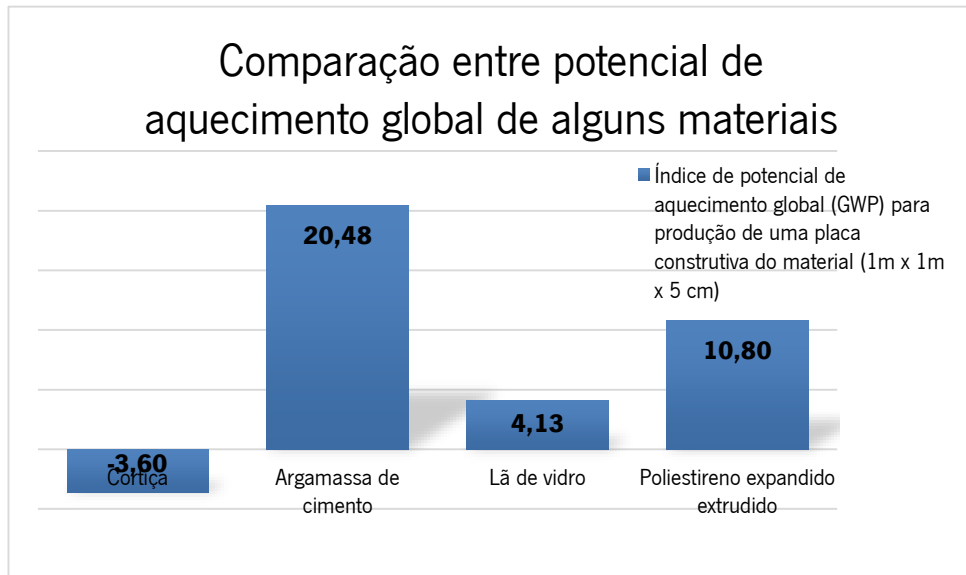


Figura 22: Gráfico de comparação entre potencial de aquecimento global de alguns materiais de construção. Fonte: Adaptado de Avaliação do Ciclo de Vida dos Edifícios.

No gráfico de comparação entre o índice “GWP”, é possível observar o fato de que além da cortiça apresentar menor valor de impacto, este valor é negativo, ou seja, o material é capaz de absorver o gás carbono e reduzir sua contribuição com a emissão de gases de efeito estufa (Bragança e Mateus, 2011).

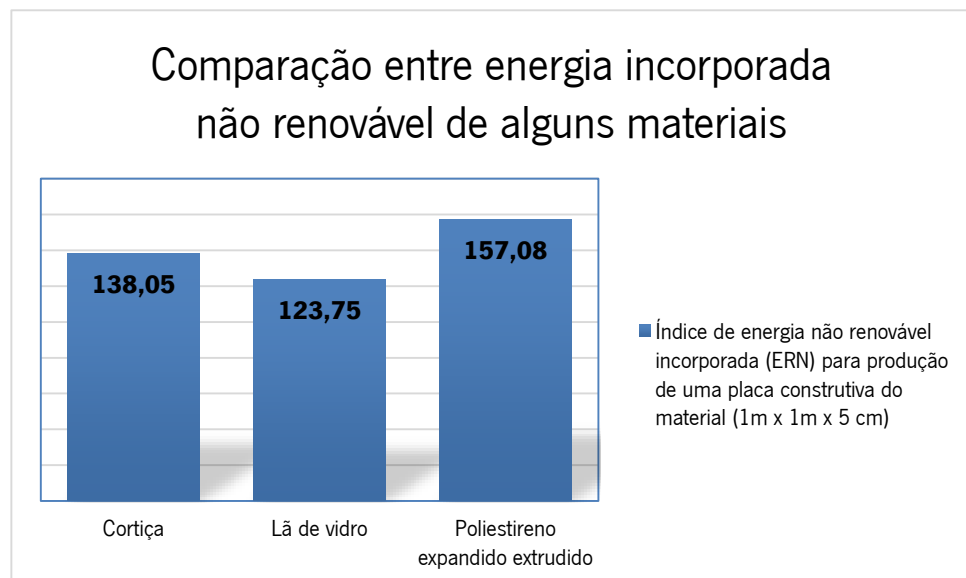


Figura 23: Gráfico de comparação entre a energia incorporada não renovável de alguns materiais de construção. Fonte: Adaptado de Avaliação do Ciclo de Vida dos Edifícios.

Sobre a energia incorporada não renovável (ENR), a cortiça demonstra valor menor em comparação ao poliestireno expandido extrudido, porém valor superior ao lã de vidro (Bragança e Mateus, 2011). Isso resulta pois apesar da cortiça apresentar um índice de impacto ENR menor em relação ao quilo de material, a relação de densidade da lã de vidro prevalece, sendo então menor o impacto resultante da produção deste material necessária para a constituição da placa construtiva nas dimensões estipuladas. Portanto é interessante a atenção na relação entre volume e peso do material alternativo a ser utilizado na construção.

### **6.5. Viabilidade social**

A cortiça já é bastante utilizada em Portugal para as construções, seja como placas de agregado de cortiça para isolamento das paredes como pisos utilizando o material. Logo, acredita-se que a barreira cultural e a aceitação não seriam problemas para a utilização deste material alternativo.

Pontos favoráveis em relação à sustentabilidade social seriam a geração de empregos e o aumento do conforto térmico das residências, justificado pela capacidade de isolamento térmico da cortiça, atribuindo menor vulnerabilidade ao frio à habitação, assim as famílias estariam melhor alojadas.

Um ponto a se atentar é o pós obra, a verificação das condições dos elementos modificados com a incorporação do material eco-eficiente, no que se refere à fissuras e trincas nas paredes e no piso. Porém conforme a bibliografia, dados de estudos e experimentos laboratoriais descritos, espera-se um resultado satisfatório e livre de surpresas ou problemas.

É possível concluir que a cortiça é um material de construção que poderá ser utilizado em habitações sociais e de baixo custo em países que produzam em grande escala o material, como é o caso de Portugal. As habitações de baixo custo existentes atualmente pecam pela não utilização de qualquer espécie de material de isolamento térmico ou acústico e, devido ao aumento populacional que os países têm sofrido, existe a necessidade de aumentar e renovar os seus parques habitacionais. Como tal, com a necessidade atual de se optar por processos construtivos e materiais mais sustentáveis e com a ênfase dada ao consumo energético, a aplicação de cortiça nestas novas habitações deve ser considerada. A sua aplicação tornaria a qualidade de vida nestes espaços mais confortáveis, graças a um melhor isolamento térmico e acústico, proporcionando ainda melhorias ao nível da transmissão de vibrações.

## **6.6. Interação junto à Associação Humanitária Domus e à Universidade do Minho**

Após a apresentação do interesse da Associação Humanitária Domus sobre a pauta da construção sustentável na Universidade do Minho e o intuito de incorporar um material eco-eficiente em suas obras, iniciou-se o planejamento do trabalho.

No caso de estudo, a associação Domus foi contatada via telefone, os números para ligação foram encontrados via pesquisa na internet e através de colegas de classe. Ao primeiro contato marcou-se uma reunião presencial na sede da instituição, em Braga nos arredores de Palmeira. A reunião resumiu-se em conhecer as dependências da organização, o coordenador de obras, engenheiro civil João Oliveira, e propor a parceria com intuito de utilizar a instituição como molde para plano de gestão em benefício mútuo. Com as informações sobre o funcionamento da Domus, sua história e metodologia, foi possível desenvolver o trabalho sob a ótica da própria entidade.

Após a reunião desenvolveu-se melhor a ideia do plano de gestão, sobre a utilização de cortiça e também sobre a incorporação em processos construtivos não estruturais. Durante o desenvolvimento do plano de gestão, o contato foi feito por email, sempre a compartilhar o avanço do trabalho.

Posteriormente, efetuou-se reuniões on-line via ferramenta “Zoom” para acertar detalhes sobre o plano de gestão para obtenção do material eco-eficiente, além de tratar sobre documentações e declarações oficiais de apoio por parte da administração da instituição Domus.

Os contatos posteriores foram feitos através de e-mail com a Domus e orientadores professores da Universidade do Minho, sempre com questões e informações pertinentes ao desenvolvimento do plano de gestão, sendo inclusive a declaração oficial do suporte da administração da Associação Humanitária Domus para busca do material eco-eficiente recebida através desta ferramenta. Além disto, discutiu-se informações importantes, como a quantidade suficiente de cortiça a se arrecadar, as técnicas construtivas utilizadas pela instituição e as obras em andamento da Domus.

Devido à atual pandemia de COVID-19, os trabalhos da Domus sofreram redução. Atualmente a única intervenção em andamento encontra-se na cidade de Valbom, à 40 minutos de carro de Braga, destino possível das quantidades de cortiça obtidas, já que não existem demais trabalhos futuros já efetivados. A obra é fruto de uma parceria com a câmara municipal, tem como favorecido um senhor idoso e consiste na reforma do telhado, aplicação de isolamento térmico e a construção de uma casa de banho adequada para uma residência de 32 m<sup>2</sup>.

Na reunião de encerramento do estudo, também realizada de forma remota, apresentou-se os resultados da aplicação parcial do plano de gestão e a quantia arrecadada com as etapas de obtenção desenvolvidas. Além disso, obteve a confirmação da utilidade do montante de cortiça acumulado, com o

compromisso de fornecer fotos e informações assim que o material for aplicado aos apoiadores da causa. Discutiu-se também os custos da associação relativos à materiais de construção, como areia e argamassas, tópicos essenciais para o desenvolvimento da etapa de viabilidade econômica.

Uma última interação foi importante para o repasse de contatos entre as partes envolvidas e assim garantir uma melhor comunicação sobre logística e entregas de material, preservar as parcerias firmadas e agradecer o tempo e à atenção destinadas ao estudo.

Foi importante também enviar um e-mail final às empresas que forneceram o material com agradecimentos e o envio do contato da coordenação de obras da Domus, engenheiro João Oliveira.

Por fim, através de todas as informações levantadas e entregues, solicitou-se uma última declaração de aprovação do plano de gestão e dos estudos desenvolvidos por parte da administração da Associação Domus, documento anexado ao fim deste trabalho.

## **6.7. Busca por granulado de cortiça**

Para o desenvolvimento da etapa essencial para a aplicação eco-eficiente proposta é de valiosa ajuda estipular uma quantidade finita de material alternativo a ser alcançada. Isto é importante pois direciona os requerimentos de doações às corticeiras, às empresas de construção e à estrutura das campanhas de arrecadação, como o período de duração do projeto e número de pontos de coleta.

A fim de obter uma estimativa de material adequada contactou-se o coordenador de obras da Associação Domus, já que deste modo a quantia seria compatível com os trabalhos prévios da instituição. Então, a título de estimativa, através do cálculo a seguir disponibilizado via e-mail, considerou-se uma utilização de 15% de granulado de cortiça nas argamassas e betões leves.

- Para um consumo de 18 a 20 m<sup>3</sup> de argamassa e betões leves, tem-se: 15% de 20 m<sup>3</sup> = 3 m<sup>3</sup> de cortiça.

Com esse dado é possível tornar mais claro a proposta de doações a oferecer para as empresas parceiras, já que explicita uma quantidade ótima para aplicação do plano de gestão.

### 6.7.1. Busca por fornecedores de cortiça

A princípio optou-se por dois fornecedores principais de cortiça para contatar, indicações de professores da Universidade do Minho, pois estas empresas têm ou já tiveram contato com fornecimento de granulado de cortiça para o laboratório universitário. As empresas foram a Amorim e a Sofalca.

Enviou-se um e-mail para os endereços obtidos via pesquisa on-line, a explicar a motivação do estudo e da intervenção, os agentes envolvidos e a finalidade do uso do granulado de cortiça, com cópia aos

professores orientadores. A primeira tentativa, somente obteve-se resposta da Sofalca, a fornecer informações como a disponibilidade do material, sua localização, como é feito seu transporte até o cliente e o preço por metro cúbico de cortiça. Para uma melhor segunda tentativa contactou-se a administração da Associação Humanitária Domus para a emissão de uma declaração a atestar o uso oficial do granulado de cortiça exclusivo em obras de habitações sociais.

Com a elaboração da declaração assinada pela administração da associação e pelo professor orientador da Universidade do Minho, foi possível melhor argumentar o pedido por doações do material eco-eficiente. O documento oficial está em anexo ao fim do trabalho e serve como modelos para futuros trabalhos.

Ao encaminhar a declaração de interesse por cortiça para uso em habitações sociais devidamente assinada, obteve-se resposta positiva da empresa Sofalca. Ao trocar e-mails com o promotor de vendas José Porfírio, foi estipulada a quantidade de material eco-eficiente necessária para a aplicação do plano conforme conversado com o engenheiro João Oliveira da Domus. Como a administração da Sofalca já tem familiaridade com o fornecimento de cortiça para os laboratórios e projetos da Universidade do Minho, foi facilitada a obtenção de uma resposta positiva, portanto a empresa comprometeu-se a fornecer 4 m<sup>3</sup> de granulado do material para a utilização da Associação Humanitária Domus. Porém este fornecimento só será realizado após o recesso de fim de ano, visto que a Sofalca já encerrou suas atividades em 2021. Como retribuição, a Sofalca solicitou os resultados da aplicação da cortiça e também que a empresa seja mencionada como parceira nos estudos, nas obras ou nos testes em que o material tiver influência.

A corticeira Amorim foi melhor contactada via ligação telefônica e com a apresentação da proposta ao responsável José Andrade conseguiu-se uma resposta favorável às doações de cortiça. Porém, com a época turbulenta de fim de ano, com a alta demanda de entregas e com a empresa quase a suspender atividades para o recesso, a disponibilidade de granulado de cortiça teve drástica redução para a causa social. Apesar disto, como resultado importante foi possível a obtenção de ¼ m<sup>3</sup> de material eco-eficiente disponibilizado e entregue pela Amorim, com a condição do fornecimento de informações cadastrais como número de identificação fiscal, endereço e contatos. Junto com a resposta positiva ao apelo por doações do material alternativo, recebeu-se o catálogo e a declaração ambiental do material que será fornecido, anexados ao fim deste trabalho. A Amorim pediu apenas uma condição com o fornecimento, o envio dos resultados do estudo em que a cortiça será aplicada, sendo portanto essencial o envio de um “feedback” para a empresa posteriormente sobre as incorporações ou ensaios.

Contactou-se também a Pietec por e-mail, porém como não houve retorno, o contato foi feito diretamente por telefone. A Pietec solicitou a espera para que um e-mail de resposta fosse encaminhado, portanto o projeto ficou em aguardo.

Conclui-se que a busca por cortiça através da indústria corticeira, ou seja, fornecedores diretos, revelou-se o melhor caminho para a obtenção de granulado de cortiça até então, visto a facilidade com transporte, a trituração do material já realizada e os custos nulos. Isso deve-se ao fato do interesse das corticeiras na participação em causas sociais e também pela familiaridade com o fornecimento do material eco-eficiente aos laboratórios e trabalhos da Universidade do Minho.

A seguir está uma figura do material disponibilizado de imediato pela corticeira Amorim, o granulado de cortiça expandida.



Figura 24: Granulado de cortiça expandida fornecido pela corticeira Amorim. Fonte: Declaração ambiental de produto, Corticeira Amorim (2016).

#### 6.7.2. Busca por empresas de construção para parcerias

Para a listagem de empresas de construção civil optou-se por construtoras ao redor de Braga e Guimarães, já que deste modo o transporte até a associação Domus seria facilitado e também o material teria origem próxima à Universidade do Minho. Através de pesquisa on-line e indicações, procurou-se por empresas com obras de médio a grande porte, sendo assim capazes de oferecer maior quantidade de resíduos de obra de cortiça.

As construtoras de Braga contatadas foram a Balaustre, a Sr. Obras, a Urban, a JC Group e a ConstruCasais. As construtoras de Guimarães contatadas foram a Graum, a BGM, o Grupo INT, a Camacho Engenharia, a CJR e a NVE.



À todas estas empresas enviou-se uma proposta de parceria para a obtenção de resíduos de cortiça com a apresentação do tema e a causa social destinada à utilização do material eco-eficiente, além de anexar a declaração oficial de interesse no material eco-eficiente emitido pela Associação Humanitária Domus. Como o contato por e-mail revelou lentidão em respeito à respostas e à comunicação, optou-se por telefonar diretamente ao número de cada construtora, contato encontrado via pesquisa na internet. A princípio houve dificuldade para propor parcerias, já que a maioria das construtoras afirmou não produzir resíduos de cortiça consideráveis ou até mesmo nenhum. Discutiu-se o assunto com engenheiros e representantes de venda de cada empresa, o que foi de grande utilidade para uma melhor compreensão do cenário da utilização de cortiça nas obras na região em que o plano de gestão se aplica. Conclui-se que este caminho não resultou grandes avanços à obtenção de cortiça, visto a escassez desse tipo de resíduos nas obras nos arredores. Porém o contato direto com as empresas foi importante para divulgação da ação social e do desenvolvimento do estudo, deste modo a abrir portas pra que mais pessoas tivessem o primeiro contato acerca deste tipo de trabalho, a utilização de materiais eco-eficientes em obras de habitações sociais, a destacar o nome da Associação Humanitária Domus e instigar futuras parcerias.

#### 6.7.3. Campanhas de arrecadação

O lançamento de campanhas para arrecar o material é uma metodologia também com pequenos custos atrelados, já que a cortiça seria advinda totalmente de doações.

As campanhas teriam alvos principais como supermercados e restaurantes, locais em que há maior descarte de materiais como rolhas de cortiça e altamente frequentados diariamente. A ideia é disponibilizar pontos de coleta em locais como supermercados Continente e Pingo Doce, por exemplo, a fim de coletar o material periodicamente.

Os pontos de coleta podem contar com um recipiente, como uma caixa de papelão, com informações sobre a causa e o logotipo da associação Domus e empresas parceiras. É importante contatar, de forma presencial se possível, os responsáveis dos supermercados para conseguir a permissão para tomar certo espaço do ambiente destinado à arrecadação.

Em restaurantes é importante que uma lista de potenciais lugares que possam disponibilizar rolhas em maior quantidade, portanto buscar espaços com maiores capacidades de público é interessante.

As campanhas podem ser divulgados por redes sociais, pode-se utilizar a página do Facebook da Associação Humanitária Domus e enviar e-mails para rede de alunos com auxílio do e-mail acadêmico

da Universidade do Minho. Além disso pode-se imprimir cartazes para colagem em locais como o centro de Braga e de Guimarães, com o incentivo da campanha e do viés social e sustentável do movimento. Algumas localidades interessantes para pontos de coleta, com a relevância da distância à Associação Humanitária Domus e a quantidade de pessoas a frequentar, são, em Braga: supermercados Continente, Pingo Doce, Intermachê, Lidl, shoppings Braga Parque e Nova Arcada, e restaurantes como a Taberna Belga e Il Fiume. Em Guimarães: supermercados Froiz, Continente, Pingo Doce, Bolama, shopping Guimarães, restaurantes como Mumadona e até mesmo a Universidade do Minho Campus Azurém. Como referência foi conhecido o projeto “Green Cork”, implementado desde 2008, realizado pela Quercus e que foca na recolha de rolhas de cortiça para reciclagem. É desenvolvido em parceria com a Amorim, o Continente, o Dolce Vita, escolas, escoteiros, municípios, empresas de recolha de resíduos, adegas, produtores de vinho e outras entidades e tem por objetivos principais recolher rolhas e financiar a plantação de árvores autóctones. Sabe-se que através das verbas que a Quercus recebeu pela entrega para reciclagem de cerca de 295 toneladas de rolhas de cortiça, já foram plantadas cerca de 476 mil árvores (dados de 2016). Abaixo está a figura do cartaz da campanha 2021 do Green Cork.



Figura 25: Cartaz da campanha de arrecadação de rolhas de cortiça do projeto Green Cork em 2021. Fonte: greencork.org (2021).

O projeto foi contactado para obtenção de informações, sugestões e propostas de parcerias. Primeiramente foi enviado um e-mail com toda apresentação do estudo em desenvolvimento e posteriormente telefonou-se para o contato obtido via internet. O responsável Pedro Sousa foi capaz de fornecer informações sobre a história e dados do projeto, além de levantar a discussão sobre a parceria, que deveria ser feita em conjunto à corticeira Amorim, maior contribuinte do projeto Green Cork. O e-mail de apresentação foi encaminhado para a Amorim com o requerimento de doações de granulado de cortiça para o uso nas habitações sociais da Associação Humanitária Domus.

Devido à impasses como a época de fim de ano, alta demanda de encomendas a entregar da empresa com prazos curtos e funcionários da área da sustentabilidade de férias, houve dificuldade em conseguir uma entrega de parte das arrecadações para a causa social contida neste trabalho. Porém afirmou-se a parceria entre os projetos, já que os responsáveis mostraram interesse no suporte e que assim que possível e a situação se normalizasse, as demandas seriam atendidas com entusiasmo.

## **6.8. Logística**

Para a logística pretende-se contar com a ajuda de carros de voluntários para o transporte dos materiais arrecadados nos pontos de coleta, sejam eles de campanhas ou resíduos de obras, até a instituição. Para isto, formulários serão enviados aos membros e participantes do projeto a fim de estipular datas de recolhimento, programar rotas e formar escalas para a coleta dos produtos de cortiça.

Além disso, para o fornecimento profissional pretende-se firmar parcerias entre transportadoras já ambientadas à trabalhar com empresas como a Amorim. O intuito é reduzir o custo do transporte até a sede da associação ou até as obras, a fim de, por exemplo, aproveitar transportes já marcados ao entorno da região.

Para o melhor entendimento acerca da localização da instituição, do contexto à sua volta e das distâncias da sede para lugares próximos, desenvolveu-se imagens de mapa através da ferramenta “Google Earth”. Na figura abaixo está representada a localização da Associação Humanitária Domus na cidade de Braga, próxima ao rio Cávado, marcada por um símbolo vermelho.

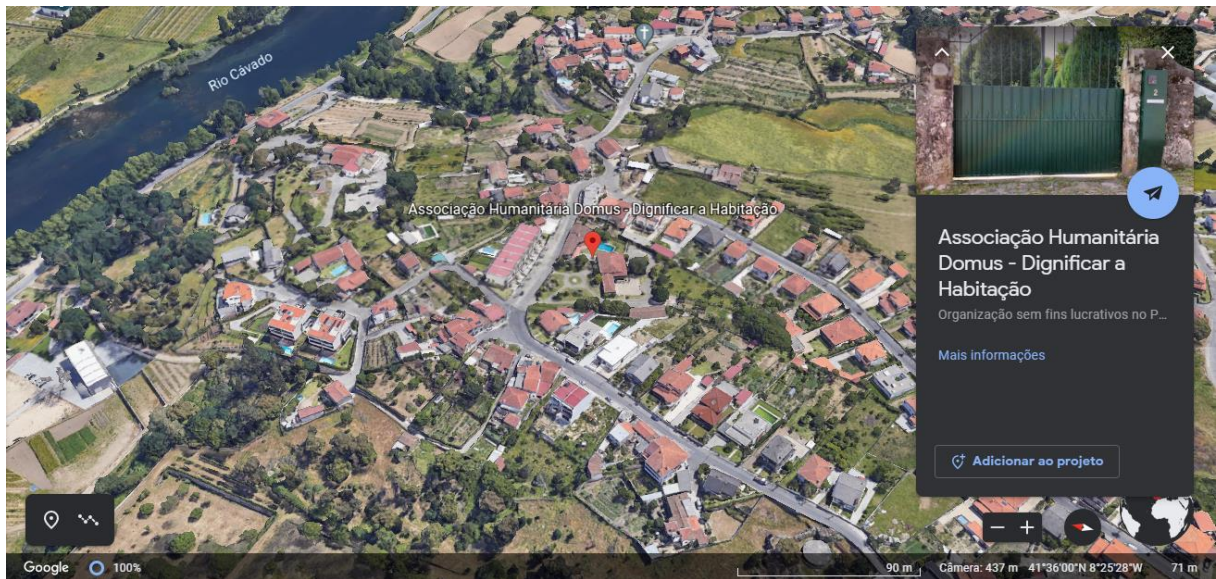


Figura 26: Localização da Associação Humanitária Domus. Fonte: Google Earth.

Já na próxima figura é possível observar o mapa com as marcações da Associação Humanitária Domus, em vermelho, e de um dos possíveis pontos de coleta do material eco-eficiente, o shopping Nova Arcada, marcado em amarelo. A distância entre os dois lugares é de aproximadamente 2,9 quilômetros, sendo um percurso curto e facilitado em termos de logística e custos.

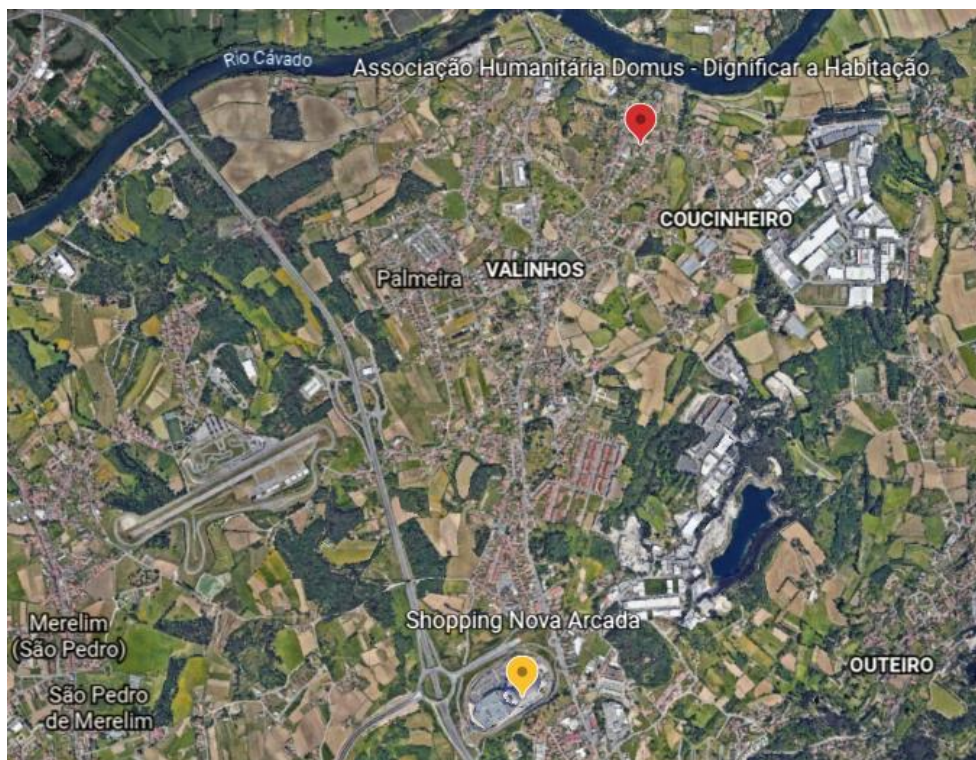


Figura 27: Mapa de distância entre a Associação Domus e um dos possíveis pontos de coleta próximos, o shopping Nova Arcada. Fonte: Google Earth.

Através da análise das imagens e dados é possível observar que a instituição é de fácil acesso na cidade de Braga, pois está em uma região com vias adequadas à circulação, além de oferecer potenciais pontos de coleta pouco distantes, facilitando o transporte das arrecadações.

### **6.9. Preparo do material**

Tendo em vista a utilização de cortiça em argamassas e betões leves que serviram para o recobrimento das paredes e enchimento do piso, respectivamente, o material terá de ser utilizado em específica granulometria correta para que a compatibilização seja satisfatória com os demais elementos da mistura. Através do contato com a Associação Domus, estimou-se que a granulometria adequada à cortiça nesta situação em estudo seria de aproximadamente 3 milímetros.

Portanto, quanto ao preparo do material, refere-se à trituração de elementos de cortiça, como rolhas e aglomerados, para obtenção do granulado e desta forma empregá-lo na incorporação de argamassas e betões leves.

O ponto chave para esta etapa é a obtenção de um triturador, visto que a associação Domus não possui um em sua unidade. Pesquisou-se então trituradores adequados à produtos de cortiça no mercado, com a restrição de evitar grandes gastos de capital. O equipamento seria de posse da associação e sua utilização seria em suas dependências.

Através do site da “OLX”, enconstrou-se anúncios como o ilustrado na figura abaixo, com preços baixos para equipamentos rústicos que cumpririam a tarefa, o aparelho em questão tem o valor de 35 euros. Porém é necessário atentar-se à localização dos equipamentos para evitar custos exarcebados com o frete.



Publicado 15 de novembro de 2021

Linha trituradora de cortiça

**35 €**

Figura 28: Anúncio de venda de equipamento para triturar cortiça. Fonte: OLX (2021).

Porém, a fim de evitar quaisquer custos, também contactou-se empresas que fornecem trituradores adequados para a indústria corticeira, a fim de levantar o custo de aluguel ou até mesmo parcerias com custo baixo de empréstimo ou nulo. Por pesquisa na web, encontrou-se a Tequimaq, empresa que fornece máquinas para a indústria corticeira, enviou-se um e-mail a apresentar toda a questão envolvida e questionou-se sobre parcerias e os custos de um triturador simples adequado à situação. Feito isto, contactou-se a empresa por telefone para proposta de parceria. Como a Tequimaq produz máquinas sob encomenda e para cada caso específico, a opção torna-se inviável, devido aos custos atrelados e a complexidade da proposta de trabalho da empresa.

Também foi contactada a empresa Regina Cork, fornecedora de equipamentos e processos para a indústria corticeira. Como a localização da entidade é afastada à região em que o plano de gestão se aplica, restringiu-se à apenas coletar informações. Através do contato por telefone, os responsáveis sugeriram que a trituração fosse feita na maior parte nas próprias corticeiras, já que estas empresas já têm as ferramentas adequadas para tal. A empresa Regina Cork têm seus equipamentos calibrados para

a trituração de cortiça virgem, como matéria-prima, portanto fica de difícil compatibilização usar o mesmo aparato para triturar rolhas de cortiça.

Visto a tentativa principal de já obter a cortiça em estado granulado por parte das corticeiras, as rolhas de cortiça arrecadas por campanhas tem o processo de preparo feito por equipes de voluntários que atuarão nas obras em que pretende-se usar o material eco-eficiente, seguindo instruções do coordenador de obras, engenheiro João Oliveira e granulometria adequada à aplicação, portanto visa-se a utilização de um triturador próprio.

Portanto, a dificuldade de obter uma parceria com empresas do ramo de equipamentos para indústria corticeira fez com que a opção de encontrar o material já em estado granulado seja a de melhor alternativa, além de reduzir custos e facilitar a sua aplicação. Porém não se descarta a escolha de utilizar um triturador simples, obtido por exemplo através de sites de venda, para triturar as rolhas de cortiça obtidas em campanhas de arrecadação, já que apesar de gerar custos as opções encontradas demonstraram gastos pequenos.

## **6.10. Viabilidade econômica**

Uma das maiores vantagens econômicas diz respeito aos atributos isolantes térmicos da nova aplicação eco-eficiente de cortiça. Além de amenizar os problemas relacionados à pobreza energética, tem-se uma economia dos gastos energéticos com aquecimento e arrefecimento.

Além disso, pode-se destacar o a economia pela maior volume de mistura nas argamassas e betões leves, adquirido com a adição dos materiais alternativos, sendo assim necessário menos agregados para a execução da obra, reduzindo os custos.

Os custos atrelados à obtenção de cortiça estão basicamente relacionados ao transporte do material eco-eficiente até a associação Domus e ao preparo (trituração) do material. Porém, no caso de estudo, a maior parte da cortiça obtida será entregue pelas próprias corticeiras, sendo também o material já devidamente triturado.

A tratar dos resultados reais obtidos pela execução parcial do plano de gestão, ou seja, a obtenção de  $\frac{1}{4}$  m<sup>3</sup> de granulado de cortiça pela Amorim e 4 m<sup>3</sup> com a Sofalca, ainda sem levar em consideração a quantidade que será acumulada através das campanhas de arrecadação, é possível consolidar um pilar econômico sustentável, com custos próximos à zero nestas etapas. Porém, é importante salientar que para que a ação seja contínua ao passar do tempo, este orçamento pode sofrer modificações e agregar mais custos à intervenção, portanto é necessária atenção para que isto não comprometa a realização do plano de gestão, sempre a buscar parcerias e a obtenção por meio de doações em prol da causa social.

Para a estimação de poupança de recursos econômicos com a incorporação de granulado de cortiça, considerou-se a proporção sugerida pela coordenação de obras da Associação Domus, em que o material eco-eficiente representaria 15% da nova mistura, estima-se então que o orçamento referente à argamassas de recobrimento e piso apresente uma redução de 15%, visto a participação do material eco-eficiente com custo nulo e a diminuição de outros como ligantes e agregados. Esta porcentagem demonstra um valor significativo mediante aos custos de materiais de construção na atualidade e também à condição das famílias carentes que serão impactadas pelo projeto.

Para melhor exemplificar e tornar de fato palpável os dados sobre a redução de custos com a aplicação do plano de gestão, com o auxílio do contato da coordenação de obras da Domus estimou-se o gasto de 25 euros por m<sup>3</sup> de areia (sem IVA) pela instituição. A considerar a redução da quantidade deste material proporcionalmente à quantidade de cortiça obtida, 4 ¼ m<sup>3</sup>, tem-se uma economia confirmada de mais de 100 euros até o momento nesta intervenção. Se o valor for relativo ao custo de m<sup>3</sup> de argamassas já preparadas, a economia é ainda maior, já que o preço do m<sup>3</sup> a considerar seria de 55 euros (sem IVA), totalizando uma quantia salva de mais de 200 euros. Porém, além disto, como discutido com o engenheiro João Oliveira, também se economiza através de fatores indiretos como: a redução de gastos energéticos mediante o melhor isolamento térmico da residência; o menor peso próprio das paredes e pisos, que resulta em uma menor sobrecarga e uma estrutura menos robusta; menores custos com bombeamento e maquinário, visto a necessidade da mistura ser feita in loco.

Em *Experimental characterization of granulated cork lightweight concrete* (2005), de Said Jalali, Rute Eires e Aires Camões, desenvolve-se betões leves com a substituição total da brita por cortiça, com a produção de um compósito não estrutural com valores de resistência à compressão satisfatórios, massa específica baixa e grande economia de cimento (Eires, 2005). Isto comprova que o campo para análises econômicas de técnicas construtivas com a incorporação de cortiça é amplo, capaz de poupar variados recursos naturais e custos, além de não se limitarem somente à argamassas ou substituições parciais. Com o levantamento de custos e a considerar o caráter eco-eficiente desta intervenção, é possível afirmar a viabilidade econômica da utilização de granulado de cortiça nas obras da Domus. Existem custos associados ao tempo de preparo e aplicação das novas argamassas e betões leves, porém é importante ressaltar que a reutilização de resíduos agregada à um melhor isolamento térmico como resultado final apresenta-se como uma boa solução para aliar sustentabilidade, economia de recursos naturais e econômicos e bem estar social.



### 6.11. Resultados e conclusões

Conforme a análise do desenvolvimento do estudo realizado, foi possível estabelecer um plano de gestão para a obtenção do material eco-eficiente desejado, a cortiça, com o intuito de aplicação nas obras da Associação Humanitária Domus.

Alguns percalços foram encontrados durante o trabalho, os principais estão relacionados ao curto período para a análise do cenário da construção civil em relação à introdução da técnica em obras sociais e também à de mudança de mentalidade da construção tradicional para uma mais sustentável, ainda que esta última traga benefícios em questões energéticas e ambientais, ela oferece impasses, como custos indiretos na obra e maior demanda de tempo no início para a introdução da nova técnica construtiva. Outro desafio foi encontrar fornecedores aptos a contribuir com o projeto, sendo a negociação lenta e meticulosa.

Apesar dos desafios, o principal objetivo foi alcançado de forma satisfatória, pois, apesar das campanhas de arrecadação não pudessem ser colocadas em prática, arrecadou-se a cortiça através das indústrias corticeiras, Amorim e Sofalca. A obtenção de material eco-eficiente foi significativa, resultando em uma quantia de  $4 \frac{1}{4} \text{ m}^3$  de granulado de cortiça, já triturado e entregue pelas próprias empresas.

A quantia de cortiça doada pela Sofalca ( $4 \text{ m}^3$ ) será entregue em janeiro na Domus. A pequena quantia inicial de cortiça fornecida pela Amorim ( $\frac{1}{4} \text{ m}^3$ ) já foi entregue e está ilustrada na imagem abaixo. A empresa informou estar apta a fornecer mais material no início do próximo ano. Abaixo também está a imagem de uma quantia de rolhas de cortiça arrecadadas em casa e através de contatos pessoais, a fim de ilustrar como as campanhas de arrecadação tem grande potencial para a obtenção do material eco-eficiente.



Figuras 29 e 30: Pacote com  $\frac{1}{4} \text{ m}^3$  de granulado de cortiça fornecido pela Amorim e rolhas de cortiça arrecadadas em casa e com contatos pessoais. Fonte: Autoria própria.

É importante salientar que o estudo de caso obteve vantagens graças às etapas iniciais bem desenvolvidas. A cortiça é um material muito transformado na região em que o plano de gestão será aplicado, o norte de Portugal, portanto foi possível encontrar de forma facilitada contatos de fornecedores. Além disso, as empresas de cortiça tinham conhecimento sobre as ações da Universidade do Minho, a principal instituição apoiadora, logo ofereceram amigável comunicação e atenção à causa em estudo, visto que já realizaram o fornecimento do mesmo material para o meio acadêmico.

Além disso, convém afirmar que para o plano de gestão específico, a melhor alternativa para a obtenção do material eco-eficiente, sendo esta a etapa mais desafiadora do trabalho, foi através dos fornecedores diretos do material, nomeadamente as corticeiras Amorim e Sofalca, capazes de facilitar etapas como a logística do material até a instituição e o preparo deste.

Apesar das dificuldades desenvolveu-se um plano de gestão real, capaz de ser aplicado de forma prática. Muitos contatos feitos mostraram interesse na causa social e incetivaram a continuidade da proposta. Além disto, através dos dados ambientais, sociais e econômicos, foi possível garantir a viabilidade do emprego de granulado de cortiça nas argamassas e betões leves das obras em prol das famílias carentes. Como será citado nas considerações finais, os adendos e incentivos para um futuro trabalho contam com o futuro acompanhamento de uma obra social com a utilização do material eco-eficiente obtido através do plano de gestão.

Conclui-se que os objetivos do caso de estudo foram alcançados de forma satisfatória, com resultados importantes como o registro de adversidades solucionadas e a solucionar, dados quantitativos e comparativos nos pilares ambiental, social e econômico e o incentivo à futuros trabalhos na área, a fim de criar uma maior abrangência do tópico da construção sustentável em direção às habitações sociais e ao público mais carente de nossa sociedade.

## **7. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

De maneira, resumida, este estudo apresentou um método para o desenvolvimento de um plano de gestão para a obtenção e aplicação de um material eco-eficiente em obras de caráter social e em uma instituição humanitária. Também foram apresentados as etapas e justificativas necessárias para uma boa argumentação em defesa da proposta de construção mais sustentável.

As maiores dificuldades encontradas ao longo do estudo foram relacionadas à escassez de referências bibliográficas específicas para o tema. Apesar da grande quantidade de documentação envolvendo o tema

de construção sustentável, a literatura sobre gestão aliada à implementação de materiais eco-eficientes é rara.

Para o desenvolvimento do plano de gestão, os desafios basearam-se na obtenção de respostas positivas quanto à doações de material eco-eficiente e na quantidade de tempo demandada para respostas das empresas envolvidas e para o lançamento de uma campanha de arrecadação de fato, visto o curto período disponível para o fim dos estudos. Muitas empresas de construção não produzem resíduos de cortiça de forma significativa e empresas de equipamentos para indústria corticeiras não demonstraram grande interesse em fazer parte da causa. Isto afirma um cenário ainda resistente à introdução de novas técnicas sustentáveis à construção civil, quadro atual que necessita de mudanças de mentalidade o quanto antes visto o cenário ambiental em que o mundo se encaminha.

A opção mais viável de acesso ao material no caso de estudo foi encontrada junto aos projetos de arrecadação já existentes, adeptos à causas sociais, e junto às corticeiras, familiarizadas com a reutilização do material eco-eficiente. O projeto Green Cork foi de extrema importância para o cumprimento do plano de gestão, além das corticeiras Sofalca e Amorim, a demonstrar grande interesse na causa social da Associação Humanitária Domus.

### **7.1. Do cumprimento do objetivo**

A análise do conteúdo apresentado permite considerar que este trabalho atendeu aos objetivos propostos, desenvolveu-se um plano de gestão com foco na obtenção do material eco-eficiente por uma instituição social da área da construção civil. O método proposto, inicialmente desenvolvido, é genérico e pode ser aplicado às mais diversas situações.

Para atingir o objetivo, foi necessário desenvolver o estudo conforme a rede de contato da região de Braga e norte de Portugal, contactando fornecedores e empresas, além do desenvolvimento de aspectos e impactos ambientais e suas correlações.

### **7.2. Recomendações para trabalhos futuros**

O presente trabalho não esgota a pesquisa por um plano de gestão mais eficiente e detalhadamente livre de falhas, visto que não houve tempo para acompanhar e finalizar a aplicação de um material eco-eficientes nas obras. Desta forma, são feitas algumas proposições para a continuidade da pesquisa:

- Desenvolvimento de ensaios laboratoriais com a consideração do material alternativo escolhido e as técnicas construtivas influenciadas, a fim de desenvolver novas metodologias construtivas e dados acerca de propriedades mecânicas específicas;

- Acompanhamento das obras de habitações sociais com aplicação do material eco-eficiente arrecadado e o desenvolvimento de relatórios de obra;
- Cálculo detalhado de custo reais ao fim da aplicação do material para registro de análise do pilar econômico da proposta.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] EIRES, Rute; JALALI, Said; CAMÕES, Aires – Novos Compósitos Eco-eficientes para Aplicações não Estruturais na Construção. Departamento de Engenharia Civil, Universidade do Minho: Revista Internacional Construlink, 2010. N° 23 VOL.8.
- [2] LU, Renxiang – A cortiça na construção. Lisboa: Técnico Lisboa, 2014.
- [3] MOREIRA, Anabela – Caracterização das propriedades térmicas e acústicas de betonilhas com incorporação de cortiça. Coimbra: Universidade de Coimbra, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Departamento de Engenharia Civil, 2013.
- [4] EIRES, Rute – Materiais não Convencionais para uma Construção Sustentável utilizando cânhamo, pasta de papel e cortiça. Guimarães: Universidade do Minho, 2006.
- [5] NASCIMENTO, Cláudio – Cortiça na construção. Porto: Instituto Superior de Engenharia do Porto, 2013.
- [6] BATISTA, Fábio – O uso de cortiça na construção sustentável. Porto: Faculdade de Engenharia Universidade do Porto, 2017.
- [7] VALÉRIO, André – Materiais para uma Construção Sustentável: o caso da cortiça. Lisboa: Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, 2014.
- [8] BRAGANÇA, Luís; MATEUS, Ricardo - Avaliação do Ciclo de Vida dos Edifícios: Impacte Ambiental de Soluções Construtivas. Portugal: Publindústria, 2011.
- [9] Relatório de Sustentabilidade, Corticeira Amorim, em <https://www.amorim.com/xms/files/v1/Sustentabilidade/Relatorios/rs06port.pdf> [acesso em 08 de novembro de 2021].
- [10] UN Habitat, em <https://unhabitat.org/> [acesso em 01 de abril de 2021].
- [11] CEB – UN-Habitat, em <https://mirror.unhabitat.org/pmss/getElectronicVersion.asp?nr=1767&alt=1> [acesso em 01 de junho de 2021].
- [12] Cob na bioconstrução, em <https://www.celinalago.com.br/2015/05/cob-na-bioconstrucao.html> [acesso em 01 de junho de 2021].
- [13] Earthship Experience em <https://www.facebook.com/earthshipexperience/> [acesso em 01 de junho de 2021].

- [14] Estudo aponta pegada de carbono negativa das rolhas de cortiça produzidas pela Amorim em <https://www.dnoticias.pt/2020/1/10/218678-estudo-aponta-pegada-de-carbono-negativa-das-rolhas-de-cortica-da-amorim/> [acesso em 08 de novembro de 2021].
- [15] Problema da falta de moradia em <https://escolakids.uol.com.br/geografia/problema-da-falta-de-moradia.htm> [acesso em 09 de novembro de 2021].
- [16] Building Materials Update – Project Riad em <https://projectriad.com/2018/02/13/building-materials-update/> [acesso em 10 de novembro de 2021].
- [17] Durabilidade e Reciclagem 100% natural em <https://www.amorimcorkinsulation.com/vantagens/durabilidade-e-reciclagem/> [acesso em 15 de novembro de 2021].
- [18] Materiais vs Desempenho em <https://amorimcorkcomposites.com/pt/centro-de-informa%C3%A7%C3%A3o/artigos/materiais-vs-desempenho-qual-a-posicao-da-cortica-no-mercado/> [acesso em 15 de novembro de 2021].
- [19] Argamassa de Reboco Leve com NHL e cortiça SecilTek Ecocork Lime em <https://www.obras360.pt/0080120001sc-argamassa-de-reboco-leve-com-nhl-e-cortica-secil-tek-ecocork-lime> [acesso em 16 de novembro de 2021].
- [20] Ecocork Lime, Ficha de Dados de Segurança, Declaração de Desempenho, Ficha Técnica em [https://secilpro.com/produtos/solucoes\\_construtivas/isolamento-termico/argamassas-termicas/ecocork-lime#produto](https://secilpro.com/produtos/solucoes_construtivas/isolamento-termico/argamassas-termicas/ecocork-lime#produto) [acesso em 16 de novembro de 2021].
- [21] ONG Teto Brasil em <https://teto.org.br/> [acesso em 01 de abril de 2020].
- [22] Amorim Cork Insulation em <https://www.amorimcorkinsulation.com/> [acesso em 15 de novembro de 2021].
- [23] MANCIO, Mauricio – Impacto Ambiental da Indústria Cimenteira e o Desenvolvimento de Novos Eco-Cimentos. Florianópolis, Brasil: 53º Congresso Brasileiro do Concreto, 2011.
- [24] OLIVIER, Jos; JANSSENS-MAENHOUT, *Greet – CO2 Emissions from fuel combustion: Part 3: Greenhouse-Gas Emissions*. European Commission: International Energy Agency, 2012.
- [25] LISSIA, F.; PES, A.; Bol. JNC, n.º 339, 1967.
- [26] GIL, Luís – *Food and non-Food AgroIndustry and Forestry*. Bruxelas: *Int. Conf. Applic. of Life Cycle Assessment in Agric*, 1996.
- [27] GIL, Luís - A cortiça como material de construção. Santa Maria de Lamas: APCOR, 2007.
- [28] *Code of Practice for Project Management for Construction and Development, Third Edition*. United Kingdom: The Chartered Institute of Building, 2002.

- [29] FREITAS, Heron - Gestão de Estoque: estudo de caso numa micro empresa de material de construção na Cidade de João Pessoa. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Aplicadas, 2012.
- [30] NORO, Greice - Tomada de decisão em Gestão de Projetos: um estudo realizado no setor de construção civil. Santa Maria: GEPROS, Gestão da Produção, Operação e Sistemas, 2012.
- [31] ARAÚJO, Viviane – Práticas recomendadas para a gestão mais sustentável de canteiros de obra. São Paulo: Universidade de São Paulo, Escola Politécnica, 2009.
- [32] ROCHA, Jefferson; OLEA, Pelayo – Gestão Eco-eficiente: O Desafio da Produção Limpa. Rio Grande do Sul: Editora UniRitter, 2005.
- [33] CID, Maria – Desafios e Possibilidades da Implementação de um Plano de Gerenciamento na Construção Civil. Campos Grande: Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2016.
- [34] SANTOS, Luiz – Diretrizes para Elaboração de Plano da Qualidade em Empreendimentos da Construção Civil. São Paulo: Universidade de São Paulo, Escola Politécnica, 2003.
- [35] FLORIM, Leila; QUELHAS, Osvaldo - Contribuição para a Construção Sustentável: Características de um Projeto Habitacional Eco-eficiente. Niterói: Engevista, 2004.
- [36] FRANCO, Samyra; LEITE, Rosamaria; CAMERON, Milena; LOPES, José; ALMEIDA, Vera - Plano de Gestão de Logística Sustentável e seus Indicadores: O Conteúdo Mínimo de Divulgação, Conscientização e Capacitação nas Universidades Federais Brasileiras. Florianópolis: Revista Gestão Universitária na América Latina (GUAL), 2017.
- [37] Anúncio de linha trituradora de cortiça em <https://www.olx.pt/d/anuncio/linha-trituradora-de-cortia-IDGOfbQ.html?isPreviewActive=0&sliderIndex=0> [acesso em 06 de dezembro de 2021].
- [38] Projeto Green Cork em <https://www.greencork.org/> [acesso em 29 de novembro de 2021].
- [39] Empresa de equipamento para indústria corticeira Tequimaq em <https://www.tequimaq.pt/> [acesso em 29 de novembro de 2021].
- [40] Empresa de equipamento para indústria corticeira Regina Cork em <https://www.reginacork.pt/> [acesso em 29 de novembro de 2021].
- [41] Corticeira Amorim em <https://www.amorimcorkinsulation.com/contactos/> [acesso em 29 de novembro de 2021].
- [42] Corticeira Sofalca em <https://www.sofalca.pt/pt/contact/> [acesso em 29 de novembro de 2021].
- [43] Corticeira Pietec em <http://pietec-cork.pt/contactos/> [acesso em 29 de novembro de 2021].
- [44] Construtora Balaustre em <https://www.balaustre.net/> [acesso em 29 de novembro de 2021].

- [45] Construtora Urban em <https://www.urbanobras.pt/contactos/urban-obras-braga/> [acesso em 29 de novembro de 2021].
- [46] Construtora JC Group em <https://www.jcgroup.pt/pt/contactos> [acesso em 29 de novembro de 2021].
- [47] Construtora ConstruCasais em <https://www.constru.pt/pt/contactos> [acesso em 29 de novembro de 2021].
- [48] Construtora Sr. Obras em <https://www.srobras.pt/> [acesso em 29 de novembro de 2021].
- [49] Construtora GRAUM em <https://www.graum.pt/> [acesso em 29 de novembro de 2021].
- [50] Construtora BGM em <https://www.directobras.pt/empresa/bgm-concepcao-engenharia-e-construcao-lda> [acesso em 29 de novembro de 2021].
- [51] Construtora Camacho Engenharia em <https://rodriguescamacho.com/contactos/> [acesso em 29 de novembro de 2021].
- [52] Construtora CJR em <https://www.cjr.pt/> [acesso em 29 de novembro de 2021].
- [53] Construtora NVE em <http://www.nve.pt/pt/contacts> [acesso em 29 de novembro de 2021].
- [54] Construtora INT em <https://grupoint.pt/contactos/> [acesso em 29 de novembro de 2021].
- [55] Google Earth em <https://earth.google.com/web/> [acesso em 15 de dezembro de 2021].
- [56] Isolamento a granel em <https://www.archiexpo.com/> [acesso em 20 de dezembro de 2021].
- [57] Granulado de cortiça em [https://pt.made-in-china.com/co\\_leecork/product\\_Granulated-Cork-GC01-\\_hrhgeyuhg.html](https://pt.made-in-china.com/co_leecork/product_Granulated-Cork-GC01-_hrhgeyuhg.html) [acesso em 20 de dezembro de 2021].
- [58] Secil Ecocork Lime em <https://estmatsol.pt> [acesso em 20 de dezembro de 2021].
- [59] JALALI, Said; EIRES, Rute; CAMÕES, Aires – *Experimental characterization of granulated cork lightweight concrete*. Cracóvia: *Minerals and Energy Economy Research Institute*, 2005.
- [60] *World Greenhouse Gas Emissions: 2016*. Washington, United States: World Resources Institute, 2016.



**ANEXO 1 – DECLARAÇÃO OFICIAL POR INTERESSE DE CORTIÇA PARA USO EXCLUSIVO EM OBRAS DE HABITAÇÕES SOCIAL – ASSOCIAÇÃO HUMANITÁRIA DOMUS**

Braga, \_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2021

**Declaração de interesse à obtenção de cortiça para uso em obras de habitações sociais e apoio à tese de mestrado**

A Associação Humanitária Domus – Dignificar a Habitação declara interesse na obtenção de cortiça (granulado) para o desenvolvimento da tese de mestrado em Construções e Reabilitações Sustentáveis pela Universidade do Minho de Bruno Haruki Gonçalves Ono.

O emprego do material será restrito às obras de caráter social com intuito de reduzir a pobreza energética de famílias necessitadas e agregar sustentabilidade às habitações sociais em argamassas e betões leves.

Associação Humanitária Domus  
(Responsável)

José Cardoso Teixeira  
(Professor e orientador do mestrado  
Universidade do Minho, Campus Azurém)

Miliba BARROS

José Cardoso Teixeira

**Domus** Associação Humanitária Domus  
Dignificar a Habitação  
Rua do Ribeiro, nº2 4700-735 Palmeira-Braga  
Tel: (+351) 253 264 290 NIF: 503 874 244  
Instituição de Utilidade Pública DR II Série N.º 24 de 06/02/2007

# Granulado de cortiça expandida

## Materiais naturais para soluções técnicas

### Descrição

GRANULADO DE CORTIÇA EXPANDIDA é um subproduto resultante da produção de placas de aglomerado de cortiça expandida. Solução de enchimento leve com propriedades acústicas para uso em betonilhas, pisos e paredes interiores.

### Vantagens

- 100% natural e reciclável
- Excelente isolamento térmico e acústico
- Fácil aplicação
- Elevada durabilidade sem perda de características
- Produto natural saudável
- Sumidouro de CO<sub>2</sub> (Carbono Negativo)

### Linhas de produto

- Dimensão: 1-3; 3-5; 3-10; 3-15 (mm)
- Outras possíveis
- Sacos: 250/500 Lt

### Especificações do produto

- Densidade: 60-70 kg/m<sup>3</sup>
- Condutividade térmica: 0,041 W/m.K
- Reação ao fogo: Euroclasse E



**AMORIM CORK INSULATION**

### ANEXO 3 – DECLARAÇÃO AMBIENTAL A PARTIR DA CONFIRMAÇÃO DE FORNECIMENTO DO MATERIAL – CORTICEIRA AMORIM

**Sistema DAPHabitat**      **Declaração Ambiental de Produto**

www.daphabitat.pt

[de acordo com o ISO 14025, EN 15801:2002+A1:2009 e EN 15942]



Número de registo: DAP 003:2016



ECOPLATFORM DECLARATION NUMBER: 00000465

#### GRANULADO DE CORTIÇA EXPANDIDA

Data de emissão: 2016-10-06

Data de validade: 2021-10-05

AMORIM ISOLAMENTOS, S.A.



VERSÃO 1.1. EDIÇÃO JULHO 2015

## **ANEXO 4 – E-MAIL COM DECLARAÇÃO OFICIAL DE APROVAÇÃO AO PLANO DE GESTÃO E À UTILIZAÇÃO DE GRANULADO ARRECADADO EM OBRAS DE HABITAÇÕES SOCIAL – ASSOCIAÇÃO HUMANITÁRIA DOMUS**

---

**De:** obras@associacaodomus.pt  
**Enviado em:** segunda-feira, 27 de dezembro de 2021 15:21  
**Para:** Bruno Haruki Gonçalves Ono  
**Assunto:** Re: Finalização do estudo - Plano de gestão para a implementação de material eco-eficiente nas obras da Associação Humanitária Domus

Boa tarde Bruno,

Espero que se encontre bem.

Venho pelo presente e-mail dispor do interesse e da aprovação da tese "Plano de gestão para a implementação de material eco-eficiente nas obras da Associação Humanitária Domus", elaborada pelo Bruno Haruki, tendo como objetivo a implementação de granulado de cortiça nas argamassas de enchimento e de reboco no plano de trabalhos como uma solução eficiente nas construções realizadas pela Associação Humanitária Domus.

Sem outro assunto de omento,

Atentamente,

João Oliveira