



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Armando André Gonçalves Fontainhas

Calculadora da pegada de carbono

Calculadora da pegada de carbono

Armando Fontainhas

|

UMinho

março de 2022



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Armando André Gonçalves Fontainhas
(A81045)

Calculadora da pegada de carbono

Dissertação de Mestrado
Mestrado integrado em Engenharia e Gestão de
Sistemas de Informação

Trabalho efetuado sob a orientação do/da/de
Professor Doutor Filipe Miguel Lopes Meneses
Professora Doutora Rita Mafalda Dionísio Sousa

ÍNDICE

Lista de abreviaturas/Siglas.....	v
Lista de tabelas.....	vi
1. Enquadramento e objetivos.....	1
2. Estado da arte	3
2.1 Cálculo da pegada de carbono.....	5
2.2 Tecnologias de informação	12
2.2.1 O sistema Microsoft Dynamics 365 Business Central.....	13
2.2.2 Outros sistemas de informação	16
3. Conclusões e trabalho a decorrer	18
Bibliografia	19

LISTA DE ABREVIATURAS/SIGLAS

CO ₂ e	CO ₂ equivalentes
EIO-LCA	Environmental Input-Output Product Life-Cycle Assessment
EPA	Environmental Protection Agency
ERP	Enterprise Resource Planning
GEE	Gases de efeito de estufa
GHG	Greenhouse Gas
GPP	Green Power Partnership
GWP	Global Warming Potencial
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
JRC	European Commission's Joint Research Centre
kWh	kiloWatt-hora
LCA	Life-Cycle Assessment
O-LCA	Organizational Life-Cycle Assessment
OEF	Organizational Environmental Footprint
P-LCA	Product Life-Cycle Assessment
PEF	Product Environmental Footprint
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Comparação de ERPs	17
------------------------------------	----

1. ENQUADRAMENTO E OBJETIVOS

Estando cada vez mais a pegada de carbono a causar problema ao nosso planeta é crucial que as empresas e organizações consigam medir a quantidade de Gases de Efeito de Estufa (GEE) produzidos pelos seus produtos de modo a minimizá-las no futuro. As emissões de GEE não aparecem apenas nas indústrias, mas sim em todos os setores, desde a produção ao fabrico. Para um produto chegar ao seu estado final, já foram produzidos GEE na produção e transporte das matérias-primas, e depois de estar a peça vendida vão continuar a ser emitidos gases com a sua utilização.

Para o cálculo desta pegada existem várias metodologias, sendo que não é possível saber qual a mais correta nem qual a mais ecológica, mas todas servem para estimar valores de emissões de CO₂ para a atmosfera. No entanto cada vez mais as empresas começam a utilizar os dados das suas emissões para tentar tornarem-se mais ecológicas a longo prazo. Uma empresa tornando-se mais ecológica e amiga do ambiente, consegue atrair mais clientes e demonstrar o compromisso da organização com o ambiente por trabalhar com referenciais reconhecidos no mercado para além de conseguir reduzir os seus custos operacionais e obter mais vantagem competitiva e acessibilidade a novos mercados, e também melhorar a sua imagem em relação aos stakeholders. Mas esta não é a única razão pela qual as empresas tentam reduzir as emissões, pois o lado financeiro também tem uma grande influência nestas contas porque as emissões são taxadas, com uma taxa de carbono. Estes impostos, segundo Sarao (2020) sobre o carbono são vistos como uma forma de reduzir as emissões, tornando a economia mais eficiente, diminuir a dependência dos combustíveis fósseis estrangeiros para os países importadores, reduzir a poluição e as despesas governamentais. Na Suécia, segundo Andersson, et al. (2015) existe desde 1991 o imposto sobre o carbono e os preços têm subido constantemente, tendo começado em 29 euros e em 2014 já rondava os 125 euros.

Para a realização deste projeto, foi importante começar a perceber os conceitos de Gases de efeito de estufa (GEE) e quais seriam os mais importantes no cálculo da pegada de carbono, assim como os conceitos de emissões diretas e indiretas, Life-Cycle Assessment (LCA) que é o foco no ciclo de vida do produto, CO₂ equivalentes (CO₂e) que quer dizer que todos os

processos desde escavação de matérias-primas, transportes, consumo de energia, origem energética, fabrico, gestão de resíduos, viagens, etc., são convertido em CO₂.

Um exemplo de uma empresa que utiliza o Greenhouse Gas (GHG) Protocol é a Intel (2020), que já em 1994 tinha publicado um relatório ambiental voluntariamente. Em 2018 a empresa continuou a desenvolver os seus relatórios, o que levou a uma maior integração dos dados de responsabilidade empresarial nos seus relatórios anuais. Em termos climáticos a Intel tinha como objetivo para 2020 reduzir as suas emissões diretas em GEE em 10%, por unidade, quando em comparação com os níveis de 2010. A nível energético a Intel cumpriu os seus objetivos dois anos antes do previsto. Desde 2012, investiu mais de 200 milhões de dólares em mais de dois mil projetos de conservação de energia nas suas instalações por todo o mundo, o que resultou numa poupança cumulativa de 4 mil milhões de kilowatt-hora (kWh) de energia e mais de 500 milhões de dólares até ao final de 2018. No que diz respeito a energias verdes, a Intel é também um exemplo a ter em conta. Durante mais de uma década, a Intel tem sido um dos principais compradores empresariais voluntários de energia verde no programa Green Power Partnership (GPP) da US Environmental Protection Agency (EPA). No final de 2018, 100% da energia utilizada pela Intel no Estados Unidos e na Europa tinha proveniência em energias renováveis.

A HydraIT considera que o cálculo da pegada de carbono é um passo fundamental para as organizações aferirem o seu impacto no meio ambiente, sendo essencial para medir a eficácia das ações que tomam na procura de uma atividade mais sustentável, sendo por isto o objetivo da HydraIT, a criação de uma calculadora que consiga medir facilmente os GEE que cada peça produzida emite através das componentes usadas no fabrico e produção dos materiais dessa peça. O principal foco desta calculadora é ter em conta os dois primeiros âmbitos do GHG Protocol [Callahan, et al. 2011].

2. ESTADO DA ARTE

Este capítulo foca-se na revisão da literatura e na aprendizagem da tecnologia a utilizar. A calculadora da pegada de carbono é feita com base em inventários que são baseados nos inventários do IPCC, que é o órgão para avaliar a ciência relacionada com as alterações climáticas criado pela World Meteorological Organization (WMO) para fornecer aos decisores avaliações científicas sobre as alterações climáticas, suas implicações e potenciais riscos futuros, para apresentar estratégias de adaptação e mitigação.

As avaliações do IPCC são fundamentais para as negociações internacionais para enfrentar as alterações climáticas. Os relatórios IPCC são redigidos e revistos em várias fases, para garantir objetividade e transparência.

O IPCC revisita milhares de artigos científicos publicados anualmente para informar os decisores políticos sobre as alterações climáticas. O IPCC não faz a sua própria investigação, mas identifica onde existem acordos e diferenças na comunidade científica e onde é necessário aprofundar a investigação. Há uma Task Force do IPCC que desenvolver uma metodologia e software com acordos internacionais para o cálculo e comunicação de emissões e remoções de GEE nacionais que encoraja os países para a utilização dessa metodologia. Esta metodologia inclui a formulação dos fatores de emissão utilizados para ligar a emissão de um gás com efeito de estufa de uma determinada fonte à quantidade de atividade que causa essa emissão.

Para conseguir isto, foi feita uma pesquisa e análise de vários artigos científicos que permitiram perceber o conceito de pegada de carbono e de que forma esta pode ser calculada através da metodologia do GHG Protocol e também uma pesquisa sobre o Microsoft Dynamics 365 Business Central (2021) e os seus módulos, assim como os seus concorrentes.

A melhor maneira de perceber o impacto ambiental de uma empresa é através do inventário corporativo. O GHG Protocol foi concedido para as empresas de todas as dimensões em todos os setores económicos. Todas as empresas podem beneficiar da utilização desta norma para compreender melhor os inventários de GEE dos seus produtos.

O Microsoft Dynamics 365 Business Central (2021) é o software a ser utilizado nesta dissertação a pedido da HydraIT, de modo a integrar a calculadora, sendo que para isto foi realizada uma pesquisa para entender o seu funcionamento e também as suas limitações.

2.1 Cálculo da pegada de carbono

Segundo Tao, et al. (2014), o aquecimento global evoluiu para uma gama completa de questões políticas, económicas, sociais, tecnológicos e ambientais. Foram assinados acordos como a Convenção Quadro das Nações Unidas para as Mudanças Climáticas (UNFCCC) em 1992, o Protocolo de Quioto em 1997, e o mais relevante atualmente, o Acordo de Paris, em 2015, propostos por governos de modo a dar resposta ao aquecimento global.

Estes acordos têm por objetivo reduzir as emissões e perceber de que modo poderiam encontrar uma via de desenvolvimento com baixo teor de carbono. A pegada de carbono começou a ser comercializada e cada vez é mais usada para as empresas controlarem-se a elas mesmas e aos seus produtos no que diz respeito a reduzir emissões, tanto para satisfazer clientes como pedidos governamentais. Estas medições servem também para encorajar as empresas a melhorar a produção eficiente e reduzir o consumo de recursos e resíduos, promovendo assim a responsabilidade social das empresas e alcançar um desenvolvimento sustentável.

O mais importante a ter em conta são o tipo de gases de efeito de estufa, configurações do sistema, quantificação e pegada de carbono e tratamento das emissões específicas, quando se trata de organizações e de produtos.

Como a pegada de carbono foi comercializada e está a ser utilizada para as organizações se avaliarem a elas próprias e aos seus produtos, começou-se a desenvolver diretrizes legais para monitorizar esses cálculos, para que a análise da pegada de carbono das empresas e dos produtos seja incluída na fase da tomada de decisão das empresas. As organizações começaram a adotar medidas para a redução da pegada ir de encontro às expectativas dos consumidores ou dos pedidos de redução governamentais. Como existem tantas medidas e ferramentas para o problema do aquecimento global, é necessário realizar investigação sobre a pegada de carbono e as normas de avaliação no âmbito global [Tao, et al. 2014].

Finkenbeiner (2014), não se foca na pegada de carbono nem a pegada da água, mas sim em pegadas ambientais. A comissão da união europeia publicou os métodos da Pegada Ambiental do produto (PEF) e Pegada Ambiental da organização (OEF) e baseiam-se nos métodos existentes da avaliação do ciclo de vida. O objetivo era aumentar a comparabilidade entre produtos através da predefinição de requisitos para certos aspetos metodológicos. A PEF e a OEF foram desenvolvidas pelo European Commission's Joint Research Centre (JRC). Uma análise

ao PEF revela preocupações fundamentais na perspectiva da prática e ciência da avaliação do ciclo de vida. O propósito do PEF é um compromisso inteiramente novo e que atualmente está em conflito com a ISO 14044. Por isso, o PEF não contribui para a harmonização, mas sim para a confusão.

Os métodos propostos pela OEF e pela PEF não alcançam os objetivos que deveriam servir. Nas formas atuais e devido às falhas que apresentam, estas teorias apenas servem para prejudicar a ideia do LCA na política ambiental.

Algumas das melhorias mais urgentes para os métodos PEF e OEF são:

- Precisam de se comprometer em conformidade com os standards internacionais, especialmente a ISO 14044/44.
- Precisam de utilizar tecnologia acordada e testada internacionalmente.
- Precisa de utilizar categorias de impacto testadas e acordadas internacionalmente.
- Precisam de utilizar indicadores de categorias de impacto válidos cientificamente.
- Precisam de se abster de acrescentar requisitos irrealistas e custos para o LCA das empresas.

O foco de Blanco, et al. (2015) é no LCA e na maneira como pode ser também utilizado para nível organizacional e não só ao nível dos produtos. Daqui resulta o conceito de O-LCA (Organizational LCA) que foca na organização e na sua cadeia de valor e adota uma abordagem de ciclo de vida e avalia vários impactos ambientais. Este documento apresenta o quadro metodológico da O-LCA e foca-se na fase da delimitação do âmbito.

Nos métodos são discutidas as soluções adotadas para cada desafio ao adaptar o P-LCA (Product LCA) para as organizações. Esses elementos são analisados e contrastados com iniciativas de base como LCA standards, Organization Environmental Footprint and GHG Protocol. Posteriormente, ainda se apontam alguns desvios da ISO/TS 14072 que são propostos pelos autores e são ilustrados para melhor compreensão.

Nos resultados e discussão, os autores fazem uma abordagem em quatro fases, incluindo definição de objetivos e âmbitos, inventário, avaliação de impacto e interpretação. O P-LCA e o O-LCA são comparáveis, mas há algumas diferenças no que diz respeito ao âmbito, que é bastante relevante nas fases seguintes da O-LCA. No P-LCA a principal definição da unidade de análise é a função, enquanto o P-LCA é a organização e o seu portfólio. A organização deve ser descrita em termos de objeto de estudo e o período em que a organização é retratada.

Finalmente, são definidas as limitações do sistema estudado e as atividades da cadeia de valor da organização.

Para concluir, percebe-se que os princípios, requisitos e orientações da P-LCA aplicam-se à O-LCA e as principais diferenças situam-se ao nível da análise e definição de limitações. A O-LCA não está prevista para afirmações comparativas destinadas a ser divulgadas ao público ao contrário da P-LCA.

Segundo Wiedmann, et al. (2008), o termo "pegada de carbono" tornou-se muito popular nos últimos anos e cada vez mais se fala mais sobre isso na comunicação social. As alterações climáticas estão nos topos das agendas políticas e empresariais e por isso os cálculos de pegadas de carbono estão cada vez mais em voga. Há vários tipos de calculadoras, desde as mais básicas até às mais sofisticadas com análises do LCA ou com métodos input-output-based. Embora se use muito o termo pegada de carbono, falta ainda muita definição sobre o que é ao certo, pois ainda não há um conceito concreto.

O importante é que fique claro que a pegada de carbono inclui todas as emissões diretas e indiretas de CO₂, que seja utilizada uma unidade de medida de massa, e que não sejam incluídos outros gases com efeito de estufa. A metodologia mais completa é a input-output, a solução mais adequada para a avaliação de produtos ou serviços individuais é Hybrid-EIO-LCA, onde as análises do ciclo de vida são combinadas com a análise input-output. Nesta abordagem, são recolhidos dados de processo no local, de primeira e segunda ordem sobre os impactos ambientais do produto ou serviço em estudo, enquanto os requisitos de ordem mais elevada são cobertos pela análise de entradas-saídas.

Qualquer que seja o método utilizado para calcular as pegadas de carbono, é importante evitar a dupla contagem ao longo das cadeias de valor e dos ciclos de vida. Isto porque há implicações significativas nas práticas de comércio de carbono e compensação de carbono.

Para Carballo, et al. (2010) as pegadas de carbono fornecem informações relacionadas com emissões de gases com efeito de estufa do ciclo de vida dos produtos, identificando os pontos chave na cadeia de valor, riscos potenciais e oportunidades de melhoria.

Estes autores examinam como o método composto pelas demonstrações financeiras MC3 aborda os requisitos específicos relacionados com a avaliação das emissões de GEE dos produtos, apontando para a contribuição deste método para a avaliação da pegada de carbono dos produtos. A abordagem do MC3 foi reconhecida como uma metodologia para

avaliar e reduzir as emissões de GEE resultantes de empresas, no âmbito do acordo espanhol de redução voluntária de GEE.

O MC3 oferece diretrizes para a avaliação da pegada de carbono dos produtos que incluem requisitos específicos para questões como limites do sistema, limites temporais e definições dos objetivos. Todos os consumidores e organizações estão interessados em obter informações sobre a pegada de carbono dos produtos que produzem ou consomem, sendo por isso necessário padronizar os métodos para a pegada de carbono, mas nem sempre uma solução é ótima para todas as situações. O MC3 foi desenvolvido para ser um método simples e prático.

Posto isto, o MC3 prevê um método normalizado internacionalmente para a validação de emissões de GEE do ciclo de vida dos produtos contruídos com base nas orientações do life cycle assessment. O MC3 contém informação útil para o desenvolvimento sustentável, gestão de carbono das organizações sendo um método flexível e fácil de aplicar.

Desde o acordo de Paris os objetivos para reduzir as emissões de GEE e mitigar o aumento da temperatura na atmosfera estão cada vez mais em voga. Uma maneira de controlar as emissões e alcançar estas metas é a utilização do protocolo GHG. O objetivo deste estudo é avaliar criticamente os pontos fracos e fortes do protocolo com a utilização de um estudo de caso, sobre a Albany International AB [OLAUSSON, 2020]. Há certas questões e incertezas em torno da ferramenta criada, mas também na utilização do protocolo. Este protocolo inclui conversões de CO₂equivalentes, por taxas de conversão o que algumas vezes pode não ser muito precisas. Com isto, a Albany International consegue ter uma noção do que produz de GEE anualmente, o que faz com que a empresa ganhe mais consciente ambiental.

O maior problema deste protocolo é reportar o total das emissões devido a tantos fatores com diferentes taxas de conversão [OLAUSSON, 2020]. O protocolo a ser usado nesta dissertação é o Greenhouse Gas (GHG) protocol de Callahan, et al. (2011) que classifica as emissões de emissões de GEE em três scopes (âmbitos). Este foi o protocolo escolhido pois estabelece *frameworks* padronizadas globalmente para medir e gerir as emissões de GEE provenientes de operações do setor público e privado, cadeias de valor e ações de mitigações dos gases. As emissões de primeiro âmbito são emissões de fontes próprias e controladas. As emissões de âmbito 2 são emissões indiretas provenientes da produção de energia comprada. As emissões de âmbito 3 são todas as emissões indiretas que não são incluídas no âmbito 2 e

ocorrem na cadeia de valor da empresa, incluindo tanto as emissões derivadas como não derivadas do processo.

As empresas devem aplicar um fator de potencial de aquecimento global (global warming potencial ou GWP) de 100 anos aos dados de emissões e remoções de GEE para calcular os resultados do inventário em unidades de CO₂e. Devem ainda relatar a fonte e a data do fator GWP utilizado.

O GWP é uma métrica utilizada para calcular o impacto cumulativo da forçagem radiativa de GEE múltiplos de uma forma comparável. As emissões são multiplicadas pelos seus respectivos GWPs e assim ficam convertidas em CO₂e. As empresas devem usar os dados mais recentes fornecidos pelo IPCC para um período de 100 anos, pois é o mais usado por programas e políticas, por isso deve ser utilizado para calcular os resultados de stock nesse padrão.

As empresas devem quantificar e relatar os o inventário total resulta em CO₂e por unidade de análise, que inclui todas as emissões e remoções incluídas no limite de fontes biogénicas, fontes não biogénicas, e impactos da mudança de uso de solo.

Assim que os dados forem coletados, alocados e avaliada a sua qualidade, as empresas devem quantificar e relatar os resultados totais dos inventários em CO₂e por unidade e por unidade de análise.

Além dos resultados totais dos inventários, as empresas devem quantificar e relatar também a percentagem de resultados de stock por estágio de fim de vida; emissões biogénicas e não biogénicas e remoções separadamente; impactos da mudança de uso do solo e uma declaração de que a confidencialidade é uma limitação ao fornecimento desta informação.

Pelo contrário não devem ser incluídos fatores de ponderação atrasados, compensações nem emissões evitadas.

Como calcular o resultado dos inventários de certo produto segundo [CALLAHAN, et al. 2011]:

1. Escolhendo um valor de GWP: O funcionamento radiativo é uma função de concentração de GEE na atmosfera e porque a metodologia para calcular o GWP continua a evoluir, os fatores de GWP são reavaliados de alguns em alguns anos pelo IPCC. A tabela com os valores de GWP mais recentes pode ser encontrada no site do GHG Protocol [GHG Protocol, 2022].
2. Calcular CO₂e usando dados: É possível calcular o CO₂e para uma entrada, saída ou para um processo baseado em dados de uma atividade e GWP. Quando são recolhidos dados de processos ou de atividades financeiras, a equação básica para calcular o CO₂e é:

$$\text{Kg CO}_2\text{e} = \text{Activity Data (unit)} \times \text{Emission Factor [kg GHG/unit]} \times \text{GWP [kg CO}_2\text{e/kg GHG]}$$

Quando já foram recolhidos dados sobre emissões diretas, uma emissão fator não é necessário e a equação é:

$$\text{Kg CO}_2\text{e} = \text{Direct Emissions Data (kg GHG)} \times \text{GWP [kg CO}_2\text{e/kg GHG]}$$

Se estiverem disponíveis dados de emissões diretas e dados de atividade, as empresas podem encontrar vantagem em complementar e calcular em ambos os sentidos, com uma verificação cruzada. Quando o CO₂ é removido da atmosfera pelo produto durante a fase de utilização (ex: absorção de CO₂ por cimento), os dados dessa remoção podem aparecer sob a forma de uma taxa de remoção. No entanto, a forma mais típica de remoção de CO₂ atmosférico é devido à captação biogénica durante a fotossíntese. Neste caso, as empresas só conhecem a quantidade de carbono biogénico contido no material. Para converter isso para CO₂, a quantidade de carbono é multiplicada pela relação de pesos moleculares de CO₂ (44) e de carbono (12).

$$\text{Kg CO}_2\text{e} = \text{kg Biogenic Carbon} \times (44/12) \times \text{GWP [kg CO}_2\text{e/kg GHG]}$$

Em alternativa, as empresas podem querer somar todas as emissões e remoções por GHG por unidade de análise antes da aplicação o GWP. Esta abordagem é recomendada se as empresas desejarem ter a opção de reportar os resultados separadamente por GHG ou utilizando um valor de GWP diferente.

As empresas devem conhecer números significativos e regras de arredondamento ao calcular emissões e remoções, particularmente ao utilizar fatores de emissão de uma base de dados do ciclo de vida ou programa de software que calcula automaticamente as emissões quando os dados da atividade são dados como entrada. O número de valores significativos dos dados de emissão não deve exceder o dos dados da atividade ou fator de emissão com os valores menos significativos utilizados no cálculo.

3. Calcular os resultados totais dos inventários: Já tendo calculados os resultados do inventário em CO₂e, a empresa precisa de assegurar que todos os resultados sejam iguais tendo por base o fluxo de referência. Se esse fluxo for de 10 kg e os resultados do inventário são por kg de produto, todos os resultados necessitam de ser multiplicados por 10. O fluxo de referência representa assim a quantidade de produto necessária para cumprir a unidade dos resultados, tendo estes que ser somados para calcular o total de CO₂e/unidade de análise.

$$\frac{\text{Total CO}_2\text{e}}{\text{unit of analysis}} = \frac{\text{CO}_2\text{e Emissions (Biogenic)}}{\text{reference flow}} - \frac{\text{CO}_2\text{e Removals (Biogenic)}}{\text{reference flow}} + \frac{\text{CO}_2\text{e Emissions (non - Biogenic)}}{\text{reference flow}} - \frac{\text{CO}_2\text{e Removals (non - Biogenic)}}{\text{reference flow}} + \frac{\text{CO}_2\text{e Land Use change Impacts}}{\text{reference flow}}$$

O total de CO₂e/unidade de análise representa a quantidade de GEE equivalentes a CO₂ que entram na atmosfera como um resultado do cumprimento da função de um produto. Portanto as emissões são tratadas como valores positivos e as remoções como valores negativos.

Os impactos da alteração do uso de solo são incluídos no total de resultados do inventário se forem atribuíveis ao produto estudado. Se não houver impactos do uso de solo e não ocorrerem remoções durante o ciclo de vida do produto, os resultados totais do inventário são apenas as somas das emissões de CO₂e por fluxo de referência.

4. Calcular a percentagem dos resultados totais do inventário por fase do ciclo de vida

Os resultados do inventário por fase do ciclo de vida são calculados usando a mesma equação dada no passo 3 acima. Os impactos e remoções das alterações de uso de solo são incluídos na fase de aquisição e pré-processamento ou produção do material, dependendo da percepção da empresa relatora. Se as remoções forem suficientemente grandes para criar um impacto percentual negativo a partir dessa fase, isso deve ser assinalado no relatório de inventário

$$\text{Percentage per life cycle stage} = \frac{\text{CO}_2\text{e per life cycle stage}}{\text{Total CO}_2\text{e inventory results}} * 100$$

Assim, é possível perceber e calcular os resultados de inventários [CALLAHAN, et al. 2011].

O protocolo GHG é assim útil quando se trata de aumentar o conhecimento das suas emissões, embora existam muitas variáveis que não são muito viáveis, o que torna as emissões totais bastante difíceis de determinar.

Posto isto, podemos concluir que já temos ferramentas suficientes de modo a conseguir calcular a pegada de carbono de uma empresa, através dos Scopes 1 e 2 do GHG Protocol e já com conceitos metodológicos percebidos para facilitar a abordagem.

2.2 Tecnologias de informação

A HydraIT é uma empresa de comercialização de software e Enterprise Resource Planning (ERPs) com as suas soluções implementadas nos módulos desses ERPs. Cada vez está mais em voga o conceito da pegada de carbono e as empresas necessitam de uma maneira para a conseguir calcular, algo que para já está em falta para as empresas.

Nesta dissertação, o objetivo é implementar uma calculadora da pegada de carbono seja integrada no ERP Microsoft Dynamics 365 Business Central (2021). Para isso é necessário perceber o funcionamento dos seus módulos e as suas possíveis integrações, assim como as suas limitações. Posto isto, foi feita também uma pesquisa sobre ERPs concorrentes de modo a perceber em que módulos do Microsoft Dynamics 365 Business Central era mais ou menos adequado para a integração da calculadora.

Até este momento, o trabalho centrou-se em perceber, com pormenor, as características do ERP de forma a tornar fácil o processo de implementação e, acima de tudo, garantir que a sua implementação segue as melhores práticas dentro do modelo estruturado do ERP.

2.2.1 O sistema Microsoft Dynamics 365 Business Central

Para a Hydra, o BC (2022), o Microsoft Dynamics 365 Business Central é um ERP disponibilizado pela Microsoft que consiste num software complexo de gestão empresarial que agrega e controla vários processos de um negócio. A principal característica de um ERP é gerir as variadas áreas de atividade de uma empresa num só software, o que facilita o acesso e a partilha de informação entre os departamentos da empresa. Isto permite que a organização aumente a eficácia com tarefas e fluxos automatizados, permite uma visão integral do negócio e uma implementação flexível que funciona tanto na Cloud, como localmente e até em ambientes híbridos.

Algumas das funcionalidades desta solução:

- **Gestão Financeira e Contabilidade:** Permite conectar dados contabilísticos, compras, vendas, inventário e interações com o cliente para obter uma visão geral da empresa. Simplifica as contas a pagar e a receber e apura previsões financeiras que pode integrar num Excel.
- **Logística e Gestão de Stock:** Automatiza e protege a cadeia de fornecimento e recorre à inteligência para prever quando e o que reabastecer, com níveis de stock dinâmicos. Permite manter sempre a quantidade certa de stock através de cálculos automáticos e prazos de entrega. Fornece recomendações sobre quando efetuar pagamentos para beneficiar de descontos e evitar multas vencidas, permitindo assim maximizar margens de lucro.
- **Gestão do Cliente:** permite acompanhar todas as interações com cliente e fornece orientação sobre as melhores oportunidades em todo o ciclo de vendas. Aumenta a produtividade e acelera o processo de fecho e permite fazer a gestão das solicitações de serviços e processa pagamentos, a partir do Outlook. Facilita a visão geral das tarefas do serviço, trabalhos em curso e competências para atribuir recursos.
- **Gestão de processos:** facilita a criação, gestão e acompanhamento dos projetos dos clientes, o que ajuda a controlar orçamentos para garantir a rentabilidade dos projetos. Permite a gestão de recursos planeando capacidades e vendas; permite acompanhar a faturação dos clientes em relação aos custos planeados de pedidos e

cotações. Por fim facilita a análise do desempenho do projeto e ajuda na tomada de decisão com insights em tempo real sobre o estado do projeto.

- **Gestão de Recursos Humanos:** melhora as capacidades da força de trabalho. Permite a otimização da gestão de recursos humanos e disponibiliza um portal de comunicação a todos os colaboradores.
- **Gestão e controlo Operacional:** através de previsões de falhas e vendas de stock permite gerar automaticamente planos de produção e ordens de compra. Facilita a visão integrada do inventário para o cumprimento de pedidos. Facilita o acompanhamento de todas as transações e movimentos de itens. Permite calcular e otimizar a capacidade de produção e os recursos para melhorar o planeamento da produção e atender aos pedidos de clientes.
- **Gestão de dados pessoais:** protege os dados e garante a conformidade com o Regulamento Geral de Proteção de Dados (RGPD). Respeita a privacidade de clientes, concede acesso restrito a dados pessoais e protege os dados contra acessos não autorizados com a criptografia automática dos datacenters da Microsoft.

Para programar no Dynamics 365 Business Central, da Microsoft (2021), é necessário utilizar o Visual Studio Code (2022) com uma extensão chamada Application Language (AL) [Extensão AL, 2022]. Esta extensão é a linguagem de programação que é usada para manipular dados nas bases de dados do Dynamics 365 BC. Com AL, é possível criar regras de negócio para garantir que os dados armazenados na base de dados estão consistentes com a forma como os clientes fazem negócios. No Dynamics 365 Business Central há a possibilidade de criar uma SandBox (2022) que é um ambiente de isolado de uma instância de produção que serve para desenvolver, testar e fazer demonstrações sem afetar os dados de produção.

Esta extensão recolhe dados de telemetria, que são utilizados para ajudar a compreender como melhorar o produto. Por exemplo, os dados ajudam a depurar problemas, tais como falhas de compilador, tempos de compilação lentos e dar prioridade a novas funcionalidades, sendo que funciona de acordo com as configurações de telemetria do Virtual Studio Code.

O desenvolvimento da calculadora da pegada de carbono é um processo de criação de software pelo que passará, como é usual, por várias etapas:

- Levantamento de requisitos: perceber o problema que a calculadora vai resolver, quem a vai utilizar e porque que é necessário para as organizações.
- Análise de requisitos: engloba todas as tarefas que lidam com investigação, definição e âmbito de novos sistemas. É necessário perceber nesta altura como se vai responder a qualquer tipo de questões que possam aparecer no levantamento dos requisitos.
- Desenho de arquitetura da solução: é necessário desenhar como vai ser a arquitetura da solução de modo a ser perceptível como se vai implementar na SandBox. Esta fase requer uma representação visual de tudo, desde as funcionalidades da solução até aos componentes de hardware/software subjacentes
- Implementação: é a etapa mais longa e complicada de todo o processo. Vai ser preciso programar a solução de modo que fique utilizável. Nesta fase é implementado ainda na SandBox para mais tarde poder ser testado.
- Testes: Esta fase consiste em testar o sistema de todas as formas possíveis, desde testes de software, testes de acessibilidade, testes de funcionalidade, testes de sobrecarga, testes de segurança, testes de stress, entre outros.
- Implantação: corresponde ao esforço de passagem da solução desenvolvida sobre a Sandbox para o sistema de produção final.

2.2.2 Outros sistemas de informação

Há mais ERPs que possibilitam a integração da calculadora, sendo concorrentes do Dynamics 365 Business Central. Os ERPs mais parecidos com o Microsoft Dynamics 365 BC (2021) são o Oracle NetSuite (2022), o Sage Intacct (2022) e o SAP S/4HANA (2022).

Em Comparação ERPs (2022) encontramos uma tabela permite perceber a avaliação que foi feita das várias funcionalidades fornecidas por cada um (ver tabela 1). O Dynamics 365 BC apenas conta com 34 avaliações, enquanto o NetSuite conta com 1804, sendo o mínimo e o máximo desta lista.

	Dynamics 365 BC	Oracle NetSuite	Sage Intacct	SAP S/4HANA
<i>Star rating</i>	3,7	3,9	4,3	4,5
<i>Facilidade de utilização</i>	6,4	7,3	8,4	8,5
<i>Facilidade de instalação</i>	8,3	6,3	7,4	7,4
<i>Manutenção</i>	8,3	7,9	8,5	6,7
<i>Ferramentas de importação e exportação de dados</i>	8,6	8,4	8,7	6,3
<i>Integração de APIs</i>	8,5	8,2	9	7,1
<i>Customização</i>	8,4	8,6	8,6	6,5
<i>Desempenho e confiabilidade</i>	8,6	8	8,8	6,1
<i>Gestão de utilizadores, funções e acessos</i>	8,6	8,6	9	6,7

<i>Capacidade de fluxos de trabalho</i>	8,5	8,4	9	6,1
<i>Relatórios personalizados</i>	8,5	8,5	8,7	6,9
<i>Dashboards</i>	8,3	8,2	8,8	6,9

Tabela 1- Comparação de ERPs

Na tabela 1 podemos observar que os ERPs comparados são todos completos, apresentado inúmeros módulos, capacidade para interagir com outros sistemas, confiáveis, e podem ser customizados de forma a irem ao encontro das necessidades das empresas que atuam em diferentes áreas.

O Dynamics 365 BC apresenta uma grande facilidade para importar ferramentas e depois criar relatórios personalizados e *dashboards*. Um dos pontos fortes do Dynamics 365 é a sua flexibilidade, permitindo facilmente integrar e implementar outros serviços da Microsoft em nuvem, incluindo o Office 365, e pode ainda ser personalizado com Power BI e Power Apps. Podemos considerar que o Microsoft 365 Business Central é um dos melhores ERPs no mercado, devido às suas funcionalidades que permitem realizar desde inventários e faturação até gestão avançada de produtos, conseguindo assim adaptar-se a empresas e organizações de diferente natureza.

3. CONCLUSÕES E TRABALHO A DECORRER

À data deste documento foi realizada uma revisão de literatura de modo a compreender os conceitos sobre a pegada de carbono como os inventários IPCC, o MC3 e CO₂ equivalentes (CO₂e) e GEE. Foi necessária a leitura de vários artigos científicos para ajudar nesta área que era totalmente desconhecida. Após a leitura e percepção desses artigos o foco começou a ser nos ERPs que viriam a ser utilizados mais à frente de modo a compreender o que cada um deles faz e mais especificamente como funciona o Dynamics 365 Business Central que irá ser o utilizado. Foram estudados diversos módulos do Business Central para ser mais claro o seu funcionamento e como se iria implementar posteriormente a calculadora no ERP. Como complemento aos artigos, também foi realizada uma pesquisa sobre a pegada de carbono nas empresas e na roupa, assim como o modo de reduzir essa pegada e as vantagens que isso pode ter para as organizações.

Como trabalho futuro, vai-se proceder à implementação de um módulo de software, dentro do sistema Microsoft Dynamics 365 Business Central, para o cálculo da pegada de carbono dos produtos vendidos pela empresa que utilizará o ERP. Será um processo de desenvolvimento de software que incluirá a definição do algoritmo, a definição dos modelos de dados, a implementação da solução e, por fim, a realização de testes.

BIBLIOGRAFIA

- [Andersson, et al. 2015] → Andersson, Magdalena and Lovin, Isabella (2015) "Sweden: Decoupling GDP growth from CO2 emissions is possible", Worldbank. Disponível em: <<https://blogs.worldbank.org/climatechange/sweden-decoupling-gdp-growth-co2-emissions-possible>>. Acedido em: 16 de março de 2022.
- [Blanco, et al. 2015] → Martínez-Blanco, Julia, Atsushi Inaba, and Matthias Finkbeiner. "Scoping organizational LCA—challenges and solutions." *The International Journal of Life Cycle Assessment* 20.6 (2015): 829-841.
- [Callahan, et al. 2011] → Callahan, W., James Fava, S. A., Wickwire, S., Sottong, J., Stanway, J., & Ballentine, M. (n.d.). *Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard GHG Protocol Team*.
- [Carballo, et al. 2010] → Carballo, A. & Doménech, J. L., 2010. Managing the Carbon Footprint of Products: the Contribution of the Method Composed of Financial Statements (MC3). *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 15(9), pp. 962-969.
- [Comparação ERPs, 2022] → "Compare Microsoft Dynamics 365 Business Central, NetSuite, Sage Intacct, and SAP S/4HANA", G2, 2022. Disponível em: <https://www.g2.com/compare/microsoft-microsoft-dynamics-365-business-central-vs-netsuite-2020-02-04-vs-sage-intacct-vs-sap-s-4hana?category_id=634&company_segment=>>. Acedido em: 15 de fevereiro de 2022.
- [Extensão AL, 2022] → "Programming in AL", 2022. Disponível em: <<https://docs.microsoft.com/en-us/dynamics365/business-central/dev-itpro/developer/devenv-programming-in-al>>. Acedido em: 7 de março de 2022.
- [Finkbeiner, 2014] → Finkbeiner, M. Product environmental footprint—breakthrough or breakdown for policy implementation of life cycle assessment. *Int J Life Cycle Assess* 19, 266–271 (2014).
- [GHG Protocol, 2022] → "Product life cycle accounting and reporting standard", GHGProtocol, 2022. Disponível em: <<https://www.ghgprotocol.org>>. Acedido em: Acedido em: 7 de fevereiro de 2022.
- [Hydra, o BC, 2022] → "Microsoft Dynamics 365 Business Central", Hydra, 2022. Disponível em: <<https://www.hydra.pt/erp-solucoes-gestao/dynamics-365-business-central/>>. Acedido em: 8 de fevereiro de 2022.

- [Intel, 2020] → “Highlights from Intel’s 2018-19 Corporate Responsibility Report”, Intel, 2020. Disponível em: <<https://newsroom.intel.com/wp-content/uploads/sites/11/2019/05/Intel-2018-19-CSR-Report-Fact-Sheet.pdf>>. Acedido em: 11 de março de 2022.
- [IPCC, 2022] → "IPCC Updates Methodology for Greenhouse Gas Inventories", IPCC, 2019. Disponível em: < <https://www.ipcc.ch/2019/05/13/ipcc-2019-refinement/>>. Acedido em: 16 de fevereiro de 2022
- [Microsoft Dynamics 365 BC, 2021] → "Ligue as operações na sua pequena ou média empresa", 2021. Disponível em: < <https://dynamics.microsoft.com/pt-pt/business-central/overview/>>. Acedido em: 8 de fevereiro de 2022.
- [Observador, 2021] → "Economias do G20 taxam mais as emissões de CO2, mas impõe-se ação política mais forte". Observador, 2021. Disponível em: <<https://observador.pt/2021/10/27/economias-do-g20-taxam-mais-as-emissoes-de-co2-mas-impoe-se-acao-politica-mais-forte/>>. Acedido em: 7 de fevereiro de 2022.
- [Olausson, 2020] → Olausson, Henrik. "A tool for calculating CO2 emissions in the manufacturing industry: Use of GHG protocol." (2020)
- [Oracle NetSuite, 2022] → Oracle NetSuite, NetSuite, 2022. Disponível em: < <https://www.netsuite.com/portal/home.shtml>>. Acedido em 8 de fevereiro de 2020
- [Sage Intacct, 2022] → “The leader in accounting and financial Management Software”, SageIntacct, 2022. Disponível em: <<https://www.sageintacct.com/>>. Acedido em: 8 de fevereiro de 2022.
- [SandBox, 2022] → “Creating You Development Sanbox”, PackPuc, 2022. Disponível em: <<https://subscription.packtpub.com/book/business/9781789347463/4/ch04lvl1sec19/what-is-a-sandbox>>. Acedido em: 7 de março de 2022.
- [SAP S/4HANA, 2022] → SAP S/4HANA Cloud, SAP, 2022. Disponível em: < <https://www.sap.com/portugal/products/s4hana-erp.html>>. Acedido em: 8 de fevereiro de 2022.
- [Sarao, 2020] → Sarao, Jamie (2020). “Reducing Carbon Emissions Will Benefit the Global Economy. Here’s How”, Earth. Disponível em: <<https://earth.org/carbon-emissions-economy/>>. Acedido em: 18 de março de 2022.
- [Tao, et al. 2014] → Gao, Tao, Qing Liu, and Jianping Wang. "A comparative study of carbon footprint and assessment standards." International Journal of Low-Carbon Technologies 9.3 (2014): 237-243.

[Visual Studio Code, 2022] → “Code editing. Redefined”, 2022. Disponível em: <<https://code.visualstudio.com/>>. Acedido em: 7 de março de 2022.

[Wiedmann, et al. 2008] → Wiedmann, T. & Minx, J., 2008. A definition of “carbon footprint”. Ecological Economics Research Trends, Volume 1, pp. 1-11.