



**Universidade do Minho**  
Escola de Engenharia

Armando André Gonçalves Fontainhas

**Calculadora da pegada de carbono**

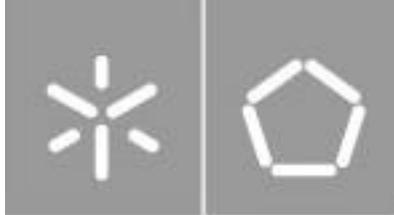
Calculadora da pegada de carbono

Armando Fontainhas

UMinho |

outubro 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 de  
**Professor Doutor Filipe Miguel Lopes Meneses**  
**Professora Doutora Rita Mafalda Dionísio Sousa**

## DIREITOS DE AUTOR

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

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada. Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.

### *Licença concedida aos utilizadores deste trabalho*



Atribuição

CC BY

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

## **AGRADECIMENTOS**

Ao CTO da HydraIT, Luís Lopes, gostaria de agradecer pela confiança que teve em mim para me envolver neste projeto e pelo apoio que me deu durante esta fase, ajudando-me sempre a avançar de modo a alcançar o objetivo final desta dissertação.

Ao Manuel Teixeira, Bruno Martins e João Oliveira da HydraIT, tenho de agradecer pelo tempo gasto em reuniões fora de horas para me conseguir encaminhar neste projeto.

À minha coordenadora, Professora Rita Sousa, agradeço por toda a ajuda sobre a parte de carbono e pela sua total disponibilidade.

Ao meu coordenador, Professor Filipe Meneses, gostaria de agradecer a dedicação a este trabalho e toda a orientação, pela sua total disponibilidade.

A todos os meus amigos, obrigado por me apoiarem através deste desafio e por me mostrarem que manter isto simples é o caminho a seguir.

À minha família um agradecimento especial, pela força que me davam para continuar a ultrapassar as dificuldades, por muito que não percebessem muito do assunto desta dissertação.

## **DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE**

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

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

## RESUMO

### Calculadora da pegada de carbono

O cálculo da pegada de carbono é um assunto com uma relevância crescente, em resultado da maior consciência ecológica que existe por parte das pessoas e das empresas. Neste sentido, o objetivo deste trabalho é fazer uma implementação de um módulo em Microsoft Dynamics Business Central que permita calcular o valor de emissões de CO<sub>2</sub> equivalentes emitidos durante a fase de produção de um produto.

Para a realização deste trabalho, em primeiro lugar foi necessário aprofundar o conhecimento sobre os métodos de cálculo e o que influencia o valor de emissões de CO<sub>2</sub> equivalentes. Para isso foi feito um estudo baseado em normas e modelos internacionais e foi feita uma revisão seletiva do estado da arte através de alguns artigos científicos.

De seguida foi necessário entender o funcionamento da aplicação que iria ser utilizada para realizar o cálculo da pegada de carbono, o Microsoft Dynamics 365 Business Central. Esta aplicação utiliza uma linguagem de programação própria, chamada AL (Application Language) e funciona através da extensão de páginas e tabelas.

Após compreender modelo teórico de cálculo da pegada de carbono e o modelo de funcionamento do software Microsoft Dynamics 365 Business Central, passou-se à implementação do módulo considerando que o objetivo final era elaborar uma solução modular e genérica que pudesse, com um mínimo de adaptação, ser aplicada em diferentes empresas industriais que usam este software.

Para efeitos de desenvolvimento, considerou-se, sempre a título de exemplo, a criação de um produto que resulta da incorporação de vários componentes fornecidos por terceiros e da transformação industrial interna de matérias-primas.

Através dos componentes expectáveis e dos consumos energéticos das máquinas de produção é possível calcular o valor expectável de emissões de CO<sub>2</sub> equivalentes. Depois tendo em conta os materiais utilizados em concreto é calculado o valor real de cada produto.

**Palavras-chave:** AL; Consumos Energéticos; Emissões de CO<sub>2</sub> equivalentes; Microsoft Dynamics 365 Business Central; Visual Studio Code.

## ABSTRACT

### Carbon footprint calculator

The calculation of the carbon footprint is a subject with increasing relevance, as a result of the greater ecological awareness that exists on the part of people and companies. In this sense, the objective of this work is to implement a module in Microsoft Dynamics Business Central that allows calculating the value of CO<sub>2</sub> equivalent emissions emitted during the production phase of a product.

In order to carry out this work, firstly, it was necessary to deepen the knowledge about the calculation methods and what influences the value of CO<sub>2</sub> equivalent emissions. For this, a study was carried out based on international standards and models and a selective review of the state of the art was carried out through some scientific articles.

Then it was necessary to understand the operation of the application that would be used to calculate the carbon footprint, Microsoft Dynamics 365 Business Central. This application uses its own programming language, called AL (Application Language), and works by extending pages and tables.

After understanding the theoretical model for calculating the carbon footprint and the working model of the Microsoft Dynamics 365 Business Central software, the module was implemented considering that the final objective was to develop a modular and generic solution that could, with a minimum of adaptation, be applied in different industrial companies that use this software.

For development purposes, the creation of a product that results from the incorporation of various components supplied by third parties and the internal industrial transformation of raw materials was considered, always by way of example.

Through the expected components and the energy consumption of the production machines, it was possible to calculate the expected value of CO<sub>2</sub> equivalent emissions. Then, taking into account the materials used in concrete, the real value of each product was calculated.

**Keywords:** AL; CO<sub>2</sub> equivalent emissions; Energy Consumption; Microsoft Dynamics 365 Business Central; Visual Studio Code.

# ÍNDICE

Direitos de autor .....	iv
Agradecimentos .....	v
Declaração de integridade .....	vi
Resumo .....	vii
Abstract.....	viii
Índice .....	ix
Lista de abreviaturas/Siglas .....	xi
Lista de figuras .....	xii
Lista de tabelas.....	xv
1. Enquadramento e objetivos .....	1
2. Estado da arte .....	3
2.1 Cálculo da pegada de Carbono.....	4
2.2 Tecnologias de informação .....	11
2.2.1 O sistema Microsoft Dynamics 365 Business Central.....	11
2.2.2 Outros sistemas de informação.....	14
3. Desenvolvimento .....	16
3.1 Instalação do Business Central.....	17
3.2 Implementação da Calculadora em Business Central .....	23
3.3 Como utilizar o Módulo .....	54
4. Conclusões e Limitações.....	55
4.1 Conclusões Gerais.....	55
4.2 Limitações e trabalho futuro.....	55
Bibliografia .....	58

Anexo I ..... 61

## LISTA DE ABREVIATURAS/SIGLAS

AL	Application Language
BOM	Bill of material
CO <sub>2</sub>	Dióxido de Carbono
CO <sub>2</sub> eq	CO <sub>2</sub> 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 Comission's Joint Research Centre
kWh	kiloWatt-hora
LCA	Life-Cycle Assessment
OEF	Organizational Environmental Footprint
O-LCA	Organizational Life-Cycle Assessment
PEF	Product Environmental Footprint
P-LCA	Product Life-Cycle Assessment
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
VPN	Virtual Private Network
VSC	Visual Studio Code

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Instalação Business Central .....	17
Figura 2- Instalação SQLServer.....	18
Figura 3- Instalação VSCode.....	18
Figura 4- Extensão AL Language .....	19
Figura 5- Código launch.json .....	20
Figura 6- Código app.json .....	20
Figura 7- Tutoriais Microsoft sobre Business Central .....	21
Figura 8- Código tabela Item.....	23
Figura 9- Código Página ItemList.....	24
Figura 10- Tabela Item.....	25
Figura 11- Código Página ItemCard .....	26
Figura 12- Página Item Card.....	26
Figura 13- Código Página Production BOM List .....	27
Figura 14- Código Tabela Production BOM Header .....	27
Figura 15- Tabela Production BOM Header.....	27
Figura 16- Código Página Production BOM Lines.....	28
Figura 17- Código Tabela Production BOM Line .....	29
Figura 18- Tabela Production BOM Line.....	29
Figura 19- Código Página Production BOM .....	30
Figura 20- BOM com soma dos valores dos seus itens .....	30
Figura 21- Código Página Routing Lines .....	31
Figura 22- Código Tabela Routing Line .....	31
Figura 23- Tabela Routings .....	32
Figura 24- Código Página Routing .....	32
Figura 25- Código Tabela Routing Header .....	33
Figura 26- Routing com valor total de emissões.....	33
Figura 27- Código Página Finished Production Orders.....	34
Figura 28- Página Finished Production Orders .....	34
Figura 29- Código Tabela Prod. Order Line.....	36

Figura 30- Código Página Planned Prod.Order .....	36
Figura 31- Código Página Released Prod. Order Lines .....	37
Figura 32- Código Página Prod. Order Lines .....	37
Figura 33- Página Planned Production Order .....	37
Figura 34- Página Release Production Order .....	38
Figura 35- Página Finished Production Order .....	38
Figura 36- Código Página Prod. Order Components .....	39
Figura 37- Código Tabela Prod. Order Component.....	39
Figura 38- Página Prod. Order Component .....	40
Figura 39- Código Página Released Production Order .....	40
Figura 40- Código Página Finished Production Order .....	41
Figura 41- Código Tabela Production Order .....	42
Figura 42- Página Released Production Order .....	42
Figura 43- Página Finnished Production Order .....	42
Figura 44- Código Página Production Journal.....	43
Figura 45- Código Tabela Item Journal Line.....	45
Figura 46- Tabela Item Journal Line .....	45
Figura 47- Código Página MAchine Center List.....	46
Figura 48- Código Página Machine Center Card .....	46
Figura 49- Página Machine Center List .....	47
Figura 50- Código Tabela Machine Center .....	48
Figura 51- Página Machine Center Card .....	48
Figura 52- Código Página Anual APA Values.....	50
Figura 53- Código Tabela Anual APA Values.....	51
Figura 54- Tabela de Valores Anuais da APA .....	51
Figura 55- Código Página Production Order List.....	51
Figura 56- Página Production Order List.....	52
Figura 57- Código Relatório CO2 .....	53
Figura 58- Report.....	53
Figura 59- Emissions values per product .....	61
Figura 60- Sum of Total emissions per product .....	62

Figura 61- Product emission average based on date ..... 62

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1- Comparação de ERPs realizada por g2.com ..... 15

Tabela 2- Real Values of CO2 ..... 61

## 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 ou a mais ecológica pois, seguindo diferentes abordagens, todas permitem estimar valores de emissões de CO<sub>2</sub> equivalentes (CO<sub>2</sub>eq) 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. Adicionalmente, também melhora 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 têm um custo seja via taxas de carbono, ou participação em mercados de carbono, direta ou indiretamente. Estes custos, 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.

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, que quer dizer que todos os processos desde escavação de matérias-primas, transportes, consumo de energia, origem energética, fabrico, gestão de resíduos, viagens, etc., e CO<sub>2</sub> equivalentes (CO<sub>2</sub>eq) que quer dizer que todos os gases com efeito de estufa são convertidos

em CO<sub>2</sub> através do seu potencial de aquecimento global, tipicamente utilizando dados do Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas das Nações Unidas.

Uma metodologia utilizada de forma estandardizada para contabilizar as emissões de GEE é o GHG Protocol. 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.

Este trabalho apresenta uma proposta de implementação de um método de cálculo da pegada de carbono a um caso – HydraIT. A HydraIT [Hydra IT, 2022] é uma empresa de base informática que comercializa, para inúmeras empresas industriais, o software Microsoft Dynamics 365 Business Central. 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. Assim, o objetivo da HydraIT foi criar 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 trabalho descrito nos capítulos seguintes resulta do esforço realizado na implementação da referida calculadora integrada no Microsoft Dynamics 365 Business Central.

## 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 têm por fundamento os inventários do IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), que é o órgão científico das Nações Unidas para assuntos relacionados com as alterações climáticas, criado pela World Meteorological Organization (WMO). Tem por objetivo fornecer aos decisores avaliações científicas sobre as alterações climáticas, suas implicações e potenciais riscos futuros, apresentando 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 desenvolve 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 [GHG Protocol, 2022].

A melhor maneira de perceber o impacto climático de uma empresa é através do inventário corporativo de emissões. O GHG Protocol é uma metodologia de inventariação de emissões que foi concebido para aplicação a 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. Para conseguir desenvolver este trabalho, 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. 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 [Protocolo de Quioto, 2021], e o mais relevante atualmente, o Acordo de Paris, em 2015 [Acordo de Paris, 2021], 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. As emissões de carbono começaram a ser comercializadas e a pegada de carbono cada vez é mais usada para as empresas se controlarem 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 eficiência da produção, reduzir o consumo de recursos e diminuir os seus resíduos, promovendo assim a responsabilidade social das empresas e o objetivo de alcançar um desenvolvimento sustentável.

Quando se trata de organizações e de produtos, 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.

Adicionalmente, começou-se ainda a desenvolver diretrizes legais para monitorizar os cálculos referidos, 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 variadas 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 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 as normas 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*.

Apesar do conceito ser de interpretação vasta, é evidente que a pegada de carbono inclui todas as emissões diretas e indiretas de GEE, e que seja utilizada uma unidade de medida de massa. 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 abordam 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 LCA. 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 GHG Protocol. 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 CO<sub>2</sub> equivalentes, com taxas que algumas vezes podem 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 consciência 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 [Bhatia, et al. 2011] que classifica as 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, cadeias de valor e ações de mitigações dos gases.

Nesta metodologia do GHG Protocol, as emissões são contabilizadas em três âmbitos que permitem uma graduação do detalhe de reporte consoante a disponibilidade de dados. 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 o os resultados do inventário em unidades de CO<sub>2</sub>eq. 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 CO<sub>2</sub>eq. 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 [GHG Protocol, 2022].

As empresas devem quantificar e relatar o inventário total resultante em CO<sub>2</sub>eq 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 CO<sub>2</sub>eq 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 [BHATIA, 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 CO<sub>2</sub>eq usando dados: É possível calcular o CO<sub>2</sub>eq 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 CO<sub>2</sub>eq é:

$$Kg\ CO_2e = Activity\ Data\ (unit)\ X\ Emission\ Factor\ [kg\ GHG/unit]\ X\ GWP\ [kg\ CO_2e/kg\ GHG]$$

*Fórmula 1- Equação básica para cálculo de CO<sub>2</sub>eq*

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

$$Kg\ CO_2e = Direct\ Emissions\ Data\ (kg\ GHG) * GWP\ [kg\ CO_2e/kg\ GHG]$$

*Fórmula 2- Equação para cálculo de CO<sub>2</sub>eq quando existiu recolha de dados*

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 CO<sub>2</sub> é removido da atmosfera pelo produto durante a fase de utilização (ex: absorção de CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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 em CO<sub>2</sub>eq., a quantidade de carbono é multiplicada pela relação de pesos moleculares de CO<sub>2</sub> (44) e de carbono (12).

$$Kg\ CO_2e = Kg\ Biogenic\ Carbon * \left(\frac{44}{12}\right) * GWP\ [kg\ CoO_2e/kg\ GHG]$$

*Fórmula 3- Cálculo de CO<sub>2</sub>eq através de verificação cruzada*

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 CO<sub>2</sub>eq, 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 CO<sub>2</sub>eq/unidade de análise.

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

*Fórmula 4- Cálculo de CO<sub>2</sub>eq através dos totais dos inventários*

O total de CO<sub>2</sub>eq/unidade de análise representa a quantidade de GEE equivalentes a CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub>eq 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.

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

*Fórmula 5- Percentagem por fase do ciclo de vida*

Assim, é possível perceber e calcular os resultados de inventários [BHATIA, 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 fáceis de contabilizar, o que torna as emissões totais desafiantes 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 âmbitos 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 especificamente implementadas nos módulos dos ERPs que comercializa.

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. Adicionalmente, 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

O Microsoft Dynamics 365 Business Central [Microsoft Dynamics Business Central, 2021] 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 e permite uma visão integral do negócio. Trata-se de um software flexível que funciona tanto na *cloud*, como localmente e até em ambientes híbridos.

Algumas das funcionalidades desta solução segundo a HydraIT [Hydra e BC ,2022]:

- **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, por exemplo, pode integrar com uma folha de cálculo Excel.

- Logística e Gestão de Stock: Automatiza e protege a cadeia de fornecimento e recorrea 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 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 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 ecotações. 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 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 [Microsoft Dynamics Business Central, 2021], é necessário utilizar o Visual Studio Code [Visual Studio Code,2022] com uma extensão chamada Application Language (AL) [ExtensãoAL, 2022]. Esta extensão é a linguagem de programação que é usada para manipular dados nas bases de dados do Dynamics 365 Business Central. 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* [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 respondera 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/softwarees 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 Business Central, 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 Business Central apenas conta com 34 avaliações, enquanto o NetSuite conta com 1804, sendo o mínimo e o máximo desta lista.

	DYNAMICS 365 BUSINESS CENTRAL	ORACLE NETSUITE	SAGE INTACCT	SAP S/4HANA
<b>STAR RATING</b>	3,7	3,9	4,3	4,5
<b>FACILIDADE DE UTILIZAÇÃO</b>	6,4	7,3	8,4	8,5
<b>FACILIDADE DE INSTALAÇÃO</b>	8,3	6,3	7,4	7,4
<b>MANUTENÇÃO</b>	8,3	7,9	8,5	6,7
<b>FERRAMENTAS DE IMPORTAÇÃO E EXPORTAÇÃO DE DADOS</b>	8,6	8,4	8,7	6,3

<b>INTEGRAÇÃO DE APIS</b>	8.5	8.2	9	7.1
<b>CUSTOMIZAÇÃO</b>	8.4	8.6	8.6	6.5
<b>DESEMPENHO E CONFIABILIDADE</b>	8.6	8	8.8	6.1
<b>GESTÃO DE UTILIZADORES, FUNÇÕES E ACESSOS</b>	8.6	8.6	9	6.7
<b>CAPACIDADE DE FLUXOS DE TRABALHO</b>	8.5	8.4	9	6.1
<b>RELATÓRIOS PERSONALIZADOS</b>	8.5	8.5	8.7	6.9
<b>DASHBOARDS</b>	8.3	8.2	8.8	6.9

*Tabela 1- Comparação de ERPs realizada por [g2.com](http://g2.com)*

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.

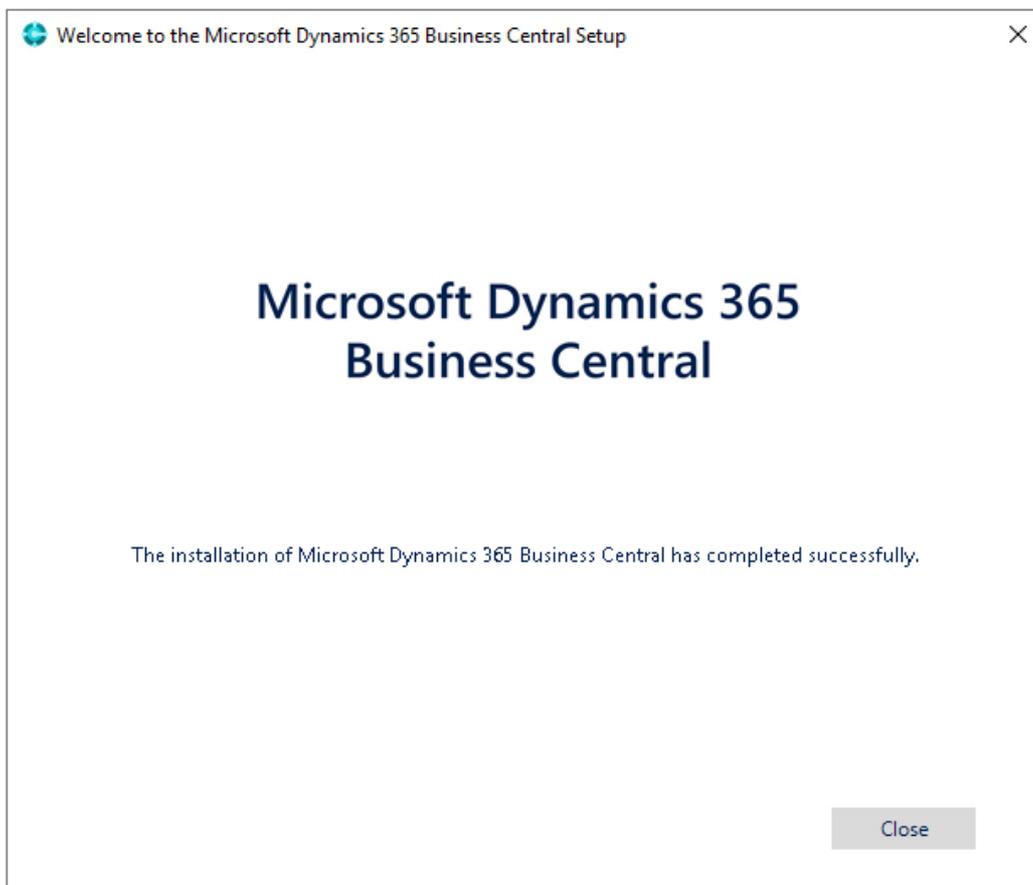
O Dynamics 365 Business Central apresenta uma grande facilidade para importar ferramentas e depois criar relatórios personalizados e dashboards. Um dos pontos fortes do Dynamics 365 é a sua flexibilidade, permitindo facilmente integrar e implementar outros serviços da Microsoft em nuvem, incluindo o 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. DESENVOLVIMENTO**

Para desenvolvimento da calculadora da pegada de carbono foi criada uma estrutura técnica inicial que permitiu que enquanto programador pudesse implementar estas novas funcionalidades. A secção 3.1 descreve a estrutura que foi estabelecida enquanto a secção 3.2 apresenta os principais elementos de software que foram desenvolvidos. Por fim, na secção 3.3 é apresentada uma síntese dos passos a dar para implementar a calculadora numa instalação existente do Business Central (principal sequência de passos a executar pelo técnico de Business Central) e para iniciar a sua utilização (principais passos a executar pelo utilizador final do Business Central).

### 3.1 Instalação do Business Central

Para a execução deste trabalho foi necessária a criação de uma máquina virtual alojada na universidade de modo a conseguir ter uma versão Pro do Windows para proceder à instalação do Microsoft Business Central On-Premise. Para aceder à mesma é necessário utilizar a ligação de VPN da universidade de modo a conseguir estabelecer a conexão. Posto isto, procedeu-se à instalação do [Business Central na sua versão W1 de 2020], do [SQL Server Developer] e do [Visual Studio Code] com a sua extensão AL para proceder à edição de páginas e tabelas no Business Central (ver figuras 1, 2 e 3).



*Figura 1- Instalação Business Central*

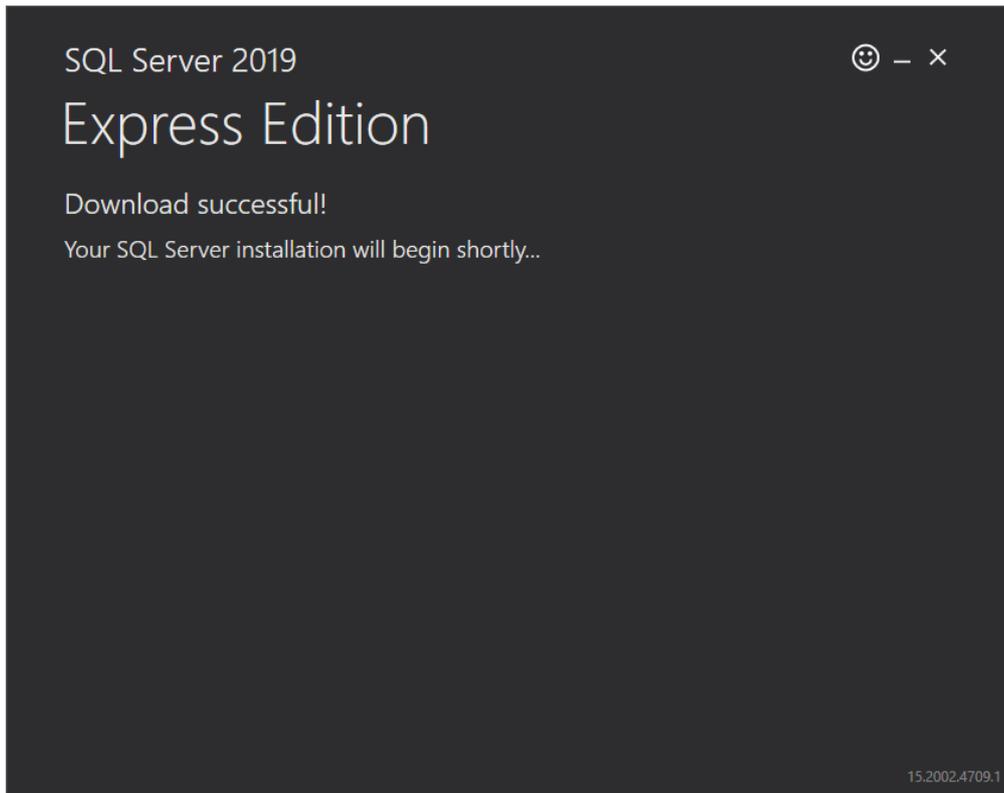


Figura 2- Instalação SQLServer

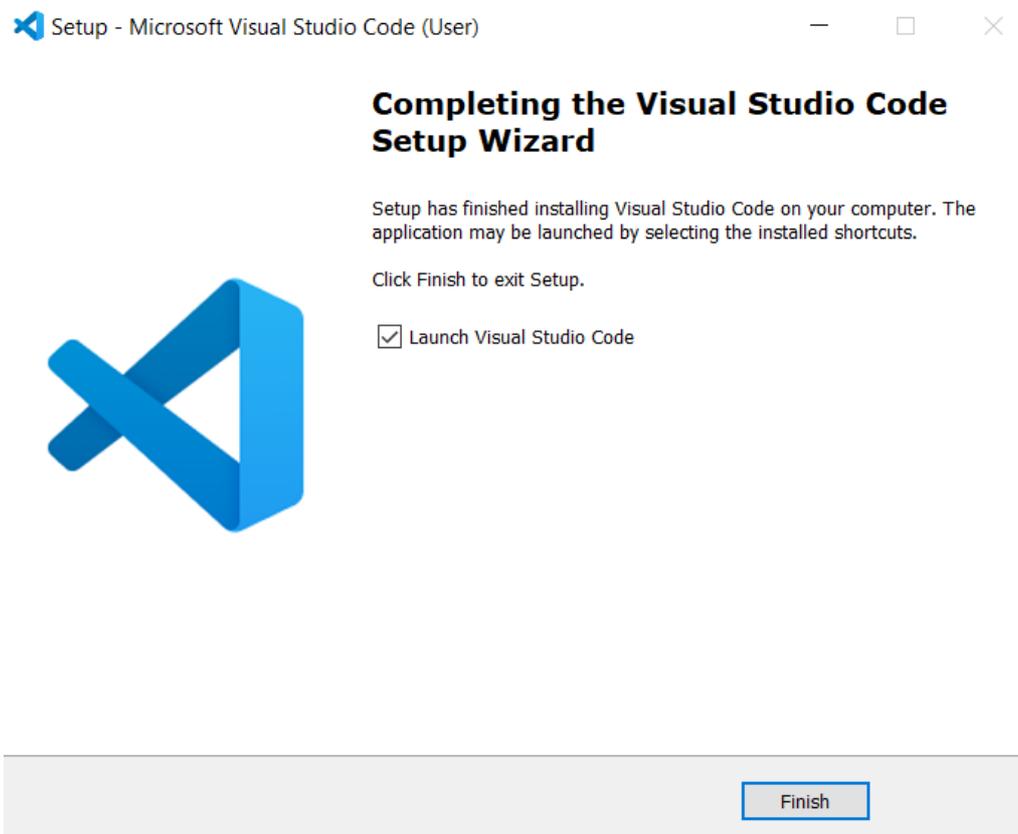


Figura 3- Instalação VSCode

Com o VSCode já instalado, foi necessária a instalação da extensão AL Language, que é a linguagem utilizada para o interagir com o Business Central, conseguindo assim editar os seus campos, tabelas e páginas (ver figura 4).

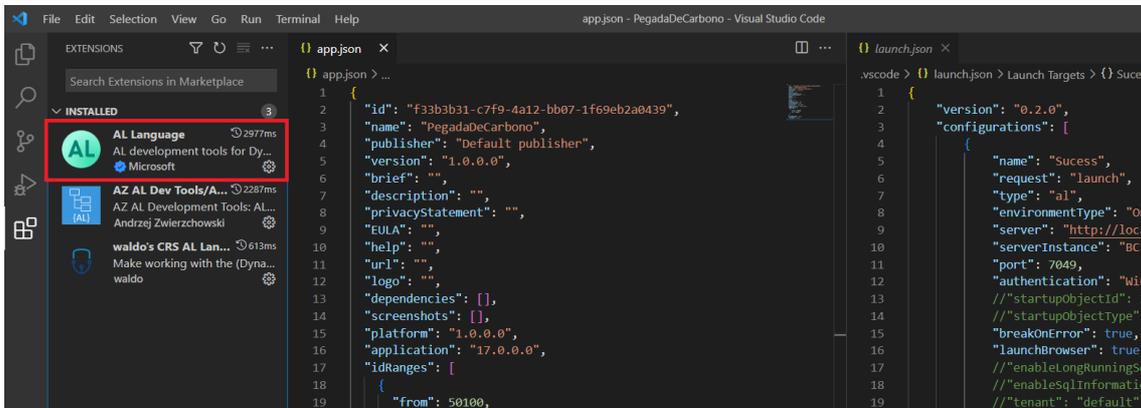


Figura 4- Extensão AL Language

Com tudo instalado, foi possível começar a perceber o funcionamento do Business Central na primeira pessoa e assim começar a adquirir conhecimento interno sobre o mesmo. A primeira coisa a fazer no VSCode é a ligação ao Business Central através da criação de uma pasta AL onde é criado um ficheiro chamado "launch.json" que estabelece essa ligação ao Business Central. Nesse ficheiro ficam definidos o nome que aparece no menu de configuração, o servidor e a instância do servidor (ver figura 5).

```
{
  "version": "0.2.0",
  "configurations": [
    {
      "name": "TeseCarbono",
      "request": "launch",
      "type": "al",
      "environmentType": "OnPrem",
      "server": "http://localhost:8080/",
      "serverInstance": "BUSINESS CENTRAL170",
      "port": 7049,
      "authentication": "Windows",
      //"startupObjectId": 22,
      //"startupObjectType": "Page",
      "breakOnError": true,
      "launchBrowser": true,
      //"enableLongRunningSqlStatements": true,
      //"enableSqlInformationDebugger": true,
      //"tenant": "default",
      "schemaUpdateMode": "Synchronize"
    }
  ]
}
```

```
}
```

Figura 5- Código launch.json

Outro documento criado automaticamente aquando da criação da pasta AL é o “app.json”, onde se definem o ID e nome do projeto, o número da versão e também o intervalo de IDs disponíveis para criações de páginas, tabelas e páginas de relatórios (ver figura 6).

```
{
  "id": "f33b3b31-c7f9-4a12-bb07-1f69eb2a0439",
  "name": "PegadaDeCarbono",
  "publisher": "Default publisher",
  "version": "1.0.0.0",
  "brief": "",
  "description": "",
  "privacyStatement": "",
  "EULA": "",
  "help": "",
  "url": "",
  "logo": "",
  "dependencies": [],
  "screenshots": [],
  "platform": "1.0.0.0",
  "application": "17.0.0.0",
  "idRanges": [
    {
      "from": 50100,
      "to": 50149
    }
  ],
  "showMyCode": true,
  "runtime": "6.0"
}
```

Figura 6- Código app.json

No Business Central é possível adicionar os dados de cálculo da pegada de carbono de diversas maneiras, mas a solução ideal foi associar um valor de pegada de carbono a cada produto, sendo assim possível calcular os valores de emissões de CO<sub>2</sub> de cada gama operatória e de cada máquina.

Uma gama operatória é o percurso que cada produto faz dentro da fábrica e pode conter centros de trabalho e centros de máquina. O objetivo é conseguir calcular as emissões de cada gama operatória para conseguir perceber quais são os produtos que emitem mais gases para atmosfera de modo a conseguir ajudar as empresas a contornar esses valores para diminuir a pegada de carbono geral da organização a pouco e pouco.

O passo seguinte foi proceder ao estudo do funcionamento do Business Central pela documentação e pelos tutoriais apresentados no site da Microsoft. Estes tutoriais ajudam a perceber o funcionamento do Business Central, assim como as suas interações pelo VSCode (ver figura 7).

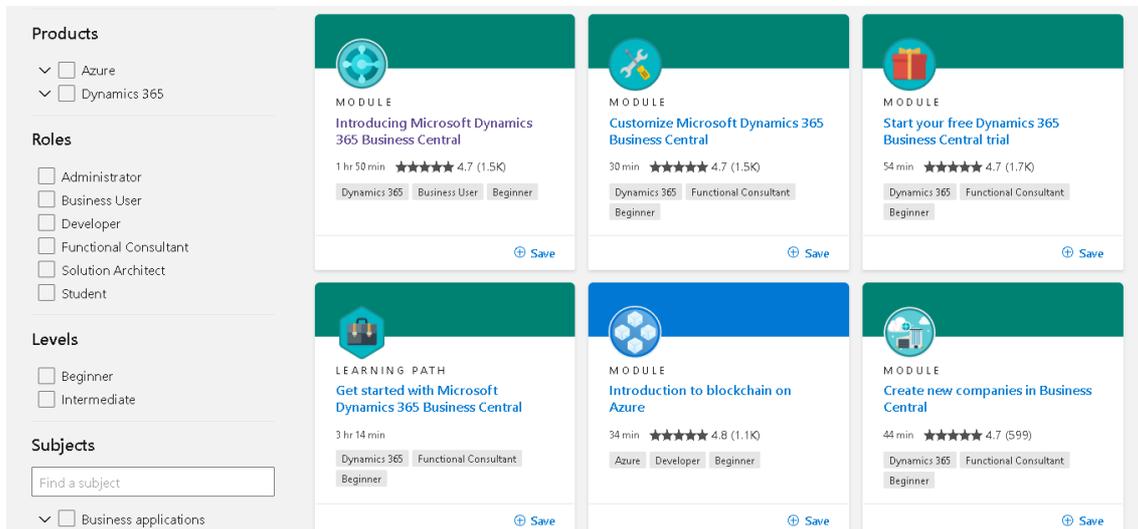


Figura 7- [Tutoriais Microsoft sobre Business Central](#)

O ciclo que um produto tem de percorrer no Business Central até estar concluída a sua produção é bastante complexo, de modo que para exemplificar foram criados 6 produtos na Tabela “Items”: Mesa, Perna Mesa, Tampo Mesa, Tábua de Madeira, Verniz e Parafuso. Com estes produtos conseguimos criar uma mesa comprando o tampo e produzindo as pernas com uma tábua de madeira e verniz. Ainda que seja um exemplo simples, este produto foi usado como referência ao longo do processo de desenvolvimento do módulo de software, pois inclui a integração de elementos fornecidos por terceiros (o tampo da mesa no caso concreto) e a integração de elementos produzidos no interior da unidade industrial. Qualquer outro produto será, em termos abstratos, idêntico podendo naturalmente ser composto por uma maior quantidade de elementos.

O passo seguinte foi criar as BOM (Bill of Material) para a mesa, que é constituída por 4 pernas, 1 tampo e 8 parafusos e para as 4 pernas que são feitas com 1 tábua e 0,4 litros de verniz. Com as BOMs já criadas é preciso definir nas Routings, que centros de máquina que vão ser utilizados e os seus tempos de utilização e de preparação assim como os custos de trabalho por hora. Para cada centro de trabalho e centro de máquina vai ser especificado a sua pegada de carbono, utilizando os valores de energia dos centros de máquina. Tendo já esses dados corretamente inseridos já é possível criar a ordem de produção em Planned Production

Orders, onde se diz o que se vai fazer, a quantidade e assim como os componentes utilizados. Depois é necessário mudar o estado da ordem de produção para Released e temos de aceder à tabela Released Production Orders onde está agora localizada a ordem de produção atual. Nesta página podemos aceder à tabela “Item Journal List” onde temos de dizer que materiais foram gastos efetivamente e que tempo demorou o produto a ser feito. Posto isto tudo podemos dar como finalizada a ordem de produção, mudando o estado da mesma para Finished e podemos por fim verificar na tabela Items que os itens utilizados diminuíram a quantidade e o produto criado aumentou assim como a média de emissões CO<sub>2</sub> de cada produto produzido.

### 3.2 Implementação da Calculadora em Business Central

Com o conhecimento adquirido, já foi possível começar a explorar o código no VSC, para que fosse possível começar a criar campos para adicionar o valor de pegada de carbono em todas as páginas que necessitam. O primeiro passo foi criar uma extensão da tabela Item de modo a adicionar o campo “CO2eq Emission from Raw Material (ton)” junto ao campo “InventoryField” com o valor mínimo de 0, o campo “Average value of CO2 Emission from the production phase (ton)”, que é não editável e tem a fórmula de cálculo da média de CO2eq e o campo “Expectable value of CO2eq Emission from the production phase (ton)”, campo não editável com valor mínimo de 0, com um valor de casas decimais entre 0 e 5 é neste campo que vai ser mostrado o valor de emissões expectáveis para cada item (ver figura 8).

```
tableextension 50100 ItemExt extends Item
{
    fields
    {
        field(50100; "CO2 Emission"; Decimal)
        {
            DataClassification = ToBeClassified;
            MinValue = 0;
            Caption = 'CO2eq Emission from Raw Material (ton)';
        }
        field(50101; "CO2 Average"; Decimal)
        {
            FieldClass = FlowField;
            CalcFormula = average("Production Order"."Real Value"
WHERE("Source No." = FIELD("No."), "Real Value" = filter(<> 0), Status =
filter(= Finished)));
            Caption = 'Average value of CO2eq Emission from the production
phase (ton)';
            Editable = false;
            DecimalPlaces = 0 : 5;
        }
        field(50102; "CO2 Expectable Emission"; Decimal)
        {
            DataClassification = ToBeClassified;
            Caption = 'Expectable value of CO2eq Emission from the production
phase (ton)';
            MinValue = 0;
            Editable = false;
            DecimalPlaces = 0 : 5;
        }
    }
}
```

Figura 8- Código tabela Item

Para os campos serem mostrados é preciso também criar a extensão de página para associar os campos criados na tabela e torná-los visíveis na página (ver figura 9).

```
pageextension 50100 ItemListExt extends "Item List"
{
    layout
    {
        addafter(InventoryField)
        {
            field(Campo; Rec."CO2 Emission")
            {
                ApplicationArea = all;
                ToolTip = 'Specifies the CO2eq emissions from this Raw
Material';
            }
            field(Campo2; Rec."CO2 Average")
            {
                ApplicationArea = all;
                ToolTip = 'Specifies the average value of CO2eq emissions from
the production of this product';
            }
            field(Campo3; Rec."CO2 Expectable Emission")
            {
                ApplicationArea = all;
                ToolTip = 'Specifies the expectable value of CO2eq emissions
from the production of this product';
            }
        }
    }
    trigger OnAfterGetRecord()
    var
        lRecRout: Record "Routing Header";
        lRecProdBOM: Record "Production BOM Header";

    begin
        if (rec."Routing No." <> '') then lRecRout.get(rec."Routing No.");
        if (rec."Production BOM No." <> '') then
lRecProdBOM.get(rec."Production BOM No.");
        lRecRout.CALCFIELDS("CO2 Emission");
        lRecProdBOM.CALCFIELDS("CO2 Emission");
        Rec.Validate(rec."CO2 Expectable Emission", lRecRout."CO2 Emission" +
lRecProdBOM."CO2 Emission");
    end;
}
```

Figura 9- Código Página ItemList

Nesta extensão podemos ver o trigger que calcula o valor expectável de CO<sub>2</sub>eq de cada produto somando o valor das “Routings” e das “BOM”.

Na *Figura 5* podemos ver a Tabela Item já com os campos “CO2eq Emission from Raw Material (ton)”, “Average value of CO2eq Emission from the production phase (ton)” e “Expectable value of CO2eq Emission from the production phase (ton)” já criados (ver figura 10).

The screenshot shows the Dynamics 365 Business Central interface for 'CRONUS International Ltd.' with a table of items. The table has columns for No., Description, Type, Inventory, Base Unit of Measure, CO2eq Emission from Raw Material, Average value of CO2eq Emission from the production phase, Expectable value of CO2eq Emission from the production phase, Production BOM No., Routing No., Unit Cost, and Unit Price. The first three columns for CO2eq emissions are highlighted with a red box.

No.	Description	Type	Inventory	Base Unit of Measure	CO2eq Emission from Raw Material	Average value of CO2eq Emission from the production phase	Expectable value of CO2eq Emission from the production phase	Production BOM No.	Routing No.	Unit Cost	Unit Price
70061	Mesa	Inventory	13	PCS	0.00	2,742.95	1,296.9248	70001	70001	0.00	0.00
70063	Tampo Pedra	Inventory	199	PCS	100.00	0	0			500.00	0.00
70064	Perna Mesa	Inventory	96	PCS	0.00	22.3872	22.3872	70002	R00010	905.30	0.00
70065	Tábua Madeira	Inventory	541	PCS	50.00	0	0			20.00	0.00
70066	Verniz	Inventory	51.4	L	10.00	0	0			3.00	0.00
70067	Parafuso	Inventory	968	PCS	0.50	0	0			0.01	0.00

*Figura 10- Tabela Item*

Estando a tabela de Itens com os novos campos, também foi preciso adicionar na página de cartão de itens, que é a página específica de produtos. Na página “Item Card” foram adicionados os campos “CO2eq Emission from Raw Material (ton)”, “Average value of CO2eq Emission from the production phase (ton)” e “Expectable value of CO2eq Emission from the production phase (ton)” (ver figura 11).

```

pageextension 50101 ItemCardExt extends "Item Card"
{
    layout
    {
        addafter("Item Category Code")
        {
            field(Campo; Rec."CO2 Emission")
            {
                ApplicationArea = all;
                Tooltip = 'Specifies the CO2eq emissions from this Raw
Material';
            }
            field(Campo2; Rec."CO2 Average")
            {
                ApplicationArea = all;
                Tooltip = 'Specifies the average value of CO2eq emissions from
the production of this product';
            }
            field(Campo3; Rec."CO2 Expectable Emission")
            {
                ApplicationArea = all;
                Tooltip = 'Specifies the expectable value of CO2eq emissions
from the production of this product';
            }
        }
    }
}

```

```

}
trigger OnAfterGetRecord()
var
    lRecRout: Record "Routing Header";
    lRecProdBOM: Record "Production BOM Header";

begin
    if (rec."Routing No." <> '') then lRecRout.get(rec."Routing No.");
    if (rec."Production BOM No." <> '') then
        lRecProdBOM.get(rec."Production BOM No.");
        lRecRout.CALCFIELDS("CO2 Emission");
        lRecProdBOM.CALCFIELDS("CO2 Emission");
        Rec.Validate(rec."CO2 Expectable Emission", lRecRout."CO2 Emission" +
        lRecProdBOM."CO2 Emission");
    end;
}

```

Figura 11- Código Página ItemCard

Na extensão da página “Item Card” temos o mesmo trigger que na página “Item List” de modo a calcular o valor expectável e médio de CO<sub>2</sub>eq de cada produto (ver figura 12).

The screenshot shows the Dynamics 365 Business Central interface for an Item Card. The item is identified as '70064 · Perna Mesa'. The 'Item' section contains fields for 'No.' (70064), 'Description' (Perna Mesa), 'Type' (Inventory), and 'Base Unit of Measure' (PCS). The 'Inventory' section shows 'Shelf No.', 'Qty. on Component Lines' (0), 'Qty. on Sales Order' (0), 'Qty. on Purch. Order' (0), and 'Qty. on Prod. Order' (12). A table within the 'Item' section displays CO<sub>2</sub>eq emission data:

Field	Value
CO <sub>2</sub> eq Emission from Raw Material (t...)	0.00
Average value of CO <sub>2</sub> eq Emission fro...	22.3872
Expectable value of CO <sub>2</sub> eq Emission fr...	22.3872

Figura 12- Página Item Card

O passo seguinte foi criar um campo na página “Production BOM List” para poder saber qual a taxa de CO<sub>2</sub>eq emitida por essa lista de materiais (BOM) (ver figura 14).

```

pageextension 50103 ProducBOMListPageExt extends "Production BOM List"
{
    layout
    {
        addafter(Description)
        {
            field(Campo; Rec."CO2 Emission")
        }
    }
}

```

```

    {
        ApplicationArea = all;
        Tooltip = 'Specifies the CO2eq emissions from this product';
    }
}
}
}

```

Figura 13- Código Página Production BOM List

Para esse campo ficar visível na tabela foi preciso criar uma extensão da tabela “Production BOM Header” chamada “Production BOM Header Ext” onde se insere o campo na tabela. Este campo contém o valor total de emissões de CO<sub>2</sub>eq de cada BOM através de uma soma com um valor de casas decimais entre 0 e 5 e é não editável (ver figura 15).

```

tableextension 50101 “ Production BOM Header Ext” extends “Production BOM Header”
{
    fields
    {
        field(50101; “CO2 Emission”; Decimal)
        {
            CalcFormula = Sum(“Production BOM Line”.“CO2 Emission”
WHERE(“Production BOM No.” = FIELD(“No.”)));
            FieldClass = FlowField;
            DecimalPlaces = 0 : 5;
            Editable = false;
            Caption = 'CO2eq Emission (ton)';
        }
    }
    var
        myInt: Text;
}

```

Figura 14- Código Tabela Production BOM Header

The screenshot shows the Dynamics 365 Business Central interface for 'CRONUS International Ltd.'. The 'Production BOMs' table is displayed with the following data:

No. #	Description	CO2eq Emission (ton)	Status	Unit of Measure Code
1000	Bicycle	0	Certified	PCS
1100	Front Wheel	0	Certified	PCS
1150	Hub	0	Certified	PCS
1200	Back Wheel	0	Certified	PCS
1250	Hub	0	Certified	PCS
1300	Chain assy	0	Certified	PCS
1700	Brake	0	Certified	PCS
2000	Bicicleta	0	New	PCS
70001	Mesa	1,291	Certified	PCS
70002	Pernas Mesa	13,5	Certified	PCS
LS-100	Loudspeaker100W Oakwood Deluxe	0	Certified	PCS

Figura 15- Tabela Production BOM Header

De seguida, foi criada uma extensão da página “Production BOM Lines”, chamada “ProductionBOMLinesExt” para criar uma extensão da tabela “Production BOM Line”, chamada “Production BOM Line Ext” para adicionar o campo “CO2eq Emission (ton)” na tabela que contém os produtos que fazem parte de uma lista de produção (ver figura 16).

```
pageextension 50102 ProductionBOMLinesExt extends "Production BOM Lines"
{
    layout
    {
        addafter(Description)
        {
            field(Campo; Rec."CO2 Emission")
            {
                ApplicationArea = all;
                Tooltip = 'Specifies the CO2eq emissions from this product';
            }
        }
    }
}
```

Figura 16- Código Página Production BOM Lines

Na tabela “Production BOM Line”, o campo “CO2eq Emission (ton)” é do tipo Decimal, tem o valor mínimo de 0, não é editável e o valor das suas casas decimais está entre 0 e 5 (ver figura 17).

```
tableextension 50102 "Production BOM Line Ext" extends "Production BOM Line"
{
    fields
    {
        field(50102; "CO2 Emission"; Decimal)
        {
            DataClassification = ToBeClassified;
            Caption = 'CO2eq Emission (ton)';
            MinValue = 0;
            Editable = false;
            DecimalPlaces = 0 : 5;
        }
        modify("Quantity per")
        {
            trigger OnAfterValidate()
            var
                lrecItem: Record Item;
            begin
                lrecItem.get("No.");
                if lrecItem."CO2 Emission" <> 0 then

```

```

        Validate("CO2 Emission", "Quantity per" * lrecItem."CO2
Emission")
    else begin
        lrecItem.CalcFields("CO2 Average");
        Validate("CO2 Emission", "Quantity per" * lrecItem."CO2
Average");
    end;
    Modify();
end;
}
}
}

```

Figura 17- Código Tabela Production BOM Line

Na tabela “Production BOM Line” foi também adicionada um trigger que ao preencher a quantidade, multiplica o valor da “Quantity per” pelo valor de “CO2 Emission” inicial, se este for diferente de 0 ou pelo “CO2 Average” e apresenta o resultado para cada item (ver figura 18).

Type	No.	Description	CO2eq Emission (ton)	Quantity per	Unit of Measure Code
Item	70065	Tábua Madeira	12.5	0.25	PCS
Item	70066	Verniz	1	0.1	L

Figura 18- Tabela Production BOM Line

```

pageextension 50113 ProdcutionBOMPageExt extends "Production BOM"
{
    layout
    {
        addafter("Last Date Modified")
        {
            field(Campo; Rec."CO2 Emission")
            {
                ApplicationArea = all;
                Tooltip = 'Specifies the CO2eq emissions from this product';
            }
        }
    }
}

```

```

    }
  }
}

var
  myInt: Integer;
}

```

Figura 19- Código Página Production BOM

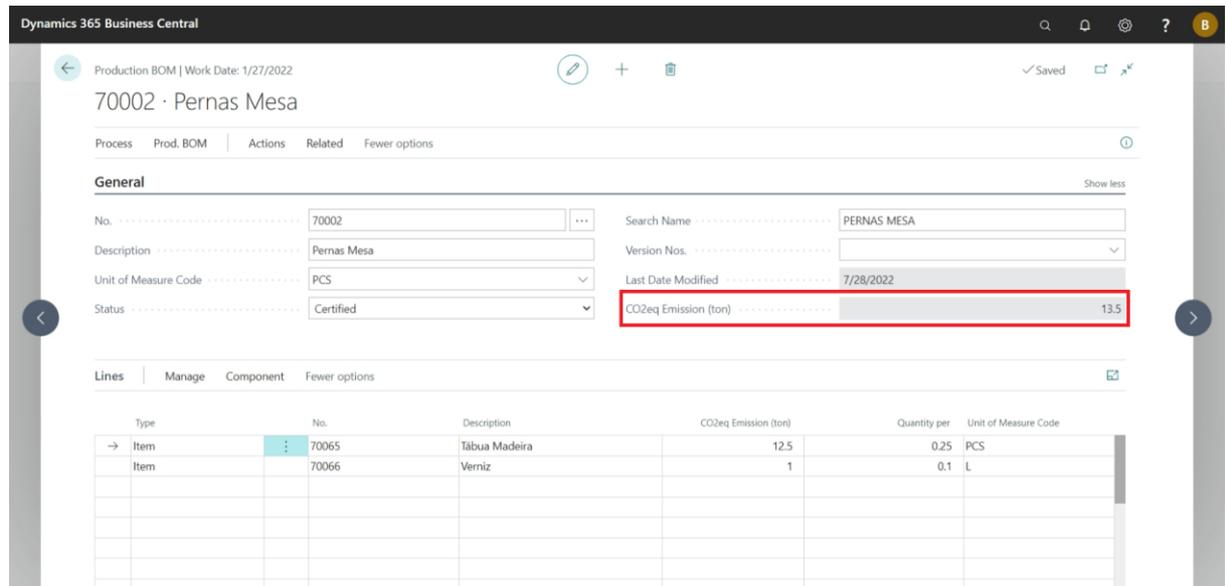


Figura 20- BOM com soma dos valores dos seus itens

Para conseguir obter o valor total de emissão de CO<sub>2</sub>eq de uma BOM foi colocado o campo como podemos ver na *figura 20* que faz a soma dos valores emitidos pelos itens utilizados na respetiva BOM.

De seguida foi criada uma extensão da página “Routing Lines” chamada “RoutingLinesExt” e uma extensão na tabela “Routing Line” com o nome “RoutingLineExt” para se poder adicionar o campo “CO<sub>2</sub>eq Emission (ton)” na página de Routings. Este campo é do tipo Decimal, tem o valor mínimo de 0, não editável e as casas decimais apresentadas são no máximo 5 e no mínimo 0 (ver figura 21 e 22).

```

pageextension 50104 RoutingLinesExt extends "Routing Lines"
{
  layout
  {
    addafter(Description)
    {
      field(Campo; Rec."CO2 Emission")
      {
        ApplicationArea = all;
        ToolTip = 'Specifies the CO2eq emissions from this product';
      }
    }
  }
}

```

```

    }
  }
}

```

Figura 21- Código Página Routing Lines

```

tableextension 50104 RoutingLineExt extends "Routing Line"
{
  fields
  {
    field(50101; "CO2 Emission"; Decimal)
    {
      DataClassification = ToBeClassified;
      Caption = 'CO2eq Emission (ton)';
      MinValue = 0;
      Editable = false;
      DecimalPlaces = 0 : 5;
    }
    modify("Run Time")
    {
      trigger OnAfterValidate()
      var
        lrecItem1: Record "Machine Center";
      begin
        lrecItem1.get("No.");
        Validate("CO2 Emission", "Run Time" * lrecItem1."CO2
Emission");
        Modify();
      end;
    }
  }
  var
    myInt: Text;
}

```

Figura 22- Código Tabela Routing Line

Foi também adicionado um trigger nesta tabela que quando validado o “Run Time” é multiplicado o valor de emissões do respectivo Machine Center pelo “Run Time” e assim é calculado o valor de “CO2eq Emission (ton)” (ver figura 23).

Operation No.†	Type	No.	Description	CO2eq Emission (ton)	Run Time
→ 10	Machine Center	M00020	Serrar	5.0784	20
20	Machine Center	M00020	Envernizar	3.8088	15

Figura 23- Tabela Routings

De modo a calcular o total de emissões de CO<sub>2</sub> por Routing foi feita a conta de cada máquina para depois juntar os dois valores num campo e ter o total de emissões de CO<sub>2</sub> desta Routing através das extensões “RoutingExt” e “RoutingHeaderExt” (ver figura 24, 25 e 26).

```
pageextension 50112 RoutingExt extends Routing
{
    layout
    {
        addafter(Description)
        {
            field(Campo; Rec."CO2 Emission")
            {
                ApplicationArea = all;
                Tooltip = 'Specifies the CO2eq emissions from this product';
            }
        }
    }
}
```

Figura 24- Código Página Routing

```
tableextension 50108 RoutingHeaderExt extends "Routing Header"
{
    fields
    {
        field(50101; "CO2 Emission"; Decimal)
        {
            CalcFormula = Sum("Routing Line"."CO2 Emission" WHERE("Routing No." = FIELD("No.")));
            FieldClass = FlowField;
        }
    }
}
```

```

    DecimalPlaces = 0 : 5;
    Editable = false;
    Caption = 'CO2eq Emission (ton)';
  }
}
var
  myInt: Integer;
}

```

Figura 25- Código Tabela Routing Header

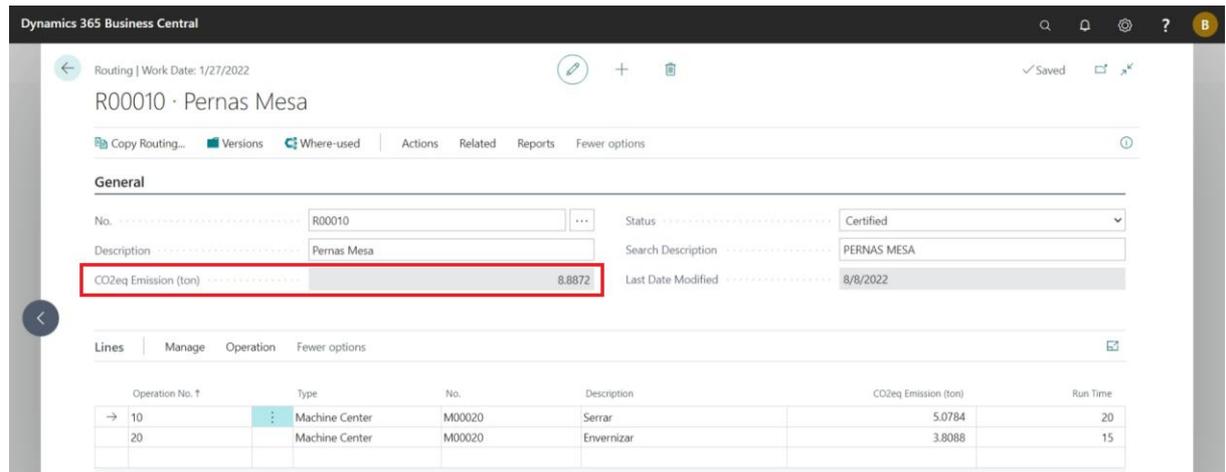


Figura 26- Routing com valor total de emissões

Seguidamente foi criada a extensão de página “Finished Production Orders” chamada “FinnishedProductionOders”. Esta extensão de página adiciona os campos “Expectable Value of CO2eq Emission (ton)” que mostra as emissões esperadas do produto e “Real Value of CO2eq Emission (ton)” que mostra as emissões reais de CO2 do produto. Em conjunto com “Production Order” que tem a sua extensão com o nome “ProductionOrderExt” esses campos ficam visíveis na página (ver figura 27 e 28).

```

pageextension 50107 FinishedProductionOdersExt extends "Finished Production
Orders"
{
  layout
  {
    addafter(Description)
    {
      field(Campo2; Rec."Real Value")
      {
        ApplicationArea = all;
        ToolTip = 'Specifies the total CO2eq emissions from this
product';
      }
    }
  }
}

```

```

actions
{
    addbefore("Prod. Order - Detail Calc.")
    {
        action(ReportCO2)
        {
            ApplicationArea = All;
            Caption = 'Report CO2';
            Image = Report;
            trigger OnAction()
            var
                Reportt: Report CO2Report;
                //ProdOrderStat: Record "Production Order";
            begin
                Reportt.SetTableView(Rec);
                Reportt.UseRequestPage(false);
                Reportt.Run();
            end;
        }
    }
}

```

Figura 27- Código Página Finished Production Orders

The screenshot shows the Dynamics 365 Business Central interface for 'CRONUS International Ltd.'. The main table is titled 'Finished Production Orders' and contains the following data:

No. ↑	Description	Expectable Value of CO2eq Emission (ton)	Real Value of CO2eq Emission (ton)	Source No.	Routing No.	Quantity	Status ↑
101029	Mesa	1,296.9248	2,742.95	70061	70001	1	Finished
101032	Perna Mesa	22.3872	0	70064	R00010	4	Finished
101036	Perna Mesa	22.3872	0	70064	R00010	4	Finished
101037	Perna Mesa	22.3872	0	70064	R00010	4	Finished
101038	Perna Mesa	22.3872	0	70064	R00010	4	Finished
101039	Perna Mesa	22.3872	0	70064	R00010	4	Finished
101040	Perna Mesa	22.3872	0	70064	R00010	4	Finished
101041	Perna Mesa	22.3872	0	70064	R00010	4	Finished
101042	Perna Mesa	22.3872	0	70064	R00010	4	Finished
101043	Perna Mesa	22.3872	0	70064	R00010	4	Finished
101044	Perna Mesa	22.3872	0	70064	R00010	4	Finished
101045	Perna Mesa	22.3872	0	70064	R00010	4	Finished
101046	Perna Mesa	22.3872	0	70064	R00010	4	Finished
101047	Perna Mesa	22.3872	22.3872	70064	R00010	4	Finished
101048	Perna Mesa	22.3872	0	70064	R00010	4	Finished

Figura 28- Página Finished Production Orders

De maneira a conseguir ter um cálculo mais preciso do valor das emissões de cada produto, foi necessário criar o campo “CO2eq Emission (ton)” na tabela “Prod. Order Line” que é comum às páginas “Planned Prod. Order Lines”, “Released Prod. Order Lines” e “Finished Prod. Order Lines” de modo que foi também criado o campo em cada uma dessas páginas.

Esse campo contém a soma do total de emissões expectáveis e é do tipo Decimal e não editável e com o valor de casas decimais entre 0 e 5. Na extensão da tabela “Prod. Order Line” é adicionado também o campo “Real Value” que apenas é comum às páginas “Released Prod. Order Lines” e “Finished Prod. Order Lines”. Este campo apenas tem um valor de casas decimais entre 0 e 5 e é não editável. Tem também um trigger que ativa a função FxRealCo2ProdOrder que tem a soma dos valores reais de emissões de CO<sub>2</sub> (ver figura 29, 30, 31, 32, 33, 34 e 35).

```

tableextension 50109 "Prod.OrderLineExt" extends "Prod. Order Line"
{
    fields
    {
        field(50100; "CO2 Emission"; Decimal)
        {
            FieldClass = FlowField;
            CalcFormula = Sum("Prod. Order Component"."CO2 Emission"
WHERE(Status = FIELD(Status), "Prod. Order No." = FIELD("Prod. Order No."),
"Prod. Order Line No." = field("Line No.")));
            Caption = 'CO2eq Emission from Raw Materials (ton)';
            Editable = false;
            DecimalPlaces = 0 : 5;
        }
        field(50101; "RealValue"; Decimal)
        {
            DataClassification = ToBeClassified;
            Caption = 'Real Value of CO2eq Emission (ton)';
            Editable = false;
            DecimalPlaces = 0 : 5;
            trigger OnValidate()
            begin
                FxRealCo2ProdOrder(rec."Prod. Order No.");
            end;
        }
    }
}
procedure FxRealCo2ProdOrder(pDocNo: Code[20]) RealValue: Decimal
var
    ProdOrder: Record "Production Order";
    ProdOrderLine: Record "Prod. Order Line";
begin
    ProdOrderLine.Reset();
    ProdOrderLine.SetRange("Prod. Order No.", pDocNo);
    if ProdOrderLine.FindFirst() then begin
        repeat
            RealValue += (ProdOrderLine.RealValue *
ProdOrderLine.Quantity);
        until ProdOrderLine.Next() = 0;
    end;
end;

```

```

end;
ProdOrder.Reset();
ProdOrder.SetRange("No.", pDocNo);
if ProdOrder.FindFirst() then begin
    ProdOrder."Real Value" := RealValue;
    ProdOrder.Modify();
end;
end;
}

```

Figura 29- Código Tabela Prod. Order Line

```

pageextension 50114 "PlannedProd.OrderLinesExt" extends "Planned Prod. Order
Lines"
{
    layout
    {
        addafter(Description)
        {
            field(Campo; Rec."CO2 Emission")
            {
                ApplicationArea = all;
                Tooltip = 'Specifies the total CO2eq emissions from this
product';
            }
        }
    }
}

```

Figura 30- Código Página Planned Prod.Order

```

pageextension 50115 "ReleasedProd.OrderLinesExt" extends "Released Prod. Order
Lines"
{
    layout
    {
        addafter(Description)
        {
            field(Campo; Rec."CO2 Emission")
            {
                ApplicationArea = all;
                Tooltip = 'Specifies the total CO2eq emissions from this
product';
            }
        }
        addafter(Description)
        {
            field(Campo2; Rec.RealValue)
            {
                ApplicationArea = all;
                Tooltip = 'Specifies the Expectable CO2eq emissions from this
product';
            }
        }
    }
}

```

```

    }
  }
}

```

Figura 31- Código Página Released Prod. Order Lines

```

pageextension 50116 "FinishedProd.OrderLinesExt" extends "Finished Prod. Order
Lines"
{
  layout
  {
    addafter(Description)
    {
      field(Campo; Rec."CO2 Emission")
      {
        ApplicationArea = all;
        Tooltip = 'Specifies the total CO2eq emissions from this
product';
      }
    }
    addafter(Description)
    {
      field(Campo2; Rec.RealValue)
      {
        ApplicationArea = all;
        Tooltip = 'Specifies the Expectable CO2eq emissions from this
product';
      }
    }
  }
}

```

Figura 32- Código Página Prod. Order Lines

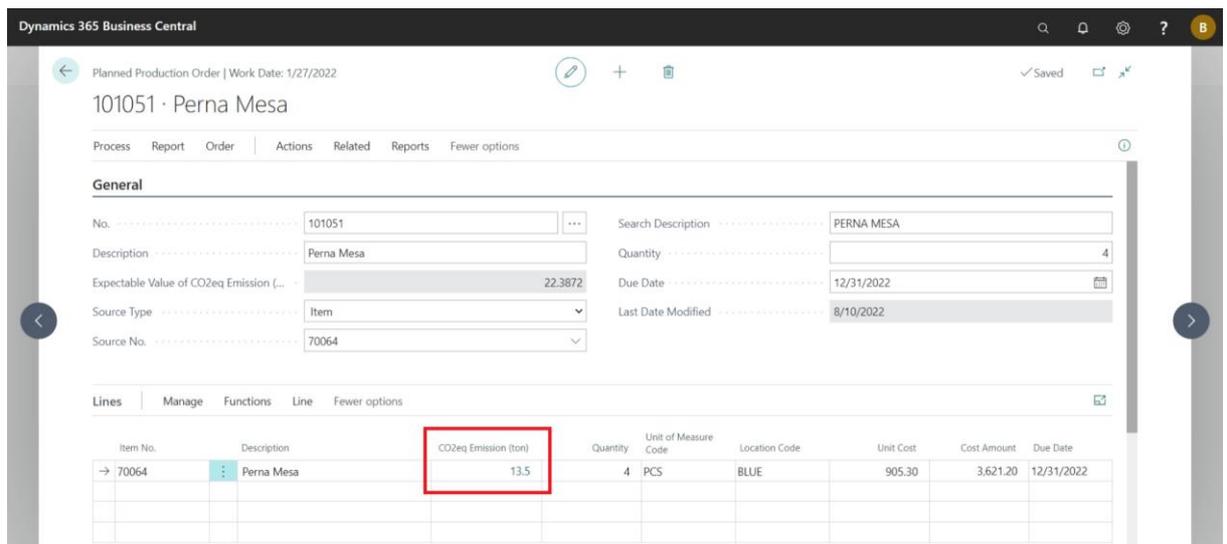


Figura 33- Página Planned Production Order

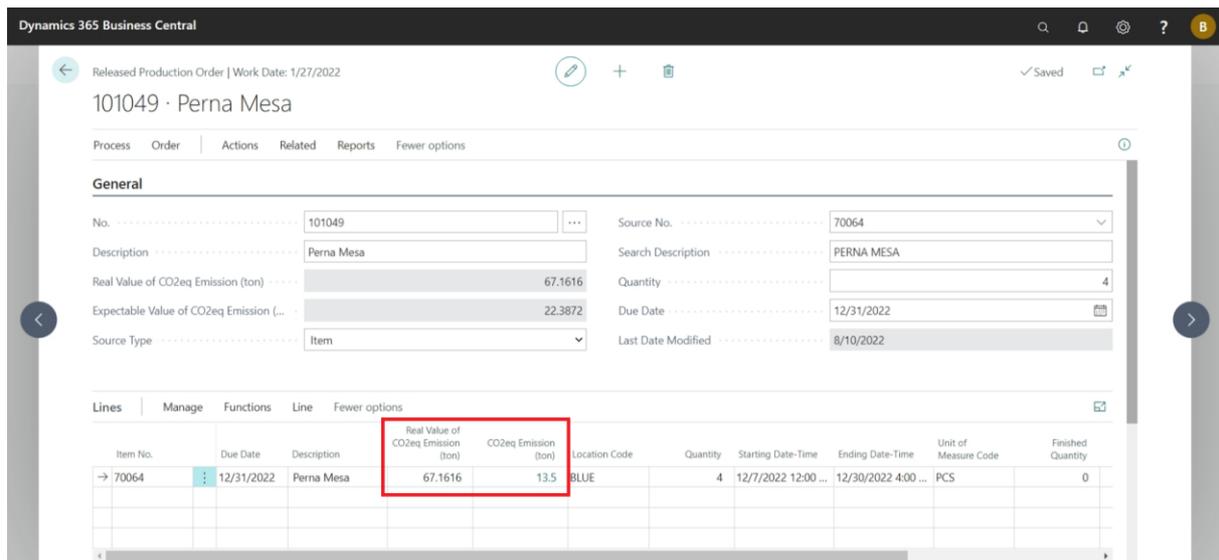


Figura 34- Página Release Production Order

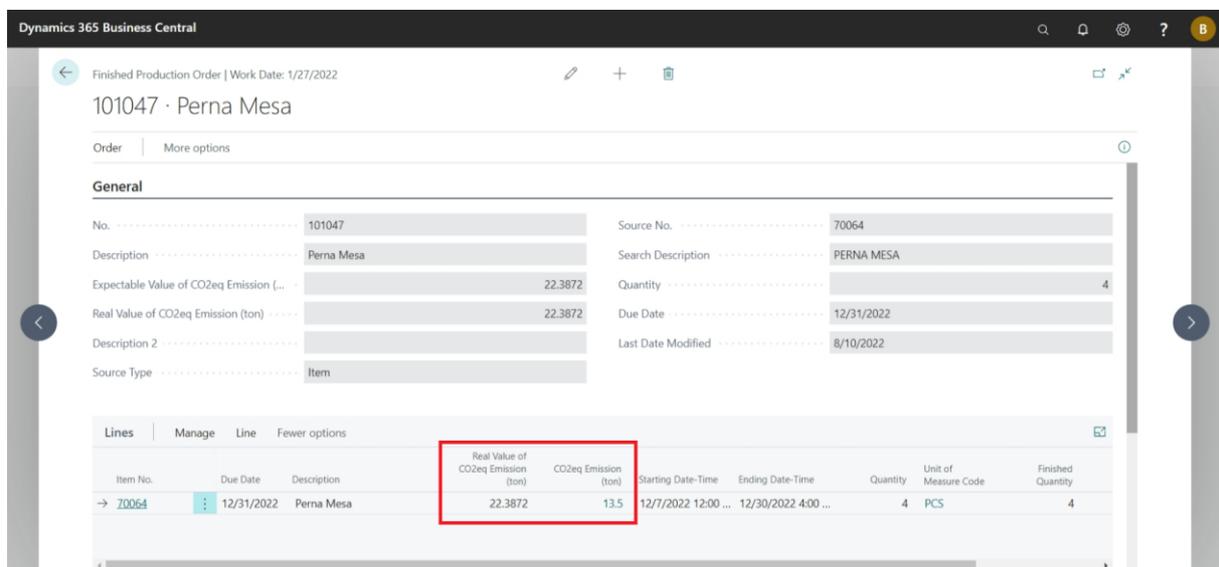


Figura 35- Página Finished Production Order

Para calcular o valor das imagens anteriores, foi necessário criar uma extensão da página “Prod. Order Components” de modo a criar o campo chamado “CO2eq Emission (ton)”. Este campo é apresentado porque foi criada uma extensão da tabela “Prod. Order Component” que é do tipo Decimal, tem um valor mínimo de 0, não editável e tem um mínimo de 0 e um máximo de 5 casas decimais. Este campo contém um trigger que quando alterada a quantidade de cada produto vai fazer a multiplicação do valor das emissões de CO<sub>2</sub> do produto pela quantidade indicada (ver figura 36, 37 e 38).

```
pageextension 50118 "Prod.OrderComponentsExt" extends "Prod. Order Components"
{
    layout
```

```

{
  addafter(Description)
  {
    field(Campo; Rec."CO2 Emission")
    {
      ApplicationArea = all;
      Tooltip = 'Specifies the total CO2eq emissions from this
product';
    }
  }
}
}

```

Figura 36- Código Página Prod. Order Components

```

tableextension 50110 "Prod.OrderComponentExt" extends "Prod. Order Component"
{
  fields
  {
    field(50100; "CO2 Emission"; Decimal)
    {
      DataClassification = ToBeClassified;
      MinValue = 0;
      Caption = 'CO2eq Emission (ton)';
      Editable = false;
      DecimalPlaces = 0 : 5;
    }
    modify("Location Code")
    {
      trigger OnAfterValidate()
      var
        lrecItem: Record Item;
      begin
        lrecItem.get("Item No.");
        if lrecItem."CO2 Emission" <> 0 then
          Validate("CO2 Emission", "Quantity per" * lrecItem."CO2
Emission")
        else begin
          lrecItem.CalcFields("CO2 Average");
          Validate("CO2 Emission", "Quantity per" * lrecItem."CO2
Average");
        end;
        Modify();
      end;
    }
  }
  var
    myInt: Integer;
}

```

Figura 37- Código Tabela Prod. Order Component

Item No.	Description	CO2eq Emission (ton)	Quantity per	Unit of Measure Code	Location Code	Flushing Method	Expecte Quanti
70065	Tábua Madeira	12.5	0.25	PCS	BLUE	Backward	
→ 70066	Verniz	1	0.1	L	BLUE	Backward	

Figura 38- Página Prod. Order Component

Tendo já o cálculo individual de cada produto é necessário calcular o valor total de emissões do produto, somando o valor de emissões das Routings com o valor que já temos dos componentes como se pode ver nas imagens anteriores. Para isso foi necessário criar para páginas “Released Production Order” e “Finished Production Order” uma extensão de modo a criar um campo chamado “Real Value”. Nesta página o campo vai ser adicionado na tabela “Production Order” como decimal e não editável (ver página 39, 40, 41, 42 e 43).

```

pageextension 50119 ReleaseProductionOrderExt extends "Released Production Order"
{
    layout
    {
        addafter(Description)
        {
            field(Campo; Rec."Real Value")
            {
                ApplicationArea = all;
                Tooltip = 'Specifies the Expectable CO2eq emissions from this product';
            }
        }
    }
}

```

Figura 39- Código Página Released Production Order

```

pageextension 50120 FinishedProductionOrderExt extends "Finished Production Order"
{
    layout
    {
        addafter(Description)
        {
            field(Campo2; Rec."Real Value")
            {

```

```

        ApplicationArea = all;
        Tooltip = 'Specifies the total CO2eq emissions from this
product';
    }
}
}
}
}

```

Figura 40- Código Página Finished Production Order

```

tableextension 50105 ProductionOrderExt extends "Production Order"
{
    fields
    {
        field(50102; "Real Value"; Decimal)
        {
            DataClassification = ToBeClassified;
            Caption = 'Real Value of CO2eq Emission (ton)';
            Editable = false;
            DecimalPlaces = 0 : 5;
        }
        field(50103; "Expectable Value"; Decimal)
        {
            DataClassification = ToBeClassified;
            Caption = 'Expectable Value of CO2eq Emission (ton)';
            Editable = false;
            DecimalPlaces = 0 : 5;
        }
    }
    var
        myInt: Text;

    procedure FxCalculateOrderCO2ProdOrder() Co2Value: Decimal
    var
        ProdOrdersLines: Record "Prod. Order Line";
        RoutingN: Record "Routing Header";
    begin
        ProdOrdersLines.Reset();
        ProdOrdersLines.SetCurrentKey("Prod. Order No.", "Item No.");
        ProdOrdersLines.SetRange("Prod. Order No.", Rec."No.");
        if ProdOrdersLines.FindSet() then begin
            repeat
                ProdOrdersLines.CalcFields("CO2 Emission");
                Co2Value := Co2Value + (ProdOrdersLines."CO2 Emission") *
ProdOrdersLines.Quantity;
            until ProdOrdersLines.Next() = 0;
            end;
            if RoutingN.Get(rec."Routing No.") then begin
                RoutingN.CalcFields("CO2 Emission");
                Co2Value := Co2Value + RoutingN."CO2 Emission";
            end;
        end;
    end;
}

```

```

end;
end;
}

```

Figura 41- Código Tabela Production Order

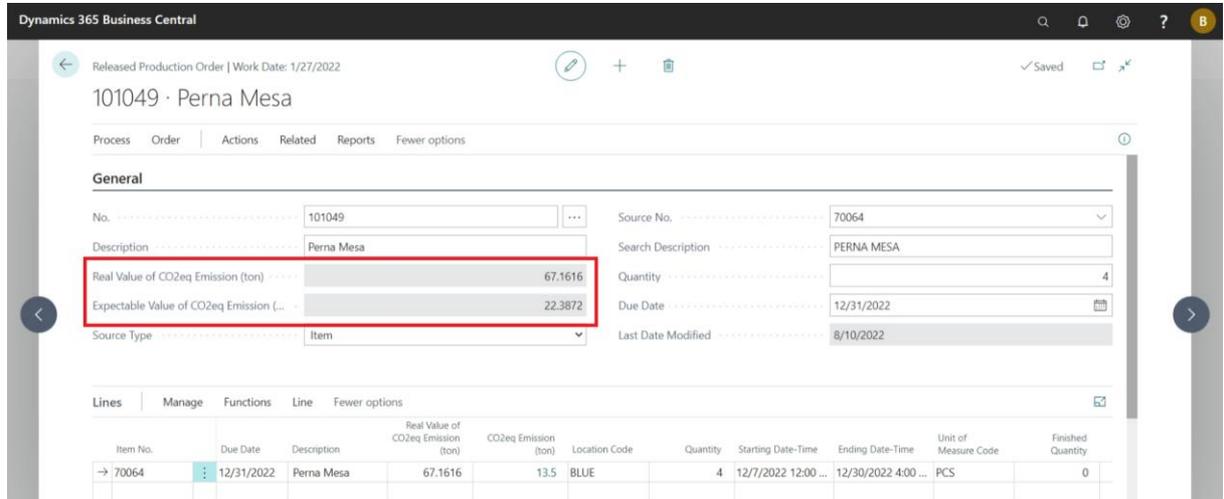


Figura 42- Página Released Production Order

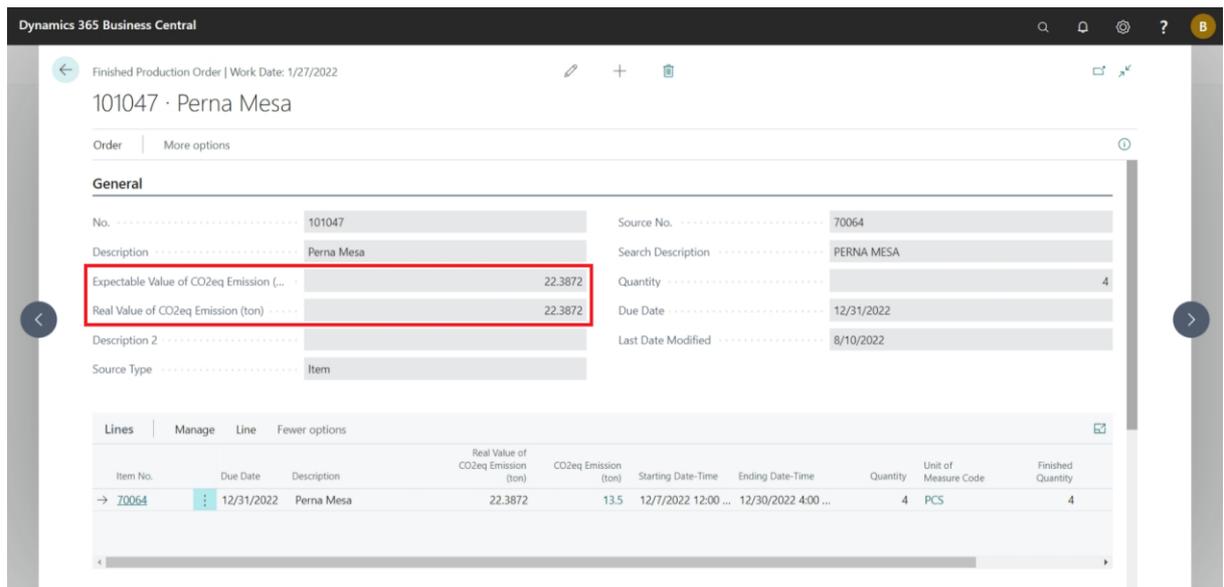


Figura 43- Página Finished Production Order

O método de definir a quantidade de produtos e o tempo de máquinas utilizado na criação de um produto, é no Production Journal. Para isso foi necessário criar uma extensão de página chamada "ProductionJournalExt" com dois campos, "CO2 Emission Material" e "CO2 Emission Routing" e uma extensão de tabela onde se pode calcular os valores dos campos criados na página. Após o cálculo desses campos, é feita a soma de todos e essa soma por sua vez é

dividida pela quantidade de produtos criados e acaba por ser alocado esse resultado na tabela “Prod. Order Line” e “Production Order” (ver figura 44, 45 e 46).

```
pageextension 50122 ProductionJournalExt extends "Production Journal"
{
    layout
    {
        addafter(Finished)
        {
            field(Campo2; Rec."CO2 Emission Material")
            {
                ApplicationArea = all;
                ToolTip = 'Specifies the CO2eq emissions from this Work
Center';
            }
        }
        addafter("Location Code")
        {
            field(Campo3; Rec."CO2 Emission Routing")
            {
                ApplicationArea = all;
                ToolTip = 'Specifies the CO2eq emissions from this Work
Center';
            }
        }
    }
}
```

Figura 44- Código Página Production Journal

```
tableextension 50111 ItemJournalLineExt extends "Item Journal Line"
{
    fields
    {
        field(50102; "CO2 Emission Material"; Decimal)
        {
            DataClassification = ToBeClassified;
            Caption = 'CO2eq Emission from Material (ton)';
            MinValue = 0;
            Editable = false;
            DecimalPlaces = 0 : 5;
        }
        field(50103; "CO2 Emission Routing"; Decimal)
        {
            DataClassification = ToBeClassified;
            Caption = 'CO2eq Emission from Routing (ton)';
            MinValue = 0;
            Editable = false;
            DecimalPlaces = 0 : 5;
        }
    }
}
```

```

    modify(Quantity)
    {
        trigger OnAfterValidate()
        var
            lrecItem: Record Item;
        begin
            lrecItem.get("Item No.");
            if lrecItem."CO2 Emission" <> 0 then
                Validate("CO2 Emission Material", "Quantity" *
lrecItem."CO2 Emission")
            else begin
                Validate("CO2 Emission Material", "Quantity" *
lrecItem."CO2 Expectable Emission");
            end;
        end;
    }
    modify("Run Time")
    {
        trigger OnAfterValidate()
        var
            lrecItem1: Record "Machine Center";
        begin
            lrecItem1.get("No.");
            Validate("CO2 Emission Routing", "Run Time" * lrecItem1."CO2
Emission");
        end;
    }
}
trigger OnAfterModify()
begin
    FxRealCo2(rec."Document No.", rec."Source No.");
end;
procedure FxRealCo2(pDocNo: Code[20]; pSourceNo: Code[20]) RealValue:
Decimal
var
    ItemJournalLine: Record "Item Journal Line";
    ProdOrder: Record "Production Order";
    ProdOrderLine: Record "Prod. Order Line";
begin
    ProdOrderLine.Reset();
    ProdOrderLine.SetRange("Prod. Order No.", pDocNo);
    ProdOrderLine.SetRange("Item No.", pSourceNo);
    if ProdOrderLine.FindFirst() then begin
        ItemJournalLine.Reset();
        ItemJournalLine.SetRange("Document No.", pDocNo);
        ItemJournalLine.SetRange("Source No.", pSourceNo);
        if ItemJournalLine.FindFirst() then begin
            repeat

```

```

        RealValue += (ItemJournalLine."CO2 Emission Material" +
ItemJournalLine."CO2 Emission Routing") / ProdOrderLine.Quantity;
        until ItemJournalLine.Next() = 0;
    end;
    ProdOrderLine.Validate(RealValue, RealValue);
    ProdOrderLine.Modify();
end;
end;
}

```

Figura 45- Código Tabela Item Journal Line

Dynamics 365 Business Central

Released Production Order | Work Date: 1/27/2022

✓ Saved

Edit - Production Journal - Production Order 101051 Perna Mesa

Manage Post/Print Line Prod. Order Actions Related Fewer options

General

Posting Date: 1/27/2022 Flushing Method Filter: All Methods

Entry Type	Type	Item No.	Description	Location Code	Consumption Quantity	Run Time	Finished	CO2eq Emission from Material (ton)	CO2eq Emission from Routing (ton)	Operation No.	Posting Date
Consumption		70065	Tábua Madeira	BLUE	1		<input type="checkbox"/>	50	0		1/27/2022
Consumption		70066	Verniz	BLUE	0.4		<input type="checkbox"/>	4	0		1/27/2022
Output	Machin...	70064	Serrar	BLUE		20	<input checked="" type="checkbox"/>	0	5.0784	10	1/27/2022
→ Output	Machin...	70064	Envernizar	BLUE		15	<input checked="" type="checkbox"/>	0	3.8088	20	1/27/2022

Actual Consump. Qty. Setup Time Run Time Output Qty. Scrap Qty.

0 30 1 0

Close

Figura 46- Tabela Item Journal Line

Para ter um cálculo ainda mais preciso da pegada de carbono de um produto é necessário adicionar o campo da “CO2eq Emission (ton)” nos Machine Centers, que são os centros por onde passam os produtos de modo a serem preparados para a sua versão final. Para as máquinas foi também adicionado o campo “CO2eq Emission (ton)” que corresponde à quantidade ao valor de emissões de CO<sub>2</sub>. A maneira usada para calcular as emissões de CO<sub>2</sub> é utilizando a potência da máquina em Watts e um valor de gastos extras como ar condicionado ou outra utilização de energia na fábrica, sendo denominada como OverHead CO<sub>2</sub> (ver figura 47, 48 e 49).

```

pageextension 50110 MachineCenterListExt extends "Machine Center List"
{
    layout
    {
        addafter(Name)
        {
            field(Campo; Rec."CO2 Emission")
            {

```



Dynamics 365 Business Central

CRONUS International Ltd. | Sales | Purchasing | Inventory | Posted Documents | Setup & Extensions

Machine Centers: M0\* | Search | + New | Delete | Process | Reports | Open in Excel | More options

No. ↑	Name	CO2eq Emission (ton)	Work Center No.	Efficiency
M00010	Aparafusadora	0.1058	W00010	100
M00020	Zé António	0.25392	W00010	100

Figura 49- Página Machine Center List

Na Tabela Machine Center os campos “CO2 Emission” e “OverHeadCO2” são do tipo Decimal, com o valor mínimo de 0, enquanto o campo “Power Comsumptions (Watts)” é do tipo Integer com o valor mínimo de 1. Para os campos “Power Consumption” e “OverHead CO2” foi criada um trigger de modo que quando são preenchidos esses campos, volte a fazer a função “FXCalculateCO2”. Essa função vai buscar à tabela “Anual APA Values” o valor mais recente e multiplica esse valor pelo “Power Consumption” e por 1 mais o valor do “OverHead CO2”. O resultado deste cálculo está a ser armazenado no campo “CO2eq Emission (ton)” (ver figura 50).

```

tableextension 50107 MachineCenterExt extends "Machine Center"
{
    fields
    {
        field(50101; "CO2 Emission"; Decimal)
        {
            DataClassification = ToBeClassified;
            Caption = 'CO2eq Emission (ton)';
            MinValue = 0;
            Editable = false;
            DecimalPlaces = 0 : 5;
        }
        field(50102; "Power Consumption"; Decimal)
        {
            DataClassification = ToBeClassified;
            Caption = 'Power Consumption (Mega Watt)';
            MinValue = 0;
            DecimalPlaces = 0 : 5;
            trigger OnValidate()
            begin
                Rec.Validate("CO2 Emission", Rec.FxCalculateCO2());
                Rec.Modify();
            end;
        }
        field(50103; "OverHead CO2"; Decimal)
        {
    
```

```

DataClassification = ToBeClassified;
Caption = 'OverHead Rate CO2eq';
MinValue = 0;
DecimalPlaces = 0 : 5;
trigger OnValidate()
begin
    Rec.Validate("CO2 Emission", Rec.FxCalculateCO2());
    Rec.Modify();
end;
}
}
var
    myInt: Text;

procedure FxCalculateCO2() Co2Value: Decimal
var
    recAnualAPAValues: Record "Anual APA Values";

begin
    recAnualAPAValues.SetCurrentKey(Year);
    if recAnualAPAValues.FindLast() then;
        Co2Value := Rec."Power Consumption" * (1 + Rec."OverHead CO2") *
recAnualAPAValues."Anual APA Values";
    end;
}

```

Figura 50- Código Tabela Machine Center

Na Figura 16 podemos ver o campo "CO2eq Emission (ton)" já criado na página dos Machine Centers (ver figura 51).

The screenshot shows the 'Machine Center Card' for 'M00010 · Aparafusadora'. The 'General' section contains the following fields:

No.	M00010	Search Name	APARAFUSADORA
Name	Aparafusadora	Power Consumption (Mega Watt)	0.5
CO2eq Emission (ton)	0.1058	Last Date Modified	8/3/2022
Work Center No.	W00010	OverHead Rate CO2eq	0.15

The 'Posting' section includes:

Direct Unit Cost	10.00	Unit Cost	10.00
Indirect Cost %	0	Flushing Method	Manual
Overhead Rate	0.00	Gen. Prod. Posting Group	MANUFACT

The 'Scheduling' section includes:

Capacity	1	Queue Time	0
----------	---	------------	---

Figura 51- Página Machine Center Card

O valor das emissões de cada máquina é calculado através da multiplicação do “Power Consumption” por 1 mais o Valor de OverHead e também por um valor anual dado pela APA (Associação Portuguesa do Ambiente) que é necessário atualizar todos os anos.

Para adicionar esse valor da APA foi criada uma página com uma tabela que incluía os valores anuais, com a possibilidade de todos os anos poder ser atualizada (ver figura 52 , 53 e 54).

```
page 50100 "Annual APA Values"
{
    ApplicationArea = BasicHR;
    Caption = 'Annual APA Values';
    PageType = List;
    SourceTable = "Annual APA Values";
    UsageCategory = Administration;

    layout
    {
        area(content)
        {
            repeater(Control1)
            {
                ShowCaption = false;
                field("Year"; Rec.Year)
                {
                    ApplicationArea = BasicHR;
                    Tooltip = 'Specifies the year';
                }
                field("Annual APA Values"; Rec."Annual APA Values")
                {
                    ApplicationArea = Suite;
                    Tooltip = 'Specifies the quantity.';
                }
            }
        }
        area(factboxes)
        {
            systempart(Control1900383207; Links)
            {
                ApplicationArea = RecordLinks;
                Visible = false;
            }
            systempart(Control1905767507; Notes)
            {
                ApplicationArea = Notes;
                Visible = false;
            }
        }
    }
}
```

```

actions
{
}

```

```

}
```

Figura 52- Código Página Anual APA Values

```

table 50101 "Anual APA Values"
{
    Caption = 'Human Resource Unit of Measure';
    DataCaptionFields = "Year";
    DrillDownPageID = "Anual APA Values";
    LookupPageID = "Anual APA Values";

    fields
    {
        field(1; "Year"; Integer)
        {
            Caption = 'Year';
            NotBlank = true;
        }
        field(2; "Anual APA Values"; Decimal)
        {
            Caption = 'Anual APA Value';
            DecimalPlaces = 0 : 5;
            InitValue = 1;

            trigger OnValidate()
            begin
                if "Anual APA Values" <= 0 then
                    FieldError("Anual APA Values", Text000);
                    HumanResSetup.Get();

                end;
            }
        }

    keys
    {
        key(Key1; "Year")
        {
            Clustered = true;
        }
    }

    fieldgroups
    {
        fieldgroup(DropDown; "Year", "Anual APA Values")
        {

```

```

    }
}

var
    Text000: Label 'must be greater than 0';
    HumanResSetup: Record "Human Resources Setup";
}

```

Figura 53- Código Tabela Anual APA Values

Year T	Annual APA Value
2019	0.233
2020	0.184

Figura 54- Tabela de Valores Anuais da APA

O valor à esquerda, os anos, são do tipo inteiro e não pode estar vazio, enquanto o campo “Annual APA Values” é do tipo inteiro e pode ter entre 0 e 5 casas decimais.

Para conseguir confirmar que a média de todos os valores calculados estão a ser bem calculados, foi criada uma extensão da página “Production Order List” de modo a quando se clica no valor médio de cada produto mostra os artigos que estão a ser usados para essa média (ver figura 55 e 56).

```

pageextension 50121 ProductionOrderListExt extends "Production Order List"
{
    layout
    {
        addafter(Description)
        {
            field(Campo2; Rec."Real Value")
            {
                ApplicationArea = all;
                ToolTip = 'Specifies the total CO2eq emissions from this
product';
            }
        }
    }
}

```

Figura 55- Código Página Production Order List

No. 1	Description	Real Value of CO2eq Emission (ton)	Source No.	Routing No.	Quantity	Starting Date-
101047	Perna Mesa	22.3872	70064	R00010	4	12/30/2022

Figura 56- Página Production Order List

Para conseguir ver a evolução dos valores de emissões de cada produto e ter uma noção mensalmente de quanto a empresa emite com cada produto foi criado um relatório de modo a conseguir ver ao pormenor foi criado um Report chamado “CO2ReportRDLC” para conseguir imprimir esses valores (ver figura 57 e 58).

```
report 50100 CO2Report
{
    DefaultLayout = RDLC;
    RDLCLayout = 'Reports\CO2Report.rdlc';
    Caption = 'CO2 Values';
    PreviewMode = PrintLayout;
    UsageCategory = ReportsAndAnalysis;
    ApplicationArea = All;

    dataset
    {
        dataitem(ProdOrder; "Production Order")
        {
            column(DateData; "Due Date")
            {
            }
            column(DateFormat; FORMAT("Due Date", 0, '<Day,2>-<Month,2>-<Year>'))
            {
            }
            column(EndingDate_ProdOrder; "Ending Date-Time")
            {
            }
            column(Item; "Routing No.")
            {
            }
            column(Quantity_ProdOrder; Quantity)
            {
            }
            column(StartingDate_ProdOrder; "Starting Date-Time")
            {
            }
            column(ValorCo2; "Real Value")
        }
    }
}
```

```
{
}
column(Descrição; Description)
{
}
column(Statuus; Status)
{
}
column(NO_; "No.")
{ }
}
}
```

Figura 57- Código Relatório CO2

The screenshot shows the Dynamics 365 Business Central interface for 'CRONUS International Ltd.'. The main table displays 'Finished Production Orders' with columns for No., Description, Real Value of CO2eq Emission (ton), Quantity, Status, and Due Date. A 'Reports' dropdown menu is open, showing 'Report CO2' as the selected option, highlighted with a red box. Other report options include 'Prod. Order - Detail Calc.', 'Prod. Order - Precalc. Time', 'Production Order - Comp. and Routing', 'Production Order Job Card', 'Production Order - Picking List', 'Production Order - Material Requisition', and 'Production Order List'.

No.	Description	Real Value of CO2eq Emission (ton)	Quantity	Status	Due Date
101058	Mesa	199.4736	1	Finished	12/31/2022
101063	Mesa	228.5032	1	Finished	1/27/2023
101066	Mesa	200.4736	1	Finished	12/31/2022
101068	Mesa	200.5316	1	Finished	1/27/2023
101069	Mesa	202.0128	1	Finished	1/27/2023
101071	Perna Mesa	23.3872	1	Finished	1/27/2022
101072	Perna Mesa	27.3872	1	Finished	1/27/2022
101073	Perna Mesa	24.9264	1	Finished	1/27/2022

Figura 58- Report

Ao abrir o "Report CO2" vai imprimir automaticamente o ficheiro .pdf como podemos ver no [Anexo I](#).

### 3.3 Como utilizar o Módulo

Para disponibilizar esta solução, no Business Central é necessário:

- I. Instalar o VSCode com o add-on da linguagem AL;
- II. Correr o código disponibilizado de modo a instalar o módulo da Calculadora da pegada de Carbono.
- III. Verificar se está tudo a correr conforme demonstrado nos prints acima.

Após o sistema estar instalado, o utilizador do sistema tem de:

- I. Para cada Machine Center indicar a potência da máquina em MegaWatts e o valor de OverHead em percentagem
- II. Para cada produto que vem já finalizado deve ter já o valor de CO2 no campo de CO2 de matérias-primas.
- III. Confirmar que na página Anual APA Values tem os valores atualizados. Se o último valor da tabela não forem dois anos anteriores ao atual, está desatualizado. Para atualizar é pesquisar os valores da APA.

## **4. CONCLUSÕES E LIMITAÇÕES**

Neste capítulo final apresentamos uma visão global que foi conduzida ao longo desta dissertação. Para começar são analisadas as principais conclusões e é feita uma crítica sobre a realização dos objetivos. Depois fornecemos recomendações sobre como resolver alguns problemas sobre o cálculo das emissões de carbono que foram encontrados ao longo do projeto. Por fim, mostramos as limitações do trabalho, assim como algumas sugestões para desenvolvimento futuro.

### **4.1 Conclusões Gerais**

Durante este processo de dissertação foi possível perceber como funciona o cálculo da pegada de carbono de um produto durante a sua fase de produção. Os artigos científicos utilizados para aumentar o conhecimento sobre este tema mostram a necessidade de desenvolvimento de estudos de caso sobre a metodologia da pegada de carbono. Depois de adquirido o conhecimento sobre o cálculo da pegada de carbono, o passo seguinte foi perceber como se iria instalar o Microsoft Business Central, que trouxe algumas limitações, e também saber como se iria utilizar a linguagem de programação AL de modo a conseguir desenvolver a calculadora.

O objetivo de implementação da calculadora foi concluído com sucesso de maneira a conseguir acompanhar o ciclo de produção de um produto para calcular o seu valor de emissões, tendo em conta as matérias-primas, o tempo que demora em cada máquina assim como o consumo energético por hora e os extras de energia utilizados durante a produção. Os pressupostos associados a cada fase deverão ser questionados no cálculo de cada produto que venha a ser considerado

Por fim foi possível recorrer a gráficos de modo a comparar os gastos de cada produto em diferentes alturas do ano, o total de cada produto e a sua média por mês.

### **4.2 Limitações e trabalho futuro**

Algumas das limitações encontradas na realização deste trabalho foram a necessidade de obter a licença do Microsoft Business Central, que demorou bastante tempo a ser facultada

pela empresa e sem ela era impossível proceder à instalação. Outro problema foi a necessidade de uma máquina virtual criada pela universidade de modo a instalar o Business Central, pois não está disponível para versão Home do Windows, apenas na versão Pro.

O facto de o Business Central não estar preparado para o cálculo da pegada de carbono, tendo de ser tudo adicionado de raiz a partir do Visual Studio Code através das extensões de páginas e tabelas.

Quanto ao cálculo da pegada de carbono, havia bastante desconhecimento e dúvida sobre como iria ser calculado e também o facto de as emissões transversais da empresa não terem sido contabilizadas.

No que diz respeito a trabalho futuro, se tivesse mais tempo disponível, o que deveria ser feito era a possibilidade de comparar graficamente o valor expectável de cada produto com o valor real. Desta maneira seria possível comparar o valor de emissões de CO<sub>2</sub> do produto produzido com o valor de emissões expectável de modo a perceber a diferença entre valor real e expectável.

Para que a solução possa ser implementada em todas as empresas, faria sentido criar uma forma que permitisse ajustar o interface a diferentes línguas (interface multi-lingua).

Não se antevê qualquer problema de performance associado ao desenvolvimento realizado. A forma como o sistema funciona certamente que não levará a que produtos mais complexos ou empresas com uma enorme gama de produtos possam notar qualquer alteração na performance do Business Central. Ainda assim, seria, obviamente, desejável poder realizar testes num sistema maior, em termos de produtos, de complexidade de produtos, com um número considerável de utilizadores em simultâneo.

Um dos objetivos foi criar uma solução genérica, que agora pode ser implementada junto de qualquer empresa cliente que use o Business Central. Existiram duas grandes dificuldades: perceber como calcular a emissão de CO<sub>2</sub>eq e perceber como se desenvolve uma solução customizada do Business Central. A primeira dificuldade está agora resolvida pela revisão que foi feita da literatura e que suportou o método de cálculo que foi implementado, ainda que mantendo pressupostos como a informação sobre os produtos intermédios adquiridos, entre outros. A segunda dificuldade existe de forma natural quando estamos a começar a trabalhar com um sistema complexo e abrangente. Um técnico com experiência em Business Central não terá dificuldade em portar esta solução que foi desenvolvida para uma implementação Business Central nova ou já em produção. Contudo, considera-se que é desejável documentar

melhor a implementação, eventualmente criado um manual de instalação. Seria desejável que se pudesse analisar o processo de utilização do sistema do ponto de vista do técnico que o instala.

Por fim, seria desejável poder analisar a utilização das funcionalidades implementadas numa ou mais empresas (de preferência de natureza diferente) que já usem o Business Central, para poder recolher *feedback* dos diferentes utilizadores, percebendo se esta solução corresponde às suas expectativas em termos de funcionalidade, interface, etc.

## BIBLIOGRAFIA

- [Acordo de Paris, 2021] → "Acordo de Paris", APA, 2021. Disponível em: <Acordo de Paris | Agência Portuguesa do Ambiente (apambiente.pt)>. Acedido em: 15 de fevereiro de 2022.
- [Bhatia, et al. 2011]→ Bhatia, P., Cummis, C., Draucker, L., Rich, D., Lahd, H., & Brown, A.. Product Life Cycle Accounting and Reporting. World Resource Institute, 2011, Disponível em:< [www.wri.org/research/greenhouse-gas-protocol-product-life-cycle-accounting-and-reporting-standard](http://www.wri.org/research/greenhouse-gas-protocol-product-life-cycle-accounting-and-reporting-standard)>. Acedido em: 10 de outubro de 2021.
- [Blanco, et al. 2015] → Martínez-Blanco, J., Lehmann, A., Chang, Y.-J., & Finkbeiner, M. "Social Organizational LCA (SOLCA)—a New Approach for Implementing Social LCA." The International Journal of Life Cycle Assessment, vol. 20, no. 11, , pp. 1586-1599.
- [Business Central na sua versão W1 de 2020] → "Download Microsoft Dynamics Business Central on Premises 2020 Wave 2 Release", Microsoft, 2020. Disponível em: <[https://docs.microsoft.com/en-us/dynamics/s-e/365business/msdbcentralonprem20wave2\\_delta](https://docs.microsoft.com/en-us/dynamics/s-e/365business/msdbcentralonprem20wave2_delta)>. Acedido em: 29 de abril de 2022.
- [Carballo, et al. 2010] → Carballo-Penela, A., & Doménech, J. L. "Managing the Carbon Footprint of Products: The Contribution of the Method Composed of Financial Statements (MC3)." The International Journal of Life Cycle Assessment, vol. 15, no. 9, 27 July 2010, pp. 962–969. Acedido em: 10 de outubro de 2021.
- [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=>](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?" The International Journal of Life Cycle Assessment, vol. 19, no. 2, 17 Dec. 2013, pp. 266–271. Acedido em: 10 de outubro de 2021.
- [GHG Protocol, 2022] → Bhatia, P., Cummis, C., Draucker, L., Rich, D., Lahd, H., & Brown, A.. Product Life Cycle Accounting and Reporting. World Resource Institute, 2011, Disponível em:< [www.wri.org/research/greenhouse-gas-protocol-product-life-cycle-accounting-and-reporting-standard](http://www.wri.org/research/greenhouse-gas-protocol-product-life-cycle-accounting-and-reporting-standard)>.

- cycle-accounting-and-reporting-standard.>. Acedido em: 10 de outubro de 2021.
- [Hydra e 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.
- [Hydra IT, 2022] → “HydraIT”, Hydra, 2022. Disponível em:< <https://www.hydra.pt/>>. Acedido em: 10 de outubro 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 Business Central, 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, H. “A Tool for Calculating CO2 Emissions in the Manufacturing Industry.” Halmstad, 2020, Disponível em :< A tool for calculating CO2 emissions on the manufacturing industry Use of GHG protocol.pdf>. Acedido em: 10 de outubro de 2021.
- [Oracle NetSuite, 2022] → Oracle NetSuite, NetSuite, 2022. Disponível em: < <https://www.netsuite.com/portal/home.shtml>>. Acedido em 8 de fevereiro de 2020.
- [Protocolo de Quioto, 2021] → " Protocolo de Quioto ", APA, 2021. Disponível em: < Protocolo de Quioto | Agência Portuguesa do Ambiente (apambiente.pt) >. Acedido em: 15 de fevereiro de 2022.
- [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/ch04lv11sec19/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, J. “Reducing Carbon Emissions Will Benefit the Global Economy- Here’s How.” Earth.org, 22 May 2020. Disponível em: <[earth.org/carbon-emissions-economy/](http://earth.org/carbon-emissions-economy/)>.Acedido em: 18 de março de 2022.
- [SQL Server Developer] →“Try SQL Server on-premises or in the cloud”, Microsoft, 2022. Disponível em: <<https://www.microsoft.com/en-us/sql-server/sql-server-downloads>>. Acedido em: 29 de abril de 2022.
- [Tao, et al. 2014] → Gao, T., Liu, Q., & Wang, J. “A Comparative Study of Carbon Footprint and Assessment Standards.” International Journal of Low-Carbon Technologies, vol. 9, no. 3, 25 June 2013, pp. 237–243. Acedido em: 10 de outubro de 2021.
- [Visual Studio Code, 2022] → “Code editing. Redefined”, 2022. Disponível em: <<https://code.visualstudio.com/>>. Acedido em: 7 de março de 2022.
- [Visual Studio Code] →“Download Visual Studio Code”, Microsoft, 2022. Disponível em: <<https://code.visualstudio.com/download>>. Acedido em: 29 de abril de 2022.
- [Wiedmann, et al. 2008] →Wiedmann, T. and Minx, J. (2008). A Definition of 'Carbon Footprint'. In: C. C. Pertsova, Ecological Economics Research Trends: Chapter 1, pp. 1-11, Nova Science Publishers, Hauppauge NY, USA. Disponível em: <[https://www.novapublishers.com/catalog/product\\_info.php?products\\_id=5999](https://www.novapublishers.com/catalog/product_info.php?products_id=5999)>. Acedido em: 10 de outubro de 2021.

# ANEXO I

## Real Values of CO2

Description	CO2 Value	Quantity	Date
Mesa	199.4736	1	31-12-22
Mesa	228.5032	1	27-01-23
Mesa	200.4736	1	31-12-22
Mesa	200.5316	1	27-01-23
Mesa	202.0128	1	27-01-23
Perna Mesa	23.3872	1	27-01-22
Perna Mesa	27.3872	1	27-01-22
Perna Mesa	24.9264	1	27-01-22
Perna Mesa	24.9264	1	27-01-22
Perna Mesa	22.3872	1	27-01-22
Mesa	199.4736	1	27-02-23
Mesa	199.4736	1	27-11-22
Perna Mesa	22.3872	1	31-12-22
Perna Mesa	22.3872	1	27-02-23

Tabela 2- Real Values of CO2

Emissions values per product

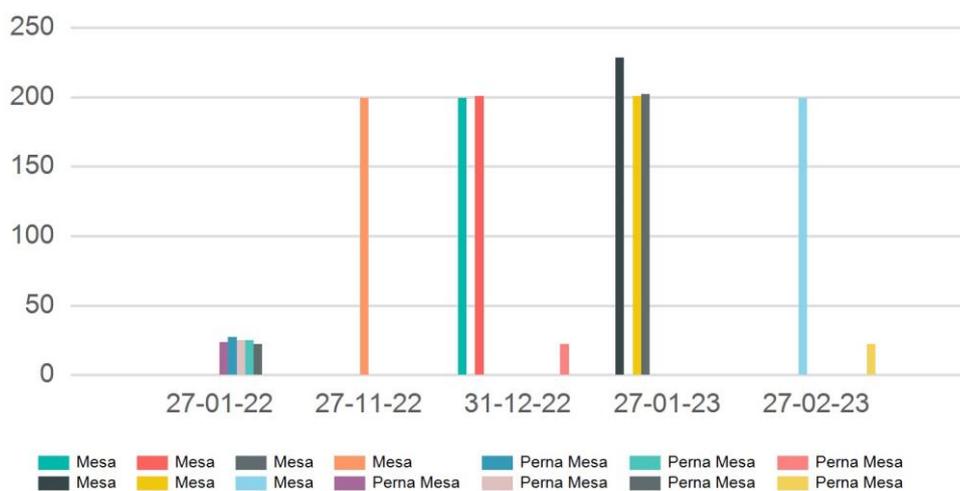


Figura 59- Emissions values per product

Sum of Total emissions per product

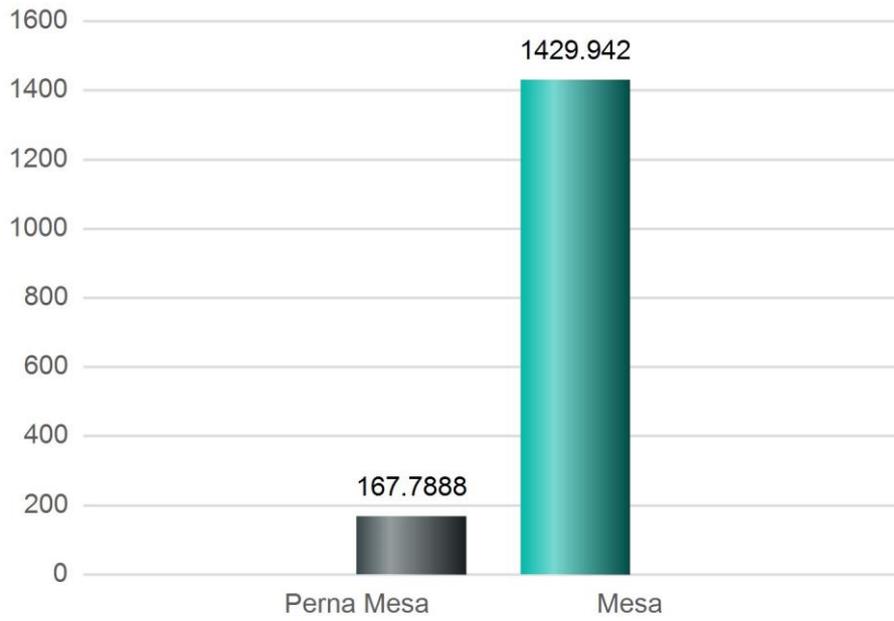


Figura 60- Sum of Total emissions per product

Product emission average based on date

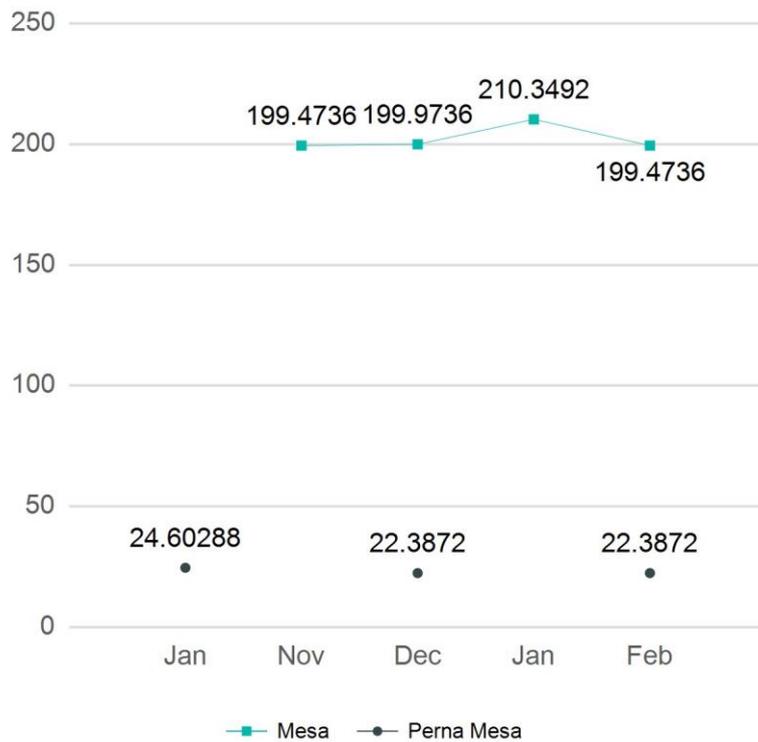


Figura 61- Product emission average based on date