

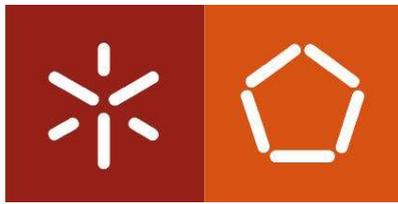
Universidade do Minho

Escola de Engenharia

Marco António Martins Peixoto

Avaliação do ciclo de vida de materiais e
soluções construtivas utilizados na construção
tradicional portuguesa

Junho de 2018



Universidade do Minho

Escola de Engenharia

Marco António Martins Peixoto

**Avaliação do ciclo de vida de materiais e
soluções construtivas utilizados na construção
tradicional portuguesa**

Dissertação de Mestrado

Mestrado Integrado em Engenharia Civil

Trabalho efetuado sob a orientação do(a)

Professor Doutor Ricardo Filipe Mesquita Silva Mateus

Mestre Arquiteto Jorge Emanuel Pereira Fernandes

Junho de 2018

AGRADECIMENTOS

O primeiro agradecimento vai para a minha Mãe, e por mais elogios que faça não são suficientes para descrever a Mulher que é. Sempre apoiou incondicionalmente todos os meus projetos sem me deixar entrar em deslumbres mantendo sempre os meus pés bem assentes na terra. Mais do que dedicado a ela este trabalho também é dela.

Aos meus amigos que são sempre aquele suporte para que eu dê sempre um passo em frente sem nunca pensar que dei dois para trás. À Vera Magalhães deixo um especial agradecimento pois ajudou-me a atingir objetivos que nunca pensei conseguir alcançar e não posso esquecer o Paulo Ribeiro e a Filipa Paiva que de forma diferente contribuíram para que esta etapa decorresse de forma equilibrada.

O meu agradecimento a toda a comunidade académica e científica da Universidade do Minho, em particular ao Departamento de Engenharia Civil, que me acolheram e que sempre souberam corresponder às minhas expectativas. Ao Professor Ricardo Mateus o meu agradecimento pela orientação, espírito crítico e estímulo para levar a bom porto esta dissertação e também ao Arquiteto Jorge Fernandes pela sua incansável ajuda para que este trabalho decorresse da melhor forma dentro da qualidade exigida.

RESUMO

Devido à evolução, a indústria da construção civil, nas suas variadas vertentes, também evoluiu, fazendo com que a construção mais antiga entrasse em desuso e até, de certa forma, esquecida. O esquecimento da construção tradicional fez com que não se fizessem estudos acerca do desempenho (térmico, acústico, energético, ambiental, etc.) orientados para este tipo de construção, tal como se fazem para as construções atuais.

Com as preocupações ambientais na ordem do dia, a construção tradicional ganhou novamente importância estando mesmo conotadas como construções com um maior nível de sustentabilidade. Mas a conotação de serem mais sustentáveis não chega se não houver uma base que a suporte.

De forma a criar a base que suporte a afirmação que a construção tradicional é mais sustentável que a construção corrente, surge este estudo de produtos/soluções construtivas em terra.

Neste estudo será apresentada a Avaliação do Ciclo de Vida (BTC) dos Blocos de Terra Comprimida e da Taipa (BTC), feitos numa empresa, e serão comparadas soluções construtivas em terra com soluções construtivas correntes.

A Avaliação do Ciclo de Vida terá como base as Regras para a Categoria de Produtos (RCP) que estão enquadradas nas normas vigentes da gestão ambiental

Palavras-chave: ACV; BTC; Taipa; desempenho ambiental

ABSTRACT

Due to the evolution of civil construction industry in its varied branches it also evolved making older construction fall into abeyance and even, in a certain way, forgotten. Forgetting traditional construction led to not researching the performance (thermic, acoustic, energetic, environmental, etc) as it would be done for current constructions.

With environmental concerns being a daily topic traditional construction regained importance and even began to be connoted with being the most sustainable. Yet this connotation of being the most sustainable isn't enough if there are no basis to support it.

In order to create this basis to support the statement that traditional construction is more sustainable than current construction, this study of building products/solutions in earth came up.

In this study the Life Cycle Evaluation (LCA) of Compressed Earth Blocks (CEB) and of Rammed Earth, made in a company, will be presented and earth building solutions and current building solutions will be compared.

The Life Cycle evaluation will have as base the Product Category Rules (PCR) that fit the active environmental management norms.

Keywords: LCA; CEB; Rammed Earth; environmental performance

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	iii
RESUMO	v
ABSTRACT	vii
ÍNDICE GERAL.....	ix
LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS.....	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xv
ÍNDICE DE TABELAS	xvii
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Enquadramento.....	1
1.2 Estrutura da dissertação	2
1.3 Objetivos	3
2. MATERIAIS LOCAIS E CONSTRUÇÃO TRADICIONAL.....	5
2.1 Contextualização.....	5
2.2 A importância da Avaliação do Ciclo de Vida.....	12
3. AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA.....	14
3.1 Unidade declarada.....	14
3.2 Fronteira do sistema	14
3.3 Inventário do Ciclo de Vida (ICV)	18
3.4 Avaliação de Impacte de Ciclo de Vida (AICV)	19
3.5 Interpretação dos resultados.....	21
4. APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS.....	23
4.1 Blocos de Terra Comprimida (BTC)	23
4.1.1 Unidade declarada.....	23
4.1.2 Fronteira do sistema	23
4.1.3 Inventário do Ciclo de Vida (ICV).....	25
4.1.4 Avaliação do Impacte de Ciclo de Vida (AICV)	31

4.1.5	Interpretação dos resultados	33
4.2	Taipa	38
4.2.1	Unidade declarada	38
4.2.2	Fronteira do sistema	38
4.2.3	Inventário do Ciclo de Vida (ICV).....	40
4.2.4	Avaliação de Impacte do Ciclo de Vida (AICV)	45
4.2.5	Interpretação dos resultados	47
4.3	Estudo comparativo	52
4.3.1	Validação dos resultados.....	52
4.3.1.1	BTC	52
4.3.1.2	Taipa	57
4.3.2	Avaliação do desempenho ambiental de três produtos de construção	58
4.3.3	Avaliação do desempenho ambiental de soluções construtivas	61
4.3.3.1	Paredes de compartimentação em BTC e em tijolo cerâmico.....	62
4.3.3.2	Taipa e parede equivalente em tijolo cerâmico.....	67
4.3.4	Avaliação da qualidade térmica de soluções construtivas.....	70
4.3.4.1	Parede dupla de Blocos de Terra Comprimida (BTC) com caixa de ar e isolamento em cortiça no interior da caixa de ar	72
4.3.4.2	Parede de Taipa com revestimento em cortiça numa das faces	72
4.3.4.3	Parede dupla de tijolo cerâmico (15 + 11) com caixa de ar e isolamento em cortiça no interior da caixa de ar.	73
5.	CONCLUSÕES.....	75
	BIBLIOGRAFIA	77
	ANEXOS	81
	Anexo 1	83
	Anexo 2	91
	Anexo 3.....	97

Anexo 4..... 103

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

ACV – Avaliação do Ciclo de Vida

AICV – Avaliação de Impacte do Ciclo de Vida

BTC – Blocos de Terra Comprimida

DAP – Declaração Ambiental de Produto

GWP – Potencial de Aquecimento Global (*Global Warming Potential*)

ICV – Inventário do Ciclo de Vida

RCP – Regras para a Categoria de Produto

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Unidades Morfoestruturais da Península Ibérica : 1 – Bacias; 2 – Orlas e Cadeias moderadamente deformadas; 3 – Cadeias Alpinas; 4 – Soco Hercínico (Ribeiro, A <i>et al.</i> , 1979)	6
Figura 2 - Esquema Tectono-Estatigráfico de Portugal (adaptado da Carta Geológica de Portugal, escala 1:1000000, de 1992) (Ferreira, 2000)	8
Figura 3 - Mapa litológico de Portugal simplificado (adaptado do Atlas do Ambiente Digital) (Ferreira, 2000).....	9
Figura 4 - Distribuição geográfica das construções tradicionais Portuguesas em terra: a) Taipa; b) Adobe; c) Tabique (imagem extraída de Jorge at al., 2005) (Torgal et al., 2009)	12
Figura 5 - Representação esquemática das fases de ciclo de vida incluídas em cada uma das três variantes de análise ACV (Bragança & Mateus, 2011)	15
Figura 6 - Etapas de ciclo de vida e módulos para a avaliação do edifício (NP EN 15804:2012+A1:2015)	17
Figura 7 - Diagrama de processos “do berço ao portão” do produto BTC.....	25
Figura 8 - Contribuição de cada etapa nos impactes ambientais	32
Figura 9 - Categoria de impacte Potencial de Aquecimento Global (GWP) com contrinuição superior a 2,5% (BTC)	33
Figura 10 - Contributo de cada processo de produção do BTC para o Potencial de Aquecimento global (GWP)	35
Figura 11 - Valores da Energia Total Incorporada (EE, tot) para todas entradas do BTC.....	37
Figura 12 - Diagrama de processos da Taipa da empresa.....	40
Figura 13 - Contribuição de cada etapa nos impctes ambientais.....	46
Figura 14 – Apresentação dos processos da Taipa que apresentam um contributo igual ou superior a 2,5% do valor total do Potencial de Aquecimento Global (GWP).....	47

Figura 15 - Contributo de cada processo para o valor de Potencial de Aquecimento Global (GWP) da Taipa	49
Figura 16 - Valores da Energia Total Incorporada (EE, tot) para todas entradas da Taipa.....	51
Figura 17 - Diagrama radar de 1 kg de BTC, Taipa e Tijolo cerâmico	59
Figura 18 - Potencial de Aquecimento Global (GWP) para 1 kg de BTC, Taipa e tijolo cerâmico	60
Figura 19 - Energia Total Incorporada para 1 kg de BTC, Taipa e tijolo cerâmico	61
Figura 20 - Potencial de Aquecimento Global (GWP) para parede de compartimentação em BTC (com e sem reboco em argamassa de terra) e tijolo cerâmico.....	66
Figura 21 – Energia Total Incorporada para parede de compartimentação em BTC (com e sem reboco em argamassa de terra) e tijolo cerâmico.....	66
Figura 22 - Potencial de Aquecimento Global para uma parede de Taipa e uma parede equivalente de tijolo cerâmico.....	69
Figura 23 - Energia Total Incorporada para uma parede de Taipa e uma parede equivalente de tijolo cerâmico	70
Figura A2.1 - Consumos para o equipamento Manitou (http://reduce.manitou.com/)	92

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Consumos e capacidade dos equipamentos utilizados na produção de BTC	26
Tabela 2 - Características físicas do BTC.....	26
Tabela 3 - Quantidades dos constituintes da mistura para os BTC	27
Tabela 4 - Proveniência dos materiais constituintes dos BTC	27
Tabela 5 - Volumes de terra a movimentar no processo produtivo.....	28
Tabela 6 - Quantidade de materiais de acondicionamento e embalagem.....	28
Tabela 7 - Consumo na atividade administrativa.....	29
Tabela 8 - Inventário do Ciclo de Vida dos BTC.....	30
Tabela 9 - Avaliação de Impactes do Ciclo de Vida para os BTC.....	32
Tabela 10 – Contributo de cada processo para o valor total de Potencial de Aquecimento Global (GWP) dos BTC	34
Tabela 11 - Valores da Energia Total Incorporada (EE, tot) para todas entradas (BTC).....	36
Tabela 12 - Consumos e capacidade dos equipamentos utilizados na construção de Taipa.....	41
Tabela 13 - Quantidades dos constituintes da mistura para a Taipa.....	41
Tabela 14 - Consumo na atividade administrativa.....	43
Tabela 15 - Inventário do Ciclo de Vida da Taipa	44
Tabela 16 - Avaliação de Impactes do Ciclo de Vida para a Taipa	45
Tabela 17 - Valores do Potencial de Aquecimento Global (GWP) para todas entradas (Taipa).....	48
Tabela 18 - Valores da Energia Total Incorporada (EE, tot) para todas entradas (Taipa).....	50
Tabela 19 - Características físicas dos BTC (Figueroa, 2012)	53

Tabela 20 - Composição da mistura para 1 BTC (Figuroa, 2012).....	53
Tabela 21 - Processos envolvidos no fabrico dos BTC (Figuroa, 2012)	53
Tabela 22 - Potencial de Aquecimento Global (GWP) e Energia Total Incorporada (EE, tot) (Figuroa, 2012).....	54
Tabela 23 - Potencial de Aquecimento Global (GWP) e Energia Total Incorporada (EE, tot) para um volume de 0,00315 m ³	54
Tabela 24 - Dados de GWP e Energia total para 1 BTC com 0,00315 m ³ de volume	54
Tabela 25 - Processos nos dois estudos	55
Tabela 26 – Potencial de Aquecimento Global (GWP) e Energia Total Incorporada (EE, tot) por processo para os dois estudos.....	57
Tabela 27 - Impactes ambientais para 1kg de BTC, 1kg de Taipa e 1kg de tijolo cerâmico.....	58
Tabela 28 - Quantidade de materiais para a armassa de terra	62
Tabela 29 - Impactes ambientais para 1 m ² de parede de compartimentação de BTC sem reboco	63
Tabela 30 - Quantidade de materiais para a armassa de terra	63
Tabela 31 - Impactes ambientais para 1 m ² de parede de compartimentação de BTC com reboco	64
Tabela 32 - Impactes ambientais para 1 m ² de parede de compartimentação de tijolos cerâmicos de 15	65
Tabela 33 - Resumo dos resultados para os impactes ambientais para 1 parede de compartimentação de BTC (sem reboco), BTC (com reboco) e tijolo cerâmico de 15	65
Tabela 34 - Impactes ambientais para 1 m ² de parede de compartimentação de tijolos cerâmicos de 22	68
Tabela 35 - Resumo dos resultados para os impactes ambientais para 1 parede de Taipa e 1 parede equivalente em tijolo cerâmico de 22	69

Tabela 36 - Dados dos elementos constituintes de uma parede dupla de BTC para a determinação da espessura de isolamento em cortiça	72
Tabela 37 - Dados dos elementos constituintes de uma parede de taipa para a determinação da espessura de isolamento em cortiça	72
Tabela 38 - Dados dos elementos constituintes de uma parede dupla de tijolo cerâmico (15 +11) para a determinação da espessura de isolamento em cortiça.....	73
Tabela A1.1 - Faturação e alocação de 2016	86
Tabela A1.2 - Consumo de água em escritório em 2016	87
Tabela A1.3 - Consumo de eletricidade em escritório em 2016	88
Tabela A1.4 - Consumo de água e eletricidade em escritório para os BTC, Taipa e outras obras em 2016	88
Tabela A2.1 - Dimensões de uma parede em Taipa com um volume de 1m ³	93
Tabela A2.2 - Massa dos equipamentos da empresa estudada utilizados na construção da Taipa	95
Tabela A3.1 - Valores normalizados para as categorias ambientais do BTC, da Taipa e do Tijolo cerâmico	98

1. INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento

A construção civil é um ramo de atividade com um peso significativo na economia mundial. As pessoas precisam de locais para viver, trabalhar ou de lazer. É claro que, como qualquer ramo de atividade, a indústria da construção civil foi evoluindo com o tempo, adaptando-se às necessidades das populações. Até determinado ponto da história, a construção civil era uma indústria localizada, isto é, cada zona tinha a seu tipo de arquitetura em que a construção era feita mediante os recursos disponíveis, adaptada às condições locais e necessidades das populações. Com a industrialização apareceram novos produtos, soluções construtivas e o modo de construir evoluiu de forma a que com o mesmo tipo de produtos se tenta satisfazer as diferentes necessidades e requisitos funcionais que existem à escala global. Como consequência deste novo modelo económico e de sociedade, a arquitetura tradicional, ou vernácula, mais ligada e adaptada ao contexto local, foi rapidamente abandonada e as suas técnicas praticamente esquecidas.

Com a construção civil a evoluir em grande escala o consumo de recursos por parte desta dispara e, como qualquer tipo de indústria, não fica imune às questões ambientais que nos dias de hoje são alvo de preocupações, discussões e até de controvérsias. Nos produtos de construção usados correntemente já é possível saber grande parte das suas características como, por exemplo, a quantidade de materiais utilizados, o consumo de energia para os fabricar e mesmo os impactes ambientais provocados por esses materiais de construção.

Com a consciencialização de que é preciso preservar o ambiente e que grande parte dos recursos não são renováveis, é necessário reduzir os impactes ambientais e racionalizar os recursos associados aos materiais de construção corrente, ou em alternativa encontrarem-se outros materiais mais amigos do ambiente.

É nesse sentido que surge a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) onde são avaliados os impactes ambientais e a energia incorporada de um produto/serviço. A Avaliação do Ciclo de Vida é importante para o produtor pois desta forma pode avaliar quais os processos que têm maior impacte e modificá-los de forma a reduzi-los. A informação da Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) pode passar para fora do círculo produtivo através das Declarações Ambientais de Produto (DAP). A DAP também é importante para projetistas, construtores ou utilizadores pois dessa forma têm a possibilidade de escolher produtos com menor impacte ambiental.

Tendo em consideração os elevados impactes ambientais dos materiais de construção mais correntes, a arquitetura tradicional começa a ganhar relevância com a procura de materiais com impactes ambientais mais reduzidos, pois os materiais utilizados eram maioritariamente locais, obtidos essencialmente através de processos manuais e praticamente não estavam sujeitos a processos de transformação. Os materiais tradicionais/vernáculos, conotados como mais amigos do ambiente, vão despertando interesse no meio da construção civil e lentamente vão sendo reintroduzidos, combinando o processo de fabrico do passado com tecnologias mais recentes.

No contexto atual são materiais pouco utilizados ainda não existem estudos que demonstrem qual é o seu desempenho ambiental relativamente aos materiais correntes utilizados na construção civil. Neste sentido, este trabalho de investigação pretende dar um contributo para o tema em estudo.

No presente estudo apresenta-se a Avaliação do Ciclo de Vida de dois produtos, um de raiz vernácula e com uma tradição milenar em Portugal, a taipa, e o outro uma evolução dos materiais tradicionais em terra, o Bloco de Terra Comprimida (BTC), tendo por base o processo produtivo de uma empresa situada no Sul do país.

A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) será feita segundo as normas de âmbito ambiental vigentes.

1.2 Estrutura da dissertação

Para a concretização dos objetivos traçados, esta dissertação está dividida em 6 capítulos e 4 anexos.

O primeiro capítulo introduz o tema tratado neste estudo.

No segundo capítulo, descreve-se a construção tradicional, os materiais utilizados e a origem dos mesmos. Referem-se também alguns fatores que levaram ao abandono da construção tradicional e o interesse atual em estudar esse tipo de construção, e os materiais associados, por forma a avaliar o seu desempenho ambiental comparativamente às construções atuais.

O terceiro capítulo aborda as referências normativas e outro tipo de documentação que serve de base à Avaliação do Ciclo de Vida.

No quarto capítulo apresentam-se os resultados da Avaliação do Ciclo de Vida do Bloco de Terra Comprimida e da Taipa, realizando-se também um estudo comparativo entre diversas soluções construtivas com base em terra e produtos correntes e, por fim, uma avaliação de ciclo de vida entre algumas soluções construtivas tendo por base o mesmo requisito de desempenho térmico (coeficiente de transmissão térmica - valor U).

O quinto capítulo apresenta as conclusões do estudo e aborda as perspetivas futuras.

Nos anexos apresentam-se cálculos auxiliares e documentação técnica.

1.3 Objetivos

Este estudo tem como objetivo final a Avaliação do Ciclo de Vida e soluções construtivas utilizadas na construção tradicional portuguesa, designadamente soluções construtivas utilizando Blocos de Terra Comprimida (BTC) e Taipa. Para este estudo o material constituinte, tanto dos BTC como da Taipa, resultam essencialmente de uma mistura de terra (argilosa) e cal hidráulica.

A Avaliação do Ciclo de Vida será realizada tendo por base as normas em vigor dentro do setor da sustentabilidade das obras de construção.

Paralelamente à Avaliação do Ciclo de Vida, serão comparados valores dos impactes ambientais de outro produto utilizado correntemente na construção civil, com a mesma função, e de soluções construtivas onde sejam utilizados todos os produtos em avaliação de forma a qualificar o desempenho ambiental. À margem da avaliação do desempenho ambiental será feita uma avaliação da qualidade térmica de soluções construtivas com produtos em terra e produtos mais correntes.

Mediante os resultados obtidos anteriormente serão identificados os processos com maior impacte ambiental nos produtos em terra e de que forma poderão ser melhorados.

2. MATERIAIS LOCAIS E CONSTRUÇÃO TRADICIONAL

2.1 Contextualização

A construção vernácula pode ser caracterizada por um tipo de construção de uma determinada região, utilizando materiais e técnicas locais. Por ser um tipo de construção local foi condicionada por vários fatores, entre os quais o clima, a geologia, a economia, etc.

A industrialização e a melhoria das vias de acesso fizeram com que novos materiais/produtos de construção se tornassem economicamente mais acessíveis, devido à sua produção massiva e padronizada. Os novos materiais/produtos levaram ao aparecimento de novas soluções construtivas também padronizadas, levando ao abandono das técnicas construtivas tradicionais (J. E. P. Fernandes, 2012).

Um dos principais fatores que influenciam a arquitetura vernácula é a disponibilidade de materiais e pode dizer-se que esse fator está condicionado à geologia local.

Na Península Ibérica, o Maciço Hespérico é a formação rochosa mais relevante, instalada na parte oeste e central da península, com uma idade superior aos 200 milhões de anos. A nível morfoestrutural, esta formação rochosa apresenta-se sob a forma de planalto sobrelevado ao mar onde, posteriormente, se instalaram bacias sedimentares. O Maciço Hespérico é atravessado pela cordilheira central com uma direção ENE-WSW paralela à cadeia Bética, onde as formações rochosas mais relevantes são batólitos graníticos, xistos e quartzitos (Figura 1) (Ferreira, 2000).

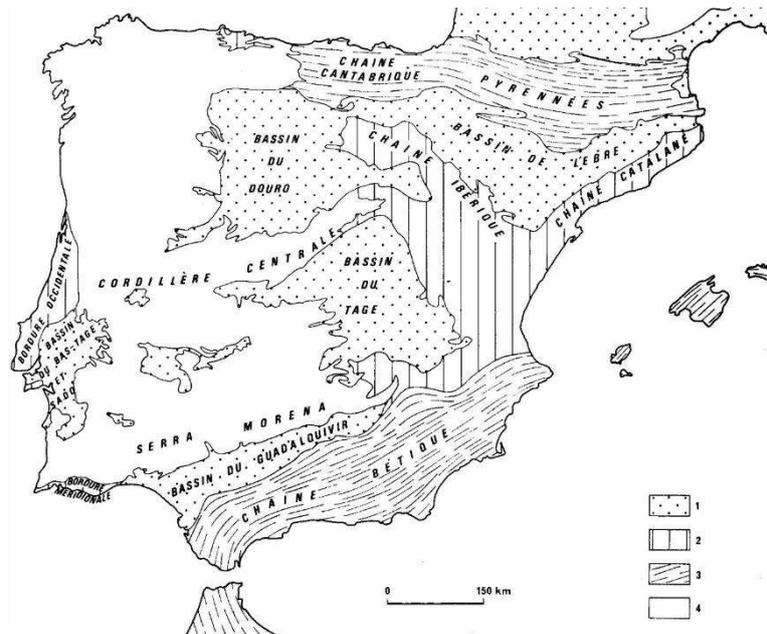


Figura 1 - Unidades Morfoestruturais da Península Ibérica : 1 – Bacias; 2 – Orlas e Cadeias moderadamente deformadas; 3 – Cadeias Alpinas; 4 – Soco Hercínico (Ribeiro, A *et al.*, 1979)

A nível tectono-estratigráfico, dentro do Maciço Hespérico a Península Ibérica divide-se em (de NE para SW):

- Zona Cantábrica (ZC);
- Zona Asturico Leonesa (ZAL);
- Zona Centro Ibérica (ZCI)
 - Sub-zona Galaico Transmontana (ZGT);
- Zona de Ossa Morena (ZOM);
- Zona Sul Portuguesa (ZSP) – esta zona está separada das anteriores pelo complexo ofiolítico de Beja-Acebuches.

Adjacente ao Maciço Hespérico formaram-se as coberturas sedimentares (Ferreira, 2000).

Na Figura 2 estão representadas as zonas em território português, e na Figura 3 uma carta com as litologias.

De modo simplificado identificam-se as seguintes formações rochosas:

- ZCI: granitos e xistos;
 - ZGT: rochas vulcânicas e granitos;
- ZOM: rochas metamórficas, entre elas os xistos, e granitos (em menor escala, gabros, dioritos, serpentinitos e anortositos, gabrodioritos, granodioritos e tonalitos);
- ZSP: rochas vulcano-sedimentares com algumas presenças de quartzitos. (Ferreira, 2000)

As bacias sedimentares adjacentes ao Maciço Hespérico (em Portugal continental) são duas:

- Orla ocidental com direção NNE-SSW;
- Orla algarvia com direção ENE-SWS (Ferreira, 2000).

Mediante a distribuição das litologias em Portugal continental é comum encontrar no Minho, Douro Litoral e Beira Litoral construções em granito e xisto, nas regiões do litoral como o Vale do Vouga é frequente encontrar construções utilizando tijolos de Adobe; em Trás-os-Montes e Alto Douro construções em granito; Beira Alta e Beira Baixa construções em granito e xisto; Estremadura e Ribatejo predominam as construções utilizando o calcário e em zonas em que este escasseia utiliza-se Taipa, Adobe e tijolo; Alentejo construções utilizando Taipa e tijolos maciços de barro; e no Algarve construções em Adobe, Taipa, xisto, calcário e rochas vulcânicas (J. E. P. Fernandes, 2012).

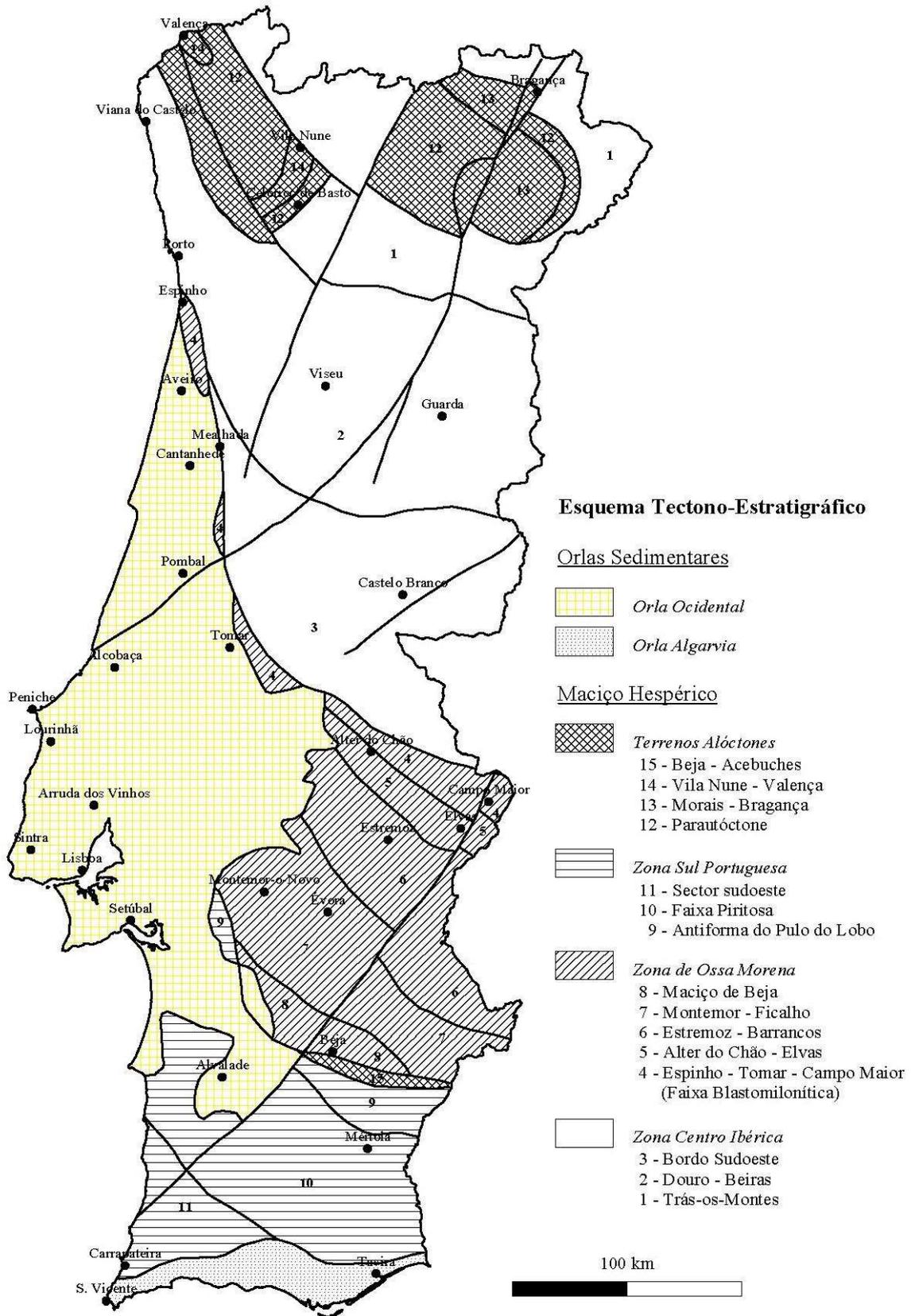


Figura 2 - Esquema Tectono-Estatigráfico de Portugal (adaptado da Carta Geológica de Portugal, escala 1:1000000, de 1992) (Ferreira, 2000)

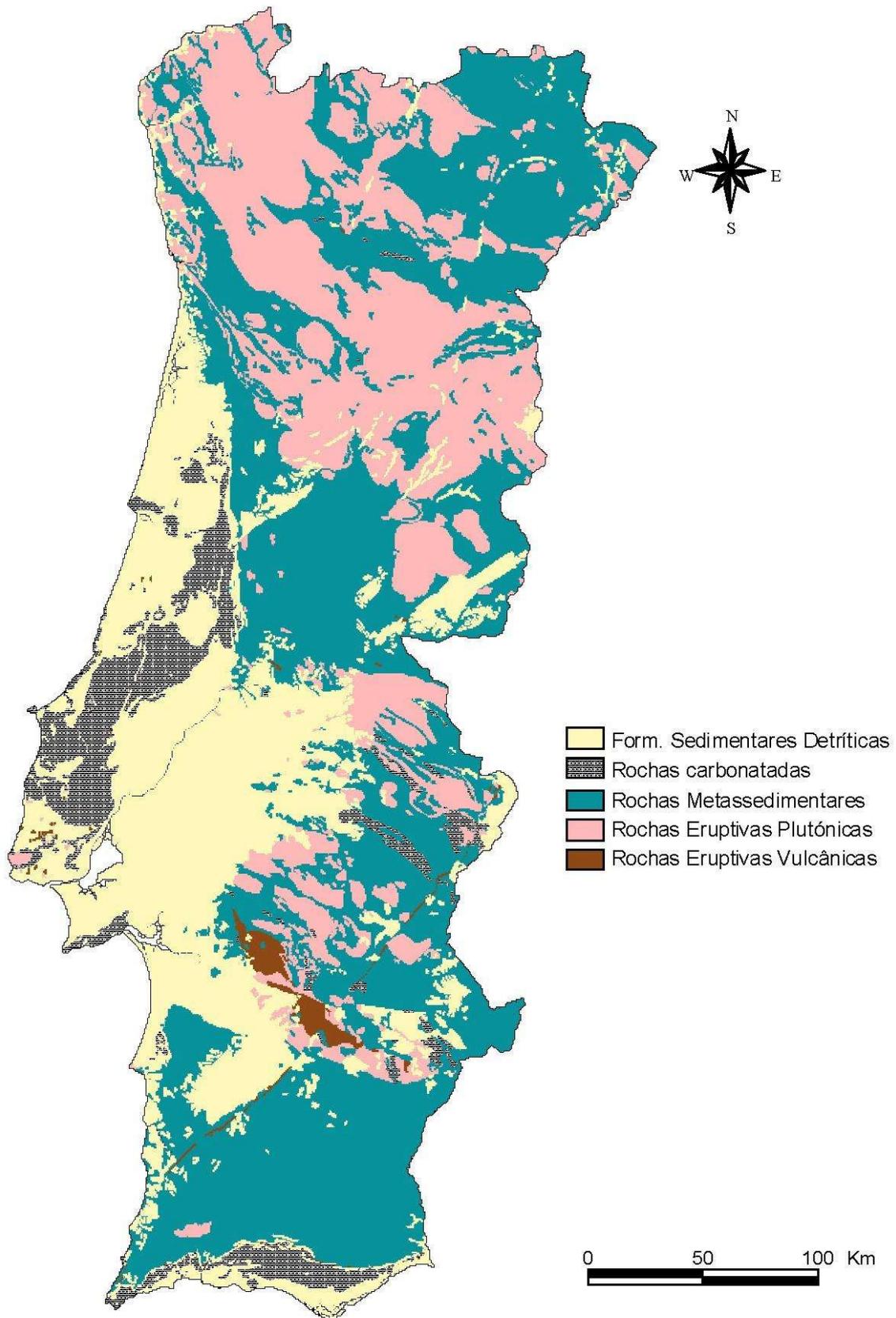


Figura 3 - Mapa litológico de Portugal simplificado (adaptado do Atlas do Ambiente Digital) (Ferreira, 2000)

Da utilização de materiais locais (e produtos derivados) e técnicas tradicionais não é expectável que a sua obtenção/produção tenha grande influência nos impactes ambientais e energia incorporada deste tipo de edifícios. Sendo recursos e técnicas locais utilizados antes da massificação e padronização dos produtos de construção industriais, a obtenção, colocação e a própria construção eram processos, na sua essência, manuais, daí os impactes serem muito baixos ou até nulos.

A industrialização dos produtos de construção civil introduziu no contexto da construção novos produtos e tornou-os acessíveis em regiões mais distantes, relativamente ao local de produção. Os novos produtos de construção civil levaram ao aparecimento de novas soluções construtivas padronizadas com o intuito de atingir comportamentos térmicos e energéticos eficientes. O próprio processo construtivo torna-se mais eficiente, pois passa-se de uma construção tipicamente manual para uma construção onde são utilizados equipamentos mecânicos, tais como, retroescavadoras, gruas, autobetoneiras, etc.

Esta industrialização da construção civil inverte o paradigma da construção tradicional. Passa-se de uma construção tradicional, com materiais locais, onde os trabalhos são predominantemente manuais para um tipo de construção com o auxílio de meios mecânicos, com produtos feitos em unidades produtivas e colocados em obra independentemente da sua localização. Então passa-se de um tipo de construção que, teoricamente, não gera impactes ambientais, com pouca energia incorporada para uma situação oposta onde são utilizados meios mecânicos capazes de movimentar volumes cada vez maiores e onde os recursos são explorados intensivamente, causando grandes impactes ambientais, podendo pôr em causa a sustentabilidade do setor da construção civil.

Atualmente, começa a haver uma maior consciencialização da necessidade de reduzir os impactes ambientais gerados pela indústria da construção civil, havendo um foco de atenção voltado para a construção tradicional devido aos fatores mencionados anteriormente.

Se teoricamente é reconhecido que a construção tradicional associada a produtos obtidos/produzidos localmente e manualmente não geram grandes impactes ambientais, atualmente o fabrico desses produtos e a própria construção já recorrem a meios mecânicos, podendo, de certa forma, desvirtuar a ideia de impactes ambientais reduzidos.

Para se quantificarem os impactes ambientais e a energia incorporada de um produto, solução construtiva ou edifício recorre-se ao método de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), onde são quantificados os impactes ambientais através da energia e dos materiais consumidos, e os resíduos libertados no meio ambiente (Bragança & Mateus, 2011).

Como a construção tradicional e os produtos e soluções nela utilizados têm sido, de certa forma, negligenciados, há a necessidade de introduzir no meio dados que demonstrem, ou não, que

esses produtos são viáveis e ambientalmente benéficos. Para tal, este estudo centra-se na Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) de dois produtos utilizados na construção tradicional de certas zonas de Portugal, os Blocos de Terra Comprimida (BTC) e a Taipa. Adicionalmente, far-se-á uma análise comparativa tendo em consideração produtos e soluções construtivas convencionais para suprir as mesmas funções, de forma a avaliar quais os que apresentam os menores impactes ambientais.

O Adobe é um bloco em terra em que o seu fabrico consiste na moldagem de pequenos blocos, normalmente utilizando moldes em madeira, desmoldados ainda no estado fresco e colocados a secar à temperatura ambiente. Os Adobes podem ser constituídos unicamente por terra ou por terra aditivada com outros produtos, tais como a cal ou o cimento, de forma a se obter o desempenho desejado. O seu fabrico pode ser manual ou mecanizado (Torgal, Eires, & Jalali, 2009).

Os Blocos de Terra Comprimida (BTC) são uma evolução do Adobe, onde os blocos são obtidos por prensagem da terra podendo essa prensagem ser manual ou mecanizada. Assim como os Adobes, o material constituinte dos BTC pode ser unicamente terra ou conter aditivos de forma a obter o desempenho pretendido. Como são prensados dentro de moldes, estes podem ter vários formatos desde maciços a perfurados. A prensagem dos blocos confere-lhes uma resistência mecânica superior aos Adobes e a resistência, mediante a utilização de uma prensa manual ou mecanizada, aumenta com a utilização da última (Torgal *et al.*, 2009).

A Taipa é uma técnica de construção que consiste na colocação de solo com consistência húmida dentro de cofragens, ou taipais, sendo seguidamente compactado. A Taipa pode ser realizada de uma forma tradicional ou mecanizada. Na forma tradicional a Taipa é feita em camadas de 50 cm de altura com uma espessura variável de 40 a 70 cm e 2 m de comprimento. A compactação é feita manualmente com pilões de madeira, em camadas de 10 cm de cada vez. A Taipa mecanizada recorre ao uso de tecnologias mais modernas, diferindo da Taipa tradicional na dimensão das cofragens e meio de compactação. As cofragens são de maiores dimensões e a compactação é feita com recurso a compactador pneumático, reduzindo o tempo de compactação (Torgal *et al.*, 2009).

O estudo será centrado na dimensão ambiental pelo que as questões relativamente ao desempenho mecânico e características físicas não serão apresentadas neste trabalho.

Como foi referido anteriormente, em Portugal, a construção em Taipa predomina nas zonas do vale do Tejo estendendo-se até ao Algarve, encontrando-se algumas edificações nas zonas do Baixo Douro e Aveiro-Mira (Figura 4) (Torgal *et al.*, 2009). Estas localizações estão em consonância com a litologia, podendo-se encontrar construções em Taipa nas zonas com rochas sedimentares, Zona Sul Portuguesa e Orlas ocidental e algarvia.

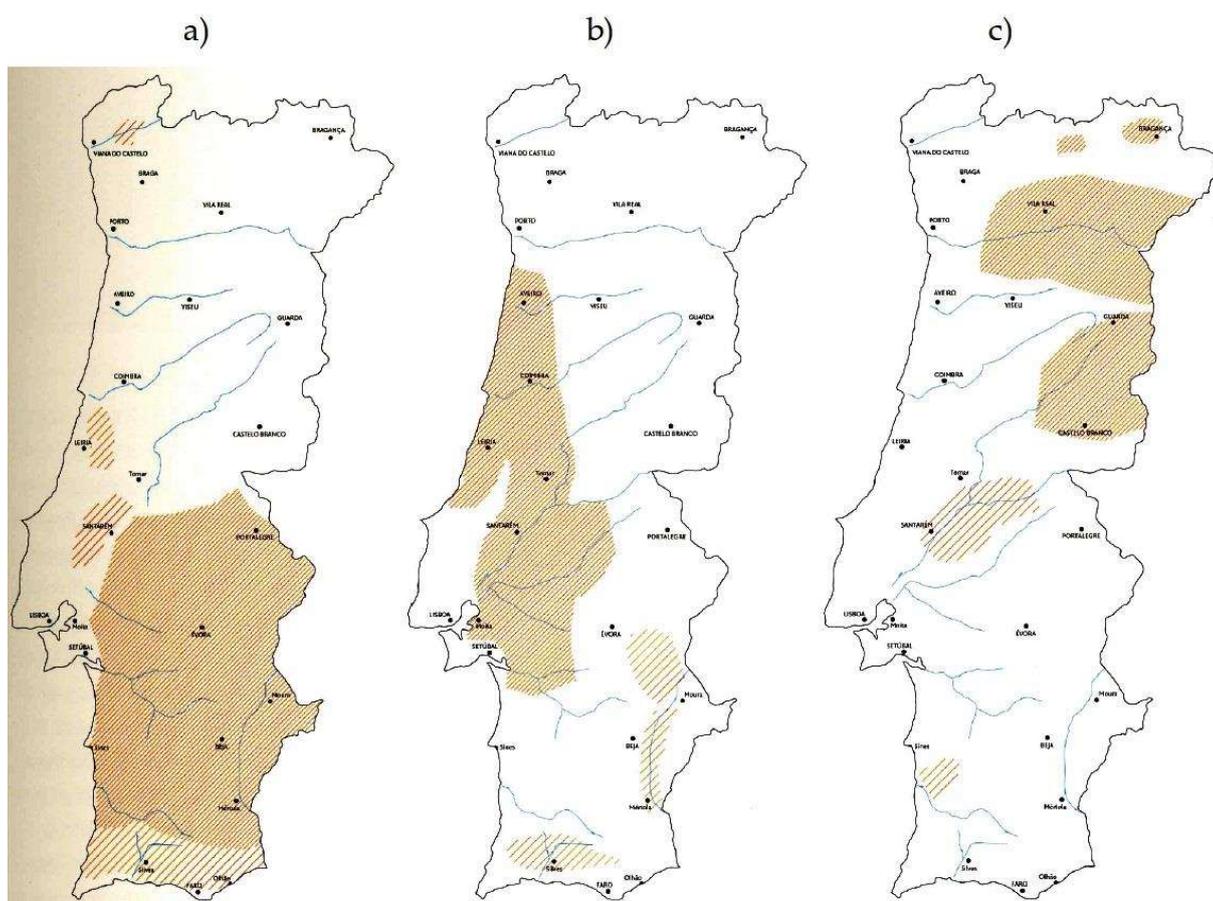


Figura 4 - Distribuição geográfica das construções tradicionais Portuguesas em terra: a) Taipa; b) Adobe; c) Tabique (JORGE *et al.*, 2006)

Relativamente aos BTC, sendo um produto mais recente que a Taipa ou os Adobes, não há muitos dados acerca dos locais com construções utilizando este tipo de produto, mas não devem diferir muito das localizações das construções em Taipa ou até mesmo do Adobe. Devido às características dos BTC, com as vias de comunicação atuais é possível expedir este produto para qualquer local, independentemente do local de produção.

2.2 A importância da Avaliação do Ciclo de Vida

A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) de um produto ou serviço avalia o conteúdo em recursos e os impactos ambientais associados ao seu fabrico e/ou utilização. As aplicações mais importantes das ferramentas de ACV são:

- Verificar o peso que cada fase do produto ou material tem no impacto global, podendo fazer-se uma seleção mais criteriosa de produtos ou materiais;

- Comparação entre produtos para comunicação interna ou externa.

A ACV inclui fluxos de materiais e de diferentes tipos de energia, tornando-se possível fazer uma avaliação quantitativa. Internamente, a quantificação ambiental de fluxos de materiais e energia poderá servir para se ter uma noção dos seus impactos e se for possível arranjar formas de os reduzir. A avaliação quantitativa dos fluxos numa ACV serve de base a documentos tais como as Declarações Ambientais de Produto (DAP) (Bragança & Mateus, 2011).

As normas que, em Portugal, definem regras e metodologias para a ACV são as NP EN ISO 14040:2008 e NP EN ISO 14044:2010.

Os impactos ambientais associados à ACV podem ser publicados em documentos tais como as Declarações Ambientais de Produto (DAP). O principal propósito de uma Declaração Ambiental de Produto (DAP) é demonstrar o desempenho ambiental de um produto ou serviço, baseando-se em estudos de ACV. Esta definição é apresentada pelo “CentroHabitat – Plataforma para a Construção Sustentável”, que em Portugal é a entidade competente pela gestão das DAP. Através do “Sistema DAPHabitat”, esta entidade disponibiliza uma base de dados com todas as DAP publicadas a nível nacional («O que são? » DAPHabitat», sem data).

A DAP fornece informação do desempenho ambiental de produtos de construção aos intervenientes do setor de forma a que estes tomem decisões de forma consciente.

A ACV deverá ser feita com base nas Regras para a Categoria de Produto (RCP) que conduz a uma DAP (rótulo tipo III). As RCP são regidas pela norma NP EN 15804:2012+A1:2015. Assim como a DAP, o “CentroHabitat – Plataforma para a Construção Sustentável” através do programa “Sistema DAPHabitat” é a entidade competente para gerir e publicar as RCP.

Não sendo objetivo deste trabalho a elaboração de uma DAP mas sim a Avaliação do Ciclo de Vida de BTC e Taipa, os documentos que servirão de base serão os mesmos que são utilizados nas DAP, as RCP.

Existem diversas RCP publicadas em Portugal e entre elas as Regras para a Categoria de Produto – Unidade de Alvenaria (Almeida, Dias, & Arroja, 2015) que servirá de base à ACV do BTC e não havendo nenhuma RCP específica que contemple um produto como a Taipa, para esta, será utilizada a Regras para a Categoria de Produto (RCP) – Modelo Base – Produtos e Serviços de Construção (DAPHabitat, 2015). Note-se que apesar de o destino final ser o mesmo (por exemplo uma alvenaria) como estamos a tratar de dois produtos distintos, da forma como são produzidos e aplicados, estes não se encaixam nas mesmas regras de produto.

3. AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA

Neste ponto serão tidos em conta os aspetos a ter em consideração para o estudo de ACV dos BTC e da Taipa, recorrendo para tal às RCP e às normas mencionadas anteriormente.

3.1 Unidade declarada

A unidade declarada, segundo a RCP – Modelo Base – Produtos e Serviços de Construção, é utilizada em vez da unidade funcional quando a função exata do produto ou os cenários de utilização não são claramente identificados, ou são desconhecidos ou não são considerados nos objetivos da DAP. Este tipo de unidade só deve ser aplicado numa DAP “do berço ao portão” (*cradle-to-gate*) ou numa DAP “do berço ao portão com opções” (*cradle-to-gate with options*). A unidade declarada deverá estar relacionada com as aplicações típicas do produto.

A unidade declarada deve ser uma das listadas na 6.3.2. da EN15804. Ao se optar por uma unidade declarada diferente, esta escolha deve ser devidamente fundamentada e justificada. Na DAP deve fornecer-se informação adicional que possibilite a conversão dessa unidade numa ou mais “unidades tipo”.

3.2 Fronteira do sistema

Numa ACV é preciso definir a fronteira do sistema que determina quais os módulos que devem ser incluídos. A Avaliação de Ciclo de Vida apresenta três variantes, em função das fases de ciclo de vida que são estudadas: *cradle-to-grave* (“do berço ao túmulo”); *cradle-to-gate* (“do berço à porta”); e *cradle-to-cradle* (“do berço ao berço”) (Bragança & Mateus, 2011).

Uma análise *cradle-to-grave* (“do berço ao túmulo”) inclui a totalidade do ciclo de vida de um produto, desde a extração das matérias primas (“berço”) até à fase de deposição (“túmulo”), passando pela fase de utilização. Numa análise *cradle-to-gate* (“do berço à porta”) só se considera uma parte do ciclo de vida do produto, àquela que vai desde a extração (“berço”) até à porta da fábrica, isto é, engloba todos os processos anteriores ao seu transporte até ao consumidor final. A fase de utilização e deposição de um produto são geralmente omissas. Este tipo de avaliação está geralmente na base das Declarações Ambientais de Produto (DAPs). A análise *cradle-to-cradle* (“do berço ao berço”) é uma variante da análise *cradle-to-grave*, na qual a última fase do ciclo de vida de um produto corresponde a um processo de reciclagem. Na Figura 5 representa-se esquematicamente as fases de ciclo de vida incluídas em cada uma das três variantes de análise (Bragança & Mateus, 2011).

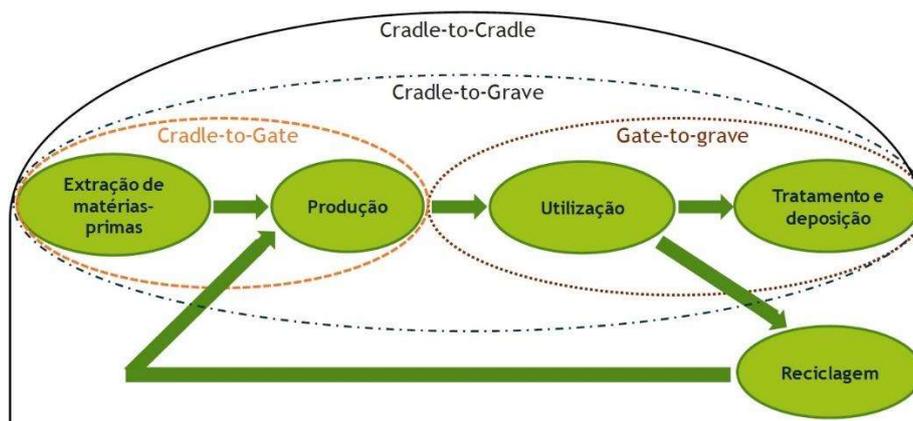


Figura 5 - Representação esquemática das fases de ciclo de vida incluídas em cada uma das três variantes de análise ACV (Bragança & Mateus, 2011)

Segundo a norma NP EN 15804:2012+A1:2015, a informação ambiental de uma Declaração Ambiental de Produto (DAP) que abranja todas as etapas do ciclo de vida (“do berço ao túmulo”) deve ser subdividida em grupos de módulos de informação A1-A3, A4-A5, B1-B5, B6-B7, C1-C4 e módulo D (Figura 6).

A etapa de produto compreende:

- A1, extração e processamento das matérias primas e processamento das entradas de materiais secundários (por exemplo, processo de reciclagem);
- A2, transporte para o produtor;
- A3, produção

incluindo o aprovisionamento de todos os materiais, produtos e energia, assim como o processamento dos resíduos até ao fim do estatuto de resíduo ou eliminação dos resíduos finais durante a etapa de produto.

Os módulos A1, A2 e A3 poderão ser declarados sob a forma de um módulo agregado A1-3.

A etapa do processo de construção compreende:

- A4, transporte até ao local de construção;
- A5, construção e instalação no edifício;

incluindo o aprovisionamento de todos os materiais, produtos e energia, assim como o processamento dos resíduos até ao fim do estatuto de resíduo ou eliminação dos resíduos finais durante a etapa do processamento da construção. Estes módulos de informação compreendem igualmente todos os impactos e aspetos ligados aos desperdícios durante o processo de construção (isto é, produção,

transporte, processamento dos resíduos e eliminação dos produtos e materiais residuais não valorizáveis).

A etapa de utilização relativa aos elementos construtivos do edifício compreende:

- B1, utilização ou aplicação do produto instalado;
- B2, manutenção;
- B3, reparação;
- B4, substituição;
- B5, reabilitação.

Esta etapa inclui o aprovisionamento e o transporte de todos os materiais e produtos e a utilização associada de energia e de água, assim como o processamento dos resíduos até ao fim do estatuto de resíduo ou eliminação dos resíduos finais durante esta parte da etapa de utilização. Estes módulos de informação compreendem igualmente todos os impactes e aspetos ligados às perdas durante esta parte da etapa de utilização (isto é, produção, transporte, processamento dos resíduos e eliminação dos produtos e materiais residuais não valorizáveis).

A etapa de utilização ligada à utilização do edifício compreende:

- B6, necessidades de energia durante a etapa operacional (por exemplo, funcionamento de um sistema de aquecimento ou de outros serviços instalados no edifício);
- B7, necessidade de água durante a etapa de utilização.

Estes módulos de informação compreendem o aprovisionamento e o transporte de todos os materiais e produtos assim como o fornecimento de energia e de água, o processamento dos resíduos até ao fim do estatuto de resíduo ou a eliminação dos resíduos finais durante esta parte da etapa de utilização.

A etapa de fim de vida compreende:

- C1, desconstrução, demolição;
- C2, transporte até ao processamento dos resíduos;
- C3, processamento dos resíduos para a sua reutilização, recuperação e/ou reciclagem;
- C4, eliminação.

Esta etapa inclui o aprovisionamento e o transporte de todos os materiais e produtos e a utilização de energia e de água associada.

O módulo D compreende os potenciais de reutilização, recuperação e/ou reciclagem, expressos em impactes ou benefícios líquidos.

Fora do âmbito da NP EN 15804:2012+A1:2015, como se pode verificar pela Figura 6 a etapa obrigatória para a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) é a etapa de produto (módulos A1, A2 e A3). No estudo a Avaliação do Ciclo de Vida contemplará a etapa de produto para os BTC e devido à forma como a Taipa é construída, além da etapa de produto, a Avaliação do Ciclo de Vida terá em consideração a etapa de construção. As restantes etapas, etapa de uso, etapa de fim de vida e os benefícios e cargas para além da fronteira do sistema, não serão consideradas.

3.3 Inventário do Ciclo de Vida (ICV)

Segundo a norma ISO 14040:2006(E) a análise do Inventário do Ciclo de Vida (ICV) envolve a recolha de dados e os procedimentos de cálculo para quantificar as entradas e saídas mais relevantes para o sistema.

A análise do Inventário do Ciclo de Vida é um processo iterativo. À medida que os dados são recolhidos e mais se conhece o sistema, novos requisitos e limitações de dados podem ser identificados, impondo mudanças nos procedimentos de recolha de dados, de modo a que os objetivos do estudo possam ser satisfeitos. Às vezes, aparecem novas condições que alteram os objetivos e o âmbito do estudo.

Os dados de cada processo dentro do limite do sistema podem ser classificados sob títulos gerais:

- entradas de energia, matérias primas, produtos auxiliares, etc.;
- produtos, coprodutos e resíduos;
- emissões para o ar, descargas para a água e para o solo, e;
- outros aspetos ambientais.

A recolha de dados pode ser um processo exaustivo. As restrições na recolha de dados devem ser fundamentadas e documentadas.

Terminada a recolha de dados passa-se aos procedimentos de cálculo, onde se inclui:

- validação dos dados recolhidos,
- a associação dos dados aos processos, e
- a associação dos dados aos fluxos de referência na unidade declarada.

Estes passos são necessários para obter resultados do inventário no sistema definido para cada processo na unidade declarada do sistema de produto.

O cálculo dos fluxos de energia deve ter em conta as diferentes fontes, tais como combustíveis fósseis e eletricidade.

Alguns processos produzem uma única saída ou são baseados na linearidade das entradas e saídas das matérias primas.

Deverão ser considerados processos de alocação quando se lida com sistemas múltiplos produtos ou sistemas de reciclagem.

Fora do âmbito da norma ISO 14040:2006(E), na atualidade já existem uma quantidade de dados suficientes para efetuar uma Avaliação do Ciclo de Vida, pelo que o procedimento de recolha de dados pode ser facilitado. Esses dados estão reunidos em diversas bases de dados tais como («Reliable Databases and Methods for SimaPro»):

- *ecoinvent v2.2 and 3.3 LCI database*
- *Agri-Footprint LCI database from the Netherlands*
- *French agricultural LCI database: AGRIBALYSE*
- *European reference Life Cycle Database (ELCD)*
- *Franklin US LCI 98 library*
- *European Life Cycle Data*
- *US input output library*
- *EU and Danish Input Output library*
- *Swiss Input Output database*
- *LCA Food from Denmark*
- *U.S. Life Cycle Inventory Database (USLI)*

Apesar da grande quantidade de dados já existente, o seu uso tem de ser prudente pois, em determinados casos, desconhece-se a origem dos dados e não existe informação acerca destes.

3.4 Avaliação de Impacte de Ciclo de Vida (AICV)

Segundo a RCP – Modelo Base – Produtos e Serviços de Construção, a avaliação de impacte do ciclo de vida avalia a significância dos potenciais impactes ambientais, utilizando os resultados do inventário do ciclo de vida do produto. Esta avaliação associa os dados do inventário a categorias específicas de impacte ambiental e a indicadores de categoria para se compreenderem os impactes.

As categorias de impacte a considerar de acordo com a NP EN 15804:2012+A1:2015 são:

- Potencial de Aquecimento Global;
- Depleção da camada de ozono;
- Acidificação dos recursos hídricos e do solo;
- Eutrofização;

- Oxidação fotoquímica;
- Depleção dos recursos abióticos (elementos);
- Depleção dos recursos abióticos (combustíveis fósseis).

A avaliação de impactes deve ser realizada, obrigatoriamente, de acordo com o ponto 6.5 da norma NP EN 15804:2012+A1:2015. Os fatores de caracterização a utilizar constam do Anexo C da mesma norma.

Caso se conheçam valores específicos para a categoria de impacte Depleção de Recursos Abióticos para combustíveis fósseis, estes devem ser utilizados e devidamente documentados e justificados.

Fatores complementares e específicos podem ser utilizados no sentido de obter coerência entre os dados do ICV e os fatores de caracterização disponíveis.

No Relatório de Projeto devem apresentar-se e justificar-se de acordo com a NP EN 15804:2012+A1:2015, ponto 8.2, os conteúdos seguidamente enumerados relativamente à Avaliação de Impacte do Ciclo de Vida do Produto em estudo:

- procedimentos de AICV, cálculos e resultados do estudo;
- relação dos resultados da AICV e dos resultados do ICV;
- referência a todos os modelos de caracterização, fatores de caracterização e métodos utilizados, tal como definido na Norma Europeia 15804;
- menção referindo que os resultados da AICV são expressões relativas e não predizem os impactes finais por categoria, o exceder de valores-limite, as margens de segurança ou riscos.

Fora do âmbito da RCP – Modelo Base – Produtos e Serviços de Construção, para efetuar a Avaliação do Impacte do Ciclo de Vida (IACV) existe no mercado um conjunto de programas informáticos capazes de o fazer. Entre estes destacam-se os seguintes:

- *SimaPro*
- *GaBi*
- *openLCA*
- *umberto*
- *Gemis*
- *ecoMC*

Estes programas informáticos em conjunto com as bases de dados indicadas anteriormente permitem fazer uma ACV de forma segura.

3.5 Interpretação dos resultados

A interpretação dos resultados da Avaliação de Impacte do Ciclo de Vida, de uma forma simplista, consiste em avaliar o contributo de cada processo do sistema para cada categoria de impacte ambiental.

Normalmente, o foco da interpretação passa por analisar o Potencial de Aquecimento Global (*Global Warming Potential* – GWP), pois além de ser um indicador para alterações climáticas serve também de referência para prever o comportamento das restantes categorias de impacte ambiental. Sem querer relegar para segundo plano as restantes categorias de impacte ambiental, como o foco de análise será o GWP, importa saber do que se trata. Segundo a EPA (*United States Environmental Protection Agency*), o GWP foi desenvolvido para permitir comparações dos impactes do Potencial de Aquecimento Global de diferentes gases. Especificamente, é a quantificação de energia que as emissões de 1 tonelada de gás irão absorver ao longo de um determinado período de tempo relativamente às emissões de 1 tonelada de dióxido de carbono (CO₂). Quanto maior o valor de GWP mais um determinado gás aquece a terra, comparado com CO₂, durante esse período de tempo. O período de tempo normalmente usado para os potenciais de aquecimento global é de 100 anos. Os potenciais de aquecimento global são apresentados numa unidade de medida comum, o que permite aos analistas adicionar estimativas de emissões de diferentes gases (por exemplo, para listar os gases de efeito de estufa) permitindo aos decisores ter informação para a redução desses gases. (US EPA)

Todas categorias previstas nas normas foram analisadas, mas na comparação de resultados só se terá em conta, como foi dito anteriormente, o GWP, e também Energia Total Incorporada (EE, tot) pois através desta consegue-se ter a perceção da energia consumida nas etapas analisadas.

A energia incorporada corresponde ao total de energia necessária para a extração, processamento, fabrico e transporte dos materiais de construção até ao local de obra. Num estudo de ciclo de vida, a avaliação de impactes ambientais pode percorrer todas as fases do ciclo de vida (do berço ao berço), a avaliação da energia incorporada termina na etapa de construção, não incluindo as etapas de uso e de fim de vida.

Em jeito de introdução ao próximo capítulo, onde serão apresentados os resultados do estudo da ACV, interessa referir a origem dos dados, o programa informático a utilizar e a base de dados, pois são elementos transversais ao estudo.

Os dados do estudo para os BTC e para a Taipa são de uma empresa situada no sul de Portugal.

O programa informático utilizado no estudo é o SimaPro versão 8.4.0.0, a base de dados para o cálculo das categorias de impacto ambiental é a *Ecoinvent v3.3*, o método de cálculo dos impactos ambientais recorreu ao método *CML-IA Characterisation Factors* versão 3.4 e a energia consumida no sistema ao método *Cumulative Energy Demand* versão 1.9 (método desenvolvido pela *Ecoinvent* versão 2.0).

4. APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS

Os resultados apresentados estão divididos em três partes. As duas primeiras contêm os resultados do estudo do ciclo de vida dos BTC e Taipa e na terceira apresentam-se várias comparações entre produtos e soluções construtivas de forma a qualificar o desempenho do material. Remetem-se para anexos todos os cálculos auxiliares e dados complementares.

Todos os dados relativamente aos consumos e faturação da empresa são relativos ao ano de 2016.

4.1 Blocos de Terra Comprimida (BTC)

4.1.1 Unidade declarada

A unidade declarada considerada neste estudo foi 1 m³ em Blocos de Terra Comprimida.

4.1.2 Fronteira do sistema

O processo produtivo dos BTC inicia-se com a extração da matéria prima principal, a terra, a 30 km do local de produção. A extração é feita com uma retroescavadora e aquando da extração faz-se uma primeira seleção do material. A terra, ao ser extraída, passa por um crivo para que se possa retirar o material mais grosseiro. Esse material é deixado no local de extração ou caso mostre apetência para tal pode ter outras aplicações. A terra é carregada para o meio de transporte por uma retroescavadora.

Chegada ao local de produção, a terra é depositada e deixada secar ao ar. Após a secagem inicia-se o processo de desagregação da terra usando para tal um destorroador mecânico e de seguida faz-se uma segunda seleção do material fazendo-o passar por um crivo mecânico. A passagem pelo crivo dá origem a um material mais grosseiro que é reaproveitado para outros fins. Os BTC não são feitos exclusivamente de terra, mas sim de uma mistura contendo terra, cal hidráulica e água. As percentagens de materiais contidos na mistura foram otimizadas pela empresa em estudo, tendo por base a experiência na produção dos BTC. Por questões de qualidade, toda a água utilizada no processo produtivo é da rede pública de abastecimento. A mistura da terra, cal hidráulica e água é feita mecanicamente com recurso a uma autobetoneira. Após a mistura, o material é conduzido a uma prensa mecânica para o processo de prensagem e daí se obterem os BTCs. A cada ciclo de prensagem são produzidos dois BTCs. Após saírem da prensa, os BTCs são depositados no local de cura e secagem através de um processo de cura húmida, que consiste em molhar os BTC de forma a melhorar as características

mecânicas dos blocos. Finalmente, os Blocos de Terra Comprimida são acondicionados em paletes de madeira, envoltos em plástico de embalagem e armazenados para posterior expedição.

De acordo com a RCP Unidades de Alvenaria, a etapa de produto é a única de avaliação obrigatória, pelo que a análise de ACV realizada neste documento para os BTC será do “berço ao portão”.

O módulo A1 (extração e processamento das matérias primas e processamento das entradas de materiais secundários) inclui a extração da matéria-prima e o carregamento da terra no meio de transporte com uma retroescavadora. O módulo A2 (transporte para o produtor) inclui o transporte da matéria prima assim como os restantes materiais utilizados no processo produtivo dos BTC. O módulo A3 (produção) inclui os seguintes processos: atividade administrativa, receção da matéria prima, secagem ao ar da matéria prima, desagregação da terra utilizando um destorroador, crivagem mecânica, mistura dos materiais, prensagem dos BTC, secagem dos BTC através de cura húmida, acondicionamento dos BTC em paletes, envolvimento do produto em plástico de embalagem e por fim o armazenamento do produto final.

Na Figura 7 apresenta-se o diagrama de processos, de acordo com o processo produtivo apresentado e as fronteiras definidas anteriormente.

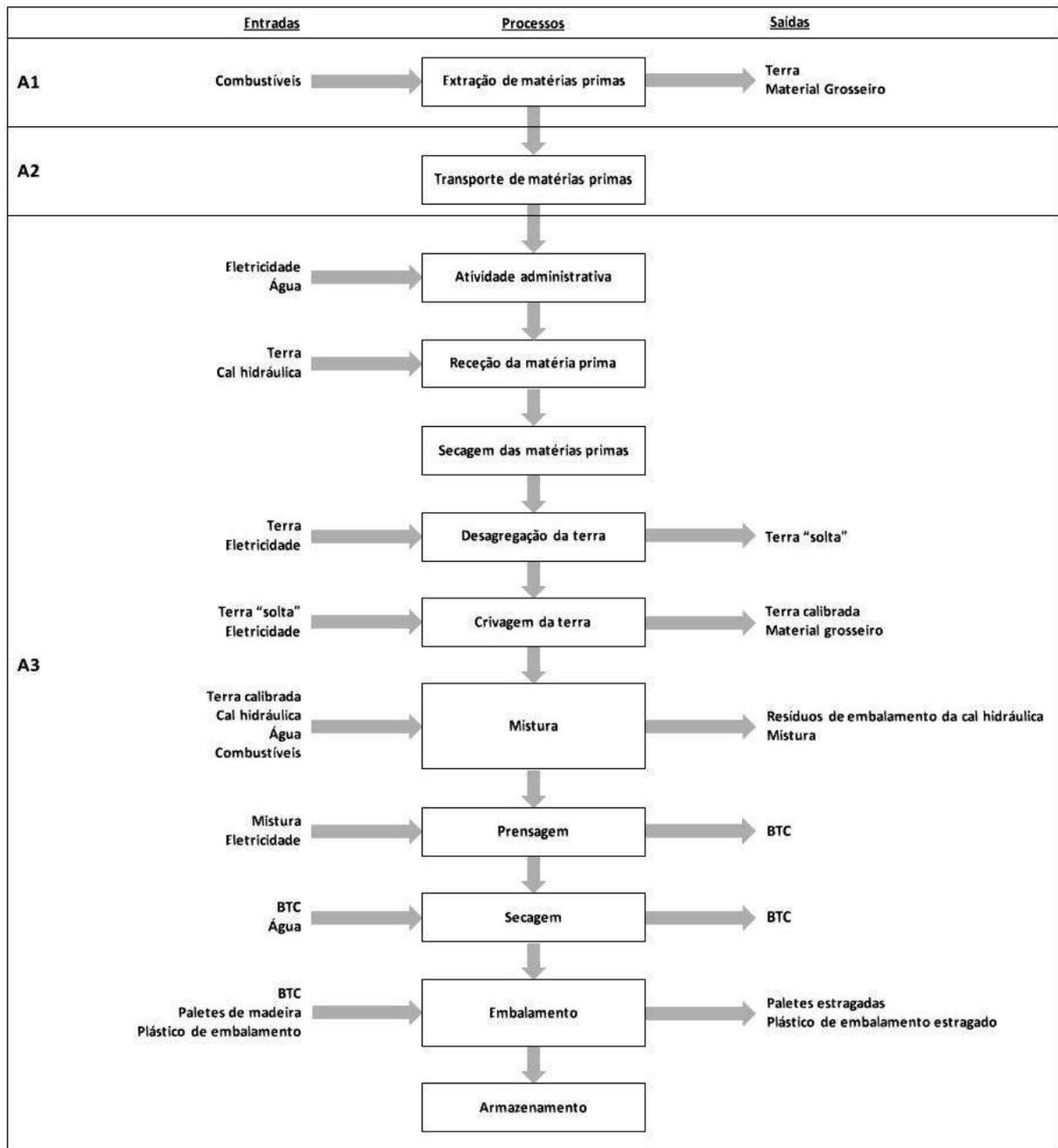


Figura 7 - Diagrama de processos “do berço ao portão” do produto BTC

4.1.3 Inventário do Ciclo de Vida (ICV)

Os processos apresentados anteriormente poderão ter associadas entradas e saídas de materiais, energia, entre outros, que terão de ser quantificados para a Avaliação dos Impactes Ambientais de Ciclo de Vida (AICV). Os dados recolhidos na empresa estudada terão de ser tratados de forma a serem devidamente distribuídos pelos processos. De seguida apresentam-se os dados a incluir no ICV para 1 m³ de BTC:

i. Equipamentos

Para o ICV é necessário identificar o consumo dos equipamentos. Como grande parte desta informação não foi disponibilizada pela empresa teve de se recorrer a fichas técnicas dos equipamentos e em alguns casos foram contactados os fabricantes para que fossem facultadas informações de consumos (Tabela 1). Toda a documentação técnica para estimar os consumos encontra-se no Anexo 4.

Tabela 1 - Consumos e capacidade dos equipamentos utilizados na produção de BTC

Equipamento	Consumo / Capacidade	Observações
Retroescavadora	14,55 L/h	
	22,50 m ³ /h	Capacidade de extração
	53,12 m ³ /h	Capacidade de carregamento
Desagregador de solo	9 m ³ /h	
	3,21 kWh/h	
Crivo	3 m ³ /h	
	0,85 kWh/h	
Prensa mecânica	375 un/h	
	9,54 kWh/h	
Autobetoneira	3,20 L/h	
	4.8 m ³ /h	

No Anexo 1 apresentam-se as fontes de dados para os valores apresentados na Tabela 1.

ii. Características físicas dos BTC (Tabela 2)

Tabela 2 - Características físicas do BTC

	Molde	BTC
Comprimento	0,300 m	0,300 m
Largura	0,150 m	0,150 m
Altura	0,120 m	0,070 m
Volume	0,00540 m ³	0,00315 m ³
Massa	-	6,1 kg
Massa volúmica	-	1936,508 kg/m ³

A massa de um BTC à saída da prensa é de 6,5 kg.

No Anexo 1 apresentam-se todos os cálculos das características referidas anteriormente.

iii. Quantidades dos constituintes da mistura para os BTC

Considerando 1 m³ de BTC, as quantidades dos constituintes da mistura apresentam-se na Tabela 3,

Tabela 3 - Quantidades dos constituintes da mistura para os BTC

Mistura (BTC)		Observações
Terra	1,431 m ³	
Água	0,171 m ³	10%
Cal hidráulica	0,111 m ³	6 a 7%
	79,538 kg	
Total	1,714 m ³	

O cálculo das quantidades apresentadas na Tabela 3 encontram-se no Anexo 1.

iv. Proveniência e distância dos materiais utilizados nos BTC

Excluindo a terra, os restantes materiais utilizados no processo produtivo dos BTC são adquiridos em comerciantes locais, desconhecendo-se a sua proveniência. Desta forma, no presente estudo admitiu-se que os materiais eram provenientes dos fabricantes mais próximos do local de produção (Tabela 4).

Tabela 4 - Proveniência dos materiais constituintes dos BTC

Material	Proveniência	Distância
Terra	Local de extração	30 km
Cal hidráulica	Lusical, Santarém	263 km
Plástico de embalagem	Plasoeste, Venda do Pinheiro	223 km
Paletes de madeira	MSJ, Pinheiro, Ourém	302 km

v. Volumes de terra a movimentar no processo produtivo dos BTC

Havendo desperdício de terra no processo produtivo, é necessário determinar os volumes de terra extraída e que entra no crivo (Tabela 5).

Tabela 5 - Volumes de terra a movimentar no processo produtivo

	Desperdício	Volume
Terra extraída	10 %	1,767 m ³
Terra que entra no crivo	10 %	1,590 m ³
Terra utilizada na mistura para os BTC		1,431 m ³

O volume de terra que entra no crivo será o volume de terra a transportar desde o local de extração até ao local de produção.

O cálculo para os volumes de terra apresentados anteriormente estão no Anexo 1.

vi. Água utilizada na cura húmida

A quantidade de água utilizada na cura húmida é de 10 litros.

vii. Materiais de embalagem

Para 1 m³ de BTC as quantidades dos materiais de acondicionamento e embalagem são os que se apresentam na Tabela 6.

Tabela 6 - Quantidade de materiais de acondicionamento e embalagem

	Quantidade
Plástico de embalagem	0,238 kg
Paletes de madeira	0,0365

O número de paletes de madeira necessárias tem consideração o número de utilizações, com base num estudo do ciclo de vida de paletes de madeira que estima que o número de utilizações de uma Euro-paleta é de 87 vezes (Bengtsson & Logie, 2015).

Relativamente às paletes de madeira, além da quantidade utilizada para o acondicionamento dos BTC, é preciso ter em conta também a sua massa para determinar os impactes do transporte desde o local de produção das paletes de madeira até ao local de produção dos BTC. As paletes de madeira são tipo europaleta (800×1200 mm) com uma massa de 25 kg.

No Anexo 1 apresentam-se os cálculos para a quantidade de plástico de embalagem assim como a justificação do valor encontrado para as paletes utilizadas.

viii. Atividade administrativa

Um aspeto que não foi mencionado na descrição do processo produtivo, mas que é uma atividade inerente a qualquer empresa, é a atividade administrativa. A atividade administrativa tem vários consumos, tais como, água, eletricidade, papel, material informático e outros materiais de escritório. Neste estudo e para a atividade administrativa só serão tidos em conta os consumos de água e eletricidade. Uma vez que a atividade administrativa é transversal a todos os ramos de atividade da empresa, os dados facultados não se encontram divididos entre os produtos para os quais se vai fazer a ACV. Este tipo de consumos é dividido por cada processo produtivo estudado utilizando um método de alocação. Neste caso, utilizou-se o método de alocação financeira, o que significa que os fluxos de materiais são distribuídos por cada uma das atividades da empresa em função da respetiva faturação.

O objetivo é determinar as quantidades (neste caso de água e eletricidade) da atividade administrativa que estão associadas à produção de cada produto avaliado (BTC e Taipa). Na Tabela 7 apresentam-se os valores dos consumos na atividade administrativa para 1 m³ de BTC referentes ao ano de 2016.

Tabela 7 - Consumo na atividade administrativa

	Quantidade
Consumo de água em escritório	0,00302 m ³
Consumo de eletricidade em escritório	1,260 kWh

Os cálculos dos valores apresentados estão disponíveis no Anexo 1.

Na Tabela 8 podem encontrar-se todos os dados distribuídos pelos respetivos processos.

Tabela 8 - Inventário do Ciclo de Vida dos BTC

Etapa	Processo	Equipamento	Entradas	Consumos	Tempo / Distância	Quantidade	Saídas	Quantidade	Observações	
A1	Extração de matérias primas	Retroscavadora	Combustíveis	1,4,550 L/h	0,0785 h	1,143 L	Terra	1,590 m³	Extração e passagem pelo crivo de 1,767 m³ de terra com 10% de desperdício	
				46,193 MJ		0,177 m³	Material grosseiro	0,177 m³	Reaproveitado	
	Carregar o meio de transporte	Retroscavadora	Combustíveis	1,4,550 L/h	0,0299 h	0,436 L			Para introduzir no SimaPro 1 MJ = 0,0222 kg de gásóleo	
				17,611 MJ		17,611 MJ			Carregar o meio de transporte com 1,590 m³ de terra	
A2	Transporte de matéria prima	Camião		1,937 t	30,000 km	58,095 t-km			Transporte de terra desde o local de extração até ao local de produção	
				0,0795 t	263,000 km	20,919 t-km			Transporte de cal hidráulica desde o local de produção – Lusical, Santarém	
	Transporte de plástico de embalagem	Furgão		0,000238 t	223,000 km	0,0531 t-km			Transporte de plástico de embalagem desde o local de produção – Plasoeste, Venda do Pinheiro	
				0,0794 t	302,000 km	23,968 t-km			Transporte de paletes de madeira desde o local de produção – MSJ, Ourém	
	Transportes internos								Desprezável	
	A3	Consumo de eletricidade no escritório			1,260 kWh		1,260 kWh			
					3,020 L		3,020 L			
		Receção da matéria prima e cal hidráulica								Processo sem impacto no ciclo produtivo
Desagregação da terra		Eco Trs		3,210 kWh	0,177 h	0,567 kWh	Terra	1,590 m³	Desagregar 1,590 m³ de terra	
				0,850 kWh	0,530 h	0,451 kWh	Terra	1,431 m³	Crivar 1,590 m³ de terra com 10% de desperdício	
Chivagem		Eco Per		3,200 L/h	0,357 h	1,143 L	Material grosseiro	0,159 m³	Reaproveitado	
						46,196 MJ	Mistura	1,714 m³		
Mistura		Autobetoneira Messersl		79,538 kg		79,538 kg	Resíduos de embalagem			Para introduzir no SimaPro 1 MJ = 0,0222 kg de gásóleo
				171,429 L		171,429 L			Os resíduos de embalagem são considerados desprezáveis e são colocados no ecoponto mais próximo	
Prensagem	Eco Master 7000 Turbo II		Eletricidade	9,540 kWh	0,847 h	8,076 kWh	BTC	1,000 m³	Água da rede pública	
Secagem			Água	10,000 L		10,000 L			Assume-se que não existem BTC com defeito	
Embalamento			Plástico de embalagem	0,238 kg		0,238 kg	Plástico de embalagem estragado		Os resíduos provenientes de plástico de embalagem são considerados desprezáveis e são colocados no ecoponto mais próximo	
			Paletes de madeira	0,0365 un		0,0365 un	Paletes de madeira estragados		Paletes utilizados 87 vezes. Os resíduos provenientes de paletes de madeira são considerados desprezáveis	
Armazenamento									Processo sem impacto no ciclo produtivo	

Os tempos apresentados na coluna “Tempo / Distância” referem-se aos tempos necessários para processar as quantidades de materiais contidas nos processos unitários, no Anexo 1 estão calculados os tempos para 1 m³. A coluna “Quantidade” relativamente às entradas resulta da multiplicação da coluna “Consumos” pela coluna “Tempo / Distância”. A coluna “Quantidade” relativamente às saídas é meramente informativa. No *programa* de ACV (*SimaPro*) não se entra com a quantidade de combustível gasto mas com a energia equivalente ao combustível que é consumido, o combustível utilizado é o gasóleo.

4.1.4 Avaliação do Impacte de Ciclo de Vida (AICV)

Tal como foi dito anteriormente, no estudo são utilizados dados genéricos que têm origem na base de dados *Ecoinvent*, uma vez que neste estudo não era viável a elaboração do processo produtivo e da avaliação dos impactes ambientais desses materiais. Tanto para o BTC como para a Taipa, os materiais para os quais foram considerados os dados de inventário da base de dados da *Ecoinvent* são os seguintes: combustíveis, eletricidade, água, cal hidráulica, plástico de embalagem, paletes de madeira e meios de transporte rodoviários.

No módulo A2 (transporte de matérias primas e materiais) para o transporte de cal hidráulica e paletes de madeira selecionou-se um transporte com uma capacidade máxima de carga de 32 toneladas e na matéria prima (terra) e plástico de embalagem a capacidade máxima do transporte é de 7,5 toneladas. A escolha dos meios de transporte tem em consideração um cenário correspondente à prática corrente.

Na Tabela 9 apresentam-se os resultados da AICV para 1 m³ de BTC.

Analisando os resultados obtidos verifica-se que os módulos que mais contribuem para as categorias de impacte ambiental avaliadas são o A2 – transporte de matérias primas e materiais e o A3 – Produção de BTC (Figura 8). A título de exemplo, no “Potencial de Aquecimento Global (GWP)”, o módulo A3 é o que tem mais impacte relativamente ao total dessa categoria. Mais à frente far-se-á uma análise mais detalhada dessa categoria de impacte, identificando-se as causas para os valores dos impactes. Os valores da Figura 8 estão em percentagem relativamente ao total de cada categoria de impacte ambiental.

Tabela 9 - Avaliação de Impactes do Ciclo de Vida para os BTC

Impactes Ambientais para 1 m³ de Blocos de Terra Comprimida (BTC)					
Categoria de Impacte	Unidade	Total	A1 BTC	A2 BTC	A3 BTC
Depleção de recursos abióticos – elementos (ADP, elem)	kg Sb eq	1,865E-04	1,867E-06	1,652E-04	1,940E-05
Depleção de recursos abióticos – combustíveis fósseis (ADP, ff)	MJ	1187,442	90,479	573,989	522,974
Potencial de Aquecimento Global (GWP)	kg CO ₂ eq	126,248	5,891	36,769	83,588
Depleção da camada de ozono (ODP)	kg CFC 11 eq	1,162E-05	1,078E-06	6,627E-06	3,916E-06
Formação de ozono fotoquímico (POPC)	kg C ₂ H ₄ eq	0,0162	0,00118	0,00633	0,00864
Acidificação da água e do solo (AP)	kg SO ₂ eq	0,408	0,449	0,141	0,223
Eutrofização (EP)	kg (PO ₄) ³⁻ eq	0,0980	0,0103	0,0331	0,0546
Energia Total Incorporada (EE, tot)	MJ	1303,279	91,730	597,843	613,707

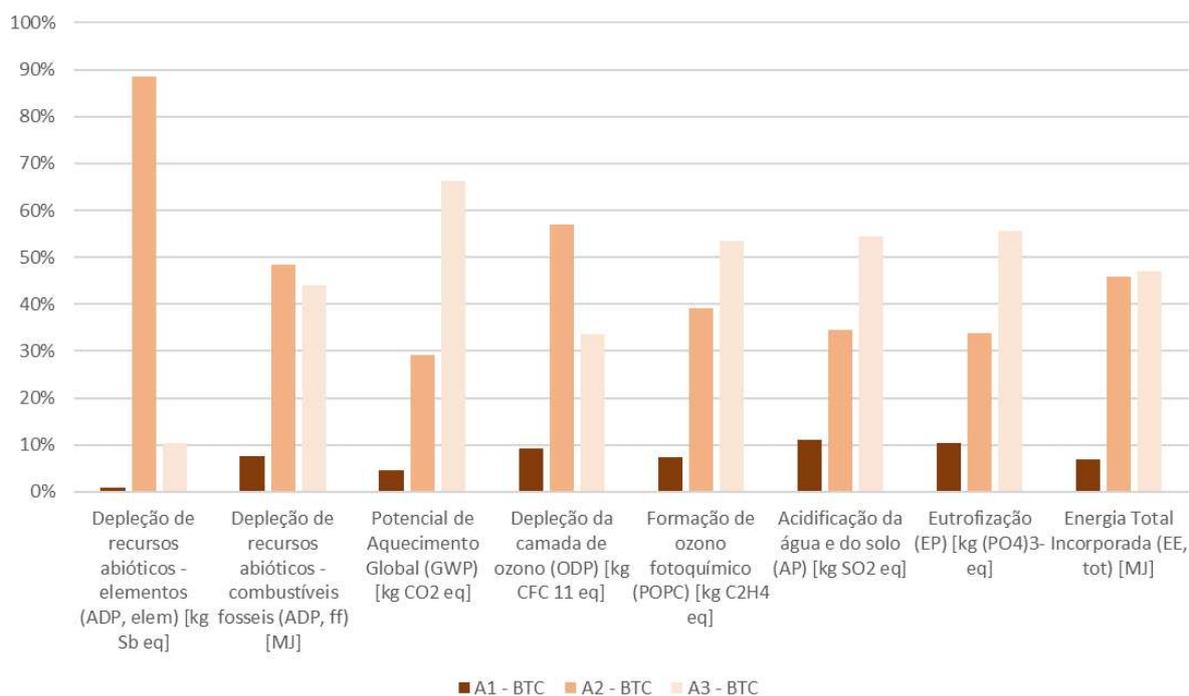


Figura 8 - Contribuição de cada etapa nos impactes ambientais do BTC

Os resultados apresentados na Tabela 9 são para 1 m³ de BTC, mas por haver a necessidade de calcular os impactos para outras unidades declaradas como, por exemplo, 1 kg e nesse caso poderão ser utilizados os seguintes fatores de conversão:

- 1 BTC = 0,00315 m³
- 1 kg de BTC = 0,000516 m³

4.1.5 Interpretação dos resultados

Da lista dos impactos ambientais resultantes da AICV, vão-se analisar mais ao pormenor o Potencial de Aquecimento Global (GWP) e a Energia Total Incorporada (EE, tot).

O primeiro aspeto a analisar será o contributo de cada processo para o Potencial de Aquecimento Global (GWP). Na Figura 9 conseguem-se identificar os processos que contribuem em mais de 2,5% sobre o total para o Potencial de Aquecimento Global (GWP). Tal como se pode verificar na Figura 9, o processo que se destaca mais é o da “Mistura” com a cal hidráulica, que contribui em mais de 50% para o valor do impacto do Potencial de Aquecimento Global (GWP).

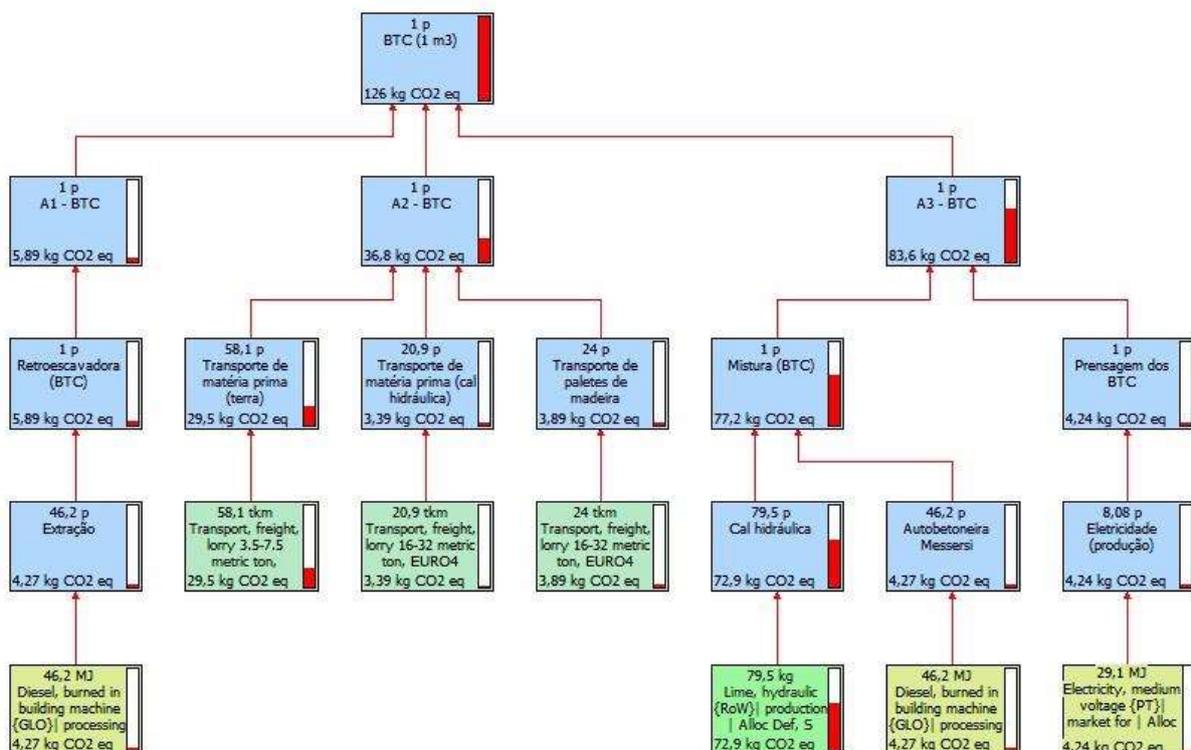


Figura 9 - Categoria de impacto Potencial de Aquecimento Global (GWP) com contribuição superior a 2,5% (BTC)

Na Tabela 10 apresenta-se o contributo de cada processo do sistema analisado (produção dos BTCs) para a categoria de impacte ambiental Potencial de Aquecimento Global (GWP).

Analisando os valores, e tal como foi dito anteriormente, a cal hidráulica é a entrada que se destaca mais, seguindo-se o transporte da matéria prima (terra), com valores na ordem das dezenas de kg CO₂ eq, muito superior aos dos restantes materiais, com valores inferiores a 10 kg CO₂ eq. Na Figura 10 é possível verificar as diferenças mencionadas anteriormente.

Tabela 10 – Contributo de cada processo para o valor total de Potencial de Aquecimento Global (GWP) dos BTC

Etapa	Processo	GWP [kg CO ₂ eq]
A1 Extração de matérias primas	Extração (retroescavadora)	4,265
	Carregar o meio de transporte (retroescavadora)	1,626
A2 Transporte de matérias primas e materiais	Transporte da matéria prima (terra)	29,465
	Transporte da matéria prima (cal hidráulica)	3,391
	Transporte de plástico de embalagem	0,0269
	Transporte de paletes de madeira	3,885
A3 Produção de BTC	Atividade administrativa (eletricidade)	0,662
	Atividade administrativa (água)	0,00114
	Desagregação da terra	0,298
	Crivagem de terra	0,237
	Mistura (cal hidráulica)	72,886
	Mistura (água)	0,0646
	Mistura (autobetoneira)	4,265
	Prensagem dos BTC	4,243
	Secagem dos BTC (água)	0,00377
	Embalamento (paletes de madeira)	0,324
	Embalamento (plástico de embalagem)	0,603

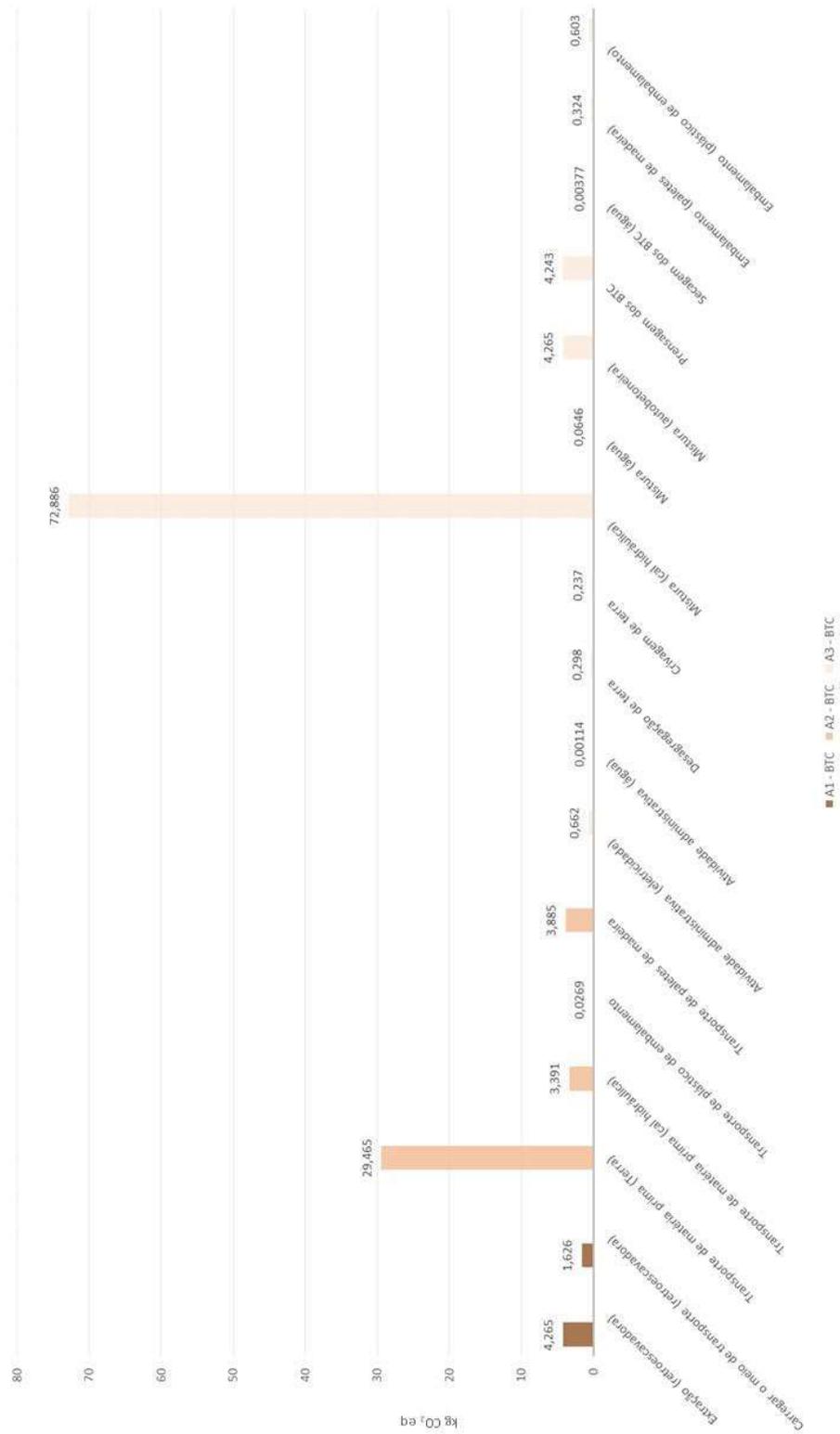


Figura 10 - Contributo de cada processo de produção do BTC para o Potencial de Aquecimento global (GWP)

A mesma análise pode ser feita para a Energia Total Incorporada (EE, tot). Na Tabela 11 temos os valores para todas as entradas no que diz respeito à Energia Total Incorporada (EE, tot).

Da análise dos valores pode-se verificar que, assim como no Potencial de Aquecimento Global, o transporte da matéria prima e a cal hidráulica utilizada na mistura são as entradas que utilizam mais energia. Na Figura 11 estão representados os valores da Energia Total Incorporada (EE, tot).

Tabela 11 - Valores da Energia Total Incorporada (EE, tot) para todas entradas (BTC)

Etapa	Entradas	Energia Total Incorporada (EE, tot) [MJ]
A1 Extração de matérias primas	Extração (retroescavadora)	66,411
	Carregar o meio de transporte (retroescavadora)	25,319
A2 Transporte de matérias primas e materiais	Transporte da matéria prima (terra)	475,760
	Transporte da matéria prima (cal hidráulica)	56,692
	Transporte de plástico de embalagem	0,435
	Transporte de paletes de madeira	64,955
A3 Produção de BTC	Atividade administrativa (eletricidade)	11,851
	Atividade administrativa (água)	0,0219
	Desagregação da terra	5,333
	Crivagem de terra	4,242
	Mistura (cal hidráulica)	404,248
	Mistura (água)	1,240
	Mistura (autobetoneira)	66,415
	Prensagem dos BTC	75,692
	Secagem dos BTC (água)	0,0724
	Embalamento (paletes de madeira)	28,044
	Embalamento (plástico de embalagem)	16,277

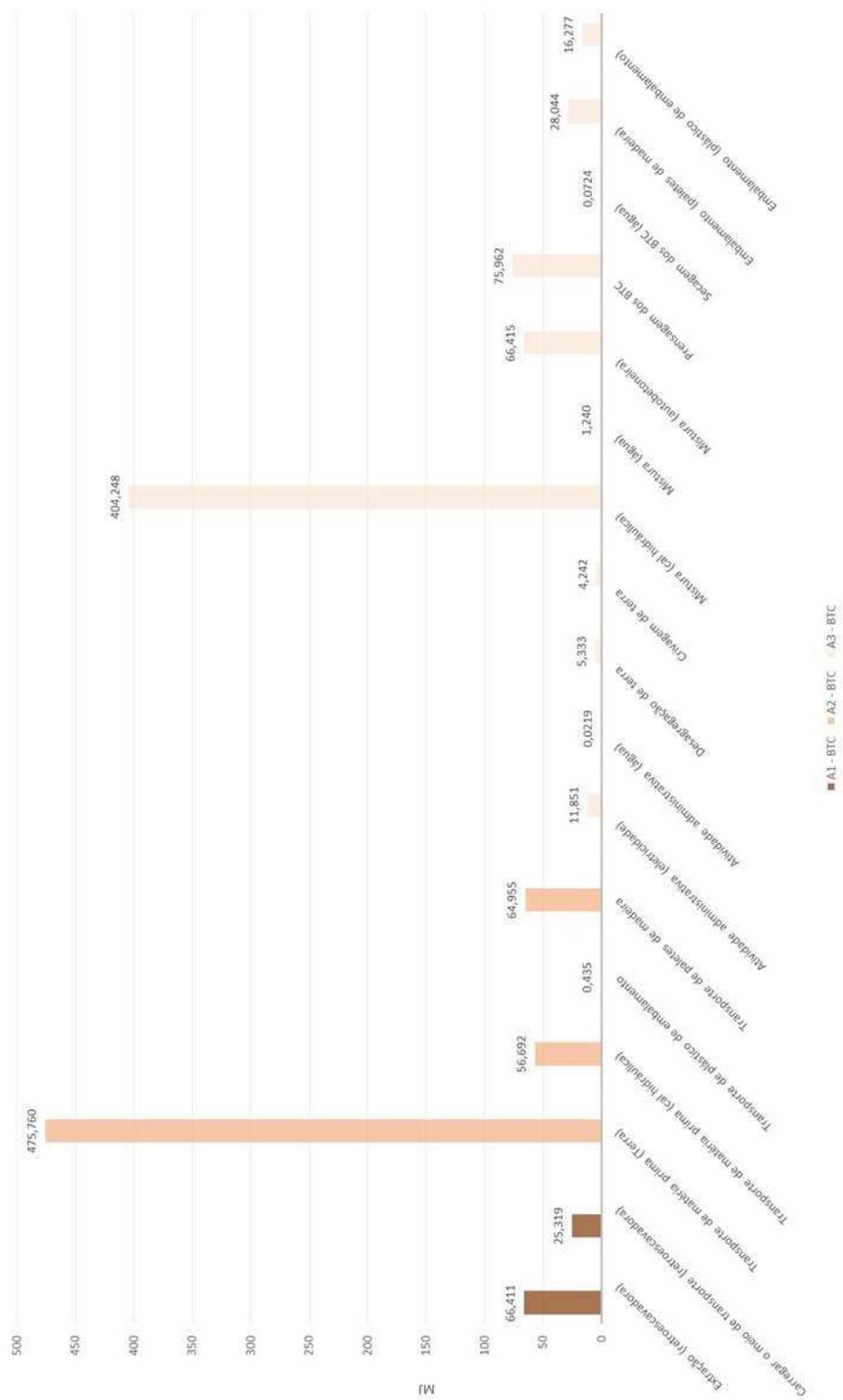


Figura 11 - Valores da Energia Total Incorporada (EE, tot) para todas entradas do BTC

Com os resultados apresentados anteriormente, conclui-se que se a extração ficasse mais perto do local de produção dos BTC, ou até no próprio local, e se a percentagem de cal hidráulica fosse menor ou até mesmo eliminada como material constituinte do produto haveria uma redução drástica tanto no impacto do Potencial de Aquecimento Global (GWP) como na Energia Total Incorporada (EE, tot). A redução ou eliminação da cal hidráulica só poderia ser feita caso não afetasse as características mecânicas dos BTC.

A mesma análise podia ser feita para os restantes impactes ambientais podendo dessa forma otimizar os processos de forma a reduzir os impactes ambientais.

4.2 Taipa

4.2.1 Unidade declarada

A unidade declarada considerada neste estudo foi 1 m³ de Taipa.

4.2.2 Fronteira do sistema

Sendo um tipo de solução construtiva em terra, o processo produtivo, começa com a extração da matéria prima principal que é a terra. Ao ser extraída, no próprio local, a terra passa por um crivo para haver uma seleção de material. O material mais grosseiro, que em percentagem não é superior à dos BTC, pode ser considerado um resíduo que é deixado no local ou pode ser, se tiver apetência para tal, ser reaproveitado para outras aplicações. A extração da terra é feita com uma retroescavadora alugada.

A terra extraída é molhada com água, na ordem dos 10%, para adquirir as características ideais para a Taipa. Para se construir paredes em Taipa é necessário montar cofragens, ou taipais, e os andaimes, sendo este um processo maioritariamente manual, podendo-se utilizar um equipamento de elevação (tipo *Manitou*) para elevar os painéis de cofragem. O material constituinte da Taipa não se resume exclusivamente à terra, pois é adicionado 3%, em volume, de cal hidráulica, constituindo-se assim uma mistura. Essa mistura é feita com uma escavadora de pequenas dimensões (tipo *Bobcat*). A colocação da mistura nas cofragens é auxiliada por equipamento de elevação (tipo *Manitou*), podendo ser manual ou simplesmente virando o balde (para este processo é acoplado um balde ao equipamento de elevação), originando, naturalmente, algum desperdício que é reaproveitado no local. A execução da Taipa fica concluída com o apiloamento da mistura com martelos pneumáticos alimentados por um compressor e, por fim, com a desmontagem manual dos painéis de cofragem.

Sendo a construção da Taipa feita no local de construção é preciso ter em conta o transporte de equipamentos e materiais desde as instalações da empresa até ao local de construção, que é feito duma só vez num porta-máquinas (zorra).

Para se fazer a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) da Taipa tem de se considerar obrigatoriamente, como se viu anteriormente na Figura 6, a etapa de produto (onde constam os módulos A1, A2 e A3). No caso da Taipa a etapa de produto não é suficiente, sendo necessário incluir também a etapa do processo de construção (módulos A4 e A5), pois a taipa só assume estatuto de produto no final da fase de construção. Assim, para a ACV da Taipa consideraram-se os módulos A1, A2 + A4 e A3 + A5.

O módulo A1 (extração e processamento das matérias primas) inclui a extração da matéria prima com recurso a uma retroescavadora e o módulo A2 + A4 (transporte para o produtor e transporte até ao local de construção) inclui o transporte dos equipamentos e de materiais desde as instalações da empresa até à obra. No módulo A3 + A5 (produção, construção e instalação) consideram-se os seguintes processos: atividade administrativa, preparação da terra molhando-a com água, montagem da cofragem, mistura da terra e cal hidráulica com a escavadora de pequenas dimensões, colocação da mistura nos taipais com o equipamento de elevação, apiloamento com martelos pneumáticos alimentados por um compressor e por fim a descofragem.

Na Figura 12 apresenta-se o diagrama de processos de acordo com o processo produtivo e fronteiras definidas anteriormente.

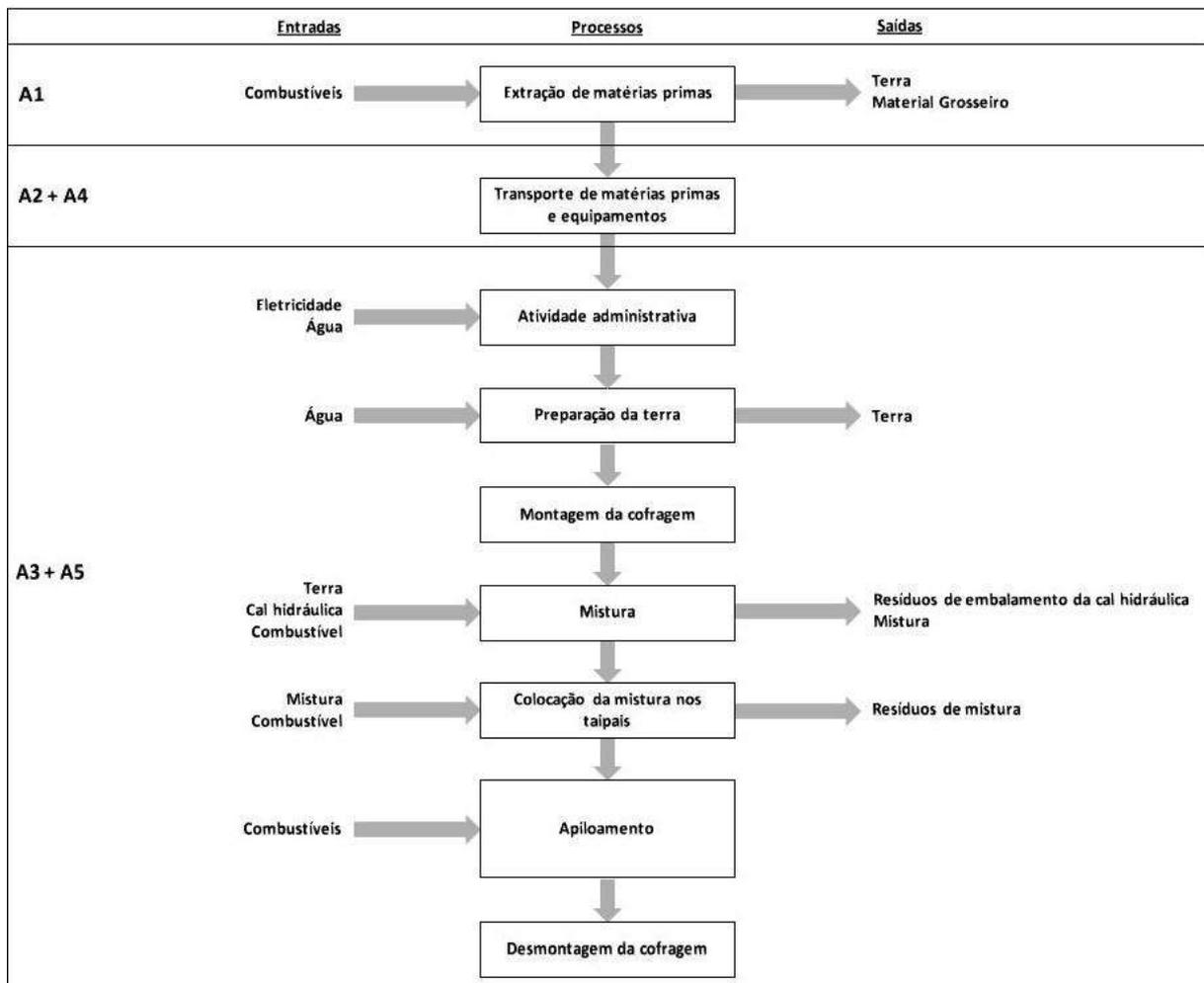


Figura 12 - Diagrama de processos da Taipa da empresa em estudo

4.2.3 Inventário do Ciclo de Vida (ICV)

Os processos apresentados anteriormente poderão ter associadas entradas/saídas de materiais, energia, etc. que terão de ser quantificados para a Avaliação do Impacte de Ciclo de Vida (AICV). Os dados recolhidos na empresa em estudo terão de ser tratados de forma a serem devidamente distribuídos pelos processos. De seguida apresentam-se os dados a incluir no ICV para 1 m³ de Taipa.

Nos valores que irão ser apresentar de seguida é preciso ter em conta que alguns dados não foram disponibilizados pela empresa estudada, pelo que foi necessário recorrer a documentação técnica/científica para que os resultados tivessem uma base sustentada.

i. Equipamentos

As considerações que foram feitas para os BTC mantêm-se para a Taipa (Tabela 12). Toda a documentação pertinente para estimar os consumos encontra-se no Anexo 4.

Tabela 12 - Consumos e capacidade dos equipamentos utilizados na construção de Taipa

Equipamento	Consumo / Capacidade	Observações
Retroescavadora	14,550 L/h	
	22,500 m ³ /h	Capacidade de extração
Equipamento de elevação	9,12 L/h	
	900 L	Capacidade do balde
Escavadora de pequenas dimensões	6,9 L/h	
Compressor	2,625 L/m ³	

No Anexo 2 apresentam-se todas as justificações para os valores apresentados na Tabela 12.

ii. Caraterísticas físicas da Taipa

A massa volúmica da Taipa é 1937,468 kg/m³

No Anexo 2 apresentam-se todos mais caraterísticas físicas assim como a origem do valor da massa volúmica da Taipa.

iii. Quantidades dos constituintes da mistura para a Taipa

Considerando 1 m³ de Taipa, as quantidades dos constituintes da mistura estão na Tabela 13.

Tabela 13 - Quantidades dos constituintes da mistura para a Taipa

Mistura (Taipa)		Observações
Terra	1,607 m ³	
Cal hidráulica	0,0497 m ³	3%
	35,486 kg	
Total	1,657 m ³	

O cálculo das quantidades apresentadas na Tabela 13 encontram-se no Anexo 2.

iv. Volumes de terra a movimentar na construção da Taipa

O volume de terra a colocar na mistura já foi calculado anteriormente, pelo que só é necessário o volume de terra extraído, tendo em conta a percentagem de desperdício considerada no Anexo 2.

O volume de terra extraída é de 1,7 m³.

O cálculo deste volume encontra-se no Anexo 2.

- v. Quantidade de água a adicionar à terra extraída e destinada à mistura

A quantidade de água é de 160,7 litro.

O cálculo da quantidade de água encontra-se no Anexo 2.

- vi. Distâncias e massas a considerar para o transporte de equipamentos e materiais

Como a Taipa é construída no local de implantação do edifício há que ter em conta o transporte dos equipamentos desde a empresa até local de construção. Como a distância às várias obras não é a mesma, tem que se assumir um valor de referência. Assim sendo, considerando referências da empresa, assumiu-se que a distância desde as instalações da empresa até à obra é em média de 30 km. Considerando-se que no final é preciso fazer regressar os equipamentos às instalações da empresa a distância total será de 60 km. Os equipamentos transportados para a obra não vão construir só 1 m³ de Taipa, o volume a construir depende do tipo de obra (pequena ou grande), assim sendo a massa dos equipamentos dependerá do volume de obra. Segundo a empresa em estudo, para uma construção de pequenas dimensões o volume de Taipa situa-se entre os 60 m³ e os 80 m³, ao passo que para obras de grandes dimensões o volume de Taipa será ≥ 200 m³. A massa dos equipamentos e outros materiais a transportar é de 112,7 kg/m³.

Como se disse anteriormente a retroescavadora utilizada na extração é alugada e assume-se que distância desde o local onde é alugada até à obra é de 10 km, e assim como no transporte dos restantes equipamentos, é preciso ter em conta o volume de Taipa a construir.

A massa da retroescavadora é de 66,7 kg/m³.

No Anexo 2 apresentam-se os cálculos destes valores.

Além da terra, a mistura utilizada na Taipa também contém cal hidráulica. A cal hidráulica é transportada desde o local de produção (Lusical, Santarém) até às instalações da empresa estudada e seguem posteriormente para a obra no porta-máquinas juntamente com os equipamentos. A distância do produtor de cal hidráulica é a mesma que apresentada nos BTC (263 km).

vii. Atividade administrativa

Os valores dos consumos apresentados na Tabela 14 são para 1 m³ de Taipa referentes ao ano de 2016 (os cálculos foram efetuados no campo da atividade administrativa para os BTC).

Tabela 14 - Consumo na atividade administrativa

	Quantidade
Consumo de água em escritório	0,00381 m ³
Consumo de eletricidade em escritório	3,805 kWh

Na Tabela 15 podem encontrar-se todos os dados distribuídos pelos respetivos processos.

Tabela 15 - Inventário do Ciclo de Vida da Taipa

Etapa	Processo	Equipamento	Entradas	Consumos	Tempo / Distância	Quantidade	Saídas	Quantidade	Observações
A1 Extração de matérias primas	Extração de matérias primas	Retroscoavadora	Combustíveis	14,550 L/h	0,0752 h	1,094 L	Terra	1,607 m³	Extração e passagem pelo crivo de 1,692 mm de terra com 10% de desperdício
						44,228 MJ	Material grosseiro	0,0846 m³	Reaproveitado
									Para introduzir no SimaPro 1 MJ = 0,0222 kg de gasóleo
A2 + A4 Transporte de matérias primas e equipamentos	Transporte de equipamentos	Camião		0,113 t	60,000 km	912,540 t×km			Transporte de equipamentos desde o estaleiro central até ao local de construção.
	Transporte de retroscoavadora	Camião		0,0667 t	10,000 km	90,000 t×km			Distância média de 30 km considerando viagem de ida e volta
	Transporte de cal hidráulica	Camião		0,035 t	263,000 km	9,333 t×km			Retroscoavadora alugada a uma distância de 10 km
	Transportes internos								Transporte de cal hidráulica desde o local de produção – Lusical, Santarém
A3 + A5 Construção de Taipa	Consumo de eletricidade no escritório		Electricidade	1,588 kWh		1,588 kWh			Desprezável
	Consumo de água no escritório		Água	3,805 L		3,805 L			
	Preparação da terra		Água	160,743 L		160,743 L			Água da rede pública
	Montagem da cofragem								Processo com impacte desprezável no ciclo produtivo
	Mistura	Bobcat s150	Combustíveis	6,800 L/h	0,250 h	1,700 L			Tempo para fazer a mistura e colocá-la nos taipais
			Cal hidráulica	35,486 kg		68,716 MJ			Os resíduos de embalamento são considerados desprezáveis e são colocados no ecoponto mais próximo
	Colocação da mistura nos taipais	Manitou MT 1235 S	Combustíveis	9,120 L/h	0,0307 h	0,280 L			Tempo necessário para colocar a mistura nos taipais
	Prensagem (apiloamento)	Atlas Copco XAS 67	Combustíveis	2,625 L/m²	1,000 m²	11,313 MJ			Para introduzir no SimaPro 1 MJ = 0,0222 kg de gasóleo
	Desmontagem das cofragens					2,625 L			Para introduzir no SimaPro 1 MJ = 0,0222 kg de gasóleo
						106,106 MJ			Processo com impacte desprezável no ciclo produtivo

Assim como nos BTC, os valores da Tabela 15 relativamente à Taipa já foram justificados anteriormente e no Anexo 2 e todas as considerações feitas para os BTC no ICV são também válidas na Taipa.

4.2.4 Avaliação de Impacte do Ciclo de Vida (AICV)

Todas as considerações feitas no início da AICV dos BTC mantêm-se válidas.

Na Tabela 16 apresentam-se os resultados da AICV para 1 m³ de Taipa.

Tabela 16 - Avaliação de Impactes do Ciclo de Vida para a Taipa

Impactes Ambientais para 1 m ³ de Taipa					
Categoria de Impacte	Unidade	Total	A1 Taipa	A2 + A4 Taipa	A3 + A5 Taipa
Depleção de recursos abióticos – elementos (ADP_elem)	kg Sb eq	2,118E-05	1,294E-05	7,516E-06	1,237E-05
Depleção de recursos abióticos – combustíveis fósseis (ADP_ff)	MJ	547,598	62,719	43,667	441,212
Potencial de Aquecimento Global (GWP)	kg CO ₂ eq	57,402	4,084	2,717	50,601
Depleção da camada de ozono (ODP)	kg CFC 11 eq	5,659E-06	7,470E-07	5,167E-07	4,395E-06
Formação de ozono fotoquímico (POPC)	kg C ₂ H ₄ eq	0,00764	0,000820	0,000446	0,00637
Acidificação da água e do solo (AP)	kg SO ₂ eq	0,245	0,0311	0,0106	0,203
Eutrofização (EP)	kg (PO ₄) ³⁻ eq	0,0584	0,00714	0,00239	0,0489
Energia Total Incorporada (EE_tot)	MJ	573,092	63,586	45,421	464,085

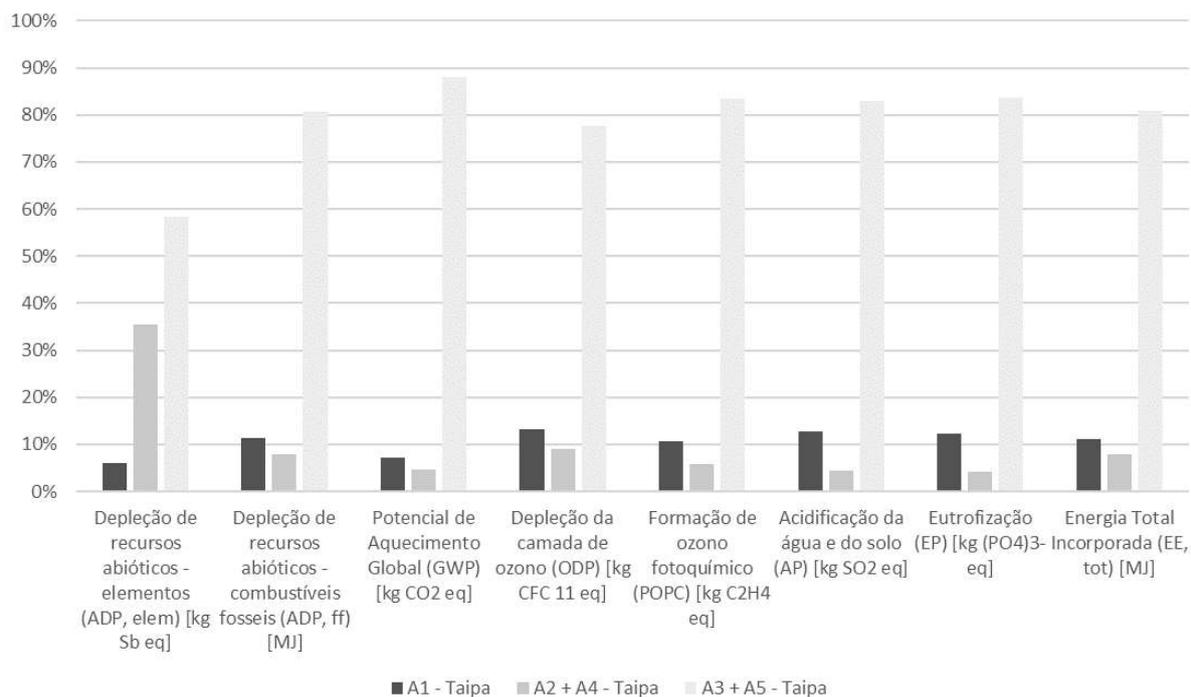


Figura 13 - Contribuição de cada etapa nos impactes ambientais da Taipa

Pela Figura 13 verifica-se que o módulo A3 + A5 é o grande contribuidor para os impactes ambientais em todas as categorias, neste gráfico não é possível individualizar as causas para os valores dos impactes.

Uma análise mais detalhada será realizada nos capítulos seguintes, onde serão indicadas quais as causas para a grande diferença nos valores dos impactes entre módulos. Os valores da Figura 13 estão em percentagem relativamente ao total de cada categoria de impacte ambiental.

Os resultados apresentados na Tabela 16 são para 1 m³ de Taipa, mas por haver necessidade de calcular os impactes para outras unidades, como por exemplo 1 kg ou 1 m², são necessários fatores de conversão.

Fatores de conversão para Taipa:

- 1 kg de Taipa = 0,000516 m³
- 1 m² de parede de Taipa = 0,600 m³

1 m² corresponde a uma parede de Taipa com 3 m de altura, 0,33 m de desenvolvimento e 0,60 m de espessura.

4.2.5 Interpretação dos resultados

Na Figura 14 conseguem-se identificar os processos que contribuem em mais de 2,5% para o valor total do Potencial de Aquecimento Global (GWP). Assim como nos BTC, o processo que se destaca mais é o da mistura com a cal hidráulica que contribui em cerca de 80% para o valor do Potencial de Aquecimento Global (GWP).

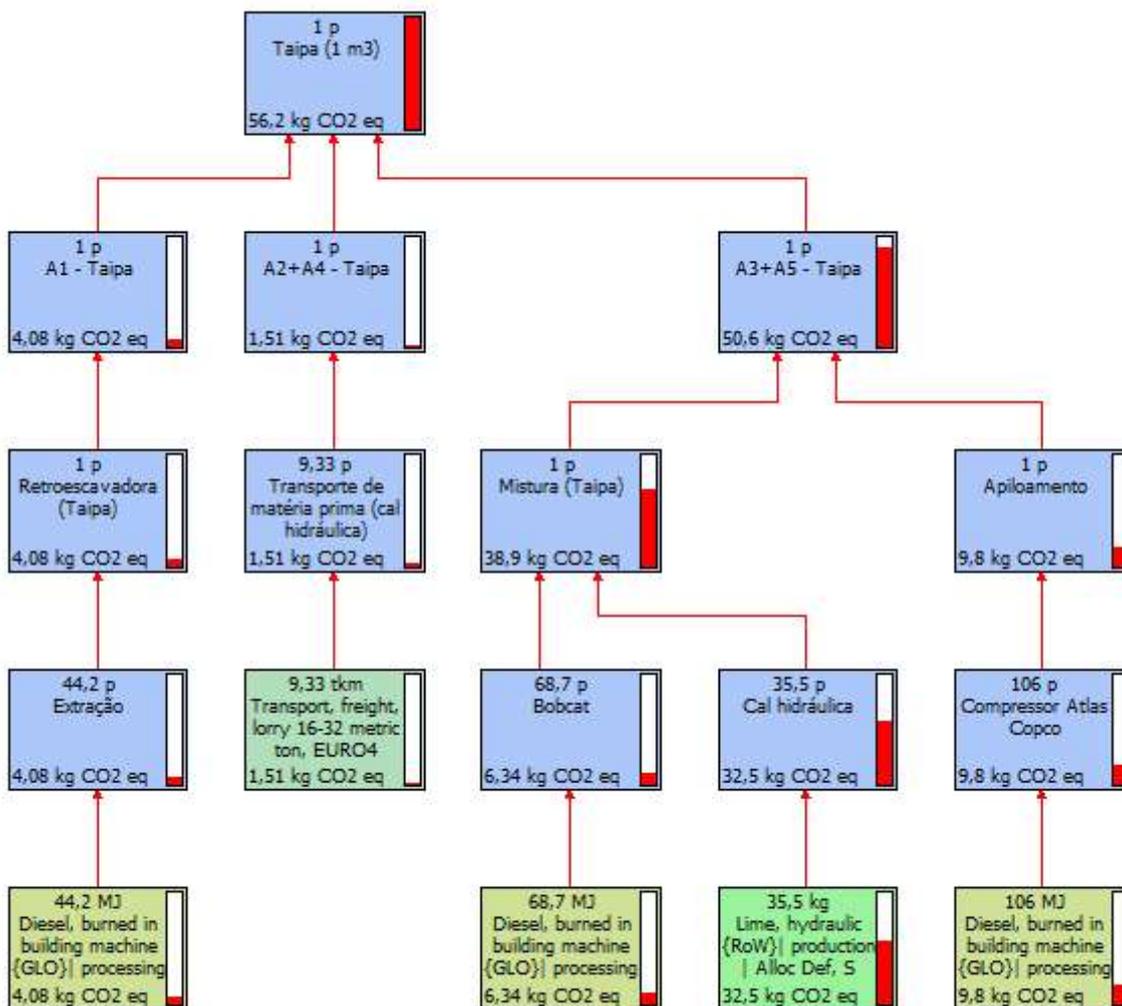


Figura 14 – Apresentação dos processos da Taipa que apresentam um contributo igual ou superior a 2,5% do valor total do Potencial de Aquecimento Global (GWP)

Na Tabela 17 apresenta-se o contributo de cada processo de produção taipa para o Potencial de Aquecimento Global (GWP).

Analisando os valores, a cal hidráulica é a entrada que se destaca no processo de “Mistura”, seguida pelo apiloamento. Na Figura 15 é possível verificar as diferenças mencionadas anteriormente.

Tabela 17 - Valores do Potencial de Aquecimento Global (GWP) para todas entradas (Taipa)

Etapa	Entradas	GWP [kg CO ₂ eq]
A1 Extração de matérias primas	Extração (retroescavadora)	4,084
A2 + A4 Transporte de matérias primas e equipamentos	Transporte de equipamentos e materiais	1,096
	Transporte da retroescavadora	0,108
	Transporte da matéria prima (cal hidráulica)	1,513
A3 + A5 Construção	Atividade administrativa (eletricidade)	0,834
	Atividade administrativa (água)	0,00143
	Preparação da terra (água)	0,0606
	Mistura (cal hidráulica)	32,518
	Mistura (pá carregadora)	6,345
	Carregar o material (equipamento de elevação)	1,045
	Apiloamento (compressor)	9,797

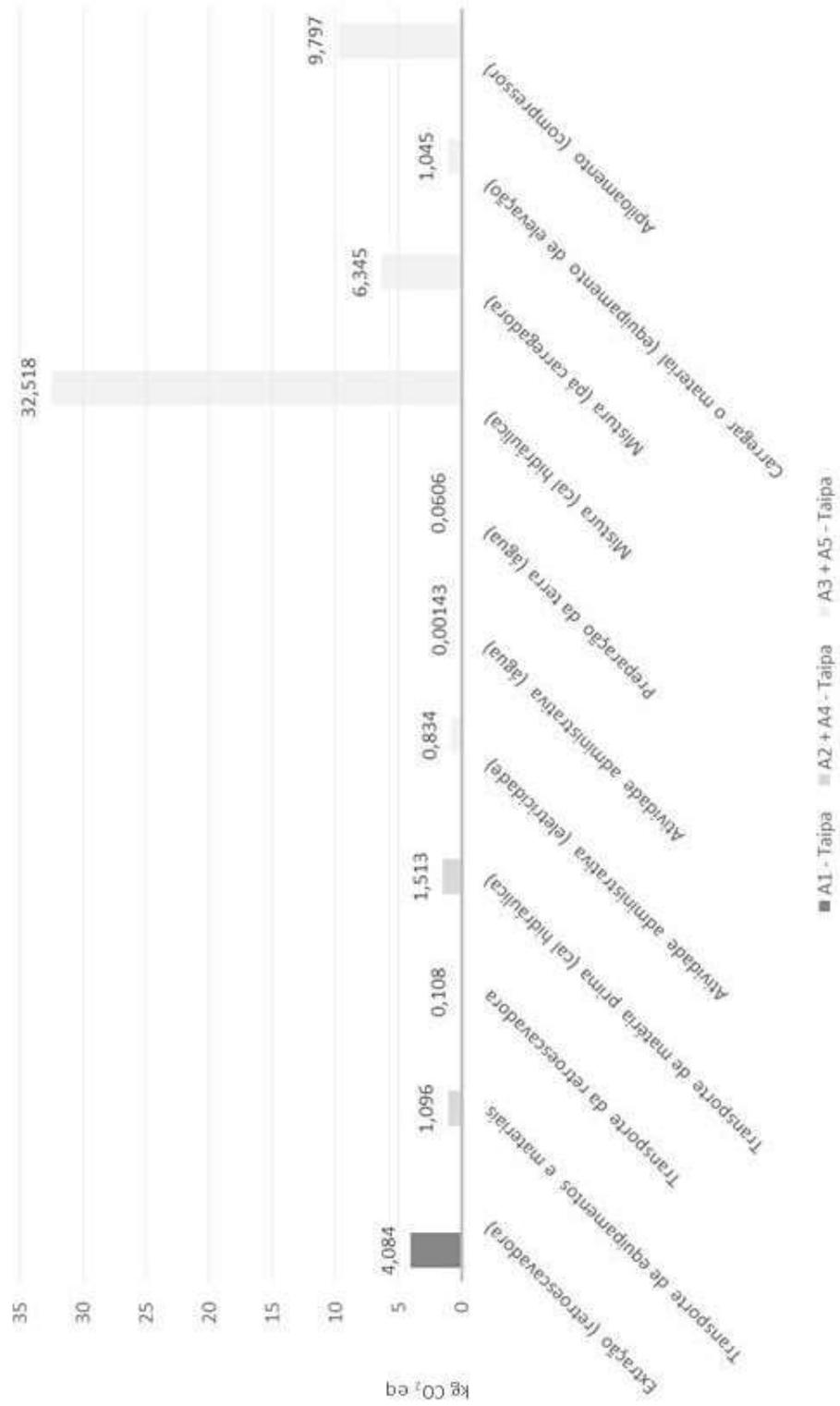


Figura 15 - Contributo de cada processo para o valor de Potencial de Aquecimento Global (GWP) da Taipa

A mesma análise pode ser feita para a Energia Total Incorporada (EE, tot). Na Tabela 18 apresentam-se os os valores para todos os processos no que diz respeito à Energia Total Incorporada (EE, tot).

Da análise dos valores pode-se verificar que, assim como no Potencial de Aquecimento Global, os processos que provocam mais impactes são a Mistura com a cal hidráulica, seguida do apiloamento e, já com alguma relevância, a extração da terra. Na Figura 16 estão representados os valores da Energia Total Incorporada (EE, tot).

Tabela 18 - Valores da Energia Total Incorporada (EE, tot) para todas entradas (Taipa)

Etapa	Entradas	Energia Total Incorporada (EE, tot) [MJ]
A1 Extração de matérias primas	Extração (retroescavadora)	63,586
A2 + A4 Transporte de matérias primas e equipamentos	Transporte de equipamentos e materiais	18,320
	Transporte da retroescavadora	1,808
	Transporte da matéria prima (cal hidráulica)	20,28
A3 + A5 Construção	Atividade administrativa (eletricidade)	14,937
	Atividade administrativa (água)	0,0275
	Preparação da terra (água)	1,163
	Mistura (cal hidráulica)	180,356
	Mistura (pá carregadora)	98,791
	Carregar o material (equipamento de elevação)	16,264
	Apiloamento (compressor)	152,546

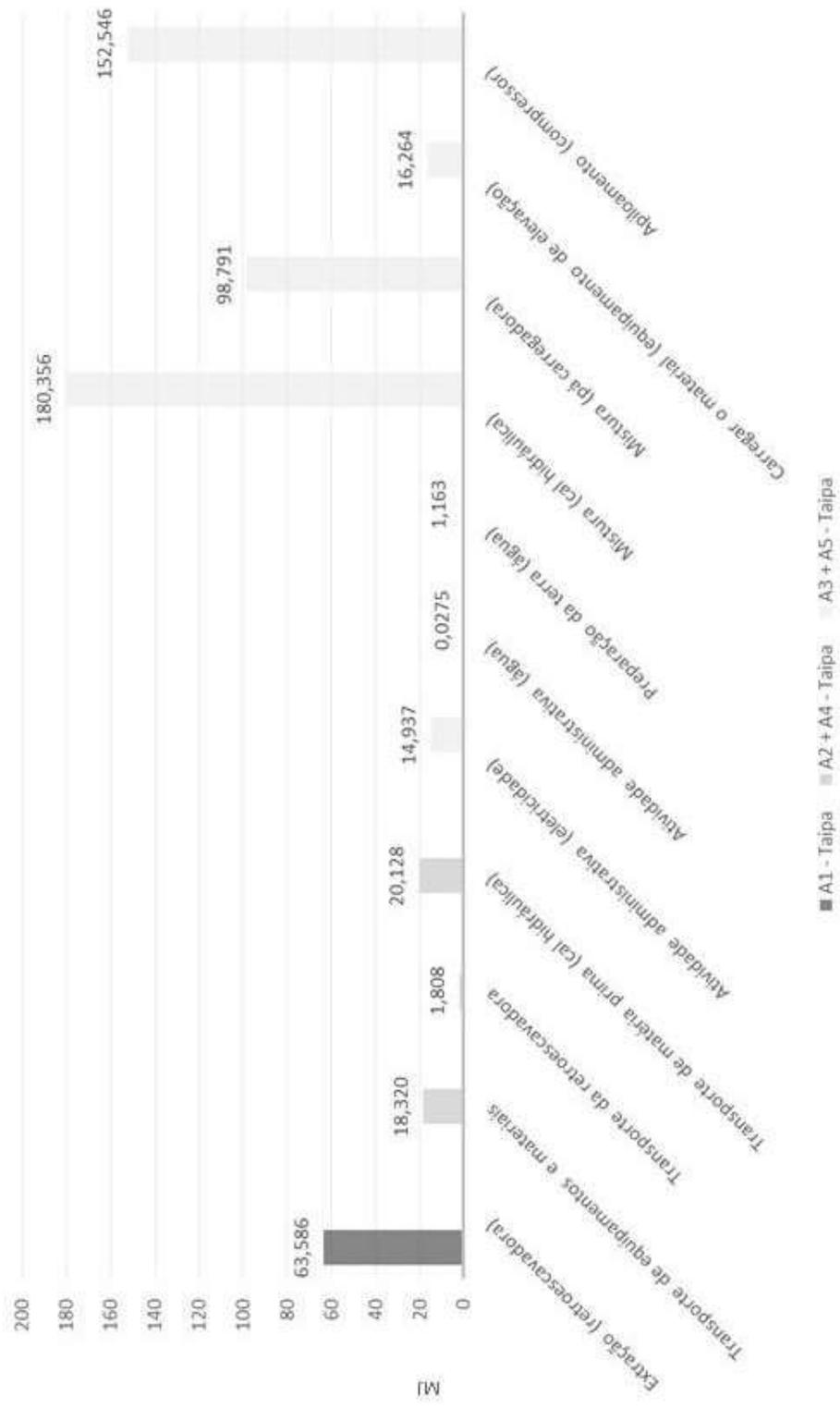


Figura 16 - Valores da Energia Total Incorporada (EE, tot) para todas entradas da Taipa

Com os resultados apresentados anteriormente conclui-se que a Energia Total Incorporada (EE, tot) é afetada pelos equipamentos e pela cal. A forma de diminuir os impactes seria diminuir ao mínimo, ou até anular, a utilização de cal hidráulica e otimizar os equipamentos utilizados numa obra em Taipa. A redução ou eliminação da cal hidráulica só poderia ser feita caso não afetasse as características mecânicas da Taipa.

A mesma análise podia ser feita para os restantes impactes ambientais podendo dessa forma otimizar os processos de forma a reduzir os impactes ambientais.

4.3 Estudo comparativo

Um estudo de ACV poderá não ter grande significado se não houver termo de comparação, ou seja, em termos concretos não se pode afirmar que, por si só, os BTC ou a Taipa têm um bom ou mau desempenho ambiental. De forma a qualificar o desempenho ambiental dos dois produtos em estudo terão que se comparar estes com o desempenho ambiental de outro produto e/ou soluções que sejam correntemente utilizados.

Este estudo comparativo será dividido em quatro partes. A primeira parte consiste em comparar os resultados do estudo de ACV dos BTC e da Taipa com outros estudos já feitos, de modo a validar os resultados do estudo, ou seja, verificar se os resultados são da mesma ordem de grandeza. A segunda parte consiste em comparar o BTC, Taipa e outro produto que desempenhe as mesmas funções (tijolos cerâmicos), de forma a verificar qual destes três produtos apresenta o melhor desempenho ambiental. A terceira parte consiste em avaliar o desempenho ambiental de soluções construtivas que utilizam os produtos comparados na fase anterior de modo a aferir o desempenho ambiental. A quarta parte sai um pouco da avaliação ambiental de soluções construtivas e entra no desempenho térmico, com a avaliação da qualidade térmica de soluções construtivas.

4.3.1 Validação dos resultados

4.3.1.1 BTC

O estudo que se apresenta foi desenvolvido no Chile (Figuroa, 2012) e consiste na ACV de BTCs com a seguinte composição: solo (87,080 %), cal (2,610 %) e água (10,860 %).

O processo produtivo começa com a extração do solo a 10 km do local de produção. A extração, com recurso a uma giratória, faz-se duas vezes ao ano de forma a obter a matéria prima suficiente para o fabrico dos BTC. O solo é transportado num camião até ao local de produção.

Chegado ao local de produção, o solo é deixado a repousar. Terminado o tempo de repouso, o solo é peneirado e é preparada a mistura de solo, cal e água. A mistura é prensada numa prensa mecanizada, obtendo-se no final os BTCs. Após prensados, os BTCs são postos a secar aplicando-lhes uma cura húmida. Por fim os BTCs são acondicionados em paletes de madeira, envoltos em plástico de embalagem e armazenados em local próprio com recurso a uma grua.

As características físicas dos BTC, a composição da mistura para 1 BTC e os processos envolvidos no fabrico do estudo de (Figuroa, 2012) apresentam-se nas tabelas seguintes.

Tabela 19 - Características físicas dos BTC (Figuroa, 2012)

	BTC
Comprimento	0,290 m
Largura	0,140 m
Altura	0,090 m

Tabela 20 - Composição da mistura para 1 BTC (Figuroa, 2012)

Mistura (BTC)	
Terra	5,634 kg
Água	0,669 L
Cal hidráulica	0,161 kg

Tabela 21 - Processos envolvidos no fabrico dos BTC (Figuroa, 2012)

Extração de solo com uma giratória
Transporte do solo numa distância de 10 km
Cal utilizada na mistura
Prensagem dos BTC
Embalamento – Plástico de embalagem
Embalamento – paletes de madeira
Movimentação dos BTC embalados com uma grua

Os valores obtidos na quantificação do Potencial de Aquecimento Global (GWP) e Energia Total Incorporada (EE, tot) para um BTC são os seguintes:

Tabela 22 - Potencial de Aquecimento Global (GWP) e Energia Total Incorporada (EE, tot) (Figueroa, 2012)

	Potencial de Aquecimento Global (GWP) [kg CO ₂ eq]	Energia Total Incorporada (EE, tot) [MJ]
(Figueroa, 2012)	0,0496	1,033

Uma vez que os BTCs deste estudo são diferentes dos produzidos pela empresa Portuguesa em estudo, para que os resultados sejam comparáveis é necessário calcular os valores correspondentes à mesma quantidade de produto. Tomando como referência o volume de 1 BTC da empresa portuguesa em estudo (0,00315 m³), os valores do Potencial de Aquecimento Global (GWP) e Energia Total Incorporada (EE, tot) são os que se apresentam na Tabela 23.

Tabela 23 - Potencial de Aquecimento Global (GWP) e Energia Total Incorporada (EE, tot) para um volume de 0,00315 m³

	Potencial de Aquecimento Global (GWP) [kg CO ₂ eq]	Energia Total Incorporada (EE, tot) [MJ]
(Figueroa, 2012) para um volume de 0,00315 m ³	0,0427	0,891

Na Tabela 24 apresentam-se os valores das categorias de impacte em análise para BTC da Betão e Taipa e para os do estudo do Chile para o mesmo volume de BTC.

Tabela 24 - Dados de GWP e Energia total para 1 BTC com 0,00315 m³ de volume

	Estudo Português	(Figueroa, 2012)
Aquecimento global (GWP)	0,398 kg CO ₂ eq	0,0427 kg CO ₂ eq
Energia total	4,105 MJ	0,891 MJ

Pode dizer-se que a diferença dos valores é considerável, mas é preciso comparar as condições em que se fizeram os dois estudos. O estudo do Chile não tem em consideração os mesmos processos, causadores de impactes, que este estudo. Na Tabela 25 apresentam-se os processos dos dois estudos.

Com os dados disponíveis pode fazer-se uma análise comparativa detalhada entre os dois estudos, nomeadamente ao nível do contributo de cada processo para o valor total de cada uma das duas categorias de impacte ambiental analisadas.

Além do número de processos nos dois estudos não serem os mesmos há outros fatores que podem ajudar a explicar as diferenças dos valores.

Tabela 25 - Processos nos dois estudos

Processos	Estudo Português	(Figueroa, 2012)
Retroescavadora – extração	✓	✓
Retroescavadora – carregar o meio de transporte	✓	x
Transporte da matéria prima (terra)	✓	✓
Transporte da matéria prima (cal hidráulica)	✓	x
Transporte de plástico de embalagem	✓	x
Transporte de paletes de madeira	✓	x
Atividade administrativa – consumo de eletricidade	✓	x
Atividade administrativa – consumo de água	✓	x
Desagregação da terra	✓	x
Crivagem da terra	✓	x
Mistura – cal hidráulica	✓	✓
Mistura – água	✓	✓
Mistura – autobetoneira	✓	x
Prensagem	✓	✓
Secagem – cura húmida	✓	x*
Embalamento – paletes de madeira	✓	✓
Embalamento – plástico de embalagem	✓	✓
Grua	x	✓

* é descrito o processo utilizando água, mas não são contabilizados os impactes

Ponto a ponto apresentam-se algumas informações que poderão explicar a diferença dos valores.

i. Retroescavadora – extração

O consumo do equipamento de extração no estudo de (Figueroa, 2012) é de 85 L/dia (3,542 L/h), bastante inferior aos 14,550 L/h apresentados neste estudo.

ii. Transporte de matéria prima (terra)

A distância de transporte de 10 km é inferior no estudo de (Figueroa, 2012).

iii. Mistura – cal hidráulica

A quantidade de cal é inferior no estudo de (Figueroa, 2012).

iv. Mistura – água

A quantidade de água é superior no estudo de (Figuerola, 2012).

v. Prensagem

Neste ponto a diferença não é muito significativa, mas pode ser explicada pelo consumo dos equipamentos (7,5 kWh no estudo de (Figuerola, 2012) e 9,54 neste estudo).

vi. Embalamento – paletes de madeira

Neste ponto a diferença não é muito significativa, mas o número de utilizações (20 no estudo do (Figuerola, 2012) e 87 no caso português) e a quantidade de BTC colocados em cada paleta (200 no estudo do (Figuerola, 2012) e 100 no caso português) ajuda a explicar a diferença.

vii. Embalamento – plástico de embalamento

Neste ponto a diferença não é muito significativa, pois a quantidade de plástico é praticamente a mesma (0,00084 kg para o estudo de (Figuerola, 2012) e 0,00075 kg neste estudo).

Na Tabela 26 apresentam-se os valores dos BTC tendo em consideração estas informações e para um volume de 0,00315 m³.

Tabela 26 – Potencial de Aquecimento Global (GWP) e Energia Total Incorporada (EE, tot) por processo para os dois estudos

Aquecimento global (GWP) [kg CO ₂ eq]	Aquecimento global (GWP) [kg CO ₂ eq]		Energia total [MJ]	
	Estudo Português	(Figueroa, 2012)	Estudo Português	(Figueroa, 2012)
Retroescavadora – extração	1,34E-02	2,05E-02	2,09E-01	3,06E-01
Retroescavadora – carregar o meio de transporte	5,12E-03	x	7,98E-02	x
Transporte da matéria prima (terra)	9,28E-02	6,02E-02	1,50E+00	9,94E-01
Transporte da matéria prima (cal hidráulica)	1,07E-02	x	1,79E-01	x
Transporte de plástico de embalagem	8,48E-05	x	1,37E-03	x
Transporte de paletes de madeira	1,22E-02	x	2,05E-01	x
Atividade administrativa – consumo de eletricidade	2,09E-03	x	3,73E-02	x
Atividade administrativa – consumo de água	3,58E-06	x	6,88E-05	x
Desagregação da terra	9,38E-04	x	1,68E-02	x
Crivagem da terra	7,46E-04	x	1,34E-02	x
Mistura – cal hidráulica	2,30E-01	4,65E-03	1,27E+00	1,85E-01
Mistura – água	2,03E-04	2,85E-04	3,91E-03	1,20E-03
Mistura – autobetoneira	1,34E-02	x	2,09E-01	x
Prensagem	1,34E-02	1,70E-02	2,39E-01	2,69E-01
Secagem – cura húmida	1,19E-05	x	2,28E-04	x
Embalamento – paletes de madeira	1,02E-03	6,99E-04	8,83E-02	7,18E-02
Embalamento – plástico de embalagem	1,90E-03	1,74E-03	5,13E-02	5,99E-02
Grua	x	5,44E-03	x	8,01E-02

Como se pode verificar já houve uma maior aproximação dos resultados, mas mesmo assim ainda existem valores muito afastados. Há um fator sobre o qual não existe informação no estudo do Chile que poderá afetar os valores, que são os processos escolhidos nas bases de dados genéricas.

4.3.1.2 Taipa

Relativamente à Taipa não foi possível encontrar um estudo com informação suficiente para que fosse possível estabelecer comparações.

4.3.2 Avaliação do desempenho ambiental de três produtos de construção

De forma a qualificar o desempenho ambiental dos BTC e da Taipa é necessário comparar os seus desempenhos com o desempenho ambiental de um produto que seja correntemente utilizado. Para este estudo comparativo o produto corrente que se irá utilizar será o tijolo cerâmico.

Esta análise irá comparar 1 kg de BTC, 1 kg de Taipa e 1 kg de tijolo cerâmico.

Para o tijolo cerâmico admitiu-se o seguinte cenário: a origem é do local de produção mais próximo, “Sulceram – Cerâmica do Sul, SA” em Silves, a uma distância de 141 km. Os impactes ambientais do tijolo cerâmico serão obtidos atrás do processo existente na base de dados da *Ecoinvent*, ressaltando que nos impactes ambientais do tijolo cerâmico incluíram-se os impactes associados ao transporte desde Silves até Serpa.

Na Tabela 27 apresentam-se os resultados dos impactes ambientais para 1kg de BTC, 1 kg de Taipa e 1 kg de tijolo cerâmico.

Tabela 27 - Impactes ambientais para 1kg de BTC, 1kg de Taipa e 1kg de tijolo cerâmico

Categoria de impacte	Unidade	1 kg de BTC	1 kg de Taipa	1 kg de tijolo cerâmico
Depleção de recursos abióticos – elementos (ADP, elem)	kg Sb eq	9,622E-08	1,093e-08	6,128E-07
Depleção de recursos abiéticos – combustíveis fósseis (ADP, ff)	MJ	0,613	0,283	2,874
Potencial de Aquecimento Global (GWP)	kg CO ₂ eq	0,0651	0,0296	0,273
Depleção da camada de ozono (ODP)	kg CFC 11 eq	5,996E-09	2,920E-09	2,761E-08
Formação de ozono fotoquímico (POPC)	kg C ₂ H ₄ eq	8,388E-06	3,942E-06	5,046E-05
Acidificação da água e do solo (AP)	kg SO ₂ eq	0,000211	0,000127	0,000743
Eutrofização (EP)	kg (PO ₄) ³⁻ eq	5,055E-05	3,014E-05	2,152E-04
Energia Total Incorporada (EE, tot)	MJ	0,672	0,296	3,254

Pela análise dos valores da Tabela 27 é fácil de perceber que os produtos em terra (BTC e Taipa) apresentam valores mais baixos que o tijolo cerâmico, mas através dum diagrama radar, com valores normalizados, é mais fácil de visualizar qual o produto que apresenta o melhor desempenho em cada categoria de impacte ambiental (Figura 17).

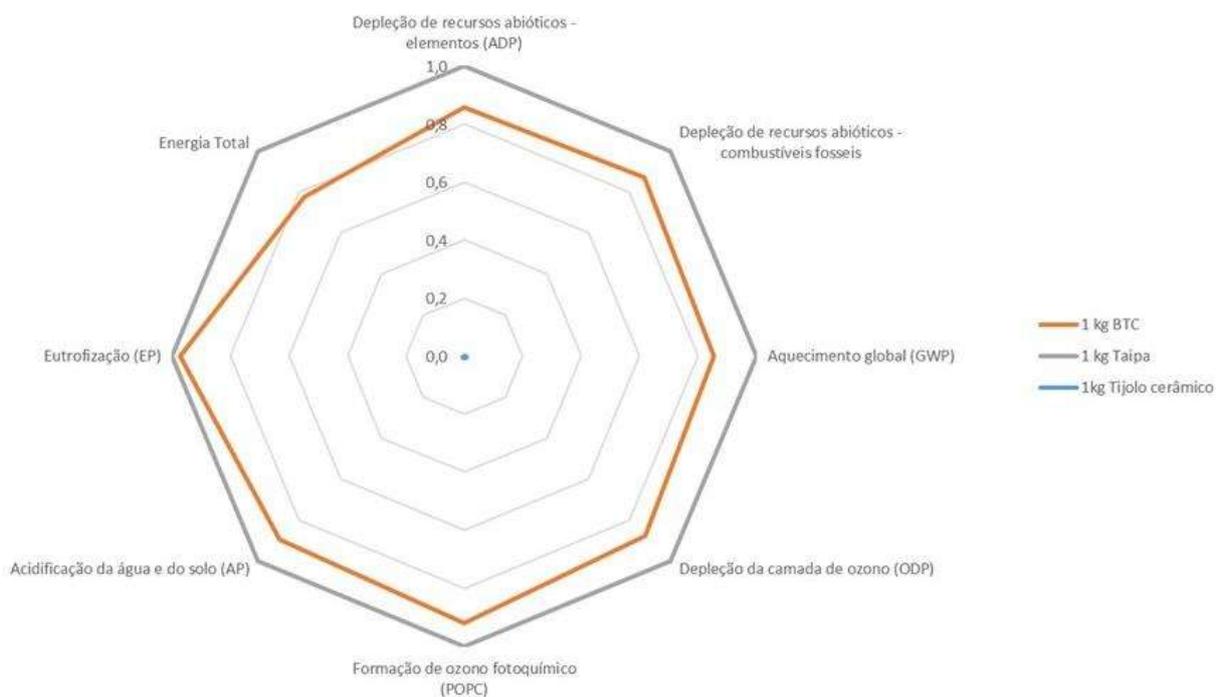


Figura 17 - Diagrama radar para 1 kg de BTC, Taipa e Tijolo cerâmico

A explicação do método utilizado na normalização dos valores para a obtenção da Figura 17 encontram-se no Anexo 3.

Com os dados normalizados representados na Figura 17 não restam dúvidas qual o produto que apresenta melhor desempenho ambiental. A Taipa apresenta o melhor desempenho em todas as categorias de impacto ambiental, seguida dos BTC e, por fim, pelo tijolo cerâmico, que é o que apresenta o pior desempenho.

Na Figura 18 pode-se ver a variação dos valores para categoria de impacto Potencial de Aquecimento Global (GWP) nos três produtos.

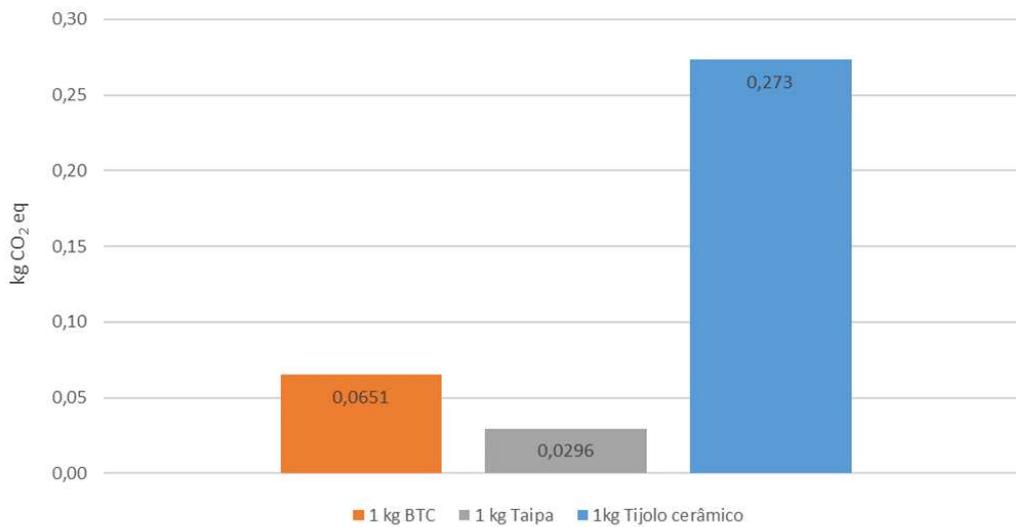


Figura 18 - Potencial de Aquecimento Global (GWP) para 1 kg de BTC, Taipa e tijolo cerâmico

Comparando o BTC com a Taipa, nota-se uma diferença considerável entre os dois valores de GWP, relativamente à Taipa a diferença anda na ordem dos 120%, mas quando se comparam os produtos em terra com o tijolo cerâmico as diferenças aumentam substancialmente. Entre o BTC e o tijolo cerâmico a diferença do GWP é de 319% ao passo entre a Taipa e o tijolo cerâmico é de 822%.

Considerando o que foi dito anteriormente relativamente aos processos que mais contribuem para os valores de GWP tanto para o BTC como para Taipa, ao retirar-se a cal hidráulica do processo, as diferenças apresentadas anteriormente seriam ainda maiores.

Para a Energia Total Incorporada (EE, tot) as diferenças entre o BTC e a Taipa e entre o BTC e o tijolo cerâmico não diferem muito dos anteriores (127% e 383%, respetivamente), já a diferença entre a Taipa e o tijolo cerâmico é bastante superior, 1000% (Figura 19).

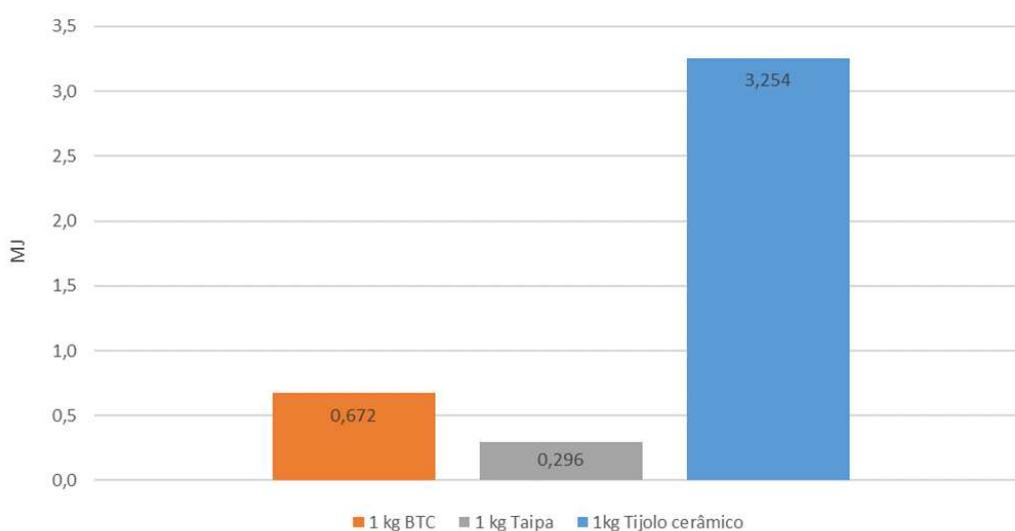


Figura 19 - Energia Total Incorporada para 1 kg de BTC, Taipa e tijolo cerâmico

4.3.3 Avaliação do desempenho ambiental de soluções construtivas

A comparação feita anteriormente teve em conta a mesma quantidade de material (1kg) mas, devido às suas características, quando aplicados em obra não são necessárias as mesmas quantidades dos três materiais para se cumprir a mesma função. Assim sendo, comparar-se-ão soluções construtivas dos produtos em terra com soluções construtivas em tijolos cerâmicos. A base para a comparação das diferentes soluções construtivas é 1 m² de parede. A AICV vai incidir sobre as seguintes paredes: parede de compartimentação de BTC sem reboco em terra vs parede de compartimentação de BTC com reboco em terra vs parede de compartimentação de tijolo cerâmico com reboco em argamassa de cimento nos dois lados, todas com a mesma espessura, e uma parede em Taipa vs Parede equivalente em tijolo cerâmico. A razão para se avaliar a parede de compartimentação de BTC com e sem reboco em terra deve-se ao facto de o BTC poder ser aplicado à vista, mas com a aplicação do reboco fica nas mesmas condições da parede de tijolo cerâmico, que é rebocada em argamassa de cimento.

4.3.3.1 Paredes de compartimentação em BTC e em tijolo cerâmico

- i. Parede de compartimentação de BTC com argamassa de assentamento em terra e sem reboco em terra

As quantidades de materiais para 1 m² de parede de compartimentação de BTC são: 40,323 unidade de BTC com uma massa de 245,968 kg e 44,508 kg de argamassa de terra.

A argamassa de terra é feita manualmente sendo constituída por terra, cal hidráulica e água. A terra utilizada tem as mesmas características que a do BTC e foi processada simultaneamente pelo que nesta fase não se registam impactes. A percentagem de cal hidráulica é mesma que a dos BTC (6,5%) e a percentagem de água é na ordem dos 35% dos constituintes secos (Ribeiro, 2016). Para 44,508 kg de argamassa de terra são necessárias as quantidades apresentadas na Tabela 28.

Tabela 28 - Quantidade de materiais para a armassa de terra

	Argamassa de terra
Terra	41,615 kg
Cal hidráulica	2,893 kg
Água	15,578 L

No Anexo 3 encontram-se os cálculos das quantidades.

Na Tabela 29 apresentam-se valores dos impactes ambientais para a parede de compartimentação em BTC.

Tabela 29 - Impactes ambientais para 1 m² de parede de compartimentação de BTC sem reboco

Categoria de impacte	Unidade	Total	Argamassa de terra	BTC (sem reboco)
Depleção de recursos abióticos – elementos (ADP, elem)	kg Sb eq	2,420E-05	5,349E-07	2,367E-05
Depleção de recursos abióticos – combustíveis fósseis (ADP, ff)	MJ	164,366	13,656	150,710
Potencial de Aquecimento Global (GWP)	kg CO ₂ eq	18,680	2,657	16,023
Depleção da camada de ozono (ODP)	kg CFC 11 eq	1,571E-06	9,629E-08	1,475E-06
Formação de ozono fotoquímico (POPC)	kg C ₂ H ₄ eq	0,00227	0,000219	0,00205
Acidificação da água e do solo (AP)	kg SO ₂ eq	0,0573	0,00545	0,0518
Eutrofização (EP)	kg (PO ₄) ³⁻ eq	0,0139	0,00146	0,0124
Energia Total Incorporada (EE, tot)	MJ	180,228	14,816	165,412

- ii. Parede de compartimentação de BTC com argamassa de assentamento e reboco em terra
- As quantidades de materiais para 1 m² de parede de compartimentação de BTC são: 40,323 unidade de BTC com uma massa de 245,968 kg e 121,969 kg de argamassa de terra.
- A argamassa de terra é feita manualmente sendo constituída por terra, cal hidráulica e água. A terra utilizada tem as mesmas características que a do BTC e foi processada simultaneamente pelo que nesta fase não se registam impactes. A percentagem de cal hidráulica é mesma que os BTC (6,5%) e a percentagem de água é na ordem dos 35% dos constituintes secos (Ribeiro, 2016). Para 121,969 kg de argamassa de terra são necessárias as seguintes quantidades:

Tabela 30 - Quantidade de materiais para a armassa de terra

	Argamassa de terra
Terra	114,041 kg
Cal hidráulica	7,928 kg
Água	42,689 L

No Anexo 3 encontram-se os cálculos das quantidades.

Na Tabela 31 apresentam-se valores dos impactes ambientais para a parede de compartimentação em BTC.

Tabela 31 - Impactes ambientais para 1 m² de parede de compartimentação de BTC com reboco

Categoria de impacte	Unidade	Total	Argamassa de terra	BTC (com reboco)
Depleção de recursos abióticos – elementos (ADP, elem)	kg Sb eq	2,513E-05	1,466E-06	2,367E-05
Depleção de recursos abióticos – combustíveis fósseis (ADP, ff)	MJ	188,133	37,424	150,710
Potencial de Aquecimento Global (GWP)	kg CO ₂ eq	23,304	7,281	16,023
Depleção da camada de ozono (ODP)	kg CFC 11 eq	1,739E-06	2,639E-07	1,475E-06
Formação de ozono fotoquímico (POPC)	kg C ₂ H ₄ eq	0,00265	0,000601	0,00205
Acidificação da água e do solo (AP)	kg SO ₂ eq	0,0667	0,0149	0,0518
Eutrofização (EP)	kg (PO ₄) ³⁻ eq	0,0164	0,00400	0,0124
Energia Total Incorporada (EE, tot)	MJ	206,014	40,603	165,412

iii. 1 m² de parede de compartimentação de tijolo cerâmico de 15 com argamassa de assentamento e reboco em argamassa de cimento

Para a parede de tijolo cerâmico de 15 é cenário traçado é o seguinte: o tijolo é transportado desde a unidade produtiva, Silves, até Serpa e o cimento da argamassa também é transportado desde a unidade produtiva, Cimpor, em Loulé até Serpa.

Os dados do tijolo cerâmico e da argamassa de cimento são da *Ecoinvent*.

As quantidades de materiais para 1 m² de parede de compartimentação de tijolo cerâmico são: 16,750 unidades de tijolo cerâmico de 15 com uma massa de 83,776 kg e 98,722 kg de argamassa de cimento.

Na Tabela 32 Tabela 32 apresentam-se valores dos impactes ambientais para a parede de compartimentação em tijolo cerâmico.

No Anexo 3 apresentam-se os cálculos das quantidades.

Tabela 32 - Impactes ambientais para 1 m² de parede de compartimentação de tijolos cerâmicos de 15

Categoria de impacte	Unidade	Total	Argamassa de cimento	Tijolo cerâmico de 15
Depleção de recursos abióticos – elementos (ADP, elem)	kg Sb eq	7,315E-05	2,181E-05	5,134E-05
Depleção de recursos abióticos – combustíveis fósseis (ADP, ff)	MJ	426,028	185,247	240,791
Potencial de Aquecimento Global (GWP)	kg CO ₂ eq	50,049	27,163	22,886
Depleção da camada de ozono (ODP)	kg CFC 11 eq	3,768E-06	1,455E-06	2,313E-06
Formação de ozono fotoquímico (POPC)	kg C ₂ H ₄ eq	0,00795	0,00372	0,00423
Acidificação da água e do solo (AP)	kg SO ₂ eq	0,148	0,0858	0,603
Eutrofização (EP)	kg (PO ₄) ⁻³ eq	0,0400	0,0220	0,0180
Energia Total Incorporada (EE, tot)	MJ	491,569	218,954	272,615

A Tabela 33 apresenta um resumo dos valores dos impactes ambientais determinados anteriormente.

Tabela 33 - Resumo dos resultados para os impactes ambientais para 1 parede de compartimentação de BTC (sem reboco), BTC (com reboco) e tijolo cerâmico de 15

Categoria de impacte	Unidade	BTC (sem reboco)	BTC (com reboco)	Tijolo cerâmico de 15
Depleção de recursos abióticos – elementos (ADP, elem)	kg Sb eq	2,420E-05	2,513E-05	7,315E-05
Depleção de recursos abióticos – combustíveis fósseis (ADP, ff)	MJ	164,366	188,133	426,028
Potencial de Aquecimento Global (GWP)	kg CO ₂ eq	18,680	23,304	50,049
Depleção da camada de ozono (ODP)	kg CFC 11 eq	1,571E-06	1,739E-06	3,768E-06
Formação de ozono fotoquímico (POPC)	kg C ₂ H ₄ eq	0,00227	0,00265	0,00795
Acidificação da água e do solo (AP)	kg SO ₂ eq	0,0573	0,0667	0,148
Eutrofização (EP)	kg (PO ₄) ⁻³ eq	0,0139	0,0164	0,0400
Energia Total Incorporada (EE, tot)	MJ	180,228	206,014	491,569

Comparando os resultados facilmente se conclui que os impactes ambientais da parede de compartimentação de BTC sem reboco, na globalidade, são inferiores às duas restantes.

Na Figura 20 e Figura 21 estão representados os valores para as categorias Potencial de Aquecimento Global (GWP) e Energia Total Incorporada (EE, tot), respectivamente.

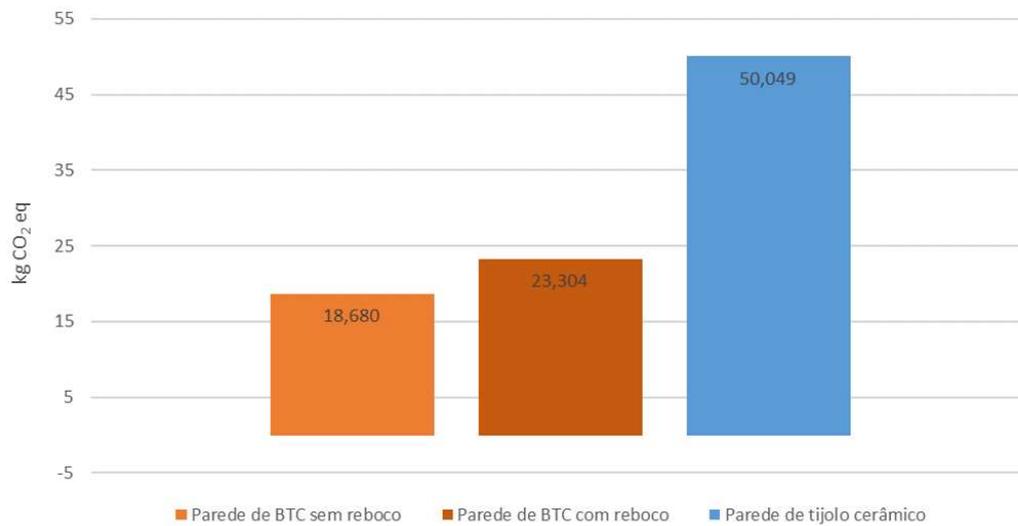


Figura 20 - Potencial de Aquecimento Global (GWP) para parede de compartimentação em BTC (com e sem reboco em argamassa de terra) e tijolo cerâmico

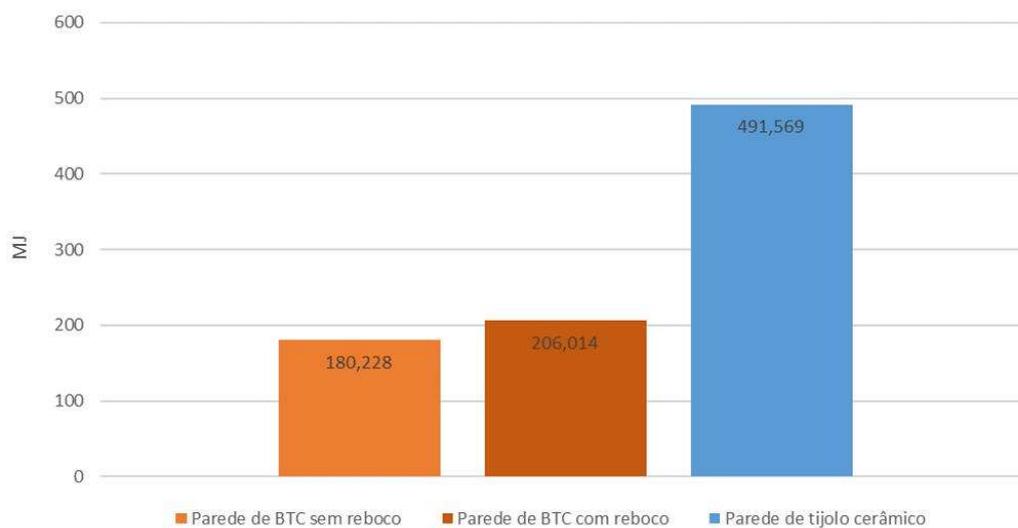


Figura 21 – Energia Total Incorporada para parede de compartimentação em BTC (com e sem reboco em argamassa de terra) e tijolo cerâmico

Analisando os gráficos anteriores verifica-se que as diferenças de 25% e 14% nas categorias de Potencial de Aquecimento Global (GWP) e Energia Total Incorporada (EE, tot), respetivamente, da parede de BTC com reboco em terra, relativamente à parede de BTC sem reboco, se devem essencialmente à cal hidráulica. No que diz respeito à comparação entre as paredes de BTC sem reboco e a de tijolo cerâmico, a diferença na categoria de Potencial de Aquecimento Global (GWP) é de 168% ao passo que para a Energia Total Incorporada (EE, tot) é de 173%.

Importa realçar que quando se compara a mesma quantidade destes produtos as diferenças nos valores destas categorias andam na ordem do 300% e quando se comparam as soluções construtivas as diferenças diminuem para praticamente metade. Isto deve-se ao facto da quantidade de material constituinte do BTC ser superior ao do tijolo cerâmico, cerca de 3 vezes mais.

4.3.3.2 Taipa e parede equivalente em tijolo cerâmico

Para a comparação da parede de Taipa com uma parede de tijolo cerâmico o critério não passa por ter duas paredes com a mesma espessura, mas sim duas paredes que apresentem o mesmo desempenho e como as paredes de taipa são normalmente utilizadas como parede exterior, o termo de comparação será o coeficiente de transmissão térmica (U). Para o efeito serão estudadas soluções construtivas que apresentam o mesmo coeficiente de transmissão térmica (valor de U). Segundo o ITE 54 de 2009 (dos Santos & Rodrigues, 2009) o coeficiente de transmissão térmica para uma parede exterior de Taipa com 60 cm é de $1,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \times ^\circ\text{C})$. Para este valor do coeficiente de transmissão térmica, a espessura de uma parede simples de fachada em tijolo cerâmico, segundo o ITE 50 de 2006 (dos Santos & Matias, 2006), varia entre 20 cm e 24 cm. Então, para efeitos de comparação, a espessura da parede de tijolo terá um valor médio, 22 cm.

Os valores dos impactes ambientais para uma parede de Taipa de 60 cm foram calculados anteriormente. Para a parede de tijolo que serve de comparação consideram-se as seguintes características:

- i. 1 m² de parede de simples de fachada em tijolo cerâmico de 22 com argamassa de assentamento e reboco em argamassa de cimento

Para a parede de tijolo cerâmico de 22 o cenário traçado é o seguinte: o tijolo é transportado desde a unidade produtiva, Silves, até Serpa e o cimento da argamassa também é transportado desde a unidade produtiva, Cimpor, em Loulé até Serpa. Como a Taipa é construída a 30 km de Serpa a parede de tijolo cerâmico será construída à mesma distância.

Os dados do tijolo cerâmico e da argamassa de cimento são da *Ecoinvent*.

As quantidades de materiais para 1 m² de parede de compartimentação de tijolo cerâmico são: 16,750 unidades de tijolo cerâmico com uma massa de 118,966 kg e 110,238 kg de argamassa de cimento.

Na Tabela 32 Tabela 34 apresentam-se valores dos impactes ambientais para a parede de compartimentação em tijolo cerâmico.

No Anexo 3 apresentam-se os cálculos das quantidades.

Tabela 34 - Impactes ambientais para 1 m² de parede de compartimentação de tijolos cerâmicos de 22

Categoria de impacte	Unidade	Total	Argamassa de cimento	Tijolo cerâmico de 22	Transporte de materiais
Depleção de recursos abióticos – elementos (ADP, elem)	kg Sb eq	1,003E-04	2,436E-05	7,291E-05	3,084E-06
Depleção de recursos abióticos – combustíveis fósseis (ADP, ff)	MJ	566,732	206,857	341,961	17,915
Potencial de Aquecimento Global (GWP)	kg CO ₂ eq	63,949	30,332	32,503	1,115
Depleção da camada de ozono (ODP)	kg CFC 11 eq	5,122E-06	1,625E-06	3,285E-06	2,120E-07
Formação de ozono fotoquímico (POPC)	kg C.H. eq	0,0103	0,00416	0,00600	0,000183
Acidificação da água e do solo (AP)	kg SO ₂ eq	0,189	0,0958	0,0884	0,00436
Eutrofização (EP)	kg (PO ₄) ³⁻ eq	0,0511	0,0245	0,0256	0,000981
Energia Total Incorporada (EE, tot)	MJ	650,303	244,495	387,173	18,635

A Tabela 35 apresenta um resumo dos valores dos impactes ambientais determinados anteriormente.

Tabela 35 - Resumo dos resultados para os impactos ambientais para 1 m² parede de Taipa e 1 m² parede equivalente em tijolo cerâmico de 22

Categoria de impacto	Unidade	Taipa	Tijolo cerâmico de 22
Depleção de recursos abióticos – elementos (ADP, elem)	kg Sb eq	1,271E-05	1,003E-04
Depleção de recursos abióticos – combustíveis fósseis (ADP, ff)	MJ	328,559	566,732
Potencial de Aquecimento Global (GWP)	kg CO ₂ eq	34,441	63,949
Depleção da camada de ozono (ODP)	kg CFC 11 eq	3,395E-06	5,122E-06
Formação de ozono fotoquímico (POPC)	kg C ₂ H ₄ eq	0,00458	0,0103
Acidificação da água e do solo (AP)	kg SO ₂ eq	0,147	0,189
Eutrofização (EP)	kg (PO ₄) ₃ eq	0,0351	0,0511
Energia Total Incorporada (EE, tot)	MJ	343,855	650,303

Os resultados não deixam qualquer margem de dúvida que a parede de Taipa tem um melhor comportamento ambiental em relação à parede equivalente de tijolo cerâmico.

Na Figura 22 e Figura 23 estão representados os valores para as categorias Potencial de Aquecimento Global (GWP) e Energia Total Incorporada (EE, tot), respetivamente.

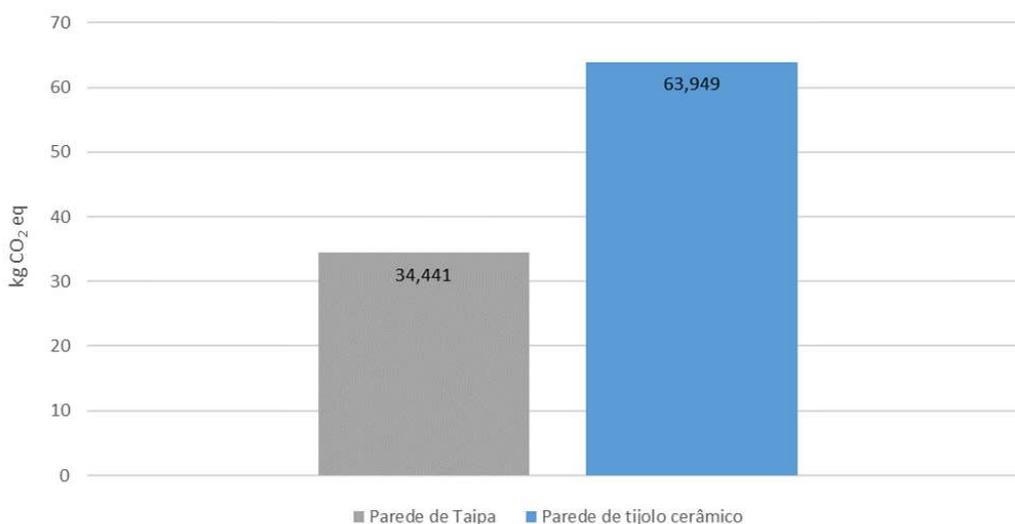


Figura 22 - Potencial de Aquecimento Global para 1 m² de parede de Taipa e de uma parede equivalente de tijolo cerâmico

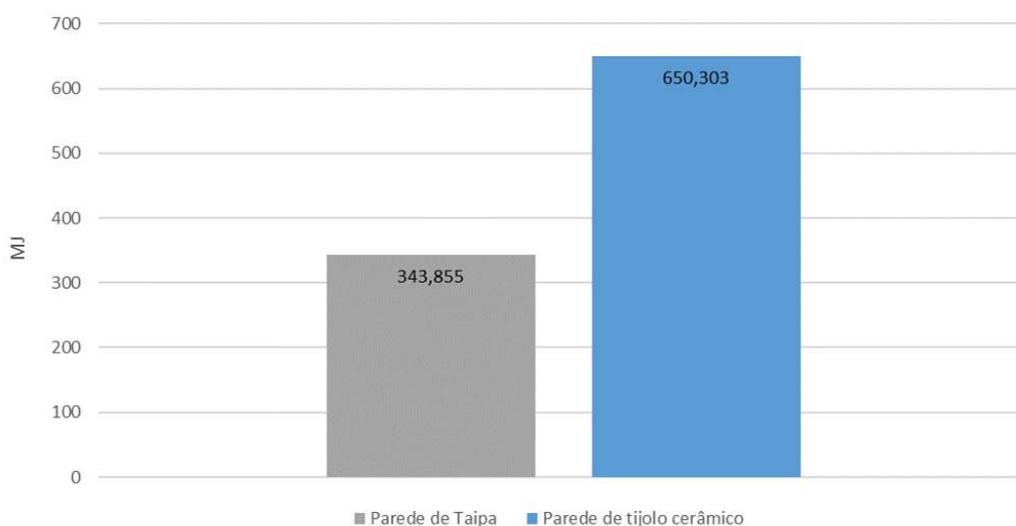


Figura 23 - Energia Total Incorporada para 1 m² de parede de Taipa e de uma parede equivalente de tijolo cerâmico

Pela análise dos gráficos verifica-se que na categoria de impacte Potencial de Aquecimento Global (GWP), entre a parede de Taipa e parede de tijolo cerâmico, a diferença entre os dois valores é de 86%, enquanto que na Energia Total Incorporada (EE, tot) é de 89%.

Note-se, que assim como na comparação das paredes de BTC com paredes de tijolo cerâmico, em relação a 1kg de Taipa e 1 kg de tijolo cerâmico há uma redução substancial na diferença, em percentagem, entre a Taipa e o tijolo cerâmico. Mais uma vez, está relacionado com a quantidade de material que utilizado nas duas soluções, enquanto que na Taipa para 1 m² de parede é preciso processar 1162 kg de mistura para o tijolo cerâmico é preciso processar 119 kg, 9 vezes menos.

4.3.4 Avaliação da qualidade térmica de soluções construtivas

Uma forma de avaliar a qualidade térmica é através da determinação do coeficiente de transmissão térmica (U).

A metodologia passa por avaliar três soluções construtivas utilizando Blocos de Terra Comprimida (BTC), Taipa e tijolos cerâmicos para uma envolvente interior que cumpram o valor máximo do coeficiente de transmissão térmica do Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH).

As soluções construtivas a avaliar são as seguintes: parede dupla de Blocos de Terra Comprimida (BTC) com caixa de ar e isolamento em cortiça no interior da caixa de ar; parede de Taipa

com revestimento em cortiça numa das faces; e parede dupla de tijolo cerâmico (15 + 11) com caixa de ar e isolamento em cortiça no interior da caixa de ar.

O objetivo final será determinar a espessura da camada de isolamento em cortiça de forma a que o valor do coeficiente de transmissão térmica nas três soluções construtivas seja o mesmo. A solução construtiva que tiver a menor espessura da camada de isolamento em cortiça será aquela que tem o melhor desempenho térmico.

O valor máximo do coeficiente de transmissão térmica varia mediante a zona do país, assumindo que as soluções construtivas estão localizadas no Alentejo, local onde está sediada a empresa em estudo, o valor máximo do coeficiente de transmissão térmica na zona climática I1, segundo a portaria n° 379-A/2015 de 22 de outubro, é $U_{ref} = 0,50 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$. Será este valor do coeficiente de transmissão térmica que servirá de base para a determinação da espessura do isolamento em cortiça para as diversas soluções construtivas.

Segundo o Despacho (extrato) n° 15793-K/2013 o coeficiente de transmissão térmica (U) para elementos opacos é calculado com a seguinte fórmula:

$$U = \frac{1}{R_{si} + \sum_j R_j + R_{se}}$$

em que:

R_j – Resistência térmica da camada j, $[(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{W}]$

R_{si} – Resistência térmica interior, $[(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{W}]$

R_{se} – Resistência térmica exterior, $[(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{W}]$

$$R_j = \frac{e_j}{\lambda_j}$$

em que:

e_j – Espessura da camada j [m]

λ_j – Condutibilidade térmica da camada j $[\text{W}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C})]$

4.3.4.1 Parede dupla de Blocos de Terra Comprimida (BTC) com caixa de ar e isolamento em cortiça no interior da caixa de ar

As características da parede dupla de Blocos de Terra Comprimida (BTC) com caixa de ar e isolamento em cortiça no interior da caixa de ar, do exterior para o interior, são as seguintes:

Tabela 36 - Dados dos elementos constituintes de uma parede dupla de BTC para a determinação da espessura de isolamento em cortiça

	Espessura [m]	Condutibilidade térmica (λ) [W/(m × °C)]	Resistência térmica (R_i) [(m ² × °C)/W]
Resistência térmica exterior	-	-	0,04
BTC	0,300	1,100	-
Caixa de ar	0,025	-	0,18
Isolamento em cortiça	?	0,045	-
BTC	0,300	1,100	-
Resistência térmica interior	-	-	0,13

A espessura da camada de isolamento em cortiça é de 0,0497 m (4,970 cm), podendo encontrar-se no mercado aglomerado de cortiça expandida com uma espessura de 5 cm.

4.3.4.2 Parede de Taipa com revestimento em cortiça numa das faces

As características da parede de Taipa com revestimento em cortiça pela face exterior, do exterior para o interior, são as seguintes:

Tabela 37 - Dados dos elementos constituintes de uma parede de taipa para a determinação da espessura de isolamento em cortiça

	Espessura [m]	Condutibilidade térmica (λ) [W/(m × °C)]	Resistência térmica (R_i) [(m ² × °C)/W]
Resistência térmica exterior	-	-	0,04
Taipa	0,600	1,100	-
Isolamento em cortiça	?	0,045	-
Resistência térmica interior	-	-	0,130

A espessura da camada de revestimento em cortiça é de 0,0578 m (5,780 cm), podendo encontrar-se no mercado aglomerado de cortiça expandida com uma espessura de 6 cm.

4.3.4.3 Parede dupla de tijolo cerâmico (15 + 11) com caixa de ar e isolamento em cortiça no interior da caixa de ar.

As características da parede dupla de tijolo cerâmico (15 + 11) com caixa de ar e isolamento em cortiça no interior da caixa de ar, do exterior para o interior, são as seguintes:

Tabela 38 - Dados dos elementos constituintes de uma parede dupla de tijolo cerâmico (15 +11) para a determinação da espessura de isolamento em cortiça

	Espessura [m]	Condutibilidade térmica (λ) [W/(m × °C)]	Resistência térmica (R _i) [(m ² × °C)/W]
Resistência térmica exterior	-	-	0,04
Reboco exterior	0,020	1,300	-
Tijolo cerâmico de 11	-	-	0,270
Caixa de ar	0,025	-	0,180
Isolamento em cortiça	?	0,045	-
Tijolo cerâmico de 15	-	-	0,390
Reboco interior	0,020	1,300	-
Resistência térmica interior	-	-	0,130

A espessura da camada de isolamento em cortiça é de 0,0427 m (4,27 cm), podendo encontrar-se no mercado aglomerado de cortiça expandida com uma espessura de 4,5 cm.

Os resultados obtidos anteriormente mostram que a solução construtiva que contenha tijolo cerâmico apresenta um melhor comportamento térmico em comparação com soluções construtivas utilizando BTC ou Taipa porque tendo em consideração o coeficiente de transmissão térmica, a solução construtiva contendo tijolo cerâmico, necessita de um isolamento com espessura inferior.

5. CONCLUSÕES

O estudo de Avaliação do Ciclo de Vida dos Blocos de Terra Comprimida e da Taipa realizado, em contexto real, demonstrou que para a mesma quantidade destes produtos os impactes ambientais e a Energia Total Incorporada são muito inferiores relativamente ao tijolo cerâmico (produto usado como termo de comparação), e mesmo quando estes produtos são integrados em soluções construtivas têm menos impactes ambientais que as soluções construtivas correntes.

A utilização de meios mecânicos, tais como retroescavadoras, autobetoneiras, prensas mecânicas, entre outros, para o fabrico/construção destes produtos não faz alterar o desempenho ambiental face a produtos e soluções construtivas utilizadas atualmente, indo ao encontro dos objetivos deste estudo.

Note-se que num cenário de fim de vida estes produtos em terra podem voltar ao estado inicial, ou seja, podem ser desagregados e aplicados diretamente no local voltando à sua função inicial, solo.

Para os BTC há dois grandes contribuidores para o valor dos impactes analisados, o transporte da matéria prima desde o local de extração e cal hidráulica utilizada na mistura com valores mais pequenos temos a extração, o transporte da cal hidráulica e das paletes de madeira, o processo de mistura e a prensagem dos BTC. Quando se analisa a Energia Total Incorporada (EE, tot), além dos fatores mencionados anteriormente, é de salientar também o contributo das paletes de madeira e do plástico de embalagem no processo de embalagem.

Para a Taipa o grande contribuidor para os valores dos impactes ambientais é a cal hidráulica, seguindo-se, com valores bastante inferiores, a extração, a mistura e o apiloamento. No que diz respeito à Energia Total Incorporada (EE, tot), os processos que mais contribuem mantêm-se, mas com um aumento significativo dos seus valores, sendo que o apiloamento se aproxima do valor da cal hidráulica. O aumento dos valores na Energia Total Incorporada (EE, tot) deve-se ao facto de todos os equipamentos utilizarem combustíveis fósseis.

Quando se comparam o BTC, a Taipa e o tijolo cerâmico, verifica-se que os produtos em terra apresentam um melhor desempenho ambiental do que os tijolos cerâmicos, existindo uma diferença muito significativa.

Quando se comparam soluções construtivas, as diferenças entre os valores de desempenho ambiental reduzem-se, mas não ao ponto de ficarem muito próximas. Note-se que na comparação entre a parede de Taipa e a parede de tijolo cerâmico, a espessura das paredes não é a mesma, pois adotou-

se o critério de fazer uma comparação com duas paredes que apresentem o mesmo desempenho térmico, e mesmo com uma parede de Taipa com mais do dobro da espessura as diferenças nos valores dos impactes e da Energia Total Incorporada (EE, tot) ainda são bastante grandes e favoráveis à Taipa.

No que diz respeito à avaliação da qualidade térmica, uma solução corrente, contendo tijolo cerâmico, tem um melhor comportamento, mesmo quando as paredes com produtos em terra têm espessuras de paredes superiores. O estudo realizado nesta área só teve em consideração o desempenho térmico deixando de parte a ligação do estudo térmico com a Avaliação do Ciclo de Vida. Mediante as soluções apresentadas verificou-se que, por exemplo, a espessura do isolamento em cortiça nas soluções construtivas utilizando BTC e tijolo cerâmico é quase o mesmo (5 cm e 4,5 cm, respetivamente) mas a quantidade de material utilizado na solução construtiva em BTC é muito superior à quantidade material utilizado na solução construtiva em tijolo cerâmico o que poderá provocar impactes ambientais mais elevados na solução construtiva com BTC. Para futuro poderá fazer-se um estudo térmico de soluções construtivas em terra onde seja incluído também a Avaliação do Ciclo de Vida de forma a obter-se uma avaliação de impactes.

De tudo o que foi dito anteriormente, um aspeto que se destaca são os impactes da cal hidráulica, a grande contribuidora para os valores dos impactes tanto no BTC como na Taipa. Sumariamente, a produção de cal hidráulica consiste no tratamento térmico acima dos 1000 °C de uma rocha calcária contendo alguma percentagem de argila, por exemplo uma margá, em que a determinada altura na decomposição do calcário há libertação de CO₂ (Sequeira, Frade, & Gonçalves, 2007). É este processo, envolvendo grandes temperaturas, que faz com que a cal hidráulica tenha um grande impacte no BTC e na Taipa produzidos na empresa estudada.

Para futuro este trabalho poderá ser enquadrado num estudo mais abrangente onde sejam avaliados mais produtos da construção tradicional de forma a comprovar que os produtos utilizados neste tipo de construções apresentam um melhor desempenho ambiental face ao tipo de construção atual. Este estudo mais abrangente poderá e deverá incluir aspetos funcionais tais como o desempenho térmico (já iniciado neste trabalho), o desempenho acústico, energético sem excluir a vertente económica. Os aspetos funcionais e económicos a incluir em estudos futuros nunca deverão estar desligados do desempenho ambiental de forma a não desvirtuar os resultados da Avaliação do Ciclo de Vida. Outra vertente dos resultados deste estudo é que pelo facto de se utilizarem dados reais de uma empresa estes poderão ser utilizados com o intuito de reduzir os impactes ambientais e a energia incorporada.

BIBLIOGRAFIA

- Almeida, M., Dias, B., & Arroja, L. (2015). *Regras para a Categoria de Produto (RCP) – Unidade de Avenaria*. CentroHabitat - Plataforma para a Construção Sustentável. Obtido de <http://www.daphabitat.pt/>
- Arrigoni, A., Beckett, C., Ciancio, D., & Dotelli, G. (2017). Life cycle analysis of environmental impact vs. durability of stabilised rammed earth. *Construction and Building Materials*, 142, 128–136. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.03.066>
- Bengtsson, J., & Logie, J. (2015). Life cycle assessment of one-way and pooled pallet alternatives. *Procedia CIRP*, 29, 414–419. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2015.02.045>
- Betão e Taipa - construção e reabilitação de edifícios com base em técnicas tradicionais - taipa - BTCs - abóbodas - coberturas em caniço. (sem data). Obtido 19 de Abril de 2018, de <http://www.betaoetaipa.pt/home.php>
- Bragança, L., & Mateus, R. (2011). *Avaliação do ciclo de vida dos edifícios - Impacte ambiental de soluções construtivas* (1.ª ed.).
- DAPHabitat. (2015). *Regras para a Categoria de Produto (RCP) – Modelo Base – Produtos e Serviços de Construção*. CentroHabitat - Plataforma para a Construção Sustentável. Obtido de <http://www.daphabitat.pt/>
- dos Santos, C. A. P., & Matias, L. (2006). *Coefficientes de transmissão térmica de elementos da envolvente dos edifícios* (1.ª ed.). Lisboa: LNEC. Obtido de www.lnec.pt
- dos Santos, C. A. P., & Rodrigues, R. (2009). *Coefficientes de transmissão térmica de elementos opacos da envolvente dos edifícios*.
- Europeu, P. (2014). Portaria n.º 379-A. *Diário da República*, 1.ª série – N.º 207, (2), 1840–1844.
- Farinha, J. S. B., & Correia dos Reis, A. (1993). *Tabelas Técnicas*. (P.O.B., Ed.). Setúbal.
- Fernandes, J. E. P. (2012). O Contributo da Arquitectura Vernacular Portuguesa para a Sustentabilidade dos Edifícios, 218. Obtido de <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/24769>

- Fernandes, J., Mateus, R., & Bragança, L. (2016). Arquitectura vernácula portuguesa: Lições de Sustentabilidade para a arquitectura contemporânea. *1.º Colóquio Internacional Arquitectura Popular*, 773–789. Obtido de <http://hdl.handle.net/1822/43322>
- Ferreira, A. M. P. J. (2000). *Dados geoquímicos de base de sedimentos fluviais de amostragem de baixa densidade de Portugal Continental: Estudo de factores de variação regional*. Universidade de Aveiro.
- Figuroa, J. (2012). *Análisis de ciclo de vida de bloques de tierra comprimida BTC*. Universidad de La Frontera; Facultad de Ingeniería, Ciencias Y Administración. Obtido de <http://es.scribd.com/doc/237248759>
- ISO 14040:2006(E) Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework. (2006). <https://doi.org/10.1109/IEEESTD.2007.4288250>
- ISO 14044:2006(E) Environmental management - Life cycle assessment - Requirements and guidelines. (2006). <https://doi.org/10.5594/J09750>
- JORGE, F. et all. (2006). *Arquitectura de terra em Portugal*, 8479.
- Ltd, B. (sem data). What is embodied energy in building? Obtido de <http://www.level.org.nz/material-use/embodied-energy/>
- Manitou. (sem data). Manitou cálculos de consumos. Obtido 8 de Junho de 2018, de <http://reduce.manitou.com/>
- NP EN 15804:2012+A1:2015 Sustentabilidade das obras de construção - Declarações ambientais dos produtos - Regras de base para as categorias de produtos de construção. (2015).
- O que são? » DAPHabitat. (sem data). Obtido 25 de Abril de 2018, de https://daphabitat.pt/pt_PT/dap/o-que-sao/
- Reliable Databases and Methods for SimaPro. (sem data). Obtido 27 de Maio de 2018, de <http://esu-services.ch/simapro/database/>
- Ribeiro, A; Antunes, M. T.; Ferreira, M. P.; Rocha, R. B.; Soares, A. F.; Zbyszewski, G.; Almeida, F. Moutinho; Carvalho, D.; Monteiro, J. H. (1979). *Introduction à la géologie générale du Portugal*.

Serviços Geológicos de Portugal.

Ribeiro, D. S. (2016). Contributo para a caracterização de alvenarias de blocos de terra comprimida, 83.

Obtido de <https://run.unl.pt/handle/10362/19467>

Santos, C. A. P., & Matias, L. (2009). Coeficientes de transmissão térmica de elementos da envolvente dos edifícios. [https://doi.org/ITE 54](https://doi.org/ITE%2054)

Sequeira, A. C., Frade, D., & Gonçalves, P. (2007). Cal Hidráulica – Um ligante para a reabilitação. *Associação Portuguesa dos Fabricantes de Argamassas e ETICS*, 1–14.

Torgal, F. P., Eires, R. M. G., & Jalali, S. (2009). *Construção em Terra* (TecMinho). Publidisa. Obtido de [https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/28940/3/A_construção_em_terra.pdf](https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/28940/3/A_construcao_em_terra.pdf)

US EPA, O. (sem data). Understanding Global Warming Potentials. Obtido 23 de Abril de 2018, de [https://www.epa.gov/ghgemissions/understanding-global-warming-potentials#Learn why](https://www.epa.gov/ghgemissions/understanding-global-warming-potentials#Learn%20why)

ANEXOS

Anexo 1

Consumos dos equipamentos para a produção dos BTC

Caso não haja valores exatos trabalhar-se-á com valores médios.

- Retroescavadora

Na ficha técnica é referido que em condições de operação em médio esforço a retroescavadora consome entre 11,700 e 17,400 L/h, fazendo uma média,

$$\text{Consumo da retroescavadora} = \frac{11,700 + 17,400}{2} = 14,550 \text{ L/h}$$

Capacidade de extração segundo a empresa em estudo: 20 a 25 m³ de terra por hora = 22,500 m³/h

Capacidade de carregamento do meio de transporte segundo a empresa em estudo: demora entre 15 a 20 minutos para carregar 30 toneladas.

$$\text{Capacidade de carregamento da retroescavadora} = \frac{30}{\frac{17,5}{60}} = 102,857 \text{ T/h}$$

Sendo a massa volúmica do BTC (cálculo que se apresenta mais à frente) de 1936,508 kg/m³, temos que capacidade de carregamento da retroescavadora é de

$$\text{Capacidade de carregamento da retroescavadora} = \frac{102,857 \times 10^3}{1936,508} = 53,115 \text{ m}^3/\text{h}$$

- *Eco Trs* (desagregador de solos)

Consumo disponibilizado pelo fabricante do equipamento = 3,210 kWh/h

Capacidade de produção: 72 m³ em 8 horas = 9 m³/h

- *Eco Per* (crivo)

Consumo disponibilizado pelo fabricante do equipamento = 0,850 kWh/h

Capacidade de produção: 24 m³ em 8 horas = 3 m³/h

- *Eco Master Turbo II*

Consumo disponibilizado pelo fabricante do equipamento: 9,540 kWh/h

Capacidade de produção segundo a empresa em estudo: 3000 unidades em 8 horas = 375 un/h

- Autobetoneira *Messersi TCH-1500/BET*

Consumo disponibilizado pelo fabricante do equipamento: um tanque de 24 litro de combustível dá para 7 a 8 horas de trabalho, então em 7,5 horas temos,

$$\text{Consumo da autobetoneira Messersi TCH-1500/BET} = \frac{24}{7,5} = 3,200 \text{ L/h}$$

Segundo a empresa em estudo a autobetoneira mistura 1,200 m³ de material em 15 minutos,

$$\text{Capacidade de mistura da autobetoneira} = \frac{1,200}{\frac{15}{60}} = 4,800 \text{ m}^3/\text{h}$$

Voltar ao texto.

Determinação das características físicas dos BTC

- Volume

$$\text{Volume} = 0,300 \times 0,150 \times 0,070 = 0,00315 \text{ m}^3$$

- Massa volúmica

$$\text{Massa volúmica} = \frac{6,100}{0,00315} = 1936,508 \text{ kg/m}^3$$

Voltar ao texto.

Determinação das quantidades de materiais utilizados na mistura dos BTC

Sendo o BTC, como o próprio nome diz, comprimido o volume de material que tem de ser colocado no molde não é o mesmo que um BTC, então os volumes de materiais que serão colocados no molde serão superiores aos do BTC.

Para 1 m³ de BTC o volume da mistura será a razão entre o volume do molde dos BTC e o volume de um BTC.

$$\text{Volume do molde do BTC} = 0,300 \times 0,150 \times 0,120 = 0,0054 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume de mistura} = \frac{0,0054}{0,00315} = 1,714 \text{ m}^3$$

Com as percentagens de cal hidráulica e água fornecidas pela empresa em estudo podem calcular-se as respetivas quantidades:

$$\text{Cal hidráulica} = 1,714 \times 0,065 = 0,111 \text{ m}^3$$

$$\text{Água} = 1,714 \times 0,10 = 0,0257 \text{ m}^3$$

Na Tabela 3 é mencionada a massa de cal hidráulica a utilizar na mistura, este valor será determinado porque será necessário para o ICV.

Com base no livro das Tabelas Técnicas de 1993 o peso volúmico da cal hidráulica é de 7 kN/m³, se 1 kN/m³ = 101,972 kg/m³, então a massa volúmica da cal hidráulica será de

$$\text{Massa volúmica da cal hidráulica} = 7 \times 101,972 = 713,804 \text{ kg/m}^3$$

Massa da cal hidráulica a utilizar na mistura = $0,111 \times 713,804 = 79,538 \text{ kg}$

Com as quantidades de cal hidráulica e água determinadas calcula-se a quantidade de terra:

Terra = $1,714 - 0,111 - 0,171 = 1,431 \text{ m}^3$

Voltar ao texto.

Determinação dos volumes de terra a movimentar no processo produtivo dos BTC

Para 1 m^3 de BTC o volume de terra presente na mistura é de $1,431 \text{ m}^3$. Antes da mistura a terra é submetida a uma seleção pela passagem por um crivo mecânico com 10% de desperdício.

Volume de terra que entra no crivo = $\frac{1,431}{0,9} = 1,590 \text{ m}^3$

Desperdício após crivagem = $1,590 \times 0,10 = 0,159 \text{ m}^3$

O raciocínio para determinar o volume de terra a extrair, sabendo que a percentagem de desperdício é também de 10%, é o mesmo,

Volume de terra a extrair = $\frac{1,590}{0,9} = 1,767 \text{ m}^3$

Desperdício na extração = $1,767 \times 0,10 = 0,177 \text{ m}^3$

Voltar ao texto.

Determinação das quantidades dos materiais de embalagem para os BTC

- Paletes de madeira

Segundo um produtor de paletes de madeira de referência europaleta a massa é de 25 kg (a referência a essa informação encontra-se no Anexo 4).

Cada paleta de madeira leva 10 BTC, então para 1 m^3 teremos a seguinte quantidade de paletes de madeira:

Quantidade de blocos para 1 m^3 de BTC = $\frac{1}{0,00315} = 317,460$ blocos

Quantidade de paletes de madeira para 1 m^3 de BTC =

$\frac{317,460}{100} = 3,175$ paletes de madeira

Se as paletes de madeira fossem só utilizadas uma vez seriam necessárias 3,175 para 1 m^3 de BTC. Neste estudo vamos assumir que as paletes de madeira são reutilizadas 87 vezes.

As 87 reutilizações é o resultado de um estudo onde é afirmado que é estimado que em média uma paleta é alugada 2,9 vezes por ano numa vida útil de 10 anos e que cada paleta tem 3 utilizações por aluguer (Bengtsson & Logie, 2015).

Considerando, então, as 87 reutilizações, temos,

Quantidade de paletes de madeira para 1 m³ de BTC =

$$\frac{3,175}{87} = 0,0365 \text{ paletes de madeira}$$

Voltar ao texto.

Determinação dos consumos de água e eletricidade da atividade administrativa

Os consumos de água e eletricidade em escritório serão obtidos alocando a faturação de cada produto ao consumo total da atividade administrativa. Dos cálculos apresentados de seguida sairão os consumos de água e eletricidade para 1 m³ tanto de BTC como de Taipa.

Tabela A1.1 - Faturação e alocação de 2016

	Faturação	Produção	Alocação
Bloco de Terra Comprimida (BTC)	5400,00 €	9000 un	0,0121
Taipa	86400,00 €	360 m ³	0,194
Outras obras	354252,90 €	-	0,794
Total	446052,90 €	-	1,000

A alocação é a razão entre a faturação total e faturação de cada produto. A título de exemplo a alocação para os BTC é feita da seguinte forma,

$$\text{Alocação para os BTC} = \frac{5400}{446052,90} = 0,0121$$

Para se obterem os consumos para cada produto multiplica-se a alocação pelo consumo em escritório. Como só foi possível obter os custos da água e da eletricidade será preciso estimar os respetivos consumos.

- Consumo de água

Para estimar o consumo de água foram consultadas as tarifas de água do concelho de Serpa para o ano de 2016 (Anexo 4) e assumindo um consumo mensal inferior a 50 m³.

Tabela A1.2 - Consumo de água em escritório em 2016

Consumo de água em escritório	
Total	290,84 €
IVA	6 %
Total (sem IVA)	274,377 €
Custos fixos	
Água	
Tarifa fixa	2,50 €
Águas residuais	
Tarifa fixa	2,00 €
Resíduos urbanos	
Tarifa fixa	1,50 €
Total (ano)	72,00 €
Custos variáveis	
Água	
Tarifa variável	1,37 €
Águas residuais	
Tarifa variável	0,685 €
Resíduos urbanos	
Tarifa variável	0,30 €
Taxa de recursos hídricos	0,012 €
Taxa de gestão de resíduos	0,0175 €
Total (ano)	28,614 €
Custo do consumo	202,377 €
Consumo	7,073 m³

- Consumo de eletricidade

Para estimar o consumo de eletricidade foram consultadas as tarifas de eletricidade da ERSE para o ano de 2016 (Anexo 4).

Tabela A1.3 - Consumo de eletricidade em escritório em 2016

Consumo de eletricidade em escritório	
Total	823,19 €
Taxa de audiovisual (+ 6% IVA)	28,62 €
Sub total	794,57 €
IVA	23 %
Total (sem IVA)	645,992 €
Potência contratada	10,35 kVA
Preço da potência contratada	13,48 €
Custo fixo	161,76 €
Custo do consumo	484,232 €
Preço da tarifa simples	0,1641 €
Consumo	2950,834 kWh

Tal como foi dito anteriormente para se obter os consumos relativos a cada produto multiplica-se a alocação pelos consumos, Tabela A1.4.

Tabela A1.4 - Consumo de água e eletricidade em escritório para os BTC, Taipa e outras obras em 2016

	Água	Eletricidade
Bloco de Terra Comprimida (BTC)	0,0856 m³	35,723 kWh
Taipa	1,370 m³	571,574 kWh
Outas Obras	5,617 m³	2343,537 kWh

Os consumos apresentados na Tabela A1.4 são relativos ao total de produção de cada produto, mas como os valores estão a ser apresentados relativamente a 1 m³, será necessário ter em conta a produção.

- Consumo de água em escritório para os BTC em 2016 e para 1 m³

Com a quantidade de unidades de BTC produzidas em 2016 pode-se determinar o volume,

$$\text{Volume de BTC produzido em 2016} = \frac{9000}{317,460} = 28,350 \text{ m}^3$$

$$\text{Consumo de água em escritório para o BTC} = \frac{0,0856}{28,35} = 0,00302 \text{ m}^3$$

- Consumo de eletricidade em escritório para os BTC em 2016 e para 1 m³

$$\text{Consumo de eletricidade em escritório para o BTC} = \frac{35,723}{28,35} = 1,260 \text{ kWh}$$

- Consumo de água em escritório para a Taipa em 2016 e para 1m³
Consumo de água em escritório para a Taipa = $\frac{1,370}{360} = 0,00381 \text{ m}^3$
- Consumo de eletricidade em escritório para a Taipa em 2016 e para 1 m³
Consumo de eletricidade em escritório para a Taipa = $\frac{571,574}{360} = 1,588 \text{ kWh}$

Voltar ao texto.

Anexo 2

Consumos dos equipamentos para a construção de Taipa

Caso não haja valores exatos trabalhar-se-á com valores médios.

- Retroescavadora

Os valores determinados anteriormente nos BTC para a retroescavadora mantêm-se.

- *Manitou* MT 1235 S

O equipamento *Manitou* com a referência “MT 1235 S” já não é comercializado novo pelo que alguns dados, tais como a capacidade do balde e os consumos, já não são disponibilizados. Analisando a informação do fabricante, atualmente, existem dois equipamentos comercializados com as referências “MT 1135” e “MT 1335” em que a única diferença entre eles é a altura de elevação. Enquanto o “MT 1135” tem uma capacidade de elevação de 11,05 m o “MT 1335” é de 12,55 m.

Comparando todas as características técnicas entre os dois modelos referidos anteriormente e o “MT 1235 S” verifica-se que a única diferença reside também na altura de elevação que é de 12,00 m. Como podemos verificar esta capacidade de elevação está entre a do “MT 1135” e a do “MT 1335”. Mediante o que foi dito anteriormente o balde disponível para o “MT 1235 S” será o mesmo que o do “MT 1135” e o “MT 1335”.

No que diz respeito aos consumos o problema foi o mesmo mencionado anteriormente, como o modelo “MT 1235 S” já não é comercializado novo não foi possível obter referências de consumos por parte do fabricante. Para os modelos *Manitou* a marca disponibiliza uma ferramenta, *REDUCE*, onde é possível estimar os consumos mediante o esforço a que o equipamento esteja sujeito. Não sendo possível obter os consumos do modelo “MT 1235 S” através desta ferramenta, estimaram-se os consumos para os modelos “MT 1135” e “MT 1335” para as seguintes condições de operação: 40% em carga, 40% em manobrabilidade, 10% em andamento e 10% em ponto morto (**Erro! A origem da referência não foi encontrada.**). No final fez-se a média dos consumos.

$$\text{Consumo} = \frac{8,73 + 9,51}{2} = 9,12 \text{ L/h}$$

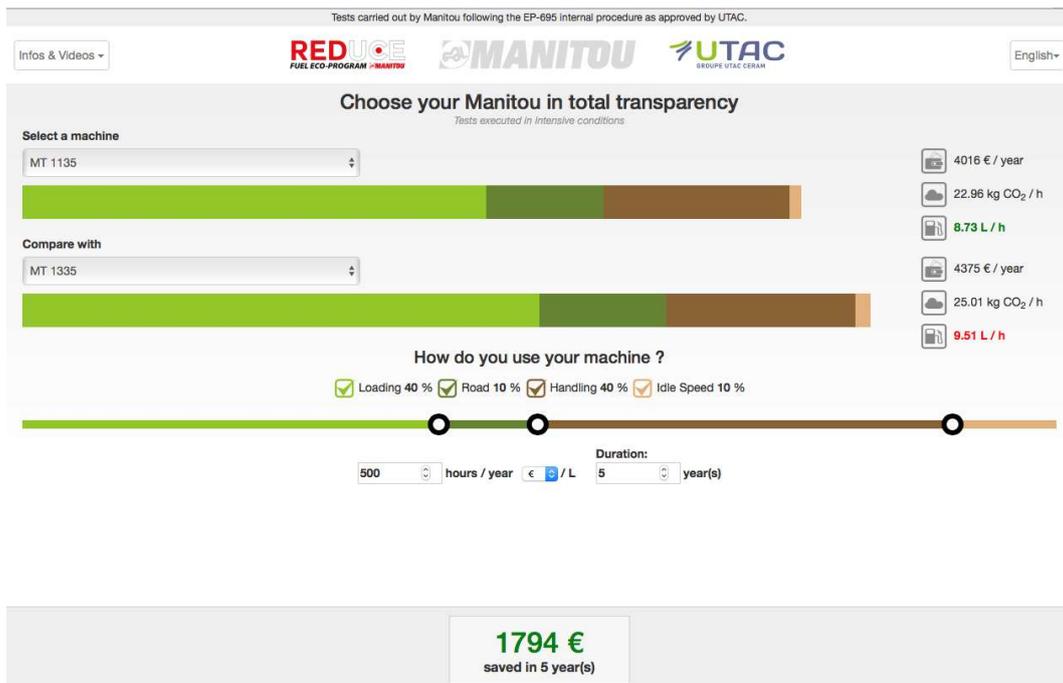


Figura A2.1 - Consumos para o equipamento Manitou (Manitou, sem data)

O *Manitou* é utilizado para montagem e desmontagem de cofragens e para auxiliar a colocação da mistura dentro da cofragem. Na montagem e desmontagem da cofragem o *Manitou* só auxilia na elevação do material pelo que o consumo é muito residual para considerar neste estudo. Para carregar a mistura para a cofragem não foram disponibilizados dados, então vai-se criar um cenário para esta ação com o *Manitou*.

O carregamento da mistura nas cofragens consiste em o *Manitou* carregar a mistura, transportá-la para as cofragens e descarregar para dentro das cofragens. O tempo que demora nesta ação é de 1 minuto. Precisamos, então, de determinar quanto tempo demora o *Manitou* a fazer esta ação para 1 m³ de Taipa.

$$\text{Tempo de carregar as cofragens} = \frac{1}{\frac{60}{900}} = 54 \text{ m}^3/\text{h}$$

- *Bobcat* S150

Consumo = 6,8 L/h

Consumo disponibilizado na ficha técnica do equipamento.

A *Bobcat* será utilizada na maior parte das vezes para fazer a mistura, como não foi dado tempo que demora para fazer a mistura assume-se o mesmo tempo que nos BTC, 15 minutos para fazer a mistura para 1 m³ de Taipa.

Tempo para fazer a mistura = 0,250 h

- Compressor *Atlas Copco XAS67*

Segundo a empresa em estudo para construir 200 m³ de Taipa o compressor consome 525 L.

$$\text{Consumo} = \frac{525}{200} = 2,625 \text{ L/m}^3$$

Voltar ao texto.

Caraterísticas físicas da Taipa

A massa volúmica da Taipa foi retirada do livro das Tabelas Técnicas de 1993. O peso volúmico da Taipa é de 19 kN/m³, se 1 kN/m³ = 101,972 kg/m³, então a massa volúmica da Taipa será de

$$\text{Massa volúmica da Taipa} = 19 \times 101,972 = 1937,468 \text{ kg/m}^3$$

A Taipa não é um produto como os Blocos de Terra Comprimida (BTC) em que se pode individualizar uma unidade para se obter um determinado volume. Segundo a empresa em estudo a espessura duma parede de Taipa é de 60 cm e se assumirmos uma altura de 3 m, para um volume de 1 m³ de Taipa temos as seguintes dimensões:

Tabela A2.1 - Dimensões de uma parede em Taipa com um volume de 1m³

	Taipa
Comprimento	0,556 m
Largura	0,060 m
Altura	3,000 m

Voltar ao texto.

Determinação das quantidades de materiais utilizados na mistura da Taipa

Assim como os BTC, a Taipa é também um produto onde a mistura a colocar dentro das cofragens vai ser comprimida, então o volume a colocar dentro das cofragens terá de ser superior ao volume do produto final.

Segundo a empresa em estudo para se construir 1 m³ de Taipa é necessário colocar dentro das cofragens 1,45 m³ de material. Só que ao colocar o material dentro das cofragens vai haver algum material que é desperdiçado. A percentagem total de desperdício na construção da Taipa anda na ordem dos 15 a 20%, sendo em média de 17,5%. A percentagem total de desperdício não diferencia o

desperdício da extração do desperdício na colocação do material dentro das cofragens, a única informação obtida é que o desperdício na extração de terra para a Taipa é inferior ao dos BTC pois para a Taipa a granulometria da terra não precisa de ser tão uniforme. Então tiveram de se assumir valores de desperdício,

- Desperdício de terra na extração = 5%
- Desperdício de mistura na colocação nas cofragens = 12,5%

Com as percentagens de desperdício definidas é possível determinar os volumes de materiais constituintes da mistura da Taipa.

$$\text{Volume de mistura para a Taipa} = \frac{1,45}{1 - \frac{12,5}{100}} = 1,657 \text{ m}^3$$

Com uma percentagem de 3% de cal hidráulica na mistura o seu volume é

$$\text{Cal hidráulica} = 1,657 \times 0,03 = 0,0497 \text{ m}^3$$

Como vamos precisar da massa de cal hidráulica, utilizando o valor da sua massa volúmica já determinada anteriormente,

$$\text{Massa da cal hidráulica a utilizar na mistura} = 0,0497 \times 713,804 = 35,486 \text{ kg}$$

Com a quantidade de cal hidráulica podemos determinar a quantidade de terra que é utilizada na mistura,

$$\text{Terra} = 1,657 - 0,0497 = 1,607 \text{ m}^3$$

Voltar ao texto.

Determinação dos volumes de terra a movimentar no processo produtivo da Taipa

Tal como foi definido anteriormente, o desperdício de terra na extração é de 5%, então tendo em conta o volume de terra utilizado na mistura o volume de terra a extrair é,

$$\text{Volume de terra a extrair} = \frac{1,607}{0,95} = 1,692 \text{ m}^3$$

$$\text{Desperdício após crivagem} = 1,692 \times 0,05 = 0,0846 \text{ m}^3$$

Voltar ao texto.

Determinação da quantidade de água a adicionar à terra extraída destinada à mistura

A percentagem de quantidade de água a adicionar à terra extraída destinada à mistura é 10% do volume de terra, então

$$\text{Quantidade de água} = 1,607 \times 0,10 \times 1000 = 160,743 \text{ L}$$

Voltar ao texto.

Determinação massa dos equipamentos a transportar para a obra

A massa dos equipamentos a transportar para a obra são os que se apresentam na Tabela A2.2. Aos equipamentos junta-se a massa de outros materiais, tais como, painéis de cofragem, andaimes, cal hidráulica etc., estimando-se um valor de 2700 kg.

Tabela A2.2 - Massa dos equipamentos da empresa estudada utilizados na construção da Taipa

Equipamento	Massa
<i>Manitou Mt 1235 S</i>	8960 kg
<i>Bobcat 150S</i>	2692 kg
Compressor <i>Atlas Copco XAS 67</i>	857 kg
Outros materiais	2700 kg
Total	15209 kg

Segundo a empresa em estudo, para uma construção de pequenas dimensões o volume de Taipa situa-se entre os 60 m³ e os 80 m³, ao passo que obras de grandes dimensões o volume de Taipa ronda os 200 m³, então o volume médio para uma obra em Taipa temos,

$$\text{Volume médio de uma obra de Taipa} = \frac{\frac{60+80}{2} + 200}{2} = 135 \text{ m}^3$$

$$\text{Massa do equipamento por obra} = \frac{15209}{135} = 112,6593 \text{ kg/m}^3$$

O mesmo raciocínio é aplicado à retroescavadora.

$$\text{Massa da retroescavadora por obra} = \frac{9000}{135} = 66,667 \text{ kg/m}^3$$

Voltar ao texto.

Anexo 3

Normalização dos valores de impacto ambiental para a obtenção dos perfis sustentáveis

A normalização de valores tem o propósito de harmonizar escalas para categorias com diferentes unidades. A escala tem como extremos o valor de 1 (um) para categorias com melhor desempenho e o valor de 0 (zero) para categorias com pior desempenho.

A normalização é concretizada através da seguinte fórmula:

$$\bar{P}_i = \frac{P_i - P_{i*}}{P_{i*} - P_i^*}$$

em que:

\bar{P}_i : valor normalizado da categoria A;

P_i : valor de impacto da categoria A;

P_{i*} : valor com pior desempenho na categoria A em x produtos;

P_i^* : valor com melhor desempenho na categoria A em x produtos.

No caso de impactos ambientais o valor mais alto representa pior desempenho enquanto que o valor mais baixo representa melhor desempenho.

Exemplo: Depleção de recursos abióticos – elementos (ADP, elem) (Tabela 27)

- Blocos de Terra Comprimida (BTC):

$$P_i = 9,622 \times 10^{-8} \text{ kg Sb eq}$$

$$P_{i*} = 6,128 \times 10^{-7} \text{ kg Sb eq}$$

$$P_i^* = 1,093 \times 10^{-8} \text{ kg Sb eq}$$

$$\bar{P}_i = \frac{9,622 \times 10^{-8} - 6,128 \times 10^{-7}}{1,093 \times 10^{-8} - 6,128 \times 10^{-7}} = 0,858$$

- Taipa

$$P_i = 1,093 \times 10^{-8} \text{ kg Sb eq}$$

$$P_{i*} = 6,128 \times 10^{-7} \text{ kg Sb eq}$$

$$P_i^* = 1,093 \times 10^{-8} \text{ kg Sb eq}$$

$$\bar{P}_i = \frac{1,093 \times 10^{-8} - 6,128 \times 10^{-7}}{1,093 \times 10^{-8} - 6,128 \times 10^{-7}} = 1$$

- Tijolo cerâmico

$$P_i = 6,128 \times 10^{-7} \text{ kg Sb eq}$$

$$P_{i*} = 6,128 \times 10^{-7} \text{ kg Sb eq}$$

$$P_i^* = 1,093 \times 10^{-8} \text{ kg Sb eq}$$

$$\bar{P}_i = \frac{6,128 \times 10^{-7} - 6,128 \times 10^{-7}}{1,093 \times 10^{-8} - 6,128 \times 10^{-7}} = 0$$

Utilizando o mesmo procedimento para as restantes categorias obtemos os valores normalizados (Tabela A3.1).

Tabela A3.1 - Valores normalizados para as categorias ambientais do BTC, da Taipa e do Tijolo cerâmico

Categorias de impacte	1 kg de BTC	1 kg de Taipa	1 kg de Tijolo cerâmico
Depleção de recursos abióticos – elementos (ADP, elem)	0,858	1	0
Depleção de recursos abióticos – combustíveis fósseis (ADP, ff)	0,873	1	0
Potencial de Aquecimento Global (GWP)	0,854	1	0
Depleção da camada de ozono (ODP)	0,875	1	0
Formação de ozono fotoquímico (POPC)	0,920	1	0
Acidificação da água e do solo (AP)	0,893	1	0
Eutrofização (EP)	0,975	1	0
Energia Total Incorporada (EE, tot)	0,776	1	0

Voltar ao texto.

Determinação da quantidade de materiais para 1 m² de parede de compartimentação de BTC sem reboco

Caraterísticas físicas dos BTC:

- Comprimento = 0,300 m;
- Largura = 0,150 m;
- Altura = 0,070 m;
- Massa de 1 BTC: 6,100 kg.

Caraterísticas da argamassa de terra:

- Espessura da argamassa de assentamento = 0,002 m;
- Percentagem de cal hidráulica = 6,5%;

- Percentagem de água = 35%;
- Massa volúmica da argamassa de terra (igual a massa volúmica dos BTC) = 1936,508 kg/m³.

$$\text{Área de 1 BTC + argamassa de assentamento} = \left(0,300 + \frac{0,002}{2}\right) \times \left(0,070 + \frac{0,002}{2}\right) = 0,0248 \text{ m}^2$$

$$\text{Quantidade de BTC} = \frac{1}{0,0248} = 40,323 \text{ unidades}$$

$$\text{Massa total dos BTC} = 40,323 \times 6,100 = 245,968 \text{ kg}$$

$$\text{Volume de argamassa de assentamento por BTC} = (0,0248 - (0,300 \times 0,070)) \times 0,150 = 0,00057 \text{ m}^3$$

$$\text{Massa total de argamassa de terra} = 0,00057 \times 40,323 \times 1936,508 = 44,508 \text{ kg}$$

$$\text{Quantidade de cal hidráulica} = 44,508 \times 0,065 = 2,893 \text{ kg}$$

$$\text{Quantidade de água} = 44,508 \times 0,35 = 15,578 \text{ kg} = 15,578 \text{ L}$$

$$\text{Quantidade de terra} = 44,508 - 2,893 - 15,578 = 41,615 \text{ kg}$$

Voltar ao texto.

Determinação da quantidade de materiais para 1 m² de parede de compartimentação de BTC com reboco

Caraterísticas físicas dos BTC:

- Comprimento = 0,300 m;
- Largura = 0,150 m;
- Altura = 0,070 m;
- Massa de 1 BTC: 6,100 kg.

Caraterísticas da argamassa de terra:

- Espessura do reboco = 0,004 m (2 cm de cada lado)
- Espessura da argamassa de assentamento = 0,002 m;
- Percentagem de cal hidráulica = 6,5%;
- Percentagem de água = 35%;
- Massa volúmica da argamassa de terra (igual a massa volúmica dos BTC) = 1936,508 kg/m³.

$$\text{Área de 1 BTC + argamassa de assentamento} = \left(0,300 + \frac{0,002}{2}\right) \times \left(0,070 + \frac{0,002}{2}\right) = 0,0248 \text{ m}^2$$

$$\text{Quantidade de BTC} = \frac{1}{0,0248} = 40,323 \text{ unidades}$$

$$\text{Massa total dos BTC} = 40,323 \times 6,100 = 245,968 \text{ kg}$$

$$\text{Volume de argamassa de assentamento por BTC} = (0,0248 - (0,300 \times 0,070)) \times 0,150 = 0,00057 \text{ m}^3$$

$$\text{Massa total de argamassa de terra} = (0,00057 \times 40,323 \times 1936,508) + (1 \times 0,004 \times 1936,508) = 121,969 \text{ kg}$$

$$\text{Quantidade de cal hidráulica} = 121,969 \times 0,065 = 7,928 \text{ kg}$$

$$\text{Quantidade de água} = 121,969 \times 0,35 = 42,689 \text{ L}$$

$$\text{Quantidade de terra} = 121,969 - 7,928 - 42,689 = 114,041 \text{ kg}$$

Voltar ao texto.

Determinação da quantidade de materiais para 1m² de parede de compartimentação de tijolo cerâmico com reboco

O tijolo cerâmico utilizado para os cálculos é da PRECERAM cuja declaração de desempenho se encontra no Anexo 4.

Caraterísticas físicas do cerâmico de 15:

- Comprimento = 0,290 m;
- Largura = 0,146 m;
- Altura = 0,189 m;
- Massa volúmica dos tijolos cerâmicos de 15: 625,000 kg/m³.

Caraterísticas da argamassa de cimento:

- Espessura do reboco = 0,004 m (2 cm de cada lado)
- Espessura da argamassa de assentamento = 0,002 m;
- Massa volúmica da argamassa de cimento = 1900,000 kg/m³ (ITE 50).

$$\text{Área de 1 tijolo cerâmico de 15 + argamassa de assentamento} = \left(0,290 + \frac{0,002}{2}\right) \times \left(0,189 + \frac{0,002}{2}\right) = 0,0597 \text{ m}^2$$

$$\text{Quantidade de Blocos de tijolos cerâmicos de 15} = \frac{1}{0,0597} = 16,750 \text{ unidades}$$

$$\text{Volume de tijolos cerâmicos de 15 por parede} = 16,750 \times 0,290 \times 0,146 \times 0,189 = 0,134 \text{ m}^3$$

$$\text{Massa total dos tijolos cerâmicos de 15} = 625,000 \times 0,134 = 83,776 \text{ kg}$$

$$\text{Volume de argamassa de assentamento por tijolo cerâmico de 15} = (0,0597 - (0,290 \times 0,189)) \times 0,146 = 0,000714 \text{ m}^3$$

Massa total de argamassa de cimento = $(0,000714 \times 16,750 \times 1900,000) + (1 \times 0,004 \times 1900,000) = 98,722 \text{ kg}$

Voltar ao texto.

Determinação da quantidade de materiais para 1m² de parede equivalente em tijolo cerâmico com reboco

O tijolo cerâmico utilizado para os cálculos é da PRECERAM cuja declaração de desempenho se encontra no Anexo 4.

Caraterísticas físicas do cerâmico de 22:

- Comprimento = 0,290 m;
- Largura = 0,220 m;
- Altura = 0,189 m;
- Massa volúmica dos tijolos cerâmicos de 22: 589,000 kg/m³.

Caraterísticas da argamassa de cimento:

- Espessura do reboco = 0,004 m (2 cm de cada lado)
- Espessura da argamassa de assentamento = 0,002 m;
- Massa volúmica da argamassa de cimento = 1900,000 kg/m³ (ITE 50).

$$\text{Área de 1 tijolo cerâmico de 22 + argamassa de assentamento} = \left(0,290 + \frac{0,002}{2}\right) \times \left(0,189 + \frac{0,002}{2}\right) = 0,0597 \text{ m}^2$$

$$\text{Quantidade de Blocos de tijolos cerâmicos de 22} = \frac{1}{0,0597} = 16,750 \text{ unidades}$$

$$\text{Volume de tijolos cerâmicos de 22 por parede} = 16,750 \times 0,290 \times 0,220 \times 0,189 = 0,202 \text{ m}^3$$

$$\text{Massa total dos tijolos cerâmicos de 22} = 589,000 \times 0,202 = 118,966 \text{ kg}$$

$$\text{Volume de argamassa de assentamento por tijolo cerâmico de 22} = (0,0597 - (0,290 \times 0,189)) \times 0,220 = 0,00108 \text{ m}^3$$

$$\text{Massa total de argamassa de cimento} = (0,00108 \times 16,750 \times 1900,000) + (1 \times 0,004 \times 1900,000) = 110,238 \text{ kg}$$

$$\text{Massa total a transportar} = 118,966 + 110,238 = 229,204 \text{ kg}$$

Voltar ao texto.

Anexo 4

Documentação técnica

Retroescavadora



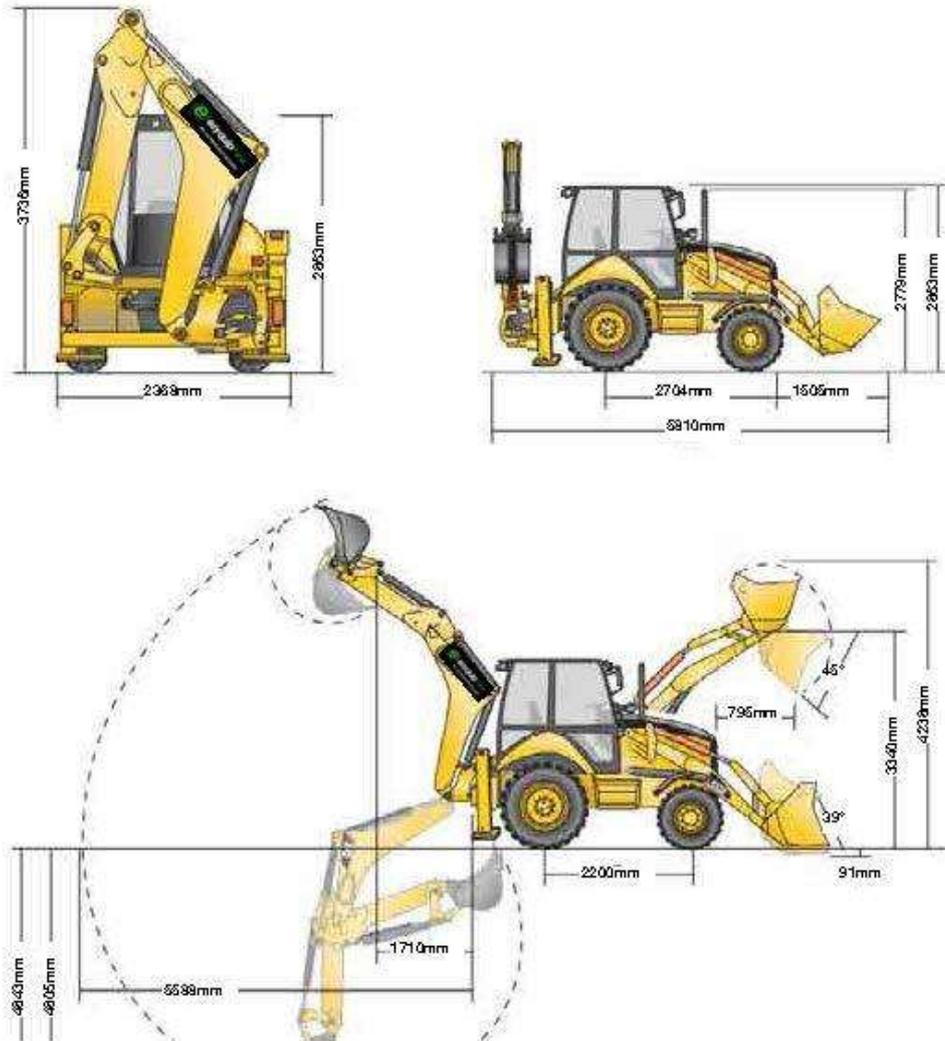
Backhoe Loaders

Technical Data

Engine	
Engine Model	CAT C4.4**
Gross - SAE J1995	70 kW/95 hp
Net - ISO 9249	67 kW/91 hp
Net - 80/1269/EEC	71 kW/97hp
Net Torque Rise at 1400 rpm	
70 kW/95 hp	30%
74.5 kW/101 hp	23%
Peak Torque rise at 1400 rpm	
70 kW/95 hp	400 Nm
74.5 kw/101 hp	400 Nm
Bore	105mm
Stroke	127 mm
Displacement	4.4L
Operating Weight	
Operating Weight (range)	7780-10700 kg
Standard Machine Weight	7952 kg
Fuel Burn	
Low	2.6-11.7 Litres per hour
Medium	11.7-17.4 Litres per hour
High	17.4-20.1 Litres per hour

432E Backhoe Loader Specifications

Dimensions



Technical Data

Engine	
Engine Model	Komatsu SAA4D104E-1
Type	vertical, 4-cycle water - cooled diesel engine
Displacement	4.485 cm ³
Bore x stroke	104 x 132 mm
No of cylinders	4
Compression ratio	17.5:1
Combustion	direct injection (DI)
Aspiration	turbo - intercooled
Engine power at rated engine speed ISO 14396	2.200 rpm, 74 kW/99.2 hp
Max torque/engine speed	420 Nm/1.200 rpm
Cooling system	radiator
Air filter type	dry filter with safety element
Starting system	electric motor with pre-heating air system for cold climate
<small>The engine has been developed in compliance with the strictest European standards (97/68EC 2004/26/EC - EU Stage IIIA) on the reduction of exhaust emissions.</small>	
Operating Weight	
Standard Machine operating weight	8.160 kg
Total machine weight	9.000 kg
Operating weight increase	
standard bucket	-300 kg
offset boom	+190 kg
standard arm	-230 kg
pallet forks - forks for 4x1 bucket	-280 kg
	+150 kg

Eco Trs (desagregador de solos)

Eco Trs - Triturador de Solo - Equipamentos Auxiliares - Linha Tijolos Ecológicos

Page 1 of 3

Contato: (11) 4042-0081 / 0800-335-3005 | vendas@ecomaquinas.com.br

Configurações Minha Conta

English
Español
Français

YOUR LANGUAGE: Minha Conta
Português Notícias
English Notícias
Español Notícias
Français Notícias

ENTER

TROCAR COR DO SITE

NOSSOS PRODUTOS TUDO SOBRE FOTOS VÍDEOS NOTÍCIAS CENTRAL DE AJUDA

Início Linha Tijolos Ecológicos Equipamentos Auxiliares Eco Trs - Triturador de Solo

Eco Trs - Triturador de Solo

RS CADASTRE-SE

Disponível em estoque

2 Partilhar

Somente usuários cadastrados em nosso site podem visualizar o preço de nossos produtos. Clique aqui e faça seu cadastro, caso já tenha cadastro faça o login.

Procure um representante de vendas para saber o preço de nossos produtos

MAIS IMAGENS

DESCRÇÃO ADICIONAL TAGS DO PRODUTO

- Alta resistência e grande produtividade;
- Lâmina de corte especial, quanto mais afiada e choque mais e aque endurece;
- Tritura SOLO muito úmido, úmido e seco;
- Também é utilizado para desfazer os grumos formados na mistura do concreto (sobrimento).

Equipamento adequado as normas:

- Selo CE (Comunidade Europeia);
- SDS Conformit;
- NR 12 (Segurança do Trabalho em Máquinas e Equipamentos);
- NR 10 (Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade);

Contribuindo com a segurança e saúde efetiva do operador/trabalhador e evitando futuros problemas para o comprador/empresário.

Confeccionado:

Sob materiais de diversas nomenclaturas e fórmulas de acordo a necessidade exigida, com o sistema MIG de alta penetração, desenvolvido para durar e resistir ao desgaste devido os diversos tipos de materiais abrasivos sendo triturados;

Pintura Especial - Pó Eletrostática:

Limpa em produtos desengraxante, lufalizante, decapante e escorpije em alta pressão, aplicação de tinta a Pó Eletrostática vai ao forno e cura a 210 graus célsios, dando maior vida útil a camada;

Produção:

Até 72 M³ Diário (8 horas);

Dimensões:

<https://ecomaquinas.com.br/index.php/bra/linha-tijolos-ecologicos/equipamentos-auxi...>

Re: Caraterísticas técnicas de equipamentos

Depto Técnico <

>

seg 05-02-2018 12:25

Para: Marco António Martins Peixoto <

>;

Cc: jepfernandes@me.com <

>;

<

;

Bom dia

TRS : 3,21 KW/HORA

Eco PER: 0,85 KW/HORA

Att

Edmaro Fernandes*Depto Técnico*

+55 67 4042-0081

ecomaquinas.com.br

Rua Carlos Henrique Spengler, 530

Polo Empresarial Norte - Campo Grande/MS

Em Seg, 5 Feb at 6:21 AM , Marco <

> escreveu:

Exmos. Srs.,

O meu nome é Marco e sou aluno da Universidade do Minho (Guimarães, Portugal) e estou fazendo um estudo de ACV (Avaliação de Ciclo de Vida) de BTC (Blocos de Terra Compactados).

Para dar continuidade ao meu estudo necessito do **consumo de eletricidade por hora (kW / h)** de dois equipamentos fabricados pela vossa empresa. Os equipamentos são:

- Eco Trs (destorroador)
- Eco Per (peneira)

Agradecia que me enviassem essas informações.

Grato pela vossa disponibilidade, subscrevo-me com a máxima consideração,
Marco Peixoto

Eco Per (crivo)

Central de Atendimento: +55 67 4042-0081/3355-3005 | vendas@ecomaquinas.com.br

Configurações Minha Conta

English
Español
Français

YOUR LANGUAGE
Português
English
Español
Français

Minha Conta
Notícias
Entrar

Menus
Nossos Produtos
TUDO SOBRE

Info Linha Tijolos Ecológicos Equipamentos Auxiliares Eco Per - Peneira Rotativa

TROCAR COR DO SITE:

Eco Per - Peneira Rotativa

RS CADASTRE-SE

Disponível: Em estoque

0

Somente usuários cadastrados em nosso site podem visualizar o preço de nossos produtos. Se você já tem cadastro faça o login.

Procure um representante de vendas para saber o preço de nossos produtos.



MAIS IMAGENS



DESCRIÇÃO

ADICIONAL

TAGS DO PRODUTO

PENEIRA ROTATIVA

- Prática, resistente e alto desempenho;
- Peneiramento em túnel de peneiração;
- Contém entrada para o túnel de peneiração;
- Saída direcionada do produto peneirado;
- Separador de torrões;

Equipamento de alto desempenho, adequado as normas, enclausurado, contém entrada para o túnel peneiramento em túnel, saída direcionada do produto e separado

Equipamento adequado as normas:

- SGS (Certificat
- NR 12 (Segurança do Trabalho em Máquinas e Equipamentos);
- NR 10 (Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade);

Contribuindo com a segurança e saúde efetiva do operador/trabalhador e evitando futuros problemas para o operador.

YOUR LANGUAGE:	
Português	Minha Conta
English	Notícias
Español	PRODUTOS
Français	Entrar
TROCAR COR DO SITE:	

Peneira Especial:

Para solos e resíduos triturados, com praticidade, eficiência, baixo custo operacional com excelente custo/benefício;

Confeccionada:

Em chapas de aço carbono dobradas moduladas, chapas perfuradas, ferros redondos e tubos, solda no sistema MIG de alta penetração;

Pintura Especial - Pó Eletrostática:



Limpeza em produtos desengraxante, fosfatizante, decapante e enxágüe em alta pressão, aplicação de tinta a Pó Eletrostática vai ao forno e cura a 210 graus célsius,



Produção:

Até 24 M³ diário (8 horas);

Dimensões do produto:

- Comprimento 1,785mm (1,785 metros);
- Largura 800 mm(0,80 metros);
- Altura 1.550 mm (1,55 metros);

Chapa Perfurada (peneira):

Chapa perfurada, com granulometria de 5 mm de diâmetro, furo Alternada Longitudinal;

Sistema de Peneiramento:

Rotativo com direcionador de solo peneirado e com direcionador separador de torrões;

Movimentação:

English	YOUR LANGUAGE:	Minha Conta
Español		Notícias
Acionamento:	Nenhum produto adicionado	NOSSOS PRODUTOS:
Chave de Partida com contatora e relé térmico:		TUDO SOBRE
	Entrar	
Peso:	TROCAR COR DO SITE:	
Líquido - 167Kg		
Embalado - 240 kg		

	MINHA CONTA	ECO MÁQUINAS	PRODUTOS
	Minha Conta	A Indústria	Máquinas
	Entrar	Política	Equipamentos
	Carrinho de Compras	Exportações	Combos
	Fechar Pedido	Cursos/Treinamentos	Matrizes
	Meus Pedidos		Peças/Acessórios
	Sair		

Re: Caraterísticas técnicas de equipamentos

Depto Técnico <

>

seg 05-02-2018 12:25

Para: Marco António Martins Peixoto <

>;

Cc: jepfernandes@me.com <

>;

<

;

Bom dia

TRS : 3,21 KW/HORA

Eco PER: 0,85 KW/HORA

Att

Edmaro Fernandes*Depto Técnico*

+55 67 4042-0081

ecomaquinas.com.br

Rua Carlos Henrique Spengler, 530

Polo Empresarial Norte - Campo Grande/MS

Em Seg, 5 Feb at 6:21 AM , Marco <

> escreveu:

Exmos. Srs.,

O meu nome é Marco e sou aluno da Universidade do Minho (Guimarães, Portugal) e estou fazendo um estudo de ACV (Avaliação de Ciclo de Vida) de BTC (Blocos de Terra Compactados).

Para dar continuidade ao meu estudo necessito do **consumo de eletricidade por hora (kW / h)** de dois equipamentos fabricados pela vossa empresa. Os equipamentos são:

- Eco Trs (destorroador)
- Eco Per (peneira)

Agradecia que me enviassem essas informações.

Grato pela vossa disponibilidade, subscrevo-me com a máxima consideração,
Marco Peixoto

Eco Master 7000 Turbo II

26/02/2018

– Correio

Re: Dados técnicos de um equipamento

Depto Técnico <

>

seg 26-02-2018 17:36

Para: Marco António Martins Peixoto <

>>

Cc:

<

>

<

>

Consumo da Eco Master 9,54 kw / Horas

Edmaro Fernandes

Depto Técnico

+55 67 4042-0081

ecomaquinas.com.br

Rua Carlos Henrique Spengler, 530

Polo Empresarial Norte - Campo Grande/MS

Em Seg, 26 Feb at 11:04 AM , Marco <
Exmos. Srs.,

> escreveu:

O meu nome é Marco e sou aluno da Universidade do Minho (Guimarães, Portugal) e estou fazendo um estudo de ACV (Avaliação de Ciclo de Vida) de BTC (Blocos de Terra Compactados).

Para dar continuidade ao meu estudo necessito de dados técnicos e do **consumo de eletricidade por hora (kW / h)** dum equipamento fabricado pela vossa empresa. O equipamento é:

- Eco Master 7000 Turbo II

Agradecia que me enviassem essas informações.

Grato pela vossa disponibilidade, subscrevo-me com a máxima consideração,
Marco Peixoto



il gigante blu

**“HEAVY”
LINE**

- _TCH-1500/C
- _TCH-1500/BT
- _TCH-1500/MT-MTP
- _TCH-1500/BET
- _TCH-1500/AV-AVP

 **MESSERSI**
IL GIGANTE BLU

Azienda certificata





Crawl tracked carrier / Unterwagen /



Frontal dumping skip with (without) selfloading shovel / Pritsche mit frontaler Kippung mit / ohne Selbstladeschaufel /



TCH-1500/BET with concrete mixer of 0,36 m³ output capacity / TCH-1500/BET mit Betonmischeinheit mit 0,36 m³ Fassungsvermögen / TCH-1500/BET



Excellent combination between TCH-1500/BT and minixcavator / Perfekte Kombination zwischen TCH-1500/BT und Minibagger /



Details of the track swing / Detail Raupenschwung /



Details of the dashboard with controls and hydraulic P.T.O. / Detail Instrumentenbrett und Nebenantrieb



3-way skip / Erhobene Pritsche /      



High tip skip with (without) selfloading shovel
Pritsche mit Entladung in variabler Höhe mit / ohne Selbstladeschaufel
        



180° TCH-1500/BT swivelling skip during working phases / TCH-1500/BT mit 180° Drehmulde in Arbeitsphase /               



Easy access engine bonnet / Motorhaube für vereinfachte Wartung /            



ROPS-FOPS canopy (for on road use also) / Schutzdach ROPS-FOPS mit Strassenzulassung /        

GENERAL FEATURES

- Tracked dumper with hydrostatic transmission having 2 independent circuits with variable displacement axial piston pump and two speeds axial piston motor for each track.
 - Machine with two speeds with electric selection.
 - The hydrostatic pumps are operated by means of pilot assisted levers.
 - Central driving seat at rear side of the machine, cushioned and adjustable, with easy access from both sides.
 - Counter-rotation of the tracks.
 - Mechanical parking brake with negative control.
 - Chassis with modular structure composed of a tractor unit set up on a unified frame apt to receive various attachments. Undercarriage with oscillating rollers and rubber tracks, suitable for high speed. The considerable ground clearance allows the easy motion even on dirt patches and on rough terrains.
 - The battery is placed under the engine cover.
 - Machine fitted with proper lifting points.
 - The engine, considerably oversized for the features of the machine, is placed under a big bonnet, tiltable, allowing an easy and comfortable access to all the components of the transmission, of the engine and of the hydraulic system for a quick and safe maintenance of the machine.
 - As optional fitting, the machine can be equipped with an hydraulic P.T.O. with delivery of 20 L/min at 170 bar pressure.
- TCH-1500/C:** Loading body with hydraulic lifting on the three sides, moved by a single lever. The high front dumping angle permits a perfect unloading even on slopes. The selection of the dumping side is obtained by manually moving the proper pin. Internal dimensions of the body 1500x1000x350 mm.
- TCH-1500/BT:** Hydraulically swivelling 180° trilateral unloading dumper body. Rotation blocking valve. Its round shapes are particularly suitable for the handling of aggregates, earth and other waste materials.
- TCH-1500/MT-MTP:** Loading body with small front door with automatic opening/locking, which can be easily removed. Its round shapes are particularly suitable for the handling of aggregates, earth and other waste materials. The loading shovel, assembled on the body, permits any manoeuvre in full security and the complete filling of the body.
- TCH-1500/BE:** Concrete mixer with adjustable rotating speed to optimise the mixture. Hydraulic dumping to get a complete unloading. The selfloading shovel, joined with the drum lifting frame, enables to easily and quickly fill the drum.
- TCH-1500/AV-AVP:** High tip dumping body with scissors lifting system. The tipping height of 1,9 m permits to unload also in large containers and trucks.

Data, features and illustrations are not binding and may be altered without any notice.

GENERELLE EIGENSCHAFTEN

- Raupentransporter mit hydrostatischem Getriebe mit zwei unabhängigen Kreisläufen mit Axialkolbenpumpe und variablem Hubraum. Hydraulischer Motor mit Axialkolben und zwei Hubräume je Raupen.
 - Zwei Geschwindigkeiten; elektrisch wählbar.
 - Hydrostatische Pumpen mit Servolenkung.
 - Sitzplatz des Maschinenführers hinten in zentraler Lage positioniert, amortisierter und regulierbarer Sitz; beidseitiger Zutritt.
 - Hydrostatische Lenkung mit der Möglichkeit einer Gegenlenkung auf der eigenen Achse.
 - Mechanische Stillstandbremse mit negativem hydraulischen Kommando.
 - Fahrgestell mit modularer Struktur. Der Antrieb ist direkt auf dem Fahrgestell installiert und es kann mit verschiedenen Ausrüstungen ausgestattet werden. Der Unterwagen ist mit schwingenden Rollen und mit Gummiraupen (für hohe Geschwindigkeit geeignet) ausgestattet. Die beachtenswerte Höhe vom Boden erlaubt eine freie Bewegung auch auf sehr unebenen Grundstücken.
 - Die Batterie befindet sich unter der Motorhaube.
 - Die Maschine ist mit Aufhängen ausgestattet.
 - Der Motor, sehr überdimensioniert was die Eigenschaften der Maschine anbelangt, befindet sich unter einer großen Schutzhaube, aufklappbar, welche einen einfachen und bequemen Zugang zu all den Getriebeteilen, Motor, Hydraulischer Anlage, für eine gerechte und sichere Wartung, zulässt.
 - Der hydraulische Nebenantrieb gilt als Zubehör (Foerderleistung 20 L/min., Druck 170 bar).
- TCH-1500/C:** Der hydraulisch hebbarer Dreiseitenkipper wird durch einen einzigen Hebel betätigt. Der hohe vordere Kippwinkel erlaubt eine hervorragende Entladung sogar Bergaufwärts. Die Ausladungrichtung wird durch eine gezielte Bolzenbetätigung bestimmt. Innenmasse Dreiseitenkipper 1500x1000x350 mm.
- TCH-1500/BT:** Die Hebung und Drehung der Drehmulde (dreiseitige Entladung; auf 180°) erfolgt hydraulisch. Blockierungsventil der Drehung. Die abgerundeten Formen sind für die Verladung von Erde und verschiedenem Material besonders geeignet.
- TCH-1500/MT-MTP:** Die Pritsche mit vorderer Klappe (automatische Öffnung und Schließung) kann bei Bedarf sehr leicht abmontiert werden. Die abgerundeten Formen sind für die Verladung von Erde und verschiedenem Material besonders geeignet. Die Ladeschaufel, einteilig mit der Pritsche, erlaubt eine sichere Steuerung und eine komplette Füllung der Pritsche.
- TCH-1500/BE:** Mit Betonmischer ausgestattet. Die Drehgeschwindigkeit ist regulierbar um eine optimale Mischung zu erzielen. Hydraulische Hebung des Betonmischers um eine immer sichere und komplette Ausschüttung zu erlauben. Die Ladeschaufel, einteilig mit der Hebestruktur des Betonmischers, erlaubt dessen bequeme und sichere Beladung.
- TCH-1500/AV-AVP:** Mit einer Pritsche mit frontaler Aufladung und Entladung und mit variabler Höheneinstellung ausgestattet. Die Struktur mit Scherenhebung (Hebung bis 1,9m) erlaubt auch Entladungen auf Container und LKW's von grossen Dimensionen.

Daten, Eigenschaften und Abbildungen sind unverbindlich und können jederzeit verändert werden.

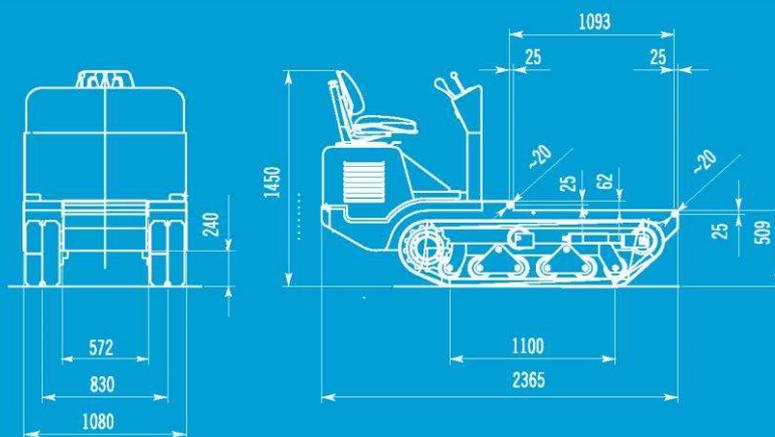
ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

- Гусеничный самосвал гидростатической трансмиссией, имеющей 2 независимых контура, поршневой гидронасос с переменной производительностью и двухступенчатые поршневые гидромоторы на каждую гусеницу.
 - Машина имеет две скорости движения, переключаемые электрическим селектором.
 - Гидростатические насосы управляются посредством сервопривода через двойстики.
 - Место водителя расположено сзади по центру машины, оснащено регулируемым сиденьем и свободным выходом в обе стороны.
 - Гидростатическое регулирование (возможностью переключения по осям).
 - Механический стояночный тормоз с гидравлической блокировкой для стоянки на крутых уклонах; когда рычаги управления - двойстики - отключены, чтобы избежать случайного маневрирования.
 - Шасси с модульной структурой, состоящее из основной единицы - трактора, на который по необходимости монтируются различные агрегаты. Ходовая часть с колеблющимися осями и резиновыми гусеницами, приспособлена для высокой скорости движения. Значительная высота шасси позволяет легко двигаться даже на участках грязи и грубых ландшафтах.
 - Аккумуляторная батарея расположена под капотом двигателя.
 - Надлежащим образом спроектированная кинематика позволяет производить загрузку и выгрузку из любого транспорта.
 - Двигатель, обладающий значительным запасом мощности для всех видов работ, помещен под большим капотом, который открывает легкий и удобный доступ ко всем компонентам трансмиссии, двигателя и гидравлической системы для быстрого и безопасного обслуживания машины.
 - Как опция, машина может быть оборудована гидравлическим отбором мощности с подачей 20 литров в минуту при давлении 170 бар, который может быть установлен даже после покупки машины.
- TCH-1500/C:** Бункер с разгрузкой в 3 направлениях, управляемый гидравликой. Высокий угол подъема позволяет производить разгрузку бункера даже на уклонах. Выбор стороны разгрузки осуществляется вручную путем перемещения соответствующего штифта. Внутренние размеры бункера: 1500x1000x350 мм.
- TCH-1500/BT:** Бункер, управляемый гидравликой, вращается на 180°. Установлен клапан блокировки вращения. Округлые формы бункера хорошо подходят для обработки грунта и мусора.
- TCH-1500/MT-MTP:** Загрузочный ским с небольшой фронтальной заслонкой автоматически открывающейся и закрывающейся, которая может быть легко демонтирована. Округлые формы скапа особенно подходят для загрузки грунта и мусора. Заслонка, установленная на скиме, позволяет безопасно осуществлять любой маневр при полной загрузке.
- TCH-1500/BE:** Миксер с регулируемой скоростью вращения. Оснащен гидропроксидами телом для полной разгрузки и загрузочным скимом.
- TCH-1500/AV-AVP:** Бункер с подъемным механизмом типа "ножницы" позволяет разгружаться на высоте до 1,9 м, что соответствует высоте борта больших контейнеров и грузовиков.

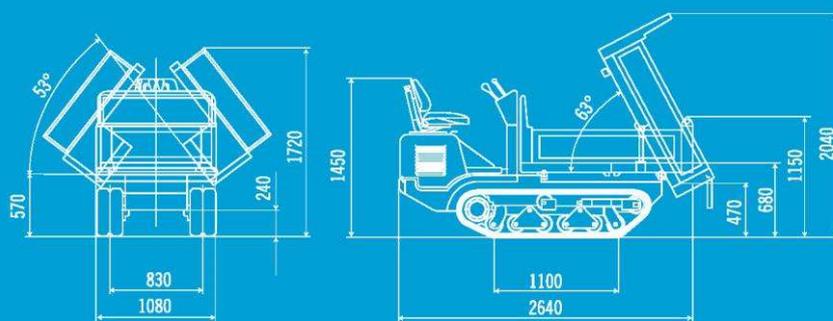
Технические данные и иллюстрации могут быть изменены без уведомления.

TECHNICAL DATA / TECHNISCHE DATEN / ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ					
Undercarriage weight Gewicht Unterwagen Вес транспорта без кузова	Kg 860				
Operational weight with/without shovel (with operator on board) Eigengewicht mit/ohne Schaufel (mit Maschinenführer) Эксплуатационный вес (с оператором)	Kg 1180	Kg 1280	Kg 1135 / 1280	Kg 1450	Kg 1420 / 1560
Payload capacity Max. Nutzlast Полезная вместимость	Kg 1500	Kg 1500	Kg 1500	Kg 1500	Kg 1000
Skip capacity: struck/heaped (SAE norms) - output Ladekapazität: Fassungsvermögen ebenvoll/gehäuft (SAE Norm) Емкость бункера: уплотненный/горой (нормы SAE)	m ³ 0.52 / 0.69	m ³ - / 0.82	m ³ - / 0.80	m ³ - / 0.36	m ³ - / 0.65
Loading shovel capacity Belastbarkeit der Selbstladeschaufel Вместимость кома (загрузочного совка)	/	/	Kg/m ³ 210 / 0.13	Kg/m ³ 120 / 0.07	Kg/m ³ 210 / 0.13
Diesel engine (type and model) Diesel Motor (Hersteller und Modell) Дизельный двигатель (тип)	Kubota D902				
Max power at 3200 rpm Max. Leistung bei 3200 rpm Максимальная мощность при 3200 об/мин.	HP/KW 20,3/15,2	HP/KW 20,3/15,2	HP/KW 20,3/15,2	HP/KW 20,3/15,2	HP/KW 20,3/15,2
Displacement Hubraum Смещение	cm ³ 898				
Cylinders Zylinder Цилиндры	3	3	3	3	3
Cooling Kühlung Охлаждение	water wassergekühlt Вода	water wassergekühlt Вода	water wassergekühlt Вода	water wassergekühlt Вода	water wassergekühlt Вода
Battery Batterie Аккумуляторная батарея	n° 1 12 V - 60 Ah				
Hydrostatic transmission Hydrostatisches Getriebe Гидростатическая трансмиссия	●	●	●	●	●
Axial pistons pump with variable cubic capacity Axialkolbenpumpe, mit variablem Hubraum Поршневой гидронасос с переменной производительностью	l/min. 28 x 2				
Utilities gear pump Zahnradpumpe Вспомогательный шестеренчатый насос	l/min. 20 x 1				
Max working pressure Max. Druck Максимальное рабочее давление	bar 170				
N. 2 motion speed with electric switch: I and I RM / II and II RM Nr. 2 Fortbewegungsgeschwindigkeiten, elektrisch wählbar, I + I RM / II + II RM 2 скорости движения с электрическими переключателями: I и I RM / II и II RM	Km/h 0 - 4 Km/h 0 - 7.5				
Steering through independent tracks Lenkungs-system mit unabhängige Raupen Регулирование через независимые гусеницы	●	●	●	●	●
Rubber tracks tensioning spring type + adj. screw Gummiraupenspannung, Feder + Registrierungsschraube Натяжитель гусениц пружинного типа с регулировочным винтом	●	●	●	●	●
Track width Raupenbreite Ширина гусениц	mm 230				
Specific ground pressure: empty / loaded Bodendruck: im Leerzustand / beladen Давление на грунт: пустой / загруженный	Kg/cm ² 0.20 / 0.47	Kg/cm ² 0.22 / 0.49	Kg/cm ² 0.22 / 0.49	Kg/cm ² 0.28 / 0.51	Kg/cm ² 0.27 / 0.44
Max gradient capability Max. befahrbare Steigung Максимальный допустимый угол	% 62	% 62	% 62	% 62	% 62
REFUELLING / TANKEN / ДОЗАПРАВКА					
Fuel tank capacity (Diesel) Inhaltskapazität des Kraftstoffbehälters Емкость топливного бака (дизель)	lt 24				
Hydraulic oil tank capacity Inhaltskapazität des Hydraulikölbehälters Емкость бака для гидрожидкости	lt 25				

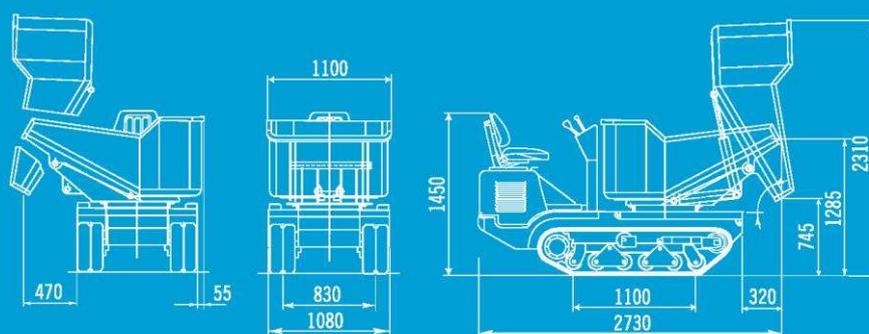
TCH-1500



TCH11500/C

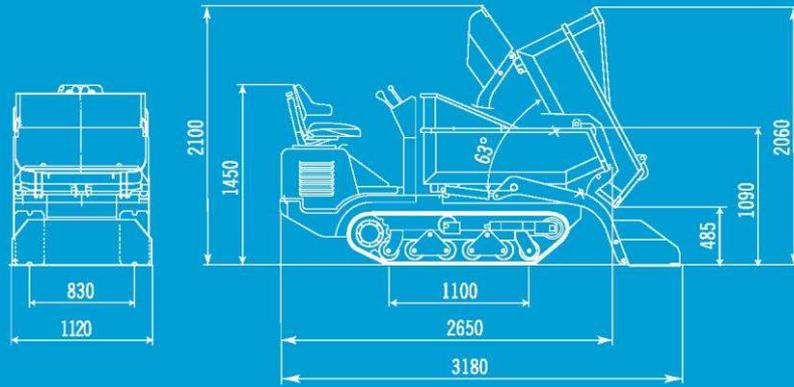


TCH-1500/BT

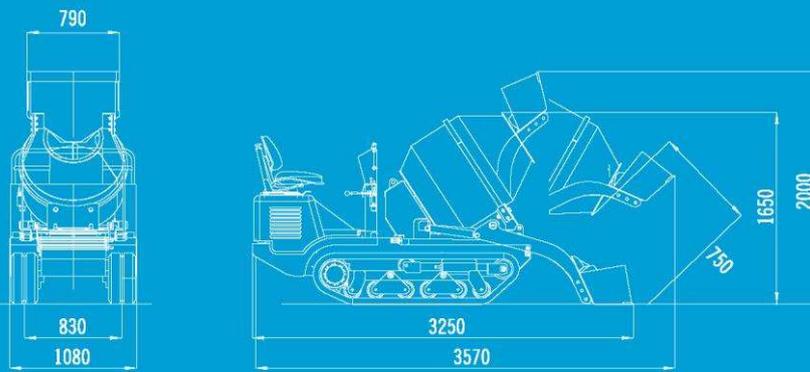


OVERALL DIMENSIONS - ABMESSUNGEN - ОБЩАРИТНІЕ РАЗМЕРИ

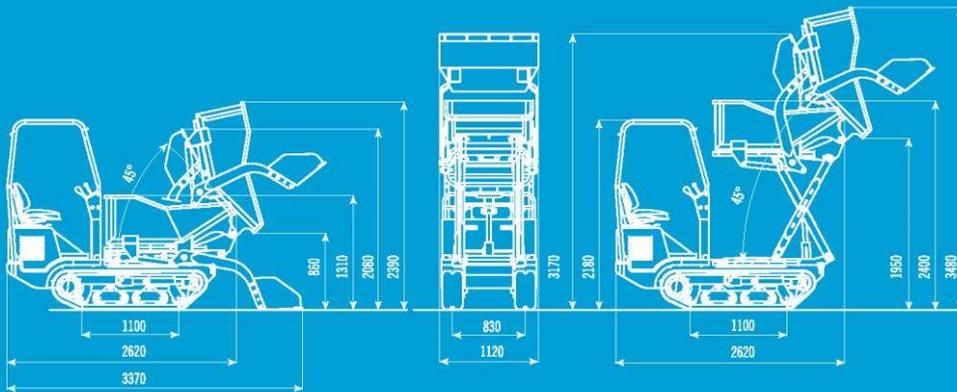
TCH-1500/MT - MTP



TCH-1500/BET



TCH-1500/AV - AVP



OVERALL DIMENSIONS - ABMESSUNGEN - ОБЩИЕ РАЗМЕРЫ



VIA ARCEVIESE, 44 - 60010 CASINE DI OSTRA - ANCONA - ITALY - TEL. +39 071 688771 - FAX +39 071 688586 - messersi@messersi.it - www.messersi.it

05/02/2018

— Correio

Fwd: Information request on Messersi TCH-1500 BET

Jorge Fernandes < >

sex: 02-02-2018 15:13

Para: Marco António Martins Peixoto < >;

Cc: Ricardo Mateus < >;

1 anexos (2 MB)

TCH1500_in-te-ru_sep.pdf;

Caro Marco,

Já temos resposta da Messersi.
Já coloquei o PDF no e-mail na pasta dos equipamentos.

Abraço,
Jorge Fernandes



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

www.rever.pt | www.facebook.com/iniciativarever

Begin forwarded message:

From: Jorge Fernandes < >
Subject: Fwd: R: Information request on Messersi TCH-1500 BET
Date: 2 February 2018 at 15:11:21 GMT
To: jepfernandes < >

----- Mensagem encaminhada de Messersi Export Department < > -----
Data: Fri, 2 Feb 2018 15:51:08 +0100
De: Messersi Export Department < >
Assunto: R: Information request on Messersi TCH-1500 BET
Para: Jorge Fernandes < >

Enclosed the leaflet.

The fuel tank is for about 7-8 hours of work, so that you can calculate the consumption.

<https://outlook.office.com/owa/?realm=uminho.pt>

1/3

05/02/2018

— Correo

Regards

Marco Grucci

Export Department



Messersì S.p.A.

Via Arcevese, 44 - 60010 Casine di Ostra (AN) - ITALY

tel. 0039-071-688771 - fax 0039-071-688586

e-mail Internet www.messersi.it

Youtube [Messersì](#) - Facebook [Messersì](#)



Il contenuto di questa e-mail e degli eventuali allegati, è strettamente confidenziale e riservato al destinatario. Se avete ricevuto per errore questo messaggio, Vi preghiamo di segnalarcelo immediatamente e di cancellarlo. È fatto divieto di copiare e divulgare il contenuto di questa email. Si informa che per l'esercizio dei diritti previsti dall'art. 7, D.lgs. 196/2003, è possibile rivolgersi al seguente indirizzo email: messersi@messersi.it

The content of this e-mail and of any possible attachment, is strictly confidential and directed to the recipient only. If you have received this mail owing to a mistake or any similar cause, we ask you to inform us immediately and to cancel the message. It is forbidden to copy and diffuse the content of this message. We inform you that, to exercise the rights of art. 7, D.lgs. 196/2003, it is possible to refer to messersi@messersi.it

Da: Jorge Fernandes

Inviato: venerdì 2 febbraio 2018 15:32

A: Messersì Export Department

Oggetto: Information request on Messersì TCH-1500 BET

Good afternoon,

My name is Jorge. I would like to know the average fuel consumption of the Messersì TCH-1500 BET. I am developing an LCA study for a company that uses this equipment in their production unit. I have searched on your website, but the data sheets do not show this specific information.

Thank you for your attention and looking forward to your reply.

Best regards,
Jorge Fernandes

----- Fim de mensagem reenviada -----

<https://outlook.office.com/owa/?realm=uminho.pt>

2/3

05/02/2018

– Correio

<https://outlook.office.com/owa/?realm=uminho.pt>

3/3

Europaletes de madeira



The work of the of the European Pallet Association, its National Committees and licensees forms the stable basis for the successful, open pallet pool and enables the global exchange of EPAL load carriers. There are more than 450 million EPAL pallets in circulation around the globe that are used throughout the sector and it would be impossible to imagine industry and logistics without them. Their meticulous adaption to the needs of the market has enabled the alignment of nearly all warehouse and transport systems throughout Europe to the standard dimensions. Constant quality assurance and high quality materials ensure trouble-free, safe performance for users and loading. Their multiple use saves a considerable amount of environmental and economic resources.

Facts & figures

Materials: 11 boards of quality timber, 9 wood-chip or solid wood blocks, 78 nails. Produced according to the EPAL Technical Regulations.

Length	800 mm
Width	1,200 mm
Height	144 mm
Weight	Approx. 25 kg
Safe working load	1,500 kg

When stacking laden pallets on a solid, even surface, the bottommost pallet must not exceed a load of max. 5,500 kg.

Markings



EPAL in oval on the left and right corner block (since 08/2013)



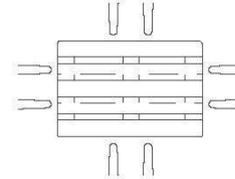
IPPC symbol, country code, registration number of the national plant protection authority, heat treatment, licence number-year-month on the central block



EPAL control staples

Handling

4-sided accessibility with chamfered lower edge boards on both sides enables highly efficient handling during production, storage and transportation all the way along the supply chain. Compatible with all (conventional) standard load carriers, industrial trucks and warehouse systems.



Quality control



Quality is the key criterion for the reliable, safe deployment of EPAL Euro pallets within the supply chain of international companies. The open pool of EPAL Euro pallets is the only pool around the globe which undergoes regular independent quality inspections by one of the most renowned inspection companies in the world, Bureau Veritas.

ISPM 15



Compliance with the ISPM 15 standard is the most essential condition for the unrestricted use of load carriers in the international movement of goods. All EPAL Euro pallets are therefore produced according to the stringent specifications of the IPPC and can thus be deployed around the globe. Local plant protection agencies will provide information on the countries that recognise the IPPC standard.

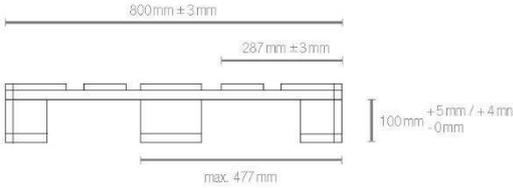
Repair



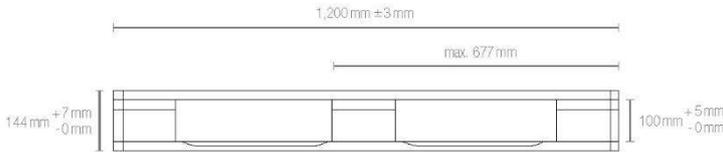
Damaged EPAL Euro pallets can be repaired cost effectively and in a climate-friendly manner by all EPAL-licensed pallet repair operations. Following the quality-assured repair, EPAL Euro pallets repaired according to standard receive a repair nail bearing the "EPAL" trademark and the licence number of the repair operation.

PE 05/2015 GB

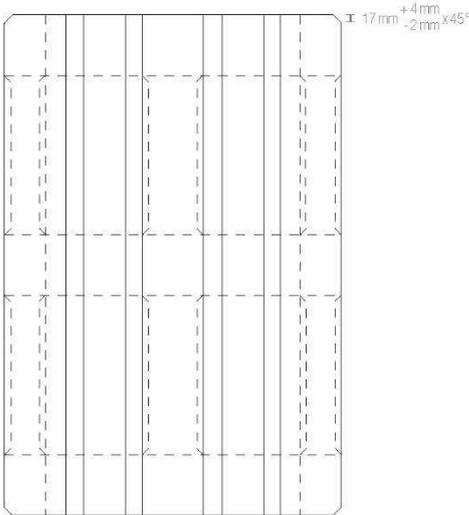
800 mm side



1,200 mm side



Top view



18.05/2016 GB

Manitou MT 1235 S

MANISCOPIC

MT 1235
双桥臂



- Maximum lifting height : 12 m
- Capacity : 3500 kg
- Maximum forward reach : 8.36 m
- Torque convertor
- Hydraulic stabilizers

 **MANITOU**

MT 1235 S/ST

 **Lifting capacity**3500 kg
at 500 mm from forks heels.
Tipping load at maximum reach :1460 kg
Tear out force with bucket
to ISO 83137000 daN

 **Lifting height** :12 m
Times : unladen / loaded (in s)
Lifting10.8/11.2
Lowering7.3/7
Simultaneous extension 1st and 2nd booms...22.6/22.9
Simultaneous retraction 1st and 2nd booms...17.4/16.7
Time unladen (in s)
Crowd4.3
Dump3.4

 **Tyres**
400/80 - 24 TL 156 B

 **Forks (mm)**
Length1200
Width x thickness125 X 45
Maximum distance between forks1040
Carriage rotation124°

 **Multidisc brakes - hydraulically assisted on both axles**

 **PERKINS Engine**
Type1104D-44T/1104D-44TA
Capacity4 cylindres - 4400 cm³
Power (ISO/TR 14396) S :70 kW/95 HP
at 2200 rpm ST :74.5 kW/101 HP
Maximum torque S :392 Nm at 1400 rpm
ST :410 Nm at 1400 rpm
Direct Injection
Water Cooling

 **Transmission**Torque convertor
Electro-hydraulic reversing shift
4 speeds forward and reverse
Maximum travel speed25 km/h

 **Hydraulics**
Lifting/tilting pump
gear type:260 bars/105 l/mn
Flow divider with priority to steering and brakes

 **Capacities**
Cooling system18.5 l.
Engine oil10.5 l. (Turbo 11 l.)
Hydraulic oil120 l.
Transmission oil16 l.
Fuel tank135 l.

 **Weight unladen (with forks)**8960 kg
Overall width2.40 m
Overall height2.57 m
Turning radius (outside wheels)4.15 m
Overall length5.59 m
Ground clearance0.45 m
Drawbar pull7500/8600 daN

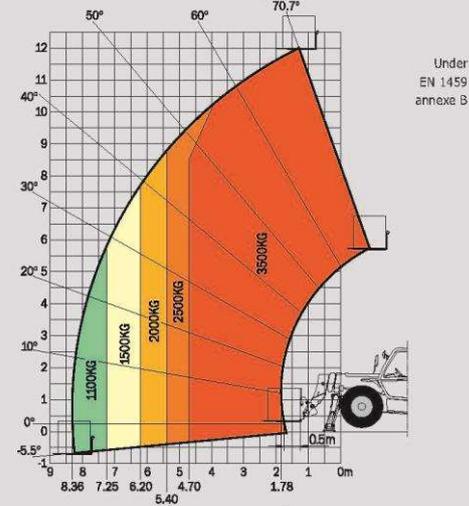
This publication in no way constitutes an offer and the company reserves the right to alter specification without prior notice.
The MANITOU models presented in this brochure can be supplied complete with optional equipment attachments.
PATENT'S FR 93 14367 - EP 0 656 315 US PENDING



MANITOU DE SA
B.P. 249 - 44158 Ancenis Cedex - France
Tel. : 33 2 40 09 10 11 / Export Department Fax : 33 2 40 09 10 97
www.manitou.com

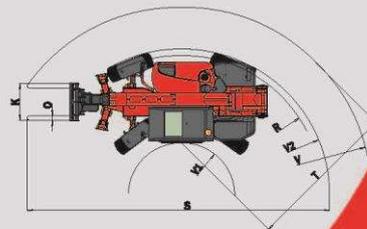
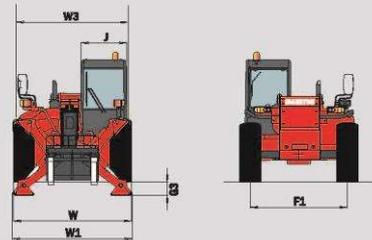
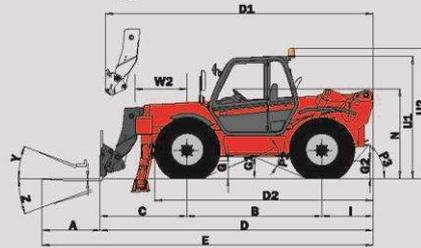
700024EN B - 02/08 - 81.202/ind. D

Reach at maximum height : 1.5 m



A	1200
B	2770
C	1770
C1	1850
D	5590
D1	5670
D2	4405
E	6790
F	1990
F1	1990
G	450
G1	445
G2	450
G3	275
I	1050
J	950
K	1040
L	45
N	1850
O	125
P2	43,5°
P3	40°
R	3950
S	8513
T	3920
U1	2575
U2	2755
V	5390
V1	1470
V2	4158
W	2405
W1	2320
W2	1125
W3	2035
Y	12°
Z	112°

mm



Capacidade do balde

CBC 900 L 2450 - 654470 ▾

Comprimento	1.03 m	3'4"
Largura	2.45 m	8'0"
Altura	0.81 m	2'8"
Peso	410 kg	903 lb
Capacidade	900 l	237 gal
Número de dentes		8

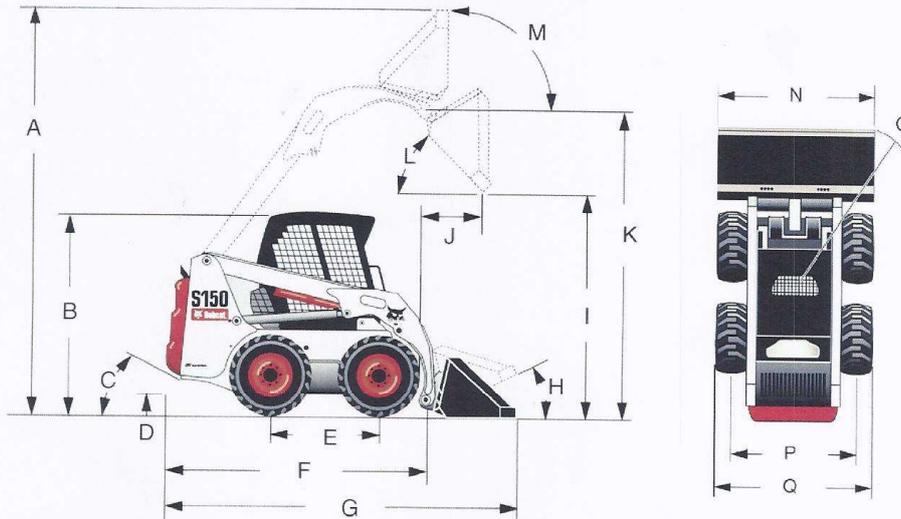
Máquinas compatíveis

Empilhadores telescópicos

- MLT 635-130 PS+
- MLT 737-130 PS+
- MLT 840-115 PS
- MLT 840-145 PS
- MLT 845 100 H
- MLT 845 120
- MT 732 Easy
- MT 932 Easy
- MT 1135
- MT 1135 HA Easy
- MT 1335
- MT 1435 easy
- MT 1440 HA
- MT 1440 A
- MT 1440 Easy
- MT 1840 HA
- MT 1840 A
- MT 1840

S150 SKID-STEER LOADER SPECIFICATIONS

DIMENSIONS



A) Operating Height	148.0" (3759 mm)	N) Width (over bucket)	
B) Height with Operator Cab	76.3" (1938 mm)	62" Bucket	62.0" (1575 mm)
C) Angle of Departure	23°	68" Bucket	68.0" (1727 mm)
D) Ground Clearance	7.5" (191 mm)	74" Bucket	74.0" (1880 mm)
E) Wheelbase	40.6" (1030 mm)	O) Turning Radius with Standard Bucket	82.4" (2093 mm)
F) Length without Attachment	101.8" (2586 mm)	Rear Clearance of Machine	62.2" (1579 mm)
G) Length with Standard Bucket	130.3" (3309 mm)	P) Wheel Tread	
H) Rollback @ Carry Position	26°	10-16.5	55.1" (1400 mm)
I) Dump Height with Standard Bucket	86.5" (2197 mm)	10-16.5 with offset rims	48.5" (1232 mm)
J) Dump Reach @ Maximum Height	18.13" (461 mm)	31.5x13-16.5	58.4" (1483 mm)
K) Height to Bucket Hinge Pin	114.5" (2908 mm)	Q) Width (over tires)	
L) Dump Angle @ Maximum Height	44°	10-16.5	66.0" (1676 mm)
M) Rollback Fully Raised		10-16.5 with offset rims	60.0" (1524 mm)
@ Maximum Height	92°	31.5x13-16.5	71.6" (1818 mm)
Carry Position	9.0" (229 mm)		

PERFORMANCE

Rated Operating Capacity (SAE J732)	1500 lbs. (680 kg)
Rated Operating Capacity with Counterweight option	1600 lbs. (726 kg)
Tipping Load (SAE)	3101 lbs. (1407 kg)
Operating Weight (SAE)	5935 lbs. (2692 kg)
Travel Speed	7.3 mph (11.8 km/hr)
Lift Breakout Force (SAE)	3200 lbs. (1451 kg)
Tilt Breakout Force (SAE)	3050 lbs. (1383 kg)
Push Force	3950 lbs. (1792 kg)

ENGINE/ELECTRICAL

Make/Model	Kubota/V2403-MDI-E3
Fuel/Cooling	Diesel/Liquid
Horsepower (SAE Gross)	49 HP (36 kW)
Maximum Governed RPM	2700 RPM
Torque (SAE Net)	109.6 ft–lbs. (148,60 Nm) @ 1650 RPM
Number of Cylinders	4
Displacement	148.5 cu. in. (2,4 L)
Bore/Stroke	3.43/4.03 in. (87/102 mm)
Fuel Consumption	1.8 gph (6,8 L/h)
	Estimated fuel consumption is based on testing by Bobcat Company in high duty cycle digging applications.
Lubrication	Gear Pump Pressure
Crankcase Ventilation	Closed, breathing
Air Cleaner	Dry replaceable paper cartridge with safety element
Ignition	Compression (Diesel)
Engine Coolant	Propylene glycol/water mix (53%-47%) with freeze protection to -34 °F (-37 °C)
Starting Aid	Glow plugs
Alternator	90 amps; ventilated with internal regulator
Battery	12 volt; 600 cold cranking amps @ 0 °F (-18 °C); 115 minute reserve capacity @ 25 amps
Starter	12 volt, gear reduction type; 3.62 HP (2,7 kW)

HYDRAULIC SYSTEM

Pump Type	Engine driven, gear type
Pump Capacity	Standard..... 16.9 GPM (64 L/min) @ 3135 RPM
System Relief @ Quick Couplers	3300 PSI (228 Bar)
Hydraulic Filter	Full flow replaceable, 3 micron synthetic media element
Hydraulic Cylinders	Double-acting; Tilt cylinders have cushioning feature on dump
Control Valve	3-Spool, open center type with spring detent on lift. Electric solenoid valves for auxiliary
Fluid Type	Bobcat Hydraulic/Hydrostatic Fluid (P/N 6563328) Motor oil is not an acceptable alternative fluid
<i>Bore Diameter</i>	
Lift Cylinder (2)	2.50 in. (63,5 mm)
Tilt Cylinder (2)	2.75 in. (69,8 mm)
<i>Rod Diameter</i>	
Lift Cylinder (2)	1.50 in. (38,1 mm)
Tilt Cylinder (2)	1.375 in. (34,9 mm)
<i>Stroke</i>	
Lift Cylinder (2)	23.67 in. (601 mm)
Tilt Cylinder (2)	13.19 in. (335,0 mm)
<i>Hydraulic Function Times</i>	
Raise Lift Arms	3.3 Seconds
Lower Lift Arms	2.2 Seconds
Bucket Dump	2.5 Seconds
Bucket Rollback	1.9 Seconds

DRIVE SYSTEM

Main Drive Fully hydrostatic, 4-wheel drive
 Transmission Infinitely variable tandem hydrostatic piston pumps,
 driving two fully reversing hydrostatic motors
 Final Drive Chains Pre-stressed #80 HSOC endless roller chain (no master link)
 and sprockets in sealed chaincase with oil lubrication
 (Chains do not require periodic adjustments)
 Two chains per side with no idler sprocket
 Axle Size 2.00 in. (50,8 mm), heat treated
 Wheel Bolts (8) 9/16 in. wheel bolts fixed to axle hubs

CAPACITIES

Fuel Tank 24 gals. (90,8 L)
 Cooling System without heater 11.0 qts. (10,4 L)
 Engine Oil with Filter 9.5 qts. (9,0 L)
 Hydraulic Reservoir 4.8 gals. (18,2 L)
 Hydraulic/Hydrostatic System 8.5 gals. (32,2 L)
 Transmission (Final Drive) 9 gals. (34,1 L)

CONTROLS

Vehicle Steering Direction and speed controlled by two hand levers
 Loader Hydraulics
 Lift & Tilt Controlled by separate foot pedals or optional Advanced Control System (ACS)
 or optional Selectable Joystick Controls (SJC)
 Front Auxiliary (Std.) Controlled by electrical switch on Right Hand steering lever
 Rear Auxiliary (Opt.) Controlled by electrical switch on Left Hand steering lever
 Auxiliary Pressure Release Pressure is relieved through the coupler block, push in and hold for five seconds
 Engine Hand lever throttle; key-type starter switch and shutdown
 Starting Aid Glow Plugs – automatically activated by Standard or Deluxe Instrument Panel
 Service Brake Two independent hydrostatic systems controlled by two hand operated
 steering levers
 Secondary Brake One of the hydrostatic transmissions
 Parking Brake Mechanical disc, hand operated rocker switch on dash panel

SERVICEABILITY

Access is available to the following through the rear door/tailgate and rear screen:

- Air cleaner
- Alternator
- Battery
- Cooling system (radiator and hydraulic oil cooler) for cleaning
- Engine oil and fuel filters
- Engine oil drain and dipstick
- Fuel fill
- Hydraulic oil fill
- Starter

Axle hubs provide protection for the axle seals
 Bobtach pivots have replaceable wear bushings
 Easy access to all lift arm grease points
 Rod end of the tilt cylinder has a replaceable bushing
 Tailgate has an optional lock for vandal proofing
 Tailgate is equipped with door stop to hold door open while servicing
 Tip-up operator cab gives access to certain hydraulic system components

Tarifas de água para o concelho de Serpa para o ano de 2016



MUNICÍPIO DE SERPA
TARIFAS ÁGUA; ÁGUAS RESIDUAIS; RESÍDUOS URBANOS
ANO DE 2016

Situação Atual

1. Durante um longo período de 15 anos o Município de Serpa manteve quase inalteradas as tarifas de água, saneamento e resíduos;
2. O município de Serpa tem em vigor, até ao final de 2015 um sistema tarifário caracterizado por:
 - a) Água:
 - i. Existência de 6 escalões na tarifa variável de água para consumidores domésticos, inexistência de tarifa fixa e não aplicação de taxa de recursos hídricos;
 - ii. Existência de escalões únicos na tarifa variável mas diferenciados por tipo de consumidor não-doméstico, inexistência de tarifa fixa e aplicação de taxa de recursos hídricos.
 - b) Saneamento:
 - i. Aplicação de dois escalões de tarifas fixas idênticas para consumidores domésticos e não-domésticos, inexistência de tarifa variável e de taxa de recursos hídricos;
 - c) Resíduos Urbanos:
 - i. Aplicação de tarifa fixa diferenciada por domésticos e não-domésticos e de tarifa variável com escalão único e idêntico a todos os consumidores
3. Em termos globais e apesar das limitações e insuficiências que ainda se registam na contabilidade de custos os sistemas de água, saneamento e resíduos apresentam um défice anual próximo dos 1,8 milhões de euros, com uma taxa de cobertura, conforme quadro seguinte:

Grau de Cobertura de Gastos		
Indicador QS	Cobertura dos Gastos Totais	Valor
AA06b	Abastecimento	0,44
AR05b	Saneamento	0,09
RU06b	Resíduos	0,29
Cobertura dos Gastos Totais por Via Tarifária		Valor
	Abastecimento	0,44
	Saneamento	0,01
	Resíduos	0,29

4. Nos últimos anos tem vindo a ser publicada diversa legislação qua altera substancialmente o modo de intervenção autárquica em matéria de águas saneamento e resíduos, legislação que restringe significativamente o grau de autonomia por força dos poderes atribuídos à entidade reguladora.

MUNICÍPIO DE SERPA - Contribuinte n.º 501 112 049
CÂMARA MUNICIPAL DE SERPA - Praça da República 7830-389 SERPA
TEL. 284540100 / 284540106 – FAX 284544721
E- MAIL: geral@cm-serpa.pt

Enquadramento para a situação futura

5. O Decreto-Lei n.º 194/2009, de 20 de agosto, estabelece o regime jurídico dos serviços municipais nestas matérias.
6. Na sequência desta legislação foi publicado o Decreto-Lei n.º 277/2009, de 2 de outubro, cujo conteúdo corresponde aos estatutos da ERSAR, estabelecendo designadamente a competência para supervisionar a avaliação tarifária das entidades gestoras.
7. No quadro das suas atribuições a ERSAR iniciou um processo de recomendações (Recomendação 1/2010) para a formulação dos tarifários de abastecimento de água (AA), serviços de águas (AR) e residuais e resíduos urbanos (RU), recomendando uma série de critérios a considerar no estabelecimento das tarifas.
8. Em 2011 foi publicada a Portaria n.º 34/2011, 13 de janeiro que veio impor o conteúdo mínimo dos regulamentos dos serviços de AA, AR e RU.
9. Entretanto em 2010 o município integrou com mais duas dezenas de municípios a parceira Pública entre o Estado e as Autarquias para a água e saneamento através da criação da empresa Águas Públicas do Alentejo.
10. A integração nos sistemas em alta (Resíduos em 2002, água e Saneamento em 2010) teve como consequência um substancial crescimento da despesa orçamental com estes serviços.
11. A Lei de Finanças Locais, Lei n.º 73/2013, atribui à entidade reguladora (ERSAR) a responsabilidade pela verificação de disposições relativas aos preços dos serviços prestados em matéria de abastecimento de água, águas residuais e resíduos urbanos.
12. A referida Lei n.º 73/2013, que entrou em vigor a 1 de janeiro de 2014, estabeleceu que os preços a praticar em matérias de AA, AR e RU **são previamente** remetidos à ERSAR para emissão de parecer no que repeta à sua conformidade com as disposições legais e regulamentares em vigor.
13. A referida conformidade com a Lei centra-se no artigo 82º, da Lei da Água, segundo o qual o regime tarifário visa assegurar tendencialmente e em prazo razoável (já decorreram 5 anos desse prazo) a recuperação do investimento deduzido da percentagem das participações a fundo perdido e assegurar a manutenção, reparação e renovação de todos os bens e equipamentos afetos ao serviço e o pagamento de outros encargos.
14. Em 2014 foi publicada a Lei n.º 10/2014, de 6 de março, que aprovou o novo estatuto da ERSAR, cujo conteúdo essencial consiste na alteração do poder desta entidade cujas recomendações passam de orientadoras a vinculativas, passando esta entidade a regulamentar, avaliar e auditar a fixação e aplicação das tarifas nos sistemas de titularidade municipal, nomeadamente emitindo pareceres, propostas e recomendações, nos termos definidos na legislação e na regulamentação aplicáveis.
15. É nosso entendimento que o carácter vinculativo das recomendações da ERSAR se encontra ferido de inconstitucionalidade, por ignorar o princípio da autonomia do poder local, pelo que, como adiante veremos existem recomendações que a autarquia se recusa a aceitar.

IMP/CGO.566/01 - 20-04-2012



16. Neste quadro foi publicada a deliberação ERSAR 928/2014, de 15 de abril, que aprovou o Regulamento tarifário do serviço de gestão de resíduos urbanos, tornando obrigatória a partir de 2015 a estrutura tarifária aí definida, segundo a qual não é possível aplicar escalões à tarifa de Resíduos Urbanos quando indexada ao consumo de água, passando assim a existir um único escalão para todos os consumidores.
17. Tendo presente o atrás referido, nomeadamente quanto à obrigação de aprovar e publicar novos regulamentos, cujo conteúdo mínimo se encontra definido em termos legais, o Município de Serpa tem em fase de conclusão a aprovação dos novos regulamentos tarifários para a água, águas residuais e resíduos urbanos.
18. No ofício de setembro de 2015, a ERSAR comunicou aos municípios que estes deveriam enviar para parecer os sistemas tarifários a aplicar em 2016, disponibilizando para o efeito a aplicação de formação de tarifários para 2016.
19. Esta aplicação operacionaliza o envio à ERSAR da informação sobre os tarifários a aplicar aos serviços regulados (abastecimento de água, saneamento de águas residuais e gestão de resíduos urbanos) para emissão de parecer por parte desta entidade.
20. A submissão dos dados deveria ter ocorrido até ao dia 15 de outubro, sendo posteriormente prorrogada para 31 de outubro, de modo a que o novo sistema tarifário entre em vigor em 1 de janeiro.
21. No cumprimento da Lei n.º 73/2013 e dos poderes da entidade reguladora o Município submeteu a parecer a proposta trifária para 2016, aguardando-se neste momento a sua validação, bem como da publicação das recomendações.
22. Contudo, face aos “testes de conformidade” poderemos desde já adiantar que as recomendações incidirão sobre os seguintes fatores:
- a) Os sistemas tarifários deverão garantir a recuperação tendencial dos custos, adotando a gradualidade que for considerada aceitável, sem prejuízo da garantia de acessibilidade económica aos respetivos serviços;
 - b) No seguimento desta orientação a ERSAR publicou as normas de acessibilidade ao próximo Quadro Comunitário de Apoio para financiamento de investimentos em matéria de água, saneamento e resíduos, fixando que as tarifas deve cobrir, até 2017, 90% dos custos;
 - c) Como adiante veremos esta é uma situação perfeitamente insustentável e injustificável;
 - d) A fundamentação da proposta de atualização dos tarifários tem por base orçamentos separados por centros de custo - AA, AR, RU, matéria que é cumprida por exigência do preenchimento do próprio modelo de formulação tarifária;
 - e) Aferição do sistema tarifário quanto às categorias de consumidores (domésticos e não domésticos) aos escalões para os domésticos (águas e saneamento e escalão único nos RU desde que indexados ao consumo de água) e um único escalão para os não-domésticos que deverá corresponder ao terceiro escalão dos domésticos;

IMP/ID0.566.01. 20-04-2012



- f) Critérios e amplitude das tarifas sociais para famílias de baixo rendimento, pretendendo impor em matéria de resíduos que “o tarifário social dirigido aos consumidores domésticos só possa ser aplicado em situação de carência económica comprovada perante o sistema de segurança social”, matéria que rejeitamos por violar as atribuições e competências do município consagradas na Lei n.º 75/2013.
- g) E ainda outras cujo conteúdo aguardamos aquando da validação da proposta tarifária.
23. Na base de todo este processo, e conforme já referido, o Município concluiu, em 2015, o processo de revisão dos respetivos regulamentos. Processo que evidencia a postura do Município de resistência ao processo em curso, onde se evidencia a não-aceitação de alguns dos conteúdos emitidos pela ERSAR no seu parecer.
24. Face ao exposto nos pontos anteriores e tendo presente os regulamentos aprovados pelo Município é inevitável vir aplicar novos sistemas tarifários que, embora se enquadrem nos critérios impostos pela legislação, se afastam, ainda assim, dos níveis e critérios contidos na recomendação da ERSAR, mantendo a autonomia do Município nesta matéria, cujo pilar essencial assenta nos interesses da população, procurando assim impedir quer a imposição arbitrária da ERSAR, cujo peso é excessivo, quer a perda de independência e capacidade do Município cujo resultado final consistiria na facilitação para a tão desejada privatização do sistema. Por outro lado a manutenção da atual situação constitui um fator de insustentabilidade para as finanças municipais.
25. Antes de mais importa avaliar o conteúdo das regras definidas pelo Município e sua comparação com as recomendações e imposições da ERSAR, destacando-se, entre elas:
- a) Número de escalões e intervalo entre cada escalão. O regulamento municipal definiu 4 escalões para consumos domésticos conforme os recomendados pela ERSAR
- b) Não-aceitação de um único escalão para os consumidores não-domésticos, impondo-lhe o tarifário correspondente ao 3º escalão doméstico [15 a 25 m³], pelo que a proposta mantém dois escalões para os consumidores não-domésticos, de modo a que a tarifa dos primeiros 50 m³ corresponda a uma tarifa de 70% da praticada no 1º escalão;
- c) Introdução de escalões progressivos para a tarifa variável do saneamento, o que permitirá iniciar um processo progressivo de recuperação dos custos neste setor. Definindo o regulamento que o volume de águas residuais corresponde a 90% do volume de água e que a tarifa variável corresponde a 80% da tarifa de água, mas considerando que este objetivo deve ser atingido durante o período de convergência, pelo que a tarifa no 1º ano corresponderá apenas a 50% da tarifa variável de água.
- d) Definição do acesso ao tarifário social de modo muito mais amplo do que o definido pela ERSAR, quer quanto ao universo de consumidores abrangidos, quer quanto à dimensão da redução tarifária definida;
- e) Definição do acesso ao tarifário social não-doméstico de modo muito mais amplo do que o definido pela ERSAR, quer quanto ao universo de consumidores abrangidos, quer quanto à dimensão da redução tarifária definida;

- f) É ainda introduzida a proposta da tarifa de resíduos urbanos, associada ao consumo de água, ter como limites máximos 25 m³ para os consumidores domésticos e 50 m³ para consumidores não-domésticos;
- g) Finalmente, por imposição da lei, são introduzidas as taxas de recursos hídricos e taxa de gestão de resíduos, cujas receitas se destinam ao Estado.
- 26.A proposta tarifária visa atingir no limite de 5 anos uma relação com o Rendimento Disponível das Famílias de 1%, para um consumo de 120 m³ /ano, apresentando para o ano de 2016 um valor de 0,84% conforme quadro seguinte:

Valor Anual para consumo de 120 m ³ de água		
AA	79,80€	0,39%
AR	44,40€	0,22%
RU	48,00€	0,23%
		0,84%

- 27.Nesse sentido a proposta de tarifário que a seguir se apresenta tem por referência a aprovação dos novos regulamentos e de alterações ao sistema tarifário conducentes a alcançar os objetivos anteriormente apresentados.
- 28.O novo sistema tarifário permitirá reduzir o défice do conjunto dos sistemas para cerca de 1,1 milhões de euros.
- 29.Assim, e tendo em conta o atrás definido, a Câmara Municipal de Serpa, ao abrigo do artigo 21º, da Lei n.º 73/2013, de 3 de setembro, fixa para o ano de 2016 o seguinte tarifário:

ÁGUA	
Consumidores Domésticos	
- Tarifa Fixa (por cada 30 dias)	
Calibre <= 25 mm	- 1,2500€
Calibre > 25mm	- 2,5000€
- Tarifa Variável	
0 a 5 m ³	- 0,3600€
6 a 15 m ³	- 0,7200€
16 a 25 m ³	- 1,3700€
> 25 m ³	- 3,8000€
Consumidores Não-Domésticos	
- Tarifa Fixa (por cada 30 dias)	
Calibre <= 25 mm	- 2,5000€
Calibre > 25mm	- 5,0000€
- Tarifa Variável	
1 a 50 m ³	- 1,3700€
> 50 m ³	- 0,9500€

MUNICÍPIO DE SERPA - Contribuinte n.º 501 112 049
 CÂMARA MUNICIPAL DE SERPA - Praça da República 7830-389 SERPA
 TEL. 284540100 / 284540106 - FAX 284544721
 E-MAIL: geral@cm-serpa.pt

h

Tarifário Social Doméstico	
- Tarifa Fixa (por cada 30 dias)	
Isento	
- Tarifa Variável	
1 a 15 m ³	- 0,3060€
16 a 25 m ³	- 1,1645€
> 25 m ³	- 3,2300€
Tarifário Social Não-Doméstico (Instituições)	
- Tarifa Fixa (por cada 30 dias)	
Fixa	- 1,7500€
- Tarifa Variável	
1 a 50 m ³	- 0,9590€
> 50 m ³	- 0,5000€
ÁGUAS RESIDUAIS	
Consumidores Domésticos	
- Tarifa Fixa (por cada 30 dias)	
Único	- 1,0000€
- Tarifa Variável [(consumo correspondente a 90% do consumo de água (numero inteiro por defeito))]	
0 a 5 m ³	- 0,1800€
6 a 15 m ³	- 0,3600€
16 a 25 m ³	- 0,6850€
> 25 m ³	- 1,9000€
Consumidores Não-Domésticos	
- Tarifa Fixa (por cada 30 dias)	
Único	- 2,0000€
- Tarifa Variável [(consumo correspondente a 90% do consumo de água (numero inteiro por defeito))]	
1 a 50 m ³	- 0,6850€
> 50 m ³	- 0,4000€
Tarifário Social Doméstico	
- Tarifa Fixa (por cada 30 dias)	
Isento	
- Tarifa Variável [(consumo correspondente a 90% do consumo de água (numero inteiro por defeito))]	
1 a 15 m ³	- 0,1530€
16 a 25 m ³	- 0,5823€
> 25 m ³	- 1,6150€
Tarifário Social Não-Doméstico (Instituições)	
- Tarifa Fixa (por cada 30 dias)	
Único	- 1,4000€

IMPR:000566.01 20-01-2012

7

- Tarifa Variável	
1 a 50 m3	- 0,4795€
> 50 m3	- 0,3000€

RESÍDUOS URBANOS	
Consumidores Domésticos	
- Tarifa Fixa (por cada 30 dias)	
Único	- 1,0000€
- Tarifa Variável (limite 25 m3 de água)	
Único	- 0,3000€
Consumidores Não-Domésticos	
- Tarifa Fixa (por cada 30 dias)	
Único	- 1,5000€
- Tarifa Variável (limite 50 m3 de água)	
Único	- 0,3000€
Tarifário Social Doméstico	
- Tarifa Fixa (por cada 30 dias)	
Isento	
- Tarifa Variável (limite 25 m3 de água)	
Único	- 0,2100€
Tarifário Social Não-Doméstico (Instituições)	
- Tarifa Fixa (por cada 30 dias)	
Único	- 0,7000€
- Tarifa Variável (limite 50 m3 de água)	
Único	- 0,2100€

30. Acresce que por imposição legal o município fica obrigado a repercutir sobre os consumidores as taxas de recursos hídricos e taxa de gestão de resíduos, que revertem a favor do Estado e para as quais calculamos os seguintes valores por m3 de água consumido:

- Taxa de Recursos Hídricos - 0,0120€
- Taxa de Gestão de Resíduos - 0,0175€

IMP100.566.01 - 20-04-2012

h

Tarifas de eletricidade para o ano de 2016



TARIFAS TRANSITÓRIAS DE VENDA A CLIENTES FINAIS EM PORTUGAL CONTINENTAL EM 2016

Desde de 1 de Janeiro de 2013, as tarifas de venda a clientes finais publicadas pela ERSE, para Portugal continental, passaram a ter um carácter transitório, sendo suscetíveis de revisão.

TARIFAS TRANSITÓRIAS DE VENDA A CLIENTES FINAIS A APLICAR PELOS COMERCIALIZADORES DE ÚLTIMO RECURSO AOS FORNECIMENTOS A CLIENTES FINAIS EM AT, MT E BTE EM PORTUGAL CONTINENTAL.

TARIFA TRANSITÓRIA DE VENDA A CLIENTES FINAIS EM AT		PREÇOS	
Termo tarifário fixo		(EUR/mês)	(EUR/dia) *
		73,93	2,4238
Potência		(EUR/MW.mês)	(EUR/MW.dia) *
Tarifa de longas utilizações	Horas de ponta	6,378	0,2091
	Contratada	0,870	0,0285
Tarifa de médias utilizações	Horas de ponta	6,181	0,2027
	Contratada	0,719	0,0236
Tarifa de curtas utilizações	Horas de ponta	12,528	0,4108
	Contratada	0,509	0,0167
Energia activa		(EUR/kWh)	
Tarifa de longas utilizações	Períodos I, IV	Horas de ponta	0,1206
		Horas cheias	0,0972
		Horas de vazio normal	0,0740
		Horas de super vazio	0,0622
	Períodos II, III	Horas de ponta	0,1196
		Horas cheias	0,0997
		Horas de vazio normal	0,0761
		Horas de super vazio	0,0696
Tarifa de médias utilizações	Períodos I, IV	Horas de ponta	0,1329
		Horas cheias	0,0994
		Horas de vazio normal	0,0746
		Horas de super vazio	0,0645
	Períodos II, III	Horas de ponta	0,1340
		Horas cheias	0,1026
		Horas de vazio normal	0,0779
		Horas de super vazio	0,0696
Tarifa de curtas utilizações	Períodos I, IV	Horas de ponta	0,1553
		Horas cheias	0,1136
		Horas de vazio normal	0,0751
		Horas de super vazio	0,0661
	Períodos II, III	Horas de ponta	0,1548
		Horas cheias	0,1133
		Horas de vazio normal	0,0779
		Horas de super vazio	0,0709
Energia reactiva		(EUR/kvarh)	
Indutiva		0,0255	
Capacitiva		0,0191	

TARIFA TRANSITÓRIA DE VENDA A CLIENTES FINAIS EM MT		PREÇOS			
Termo tarifário fixo		(EUR/mês)	(EUR/dia) *		
		47,33	1,5520		
Potência		(EUR/kW.mês)	(EUR/kW.dia) *		
Tarifa de longas utilizações	Horas de ponta	10,157	0,3330		
	Contratada	1,552	0,0509		
Tarifa de médias utilizações	Horas de ponta	10,236	0,3356		
	Contratada	1,461	0,0479		
Tarifa de curtas utilizações	Horas de ponta	15,030	0,4928		
	Contratada	0,624	0,0204		
Energia activa		(EUR/kWh)			
Tarifa de longas utilizações	Períodos I, IV	Horas de ponta	0,1368		
		Horas cheias	0,1074		
		Horas de vazio normal	0,0757		
	Períodos II, III	Horas de super vazio	0,0646		
		Horas de ponta	0,1397		
		Horas cheias	0,1096		
		Horas de vazio normal	0,0784		
		Horas de super vazio	0,0720		
		Horas de ponta	0,1429		
Tarifa de médias utilizações	Períodos I, IV	Horas cheias	0,1108		
		Horas de vazio normal	0,0770		
		Horas de super vazio	0,0657		
	Períodos II, III	Horas de ponta	0,1487		
		Horas cheias	0,1108		
		Horas de vazio normal	0,0808		
		Horas de super vazio	0,0720		
		Horas de ponta	0,2139		
		Horas cheias	0,1192		
Tarifa de curtas utilizações	Períodos I, IV	Horas de vazio normal	0,0810		
		Horas de super vazio	0,0721		
		Horas de ponta	0,2135		
	Períodos II, III	Horas cheias	0,1191		
		Horas de vazio normal	0,0815		
		Horas de super vazio	0,0758		
		Energia reactiva		(EUR/kvarh)	
		Indutiva		0,0277	
		Capacitiva		0,0208	

TARIFA TRANSITÓRIA DE VENDA A CLIENTES FINAIS EM BTE		PREÇOS	
Termo tarifário fixo		(EUR/mês)	(EUR/dia) *
		25,90	0,8492
Potência		(EUR/kW.mês)	(EUR/kW.dia) *
Tarifa de médias utilizações	Horas de ponta	15,491	0,5079
	Contratada	0,675	0,0221
Tarifa de longas utilizações	Horas de ponta	21,575	0,7074
	Contratada	1,521	0,0499
Energia activa		(EUR/kWh)	
Tarifa de médias utilizações	Horas de ponta	0,2192	
	Horas cheias	0,1296	
	Horas vazio normal	0,0903	
	Horas super vazio	0,0793	
Tarifa de longas utilizações	Horas de ponta	0,1581	
	Horas cheias	0,1251	
	Horas vazio normal	0,0834	
	Horas super vazio	0,0733	
Energia reactiva		(EUR/kvarh)	
	Indutiva	0,0331	
	Capacitiva	0,0252	

TARIFAS TRANSITÓRIAS DE VENDA A CLIENTES FINAIS A APLICAR PELOS COMERCIALIZADORES DE ÚLTIMO RECURSO AOS FORNECIMENTOS A CLIENTES FINAIS EM BTN > 20,7 kVA EM PORTUGAL CONTINENTAL.

TARIFA TRANSITÓRIA DE VENDA A CLIENTES FINAIS EM BTN (>20,7 kVA)		PREÇOS		
Potência		(kVA)	(EUR/mês)	(EUR/dia) *
Tarifa de médias utilizações	27,8	43,88	1,4386	
	34,6	54,68	1,7929	
	41,4	66,49	2,1472	
Tarifa de longas utilizações	27,8	136,20	4,4327	
	34,6	168,91	5,5379	
	41,4	202,61	6,6428	
Energia activa		(EUR/kWh)		
Tarifa de médias utilizações	Horas de ponta	0,3095		
	Horas cheias	0,1546		
	Horas de vazio	0,0866		
Tarifa de longas utilizações	Horas de ponta	0,2279		
	Horas cheias	0,1318		
	Horas de vazio	0,0799		

TARIFA TRANSITÓRIA DE VENDA A CLIENTES FINAIS EM BTN SAZONAL (>20,7 kVA)		PREÇOS		
Potência		(kVA)	(EUR/mês)	(EUR/dia) *
Tarifa tri-horária	27,8	28,90	0,9475	
	34,6	36,12	1,1843	
	41,4	43,33	1,4207	
Energia activa		(EUR/kWh)		
Tarifa tri-horária	Horas de ponta	0,3083		
	Horas cheias	0,1618		
	Horas de vazio	0,0857		

TARIFAS TRANSITÓRIAS DE VENDA A CLIENTES FINAIS A APLICAR PELOS COMERCIALIZADORES DE ÚLTIMO RECURSO AOS FORNECIMENTOS A CLIENTES FINAIS EM BTN ≤ 20,7 kVA E > 2,3 kVA EM PORTUGAL CONTINENTAL.

TARIFA TRANSITÓRIA DE VENDA A CLIENTES FINAIS EM BTN (<=20,7 kVA e >2,3 kVA)		PREÇOS	
Potência	(kVA)	(EUR/mês)	(EUR/dia) *
Tarifa simples, bi-horária e tri-horária	3,45	4,83	0,1584
	4,6	6,28	0,2058
	5,75	7,72	0,2531
	6,9	9,16	0,3003
	10,35	13,48	0,4419
	13,8	17,80	0,5835
	17,25	22,12	0,7251
	20,7	26,44	0,8668
Energia activa		(EUR/MWh)	
Tarifa simples <=6,9 kVA		0,1634	
Tarifa simples >6,9 kVA		0,1641	
Tarifa bi-horária <=6,9 kVA	Horas fora de vazio	0,1909	
	Horas de vazio	0,1002	
Tarifa bi-horária >6,9 kVA	Horas fora de vazio	0,1947	
	Horas de vazio	0,1010	
Tarifa tri-horária <=6,9 kVA	Horas de ponta	0,2169	
	Horas de cheias	0,1716	
	Horas de vazio	0,1002	
Tarifa tri-horária >6,9 kVA	Horas de ponta	0,2208	
	Horas de cheias	0,1747	
	Horas de vazio	0,1010	
TARIFA TRANSITÓRIA DE VENDA A CLIENTES FINAIS EM BTN SAZONAL (<=20,7 kVA)		PREÇOS	
Potência	(kVA)	(EUR/mês)	(EUR/dia) *
Tarifa simples	3,45	2,18	0,0707
	4,6	3,03	0,0992
	5,75	3,90	0,1278
	6,9	4,77	0,1563
	10,35	7,20	0,2360
	13,8	9,68	0,3175
	17,25	12,10	0,3968
	20,7	14,64	0,4800
Tarifa bi-horária e tri-horária	3,45	4,73	0,1551
	4,6	6,02	0,1974
	5,75	7,27	0,2384
	6,9	8,62	0,2826
	10,35	11,41	0,3740
	13,8	13,89	0,4554
	17,25	16,31	0,5348
	20,7	18,86	0,6183
Energia activa		(EUR/MWh)	
Tarifa simples <=6,9 kVA		0,1785	
Tarifa simples >6,9 kVA		0,1819	
Tarifa bi-horária <=6,9 kVA	Horas fora de vazio	0,2048	
	Horas de vazio	0,0996	
Tarifa bi-horária >6,9 kVA	Horas fora de vazio	0,2054	
	Horas de vazio	0,0996	
Tarifa tri-horária <=6,9 kVA	Horas de ponta	0,3316	
	Horas de cheias	0,1734	
	Horas de vazio	0,0996	
Tarifa tri-horária >6,9 kVA	Horas de ponta	0,3316	
	Horas de cheias	0,1756	
	Horas de vazio	0,0996	

TARIFAS TRANSITÓRIAS DE VENDA A CLIENTES FINAIS A APLICAR PELOS COMERCIALIZADORES DE ÚLTIMO RECURSO AOS FORNECIMENTOS A CLIENTES FINAIS EM BTN $\leq 2,3$ kVA EM PORTUGAL CONTINENTAL.

TARIFA TRANSITÓRIA DE VENDA A CLIENTES FINAIS EM BTN ($\leq 2,3$ kVA)		PREÇOS	
Potência	(kVA)	(EUR/mês)	(EUR/dia) *
Tarifa simples	1,15	2,54	0,0832
	2,3	4,48	0,1461
Energia activa		(EUR/MWh)	
Tarifa simples		0,1408	

Declaração de desempenho do tijolo cerâmico de 15 da PRECERAM



DECLARAÇÃO DE DESEMPENHO

Número: PR302015170610

1. *Código de identificação único do produto-tipo:* 30x20x15
2. *Utilizações previstas:* Tijolo cerâmico P, para utilização em alvenaria protegida não resistente, com exposição passiva e requisitos acústicos, térmicos e de resistência ao fogo
3. *Fabricante:* Preceram - Indústrias de Construção, S.A.
Travasso - Apartado 31
3101-901 Pombal – Portugal
4. *Sistema de AVR:* Sistema 4
5. *Norma harmonizada:* NP EN 771-1:2011+A1:2016
6. *Desempenho declarado:*

Características essenciais		Desempenho
Configuração		 Furação horizontal com estrias de reboco
Dimensões	<i>Comprimento</i>	290 mm
	<i>Largura</i>	146 mm
	<i>Altura</i>	189 mm
	<i>Tolerância</i>	T1
Massa volúmica bruta	<i>Valor</i>	625 kg/m ³
	<i>Categoria</i>	D1
Resistência à compressão	<i>Média</i>	≥ 1,5 N/mm ²
	<i>Categoria</i>	II
	<i>Orientação</i>	Perpendicular à face do leito
Teor de sais solúveis ativos	<i>Categoria</i>	S0
Reação ao fogo	<i>Euroclasse</i>	A1
Permeabilidade vapor de água	<i>Coefficiente de difusão</i>	5/10
Isolamento acústico		Ver configuração e massa volúmica bruta
Resistência térmica		0,42 m ² K/W
Durabilidade contra o gelo/degelo		Não destinado a ser exposto - F0
Substâncias perigosas		DND

7. *O desempenho do produto acima identificado está em conformidade com o conjunto de desempenho(s) declarado(s). Esta declaração de desempenho é emitida, nos termos do Regulamento (UE) n.º 305/2011, sob a exclusiva responsabilidade do fabricante acima identificado.*

Assinado por e em nome do fabricante por: João Mota (Administrador)

Pombal, 10-06-2017

Declaração de desempenho do tijolo cerâmico de 11 da PRECERAM



DECLARAÇÃO DE DESEMPENHO

Número: PR302011170610

1. *Código de identificação único do produto-tipo:* 30x20x11
2. *Utilizações previstas:* Tijolo cerâmico P, para utilização em alvenaria protegida não resistente, com exposição passiva e requisitos acústicos, térmicos e de resistência ao fogo
3. *Fabricante:* Preceram - Indústrias de Construção, S.A.
Travasso - Apartado 31
3101-901 Pombal – Portugal
4. *Sistema de AVR:* Sistema 4
5. *Norma harmonizada:* NP EN 771-1:2011+A1:2016
6. *Desempenho declarado:*

Características essenciais		Desempenho
Configuração		 Furação horizontal com estrias de reboco
Dimensões	Comprimento	290 mm
	Largura	106 mm
	Altura	189 mm
	Tolerância	T1
Massa volúmica bruta	Valor	654 kg/m ³
	Categoria	D1
Resistência à compressão	Média	≥ 1,5 N/mm ²
	Categoria	II
	Orientação	Perpendicular à face do leito
Teor de sais solúveis ativos	Categoria	S0
Reação ao fogo	Euroclasse	A1
Permeabilidade vapor de água	Coefficiente de difusão	5/10
Isolamento acústico		Ver configuração e massa volúmica bruta
Resistência térmica		0,29 m ² K/W
Durabilidade contra o gelo/degelo		Não destinado a ser exposto - F0
Substâncias perigosas		DND

7. *O desempenho do produto acima identificado está em conformidade com o conjunto de desempenho(s) declarado(s). Esta declaração de desempenho é emitida, nos termos do Regulamento (UE) n.º 305/2011, sob a exclusiva responsabilidade do fabricante acima identificado.*

Assinado por e em nome do fabricante por: João Mota (Administrador)

Pombal, 10-06-2017