



OTIMIZANDO A SUSTENTABILIDADE: GESTÃO DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO DE ESTUFA COM RECURSO A LOW-CODE

PATRÍCIA ISABEL RIBEIRO CARVALHO

outubro de 2024

**OTIMIZANDO A SUSTENTABILIDADE: GESTÃO DE
EMISSÕES DE GASES DE EFEITO DE ESTUFA COM
RECURSO A LOW-CODE**

Patrícia Isabel Ribeiro Carvalho

**Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial**

Orientador: Professora Susana Nicola

Coorientador: Professor Joaquim Moreira

Supervisor: Bruno Fonte

Júri:

Presidente:

Luís Pinto Ferreira, Professor Coordenador, ISEP

Vogais:

Susana Cláudia Nicola de Araújo, Professora Adjunta, ISEP

Ana Luísa Ferreira Andrade Ramos, Professora Auxiliar, Universidade de Aveiro

Resumo

A presente dissertação foi desenvolvida no âmbito da Unidade Curricular “Projeto/ Dissertação/ Estágio”, do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, do Departamento de Engenharia Mecânica do Instituto Superior de Engenharia do Porto. O trabalho explora a implementação de uma plataforma desenvolvida com recurso a *Low-code* para otimizar o cálculo, monitorização e gestão de emissões de Gases com Efeito de Estufa (GEE) da Efacec.

A capacidade de uma empresa reportar com precisão o seu Inventário de GEE é essencial para garantir vantagem competitiva no mercado. A sustentabilidade e, em particular, a temática das emissões de GEE, tornou-se, em anos recentes, um fator decisivo na escolha de fornecedores.

Reconhecendo a imperatividade de enfrentar com urgência as alterações climáticas, bem como responder aos crescentes pedidos dos clientes, a Efacec uniu-se ao movimento “*Business Ambition for 1.5°C*” da Organização das Nações Unidas, estabelecendo publicamente o acordo de atingir zero emissões líquidas até 2050 de acordo com critérios da *Science Based Targets initiative*. No entanto, a organização enfrentava desafios com o seu processo de cálculo do inventário de GEE, que era ineficiente em termos de tempo e resultava em dados imprecisos.

Através de uma abordagem metodológica baseada em investigação-ação, foi conduzido um levantamento detalhado das necessidades internas da empresa, além de uma análise das principais ferramentas de mercado, que revelaram uma falta de flexibilidade adequada a organizações com a complexidade da Efacec.

O objetivo deste trabalho foi, então, desenvolver uma aplicação destinada a otimizar este processo, aprimorando a eficiência, precisão e personalização no controlo das emissões. A solução proposta possibilitou uma nova abordagem para o cálculo global do Inventário de GEE, incorporando funcionalidades de monitorização em tempo real, *dashboards* e personalização.

A aplicação foi testada por colaboradores da Efacec, que avaliaram módulos específicos de acordo com os seus perfis, resultando numa satisfação global de 84%. A avaliação do potencial de crescimento e adaptação da ferramenta, em consonância com a evolução da empresa, obteve uma classificação de 92%.

Em suma, a solução desenvolvida não só aumentará a eficiência e a precisão do Inventário de GEE, como também atenderá à crescente procura dos clientes por práticas sustentáveis, possibilitando respostas mais ágeis. Apesar das limitações encontradas durante o desenvolvimento, a solução revelou-se eficaz e inovadora, com potencial para beneficiar outras empresas que enfrentam desafios semelhantes.

Palavras-chave: Descarbonização, Emissões de GEE, *Low-code*, Otimização de Processos, OutSystems, Sustentabilidade.

Abstract

This dissertation was developed as part of the “Project/Dissertation/Internship” curricular unit of the master’s program in Industrial Engineering and Management at the Mechanical Engineering Department of the Porto School of Engineering. The work explores the implementation of application, developed in Low-code, to optimise the calculation, monitoring and management of Efacec's greenhouse gas (GHG) emissions.

A company's ability to accurately report its GHG Inventory is essential to ensure competitive advantage in the market. Sustainability, and particularly the issue of GHG emissions, has become a decisive factor in choosing suppliers in recent years.

Recognising the imperative of urgently tackling climate change, as well as responding to growing customer demands, Efacec joined the United Nations' “Business Ambition for 1.5°C” movement, publicly agreeing to achieve zero net emissions by 2050 in accordance with the criteria of the Science Based Targets initiative. However, the organisation faced challenges with its GHG inventory calculation process, which was time-inefficient and resulted in inaccurate data.

Through a methodological approach based on action research, a detailed survey of the company's internal needs was conducted, as well as an analysis of the main market tools, which revealed a lack of flexibility suitable for organisations with Efacec's complexity.

The aim of this work was then to develop an application designed to optimise this process, improving efficiency, precision and personalisation in emissions control. The proposed solution enabled a new approach to the overall calculation of the GHG Inventory, incorporating real-time monitoring features, interactive dashboards and customisation options.

The application was tested by Efacec employees, who evaluated specific modules according to their profiles, resulting in overall satisfaction of 84 per cent. The assessment of the tool's potential for growth and adaptation, in line with the company's evolution, obtained a rating of 92%.

In short, the solution developed will not only increase the efficiency and accuracy of the GHG Inventory but will also meet the growing demand from clients for sustainable practices, enabling more agile responses. Despite the limitations encountered during development, the solution proved to be effective and innovative, with the potential to benefit other companies facing similar challenges.

Keywords: Decarbonisation, GHG Emissions, Low-code, OutSystems, Process Optimisation, Sustainability

Agradecimentos

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer aos meus orientadores, Professora Susana Nicola, Professor Joaquim Moreira e Engenheiro Bruno Fonte, pelo apoio, orientação, disponibilidade e acompanhamento contínuo que demonstraram durante o desenvolvimento desta dissertação.

Gostaria de estender a minha gratidão aos meus colegas da Efacec, em especial ao Marco Faria e à Jasmin Oliveira, que confiaram em mim para explorar o tema em questão e me propiciaram sempre um ambiente calmo e positivo.

Aos meus pais, muito obrigada por sempre terem acreditado em mim e por me terem proporcionado todas as condições para que pudesse atingir os meus objetivos. A pessoa que sou hoje, devo-a a vocês, pelo que esta conquista é tanto minha como vossa.

Aos meus irmãos e à Melissa, os meus melhores amigos, agradeço todo o vosso apoio, carinho, confiança e paciência constantes. Mal posso esperar por vos ver atingir todos os vossos sonhos. Sou, e sempre, serei a vossa fã número um.

Finalmente, aos meus colegas (e amigos!) de faculdade, com quem partilhei esta grande aventura e que tornaram estes cinco anos mais fáceis: não teria conseguido sem vocês. Sou muito grata por poder ter contado convosco desde o primeiro dia da licenciatura até hoje, e sei que não fica por aqui! Estou ansiosa por acompanhar todo o vosso sucesso, tanto profissional como pessoal.

A todos, o meu mais sincero “Obrigada!”,

Patrícia Carvalho

Índice

1	Introdução	1
1.1	Problema de investigação, enquadramento e pertinência	1
1.2	Questão e objetivos de investigação	2
1.3	Opções metodológicas	3
1.4	Estrutura	4
2	Revisão Bibliográfica	5
2.1	Sustentabilidade - Pilar Ambiental	5
2.1.1	Aquecimento Global	6
2.1.2	Gases com Efeito de Estufa	8
2.1.3	Políticas e Metas Ambientais	10
2.1.4	Regulamentação, Normas e Protocolos para empresas	12
2.1.5	Inventário de GEE	14
2.1.6	Ferramentas de cálculo do Inventário de GEE	15
2.1.7	Indústria 4.0 e o seu impacto na Sustentabilidade Ambiental	18
2.2	Low-code	19
2.2.1	Características do Low-code	20
2.2.2	Comparação de aplicações de Low-code	21
2.2.3	OutSystems	24
2.3	Conclusão	25
3	Desenvolvimento	26
3.1	Contexto da Empresa	26
3.2	Descrição do Processo Atual	27
3.2.1	Cálculo de Inventário Global de GEE - Âmbito 1 e 2	28
3.2.2	Cálculo de Inventário Global de GEE - Âmbito 3	32
3.2.3	Problemas do Processo Atual	33
3.3	Proposta de Restruturação do Processo Atual	37
3.3.1	Apresentação das <i>Personas</i>	37
3.3.2	Diagrama de Caso de Uso	38
3.3.3	Estruturação do Modelo de Dados	39
3.3.4	Mockups	45
3.4	Conclusão	47
4	Resultado - Aplicação	49
4.1	<i>Organization</i>	49
4.2	<i>Facilities Directory</i>	51
4.3	<i>Consumptions and Emissions Directory</i>	54
4.4	<i>Activities</i>	56

4.5	<i>Dashboard</i>	57
4.6	<i>Report</i>	59
4.7	Conclusão	59
5	Validação	61
5.1	Validação dos Módulos “ <i>Organization</i> ” e “ <i>Facility Directory</i> ” pelos <i>Asset Managers</i>	61
5.2	Validação dos Módulos “ <i>Consumptions and Emissions Directory</i> ”, “ <i>Dashboard</i> ” e “ <i>Report</i> ” pelos <i>Sustainability Managers</i>	63
5.3	Validação do Módulo “ <i>Activities</i> ” pelos <i>Data Providers</i>	65
5.4	Satisfação Geral com a Aplicação	68
5.5	Conclusão	70
6	Conclusão	72
6.1	Conclusões Finais.....	72
6.2	Limitações e Trabalhos Futuros	74
	Referências	77
	Apêndice 1 - Factores de Emissão calculados para diferentes Tipos de Emissão e Unidades de Medida	81
	Apêndice 2 - <i>Mockups</i>	96
	Apêndice 3 - Outros ecrãs da Aplicação	103
	Anexo	107

Lista de Figuras

Figura 1 – Variação da temperatura global da superfície terrestre desde a era pré-industrial (Copernicus, 2024)	7
Figura 2 – Variação mensal da temperatura global da superfície da Terra (Copernicus, 2024) ..	7
Figura 3 – Potencial de aquecimento global dos GEE (Our World in Data, 2024)	9
Figura 4 – Emissões de GEE em toneladas de CO _{2eq} no Mundo e em Portugal (Our World in Data, 2023).....	10
Figura 5 – 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (BCSD Portugal, sem data - a)	12
Figura 6 – Representação esquemática dos Âmbitos de GEE e a sua distribuição ao longo da cadeia de valor (GHG Protocol, sem data)	15
Figura 7 – Fases das LCAP (Liu et al., 2023).....	21
Figura 8 – Comparação de LCAP (Sahay et al., 2020).....	23
Figura 9 – Interface da aplicação de desktop OutSystems (OutSystems, 2022).....	24
Figura 10 – Estrutura da Organização (dinâmica Grupo, Empresa, UN)	27
Figura 11 – Passo 1: Preencher a presença.....	29
Figura 12 – Passo 2: Atualizar as folhas de inserção de dados com a presença	29
Figura 13 – Passo 3: Preencher as folhas das fontes de emissão com os respetivos dados de atividade afetos a cada presença.....	30
Figura 14 – Informações pedidas para os dados de atividade, incluindo valores estimados e método de estimativa	31
Figura 15 – Processo de Cálculo do Inventário Global de GEE - Âmbito 1 e 2	31
Figura 16 – Processo de Cálculo do Inventário Global de GEE - Âmbito 3.....	33
Figura 17 – Esquema representativo da ocupação das <i>facilities</i>	34
Figura 18 – Percentagem de informação estimada	35
Figura 19 – Grau de dificuldade sentida	36
Figura 20 – Características, necessidades e objetivos do <i>Asset Manager</i>	37
Figura 21 – Características, necessidades e objetivos do <i>Data Provider</i>	38
Figura 22 – Características, necessidades e objetivos do <i>Sustainability Manager</i>	38
Figura 23 – Diagrama de Caso de Uso.....	39
Figura 24 – Modelo de Dados	40
Figura 25 – Caracterização da dinâmica Company-BU	41
Figura 26 – Caracterização das <i>Facilities</i>	41
Figura 27 – Dinâmica Empresa – UN e a sua distribuição pelas fontes de emissão	42
Figura 28 – Caracterização dos Tipos de Consumo e Emissão.....	43
Figura 29 – Caracterização dos Fatores de Emissão	44
Figura 30 – Ligação entre Atividade, a sua origem e Fator de Emissão.....	44
Figura 31 – Fator de Eletricidade <i>Location-Based</i>	45
Figura 32 – Mockups	46
Figura 33 – Ecrã “ <i>Organization</i> ” – parte 1	50
Figura 34 – Ecrã “ <i>Organization</i> ” – parte 2	51
Figura 35 – Ecrã “ <i>Facilities Directory</i> ” – parte 1.....	52

Figura 36 – Ecrã “ <i>Facilities Directory</i> ” – parte 2.....	52
Figura 37 – Ecrã “ <i>Facilities Directory</i> ” – parte 3.....	53
Figura 38 – Ecrã “ <i>Facilities Directory</i> ” – parte 4.....	53
Figura 39 – Ecrã “ <i>Facilities Directory</i> ” – parte 5.....	54
Figura 40 –Validação da Distribuição	54
Figura 41 – Ecrã “ <i>Consumptions and Emissions Directory</i> ” – parte 1	55
Figura 42 – Ecrã “ <i>Consumptions and Emissions Directory</i> ” – parte 2	55
Figura 43 – Ecrã “ <i>Consumptions and Emissions Directory</i> ” – parte 3	56
Figura 44 – Ecrã “ <i>Activities</i> ”	57
Figura 45 – Ecrã “ <i>New Activity</i> ”	57
Figura 46 – Ecrã “ <i>Edit Activity</i> ”	57
Figura 47 – Ecrã “ <i>Dashboard</i> ”	58
Figura 48 – Ecrã “ <i>Report</i> ”	59
Figura 49 – Percentagem da informação expectável de ser estimada	67
Figura 50 – Respostas à questão sobre satisfação global	68
Figura 51 – Respostas à questão sobre expectativas.....	69
Figura 52 – Respostas à questão sobre recomendação a outras empresas	69
Figura 53 – Respostas à questão sobre o potencial de crescimento	70

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Principais características das ferramentas de cálculo do Inventário de GEE	18
Tabela 2 – Respostas do Questionário aos <i>Asset Managers</i>	62
Tabela 3 – Respostas do Questionário aos <i>Sustainability Managers</i>	64
Tabela 4 – Respostas do Questionário aos <i>Data Providers</i>	66

Acrónimos e Símbolos

Lista de Acrónimos

BCSD	<i>Business Council for Sustainable Development</i>
BU	<i>Business Unit</i>
CDP	<i>Carbon Disclosure Project</i>
CH₄	Metano
CSRD	<i>Corporate Sustainability Reporting Directive</i>
CO₂	Dióxido de Carbono
CO₂E	Dióxido de Carbono Equivalente
EPS	<i>Efacec Power Solutions</i>
ERP	Planeamento de Recursos Empresariais
ESRS	<i>European Sustainability Reporting Standards</i>
GEE	Gases com Efeito de Estufa
GHG	<i>Greenhouse Gas</i>
HFCs	Hidrofluorcarbonetos
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
IT	<i>Information Technology</i>
KP	Protocolo de Quioto
LCAP	<i>Low-code Application Platforms</i>
LCDP	<i>Low-code Development Platforms</i>
LCP	Low-code Platforms
N₂O	Óxido Nitroso
NF₃	Trifluoreto De Nitrogênio
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas

PFCs	Perfluorocarbonetos
PME	Pequenas e Médias Empresas
PNEC	Plano Nacional de Energia e Clima
SBTi	<i>Science Based Targets initiative</i>
SF₆	Hexafluoreto De Enxofre
SGA	Sistema de Gestão Ambiental
UI	<i>User Interface</i>
UN	Unidade de Negócio
WRI	<i>World Resources Institute</i>

1 Introdução

Neste capítulo efetua-se uma breve apresentação do contexto no qual o projeto será desenvolvido, abordando a importância do tema das Emissões de Gases com Efeito de Estufa (GEE), bem como o papel que as empresas como a Efacec têm sobre a sua monitorização e subsequentes ações de mitigação. Posteriormente, são expostos a questão e os objetivos de investigação, assim como a opção metodológica escolhida e a apresentação da estrutura do documento.

1.1 Problema de investigação, enquadramento e pertinência

A Efacec é uma empresa portuguesa, sediada em Leça do Balio, cuja atividade se centra no desenvolvimento de soluções integradas nas áreas de energia, mobilidade e meio ambiente, focando na conectividade digital. Esta organização tem uma forte presença internacional, quer a nível de operações (13 países) como de vendas (86 países), e o seu portfólio abrange uma vasta gama de produtos e sistemas como transformadores, aparelhagem, soluções de automação, sistemas de energia, projetos de ambiente e indústria, transportes e mobilidade elétrica (Efacec, sem data - a).

Em 2019, a Efacec uniu-se ao movimento *“Business Ambition for 1.5°C”* da Organização das Nações Unidas (ONU), reconhecendo a imperatividade de enfrentar com urgência as alterações climáticas (Efacec, sem data - b). Esta iniciativa tem como principais objetivos a transição para uma economia de baixo carbono e, ao mesmo tempo, a limitação do aquecimento global a 1.5°C acima dos valores de temperatura anteriores à Revolução Industrial. Assim, esta declaração visa incentivar as empresas a implementar medidas graduais, de curto e médio prazo, que permitam atingir os objetivos mencionados. O estabelecimento destas *“milestones”* tem algumas vantagens, tais como a possibilidade de a empresa monitorizar de perto o seu próprio progresso, enquanto demonstra às suas partes interessadas evidências do seu compromisso de descarbonização. Para que uma empresa possa cumprir com este movimento, terá de fazer, pelo menos, uma de duas coisas (Global Compact, sem data):

- Definir metas baseadas na ciência em linha com a diminuição das emissões de GEE;
- Estabelecer publicamente o acordo de atingir zero emissões líquidas até 2050 de acordo com critérios da *Science Based Targets initiative* (SBTi).

A SBTi é uma organização que surgiu fruto da colaboração entre o *Carbon Disclosure Project* (CDP), the *United Nations Global Compact*, *World Resources Institute* (WRI) e a *World Wide Fund for Nature* (WWF). Esta entidade define e promove as melhores práticas em reduções de emissões e metas de zero emissões líquidas, fornece assistência técnica a empresas alinhadas com a ciência climática e emprega uma equipa de especialistas para avaliação independente e validação de metas. Atualmente, mais de 2000 organizações em todo o mundo estabeleceram metas de redução de emissões baseadas na ciência climática através da iniciativa (*Science Based Targets*, sem data).

Em dezembro de 2023, a Efacec recebeu a validação da SBTi relativamente às metas de redução de emissões que definiu. Estas metas incluem (Efacec, sem data - b):

- Até 2030, diminuir por metade as emissões totais de GEE provenientes de fontes diretas, em relação aos níveis de 2019;
- Alcançar 100% da aquisição anual de eletricidade proveniente de fontes renováveis até 2030, partindo de 0% em 2019;
- Até 2033, reduzir em 55% as emissões totais de GEE provenientes de fontes indiretas, relacionadas à aquisição de bens, serviços e uso de produtos vendidos;
- A longo prazo (2045), visar uma redução de 90% face aos níveis de 2019 nas emissões absolutas de GEE, abrangendo as fontes diretas, indiretas e aquelas relacionadas a bens e serviços.

A Efacec comprometeu-se, ainda, a incluir na sua estratégia os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), destacando os ODS 7, 9, 11 e 12 por se relacionarem com as áreas de negócio da empresa (Efacec, sem data - b).

Segundo Thelma Krug (2023), vice-presidente do Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas (IPCC), “a meta de não ultrapassar 1.5°C está fora do nosso alcance, a não ser que haja profundas, rápidas e sustentáveis reduções de gases do efeito estufa, em todos os sectores” (Barata, 2023). Isto comprova a importância e a urgência do tema em estudo.

A ausência de uma solução integrada destaca a necessidade urgente de uma abordagem inovadora. Neste contexto, propõe-se o desenvolvimento de uma aplicação *Low-code*, em OutSystems, permita o registo e controlo dos dados, cálculo em tempo real do Inventário Global de GEE e *dashboards* para análise do mesmo

1.2 Questão e objetivos de investigação

Dado o problema de pesquisa apresentado, formula-se a seguinte pergunta de investigação: de que forma é que a digitalização de processos, proporcionada por plataformas de *Low-code*, contribui para a eficiência do processo de cálculo de GEE, a sua monitorização e gestão?

Assim, define-se como principal objetivo deste trabalho a criação de uma aplicação, com recurso a *Low-code*, para controlo e análise do Inventário de GEE da Efacec. Este subdivide-se nos seguintes objetivos específicos:

- Realizar um levantamento detalhado dos requisitos específicos da Efacec em relação à monitorização das emissões de GEE, enquadrada com as imposições emergentes do mercado;
- Efetuar uma revisão do estado da arte relativamente à sustentabilidade e emissões de GEE;
- Realizar um estudo aprofundado de *Low-code* para o desenvolvimento da aplicação, com foco na ferramenta OutSystems;
- Definir e contextualizar todos os pressupostos que permitem desenvolver os módulos propostos;
- Efetuar uma pesquisa aprofundada, de modo a garantir que a solução criada atende aos padrões ambientais e energéticos globais estabelecidos pelas normas e políticas existentes e está enquadrada nos ODS da ONU;
- Verificar e comprovar a eficácia da aplicação *Low-code* desenvolvida, demonstrando que a mesma possibilita à Efacec uma gestão ambiental mais transparente, eficiente e em tempo real.

1.3 Opções metodológicas

A pesquisa metodológica, conforme Coutinho (2011) e Stockemer (2019), geralmente divide-se em duas perspetivas principais: quantitativa e qualitativa.

A abordagem quantitativa foca na análise de fatos mensuráveis, utilizando a medição de variáveis para testar teorias e hipóteses com grandes amostras, procurando generalizar resultados. Por outro lado, a perspetiva qualitativa concentra-se nas intenções e situações, usando o método indutivo para compreender significados nas ações individuais e interações sociais, permitindo a construção da teoria à medida que os dados emergem do estudo (Coutinho, 2011). O presente trabalho enquadra-se na perspetiva quantitativa, uma vez que foca no teste de uma teoria: o aumento da eficiência do cálculo e monitorização de emissões de GEE através da implementação de uma aplicação com recurso ao *Low-code*.

Relativamente aos métodos de investigação, segundo Coutinho (2011), existem várias abordagens como pesquisa experimental, inquérito, estudo de caso, pesquisa-ação, entre outras.

A estratégia de investigação-ação (ou *action research*), conforme delineada por Lancaster (2005), caracteriza-se pelo foco na resolução de problemas práticos dentro de uma organização. Nesta abordagem, o investigador (que é, à partida, uma parte interessada da empresa) atua como consultor e está ativamente envolvido na resolução das questões identificadas. Este tipo de investigação, segundo o autor, caracteriza-se por ter fases de pesquisa, implementação, avaliação e pesquisa, novamente. Na investigação-ação, a implementação prática de medidas na organização não visa apenas resolver problemas reais, mas também contribui para o

desenvolvimento da equipa de trabalho. Por estes motivos, considera-se que o presente trabalho se enquadra nesta estratégia de investigação, nomeadamente por se desencadear num contexto real e respeitar todas as etapas referidas. O projeto será desenvolvido e, posteriormente, validado com valores de emissões de GEE (que poderão ser verdadeiros ou simulados) para compreender o seu comportamento em cenários reais.

1.4 Estrutura

O presente trabalho encontra-se organizado em seis capítulos principais.

O Capítulo 1 – “Introdução” apresenta o problema de investigação, a questão de pesquisa e os objetivos do estudo, assim como as opções metodológicas utilizadas.

No Capítulo 2 – “Revisão Bibliográfica” são apresentados temas como sustentabilidade, aquecimento global e regulamentações ambientais. Além disso, neste capítulo são, ainda, explorados o conceito de *Low-code* e as suas características e, também, são comparadas as principais aplicações de desenvolvimento em *Low-code*, destacando o *Outsystems*.

No Capítulo 3 – “Desenvolvimento” encontram-se descritos o contexto da empresa, o processo atual e os problemas a ele inerentes. O Capítulo 3 contém ainda, baseado no levantamento realizado, a proposta de uma nova solução através da apresentação de personas, diagramas de caso de uso e *mockups*.

O Capítulo 4 – “Resultado – Aplicação” descreve a solução desenvolvida, detalhando suas funcionalidades e ecrãs.

O Capítulo 5 – “Validação” apresenta a validação dos diferentes módulos da aplicação realizada com base num questionário aos vários intervenientes do processo. ~

Finalmente, no Capítulo 6 – “Conclusão” são apresentadas as conclusões finais, as limitações identificadas ao longo da dissertação e são ainda sugeridos trabalhos futuros.

2 Revisão Bibliográfica

Com o objetivo de situar a importância da redução de emissões de GEE, este capítulo inicia contextualizando o cenário ambiental atual nomeadamente no que diz respeito ao aquecimento global e suas causas, bem como as políticas e certificações ambientais relacionadas e, ainda, os impactos da indústria 4.0 no tema. Em seguida, é introduzida a noção de Inventário de GEE e são apresentadas diversas metodologias e ferramentas criadas nos últimos anos para responder às dificuldades inerentes a este tópico. Finalmente, é abordado o conceito de *Low-code* e são apresentadas e comparadas diferentes aplicações com este método de desenvolvimento, dando destaque à escolhida para desenvolver o presente trabalho.

2.1 Sustentabilidade - Pilar Ambiental

O termo “Sustentabilidade” possui interpretações distintas, o que o torna difícil de definir. Segundo Turcu (2013), conceitos complexos como a Sustentabilidade devem ser medidos através de um conjunto de diferentes indicadores, uma vez que “a sua separação em categorias facilita o diálogo dentro de cada área científica, pois cada área tem características, necessidades, limitações e objetivos específicos”. Em 1994, John Elkington introduziu o termo “*Triple Bottom Line*”, que defende que a Sustentabilidade pode ser medida em três indicadores: Social, Ambiental e Económico. Dez anos mais tarde, em 2004, a ONU propôs que a Sustentabilidade fosse definida segundo princípios Ambientais, Sociais e de *Governance*, originando os pilares ESG (*Environmental, Social and Corporate Governance*), semelhantes aos propostos por Elkington (United Nations, sem data - a).

No desenvolver deste trabalho haverá um maior foco no pilar Ambiental, nomeadamente no problema das alterações climáticas. Neste capítulo, apresentam-se os conceitos de emissões de GEE e aquecimento global, bem como os seus impactos no mundo. São também expostas algumas políticas e metas ambientais definidas para combater o aumento da temperatura do planeta, com destaque para Portugal, bem como um conjunto de normas e certificações relacionadas. Finalmente, são enumeradas as contribuições que a digitalização de processos e a indústria 4.0 podem trazer para este problema ambiental.

2.1.1 Aquecimento Global

As alterações climáticas e, em particular, o aquecimento global, têm-se tornado num dos principais e mais urgentes problemas ambientais da atualidade. A NASA (Administração Nacional do Espaço e da Aeronáutica) define aquecimento global como “o aquecimento a longo prazo da superfície da Terra observado desde o período pré-industrial (entre 1850 e 1900) devido às atividades humanas, principalmente à queima de combustíveis fósseis, o que aumenta os níveis de gases de efeito estufa que retêm calor na atmosfera da Terra” (NASA, sem data).

Alguns dos principais efeitos deste fenómeno na natureza são, como seria de esperar, o aumento da frequência das vagas de calor, mas também o degelo das calotas polares e consequente subida do nível das águas do mar, inundações, secas, incêndios florestais e impacto na biodiversidade (fauna e flora). O aquecimento global traz, igualmente, ameaças sociais, como o aumento da mortalidade face às temperaturas extremas e aos fenómenos naturais, maior impacto de determinadas doenças e alergias transmitidas por pragas emergentes e/ou vetores sazonais (como o pólen) e, ainda, riscos respiratórios relacionados com a qualidade do ar e do ozono. As empresas podem também ser afetadas por este fenómeno, nomeadamente no que diz respeito ao estado e segurança das infraestruturas e edifícios, que podem ser atingidos por fenómenos meteorológicos extremos para os quais não foram concebidos originalmente, maiores gastos relacionados com AVAC (aquecimento, ventilação e ar condicionado) e, ainda, questões transversais, como leis e políticas definidas para combater as alterações climáticas (Comissão Europeia, sem data - b).

Em janeiro de 2024, o serviço de observação da Terra da União Europeia, *Copernicus*, divulgou que 2023 foi o ano mais quente a nível mundial desde que há registo, ultrapassando os valores de temperatura de 2016, considerado o ano mais quente até então (The New York Times, 2024). Este aumento da temperatura superficial média da Terra (Figura 1) traduz-se numa subida de 1.49°C face aos valores anteriores à Revolução Industrial, tornando os últimos 5 anos no período mais quente desde 1850 (Copernicus, 2024).

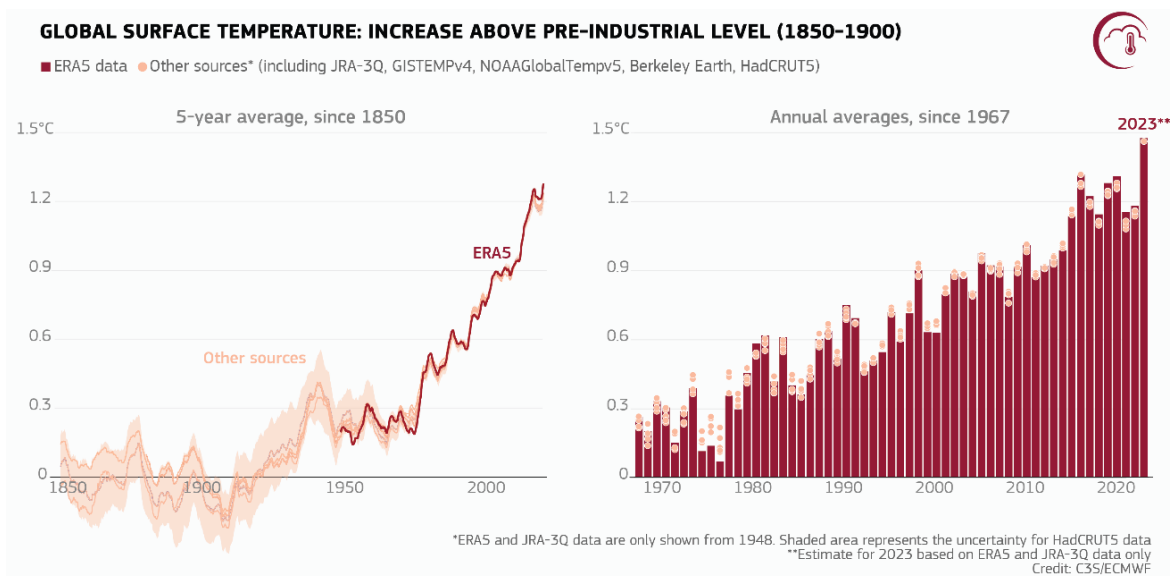


Figura 1 – Variação da temperatura global da superfície terrestre desde a era pré-industrial (Copernicus, 2024)

Segundo o *Copernicus*, é provável que entre janeiro e fevereiro de 2024 seja atingido o limite de 1.5°C acima dos valores anteriores à Revolução Industrial definidos no Acordo de Paris, que será abordado mais à frente. De facto, o sexto mês de 2023 tornou-se o junho mais quente desde que há registos, e esta tendência manteve-se para todos os meses daí em diante (Figura 2), o que corrobora a predição do *Copernicus* (Copernicus, 2024).

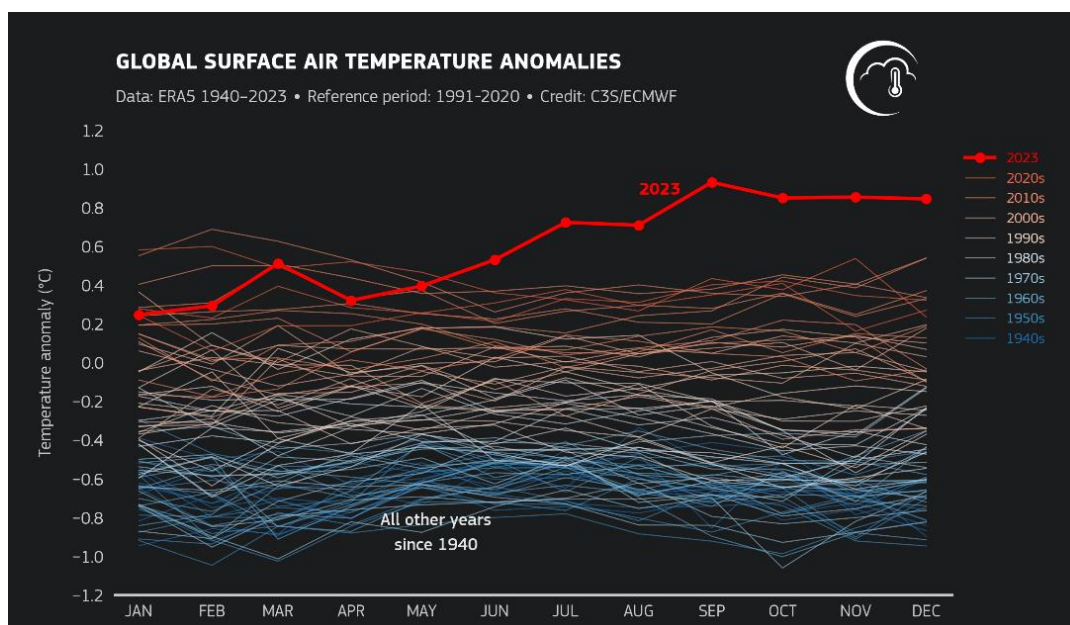


Figura 2 – Variação mensal da temperatura global da superfície da Terra (Copernicus, 2024)

Na Europa o cenário foi um pouco diferente: em 2023, a o continente europeu vivenciou o seu segundo ano mais quente, registando uma temperatura 1,02°C acima da média de 1991-2020. Este valor foi 0,17°C mais baixo do que o ano recorde de 2020. Ao longo do ano, as temperaturas

na Europa estiveram acima da média durante 11 meses, com setembro destacando-se como o mais quente registado; o inverno europeu classificou-se como o segundo mais quente desde a revolução industrial. Durante o ano, a Europa enfrentou precipitações intensas que desencadearam eventos significativos de inundação em todo o continente (Copernicus, 2024).

2.1.2 Gases com Efeito de Estufa

Segundo a Comissão Europeia, define-se como um GEE a qualquer gás que contribua para as alterações climáticas, em particular o aquecimento global (Comissão Europeia, sem data -a). Esta designação advém do comportamento destes gases na atmosfera que, à semelhança de uma estufa, absorve a radiação infravermelha, mantendo-se transparente à radiação visível. O “efeito estufa”, causado pelos gases na atmosfera, atua como uma manta ao absorver a radiação térmica da superfície terrestre, não a deixando escapar para o espaço, o que resulta no aumento da temperatura do planeta (Houghton, 2005).

Apesar de ser habitual focar no Dióxido de Carbono (CO_2) quando se fala de GEE, uma vez que este é o gás produzido em maior quantidade como fruto da queima de combustíveis fósseis, existem, aos dias de hoje, sete GEE, divididos em fluorados e não fluorados. Os primeiros incluem o dióxido de carbono, o metano (CH_4) e o óxido nitroso (N_2O), enquanto os segundos englobam hidrofluorcarbonetos (HFCs), perfluorcarbonetos (PFCs), hexafluoreto de enxofre (SF_6) e trifluoreto de nitrogênio (NF_3) (European Commission, sem data). Estes gases são muitas vezes convertidos para unidades equivalentes de Dióxido de Carbono ($\text{CO}_{2\text{eq}}$), com o propósito de cálculo das suas quantidades e comparação com outros GEE.

Embora o CO_2 seja o mais comum dos GEE, o seu impacto nas alterações climáticas é o mais baixo dos 7 gases. A Figura 3 apresenta o potencial de aquecimento global de alguns dos GEE em relação ao CO_2 numa escala temporal de 100 anos. Através da análise da figura, é possível concluir que o SF_6 tem o maior impacto no aquecimento do planeta, com um potencial 24300 vezes superior ao do CO_2 (Our World in Data, 2024).

Global warming potential of greenhouse gases relative to CO₂

Global warming potential measures the relative warming impact of one unit mass of a greenhouse gas relative to carbon dioxide over a 100-year timescale.

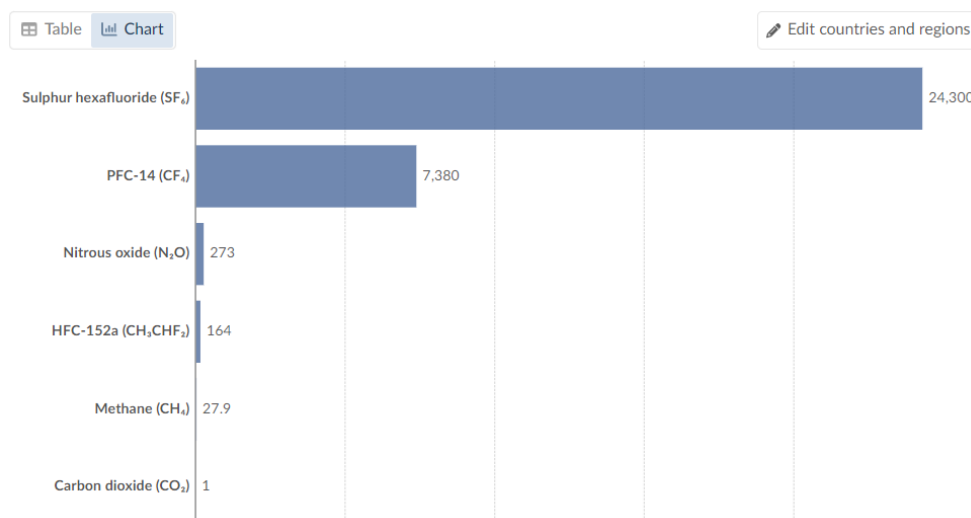


Figura 3 – Potencial de aquecimento global dos GEE (Our World in Data, 2024)

Tal como referido no sub-subcapítulo anterior, a queima de combustíveis fósseis e as emissões de GEE que advêm desta atividade são os principais responsáveis pelo aquecimento global. Desde 1850 que as emissões de GEE têm subido exponencialmente a nível mundial, tendo passado de cerca de 4 mil milhões de toneladas de CO_{2eq} para, aproximadamente, 54 mil milhões de CO_{2eq} nos últimos 170 anos. A Figura 4 apresenta um gráfico em escala logarítmica onde é visível este aumento, bem como a variação das emissões por continente e em Portugal.

É de notar, ao contrário dos outros continentes, a Europa sofreu um decréscimo acentuado nas suas emissões de GEE por volta de 1990, continuando a diminuir os seus valores de forma gradual. Já Portugal atingiu o seu pico de emissões em 2005, tendo vindo a baixar este valor desde então (Our World in Data, 2024). Este decréscimo é impulsionado por fatores como o crescimento da energia renovável (eólica e hídrica) e medidas de eficiência energética. Avanços na eficiência do transporte e na certificação energética de edifícios também contribuem para esta redução. O saldo importador de eletricidade, que teve forte crescimento nos anos 2000, reduziu-se pós-2012. Contudo, a diminuição da intensidade de emissões estagnou após 2010, relacionada à maior utilização de carvão por centrais térmicas até 2018, especialmente em anos de escassez hídrica. A partir de 2018, a utilização de carvão para produção termoelétrica foi drasticamente reduzida, encerrando definitivamente em 2021 (-79% em 2020 face a 2018 e -55% face a 2019) (REA, 2023).

Greenhouse gas emissions

Greenhouse gas emissions include carbon dioxide, methane and nitrous oxide from all sources, including land-use change. They are measured in tonnes of carbon dioxide-equivalents over a 100-year timescale.

Our World
in Data

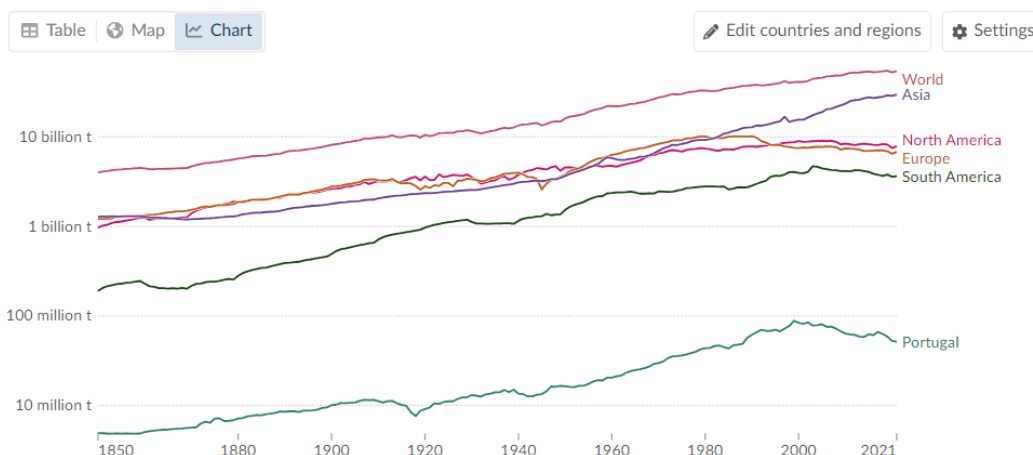


Figura 4 – Emissões de GEE em toneladas de CO₂eq no Mundo e em Portugal (Our World in Data, 2023)

No que diz respeito aos setores que mais produzem GEE em Portugal, em primeiro lugar encontram-se os Transportes. A Eletricidade e Calor foram, durante um largo intervalo de anos, o setor mais poluente, tendo sofrido um decréscimo acentuado por volta de 2017, o que lhes garante o segundo lugar. No que diz respeito aos setores com menos emissões de GEE, estes são o setor do uso e alteração do solo e florestas e as fugas de emissões, com valores muito próximos (Our World in Data, 2024).

É um facto incontestável que a humanidade possui uma dependência histórica de sobre-exploração de recursos naturais, o que originou, entre outros problemas ambientais, o aumento das concentrações de GEE que contribuiram para as mudanças climáticas globais. Segundo Wang et. al (2021) é urgente alcançar a neutralidade carbónica até 2050, recorrendo a tecnologias inovadoras como energias renováveis, transformação de sistemas alimentares, valorização de resíduos, produção neutra em carbono e captura de CO₂ da atmosfera para atingir esse objetivo.

2.1.3 Políticas e Metas Ambientais

De forma a reduzir as emissões de GEE e contrariar o aquecimento global, a ONU estabeleceu políticas e metas ambientais que moldam o caminho em direção a um futuro mais sustentável e resiliente.

O Protocolo de Quioto (KP) é um tratado internacional que estabeleceu limites específicos para as emissões de gases de efeito estufa (GEE) dos países desenvolvidos, marcando o primeiro esforço legal global nesse sentido. Vinculado à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC), o KP foi adotado em dezembro de 1997 e encontra-se em vigor desde fevereiro de 2005. Compromete 192 países a limitar as emissões de gases de efeito estufa e destaca-se pela diferenciação de responsabilidades entre países desenvolvidos e em

desenvolvimento. O Fundo de Adaptação financia projetos em países em desenvolvimento, contribuindo para a resiliência global. (UNFCCC, sem data - b).

O Acordo de Paris, de 2015, é um tratado internacional criado para combater as mudanças climáticas, visando limitar o aumento da temperatura global. Adotado por 196 países, o seu objetivo principal é manter o aumento de temperatura abaixo de 2°C, com ênfase em 1,5°C, face ao período anterior à Revolução Industrial. Os países que fazem parte deste acordo apresentam planos de ação climática a cada cinco anos, conhecidos como Contribuições Nacionalmente Determinadas (CND). Apesar da necessidade de ações mais intensas, há uma tendência positiva com o surgimento de soluções de baixo carbono e metas de neutralidade carbónica, indicando progresso em direção a um futuro sustentável (United Nations, sem data - b).

Portugal assinou o KP a 29 de abril de 1998 e o Acordo de Paris a 22 de abril de 2016 (UNFCCC, sem data - a). No país, o PNEC (Plano Nacional Energia e Clima 2021-2030) desempenha um papel crucial na definição das estratégias nacionais para a próxima década rumo a uma economia neutra em carbono, alinhando-se com as visões estabelecidas no RNC 2050 (Roteiro para a Neutralidade Carbónica) e com o PNI (Plano Nacional de Investimentos 2030) no que diz respeito aos investimentos estratégicos na área de energia. As metas estabelecidas no PNEC incluem uma redução de pelo menos 45% das emissões de gases de efeito estufa, um aumento de 35% na eficiência energética, um crescimento de 47% na quota de energias renováveis, um aumento de 20% na incorporação de energias renováveis nos transportes e, por fim, um incremento de 15% nas interligações elétricas (PNEC, sem data). Todas estas metas estão alinhadas com os compromissos definidos pela União Europeia (Comissão Europeia, sem data - c).

Numa perspetiva mais geral de sustentabilidade, a Agenda 2030 da ONU é um plano de ação abrangente centrado nas pessoas, planeta, prosperidade, paz e parcerias (5Ps). Adotada em 2015, visa erradicar a pobreza e alcançar o desenvolvimento sustentável através de 17 ODS (Figura 5) e 169 metas (BCSD Portugal, sem data - a). Apesar destes objetivos se focarem em problemas dos três pilares (ambiental, social e económico), o ODS “13 – Ação contra a mudança global do clima” centra-se, especificamente, na temática do aquecimento global. Existem ainda outros, como os objetivos “7 - Energia Acessível e Limpa” e “9- Indústria, Inovação e Infraestrutura”, que afetam indiretamente esta temática.



Figura 5 – 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (BCSD Portugal, sem data - a)

Portugal optou por dar prioridade aos ODS 4, 5, 9, 10, 13 e 14, centrando-se na educação, igualdade de género, indústria, inovação, redução das desigualdades, aquecimento global e vida na água. Segundo Firoiu et al. (2022), o país está a fazer progressos constantes no sentido de alcançar os objetivos, tendo alcançado resultados favoráveis em 69 dos 120 indicadores, o que revela um desempenho acima da média de 57,50% face a outros estados-membros da UE. Embora exista potencial inexplorado para melhorias, especialmente para os ODS 2, 3, 9, 11, 12 e 17, Portugal destaca-se como um modelo de boas práticas na educação, redução da pobreza e igualdade de género. Os autores sublinham que o compromisso do país com as energias renováveis e a ação climática é evidente, com foco no aumento da produção de energia limpa e na eficiência energética para prevenir as alterações climáticas. No geral, Portugal está a trabalhar ativamente para alcançar os ODS que escolheu, com margem para melhorias em determinadas áreas.

2.1.4 Regulamentação, Normas e Protocolos para empresas

Nos últimos anos tem havido uma crescente procura por transparência e responsabilidade nas práticas empresariais, especialmente relacionadas com o impacto ambiental e social, por parte de investidores, consumidores e outros *stakeholders*.

Em abril de 2021, a Comissão Europeia apresentou uma proposta legislativa denominada *Corporate Sustainability Reporting Directive* (CSRD). Esta diretiva exige que as empresas incluídas no seu âmbito de aplicação façam relatórios com base numa perspetiva de Dupla Materialidade (EFRAG, sem data). Segundo o BCSD (2022 - b), define-se Dupla Materialidade como “a união da materialidade de impacto e da materialidade financeira”. Desta forma, a CSRD veio garantir que investidores e outros interessados possam aceder às informações necessárias para avaliar o impacto das empresas nas pessoas e no ambiente, bem como para analisar os riscos e oportunidades financeiros associados às mudanças climáticas e outras questões de

sustentabilidade. A harmonização das informações exigidas contribuirá, ainda, para a redução dos custos de reporte a médio e longo prazo (CSRD, sem data).

As empresas sujeitas à CSRD deverão elaborar os seus relatórios com base nas *European Sustainability Reporting Standards* (ESRS), desenvolvidas pela EFRAG (*European Financial Reporting Advisory Group*). A União Europeia exige que empresas residentes cotadas em bolsa, bem como empresas estrangeiras que gerarem 150 milhões de euros no mercado da comunidade, divulguem as informações tal como exigidas pelas ESRS já a partir de 2026, a partir do exercício financeiro de 2025. As empresas não cotadas começarão a cumprir estas regras a partir do exercício financeiro de 2026, com o primeiro relatório a ser publicado em 2027. A CSRD introduz, também, a obrigatoriedade de garantir a veracidade das informações de sustentabilidade relatadas e promove a digitalização da taxonomia dessas informações (CSRD, sem data).

No que diz respeito a certificações, existem determinados organismos que estabelecem padrões rigorosos cujo objetivo é orientar práticas sustentáveis. Algumas das certificações mais comuns, no âmbito ambiental, são a família de normas ISO 14064 e o *GHG (Greenhouse Gas) Protocol*.

A ISO (*International Organization for Standardization*) é uma organização não-governamental cuja missão consiste em definir diretrizes, derivadas da experiência e conhecimento de especialistas, para várias atividades como produção, gestão de processos, prestação de serviços ou fornecimento de materiais. Exemplos de normas ISO incluem gestão da qualidade, gestão ambiental, saúde e segurança, gestão de energia e segurança da informação (ISO, sem data). A família de normas ISO 14064 foca-se na mitigação dos GEE através da quantificação, monitorização, comunicação e validação de emissões (ISO 14064, 2018). Esta norma é composta por três partes: ISO 14064-1, que define os princípios e requisitos para inventário de GEE; ISO 14064-2, responsável pelas orientações para projetos de redução de emissões de GEE; ISO 14064-3, onde constam os requisitos para escolha de verificadores. Implementar a ISO 14064 demonstra a capacidade de uma organização em promover transparência, identificar e gerir riscos associados aos GEE e, acima de tudo, monitorizar o desempenho das medidas de redução e mitigação destes gases. Adicionalmente, pode resultar em vantagens como reconhecimento internacional, valor de mercado, atração de investidores sustentáveis e resiliência climática (SGS, 2022).

O *GHG Protocol*, ou Protocolo de GEE, é uma iniciativa reconhecida internacionalmente que estabelece padrões para medir e gerir as emissões de GEE. É resultado de uma colaboração entre WRI e o *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD). Este protocolo abrange as emissões nas cadeias de valor e ações de mitigação. Oferece, ainda, formação online sobre seus os padrões e ferramentas de cálculo que disponibiliza de forma gratuita, bem como muitos outros recursos (GHG Protocol, sem data).

Segundo Wintergreen e Delaney (sem data), embora a ISO 14064 e o *GHG Protocol* tenham o mesmo objetivo - contabilização e gestão de gases de efeito estufa - estes diferem no seu foco,

nível de detalhe, aplicação e verificação. Enquanto o *GHG Protocol* é visto como um guia prático e abrangente, sendo adotado globalmente para o cálculo de emissões de GEE em vários setores, a família de normas ISO 14064 é mais utilizada por organizações que procuram uma abordagem formalizada e estruturada para a gestão de GEE, focando na validação dos cálculos e comunicações das emissões destes. De acordo com os autores, “a diferença entre os dois documentos é que o *GHG Protocol* identifica, explica e fornece opções para as melhores práticas de inventário de GEE, enquanto a ISO 14064 estabelece os padrões mínimos para estar em conformidade com essas melhores práticas”.

Em suma, a escolha entre as duas *frameworks* depende das necessidades específicas da organização. O *GHG Protocol* destaca-se pela flexibilidade, enquanto a ISO 14064 é reconhecida pela sua abordagem normatizada. Algumas organizações optam por utilizar ambos, de modo a aproveitar as forças específicas de cada um, uma vez que os documentos se complementam (Wintergreen e Delaney, sem data).

2.1.5 Inventário de GEE

A EPA (*Environmental Protection Agency*), entidade responsável pela comunicação das emissões de GEE dos Estados Unidos, define Inventário de GEE como “uma lista de fontes de emissão e emissões associadas, quantificadas através do uso de métodos padronizados” (EPA, 2015).

Normalmente, para fins de cálculo do inventário, os GEE são divididos em emissões diretas e indiretas. As primeiras são aquelas provenientes de fontes que pertencem ou estão sob o controle da entidade que está a reportar as emissões. Já as segundas, apesar de também resultarem das atividades da organização, ocorrem em fontes pertencentes ou controladas por outra entidade. De modo a simplificar o cálculo do inventário, o *GHG Protocol* divide as emissões por âmbitos (ou *scopes*), como é possível observar na Figura 6 (*GHG Protocol*, sem data). São eles:

- **Âmbito 1:** Todas as emissões diretas de GEE;
- **Âmbito 2:** Emissões indiretas de GEE decorrentes do consumo de eletricidade, calor ou vapor adquiridos;
- **Âmbito 3:** Outras emissões indiretas, como aquelas que advêm da extração e produção dos materiais e combustíveis adquiridos, atividades de transporte em veículos não detidos ou controlados pela entidade que faz o relatório, atividades relacionadas com eletricidade (por exemplo, perdas na transmissão e distribuição) não abrangidas pelo Âmbito 2, atividades subcontratadas, eliminação de resíduos, etc.

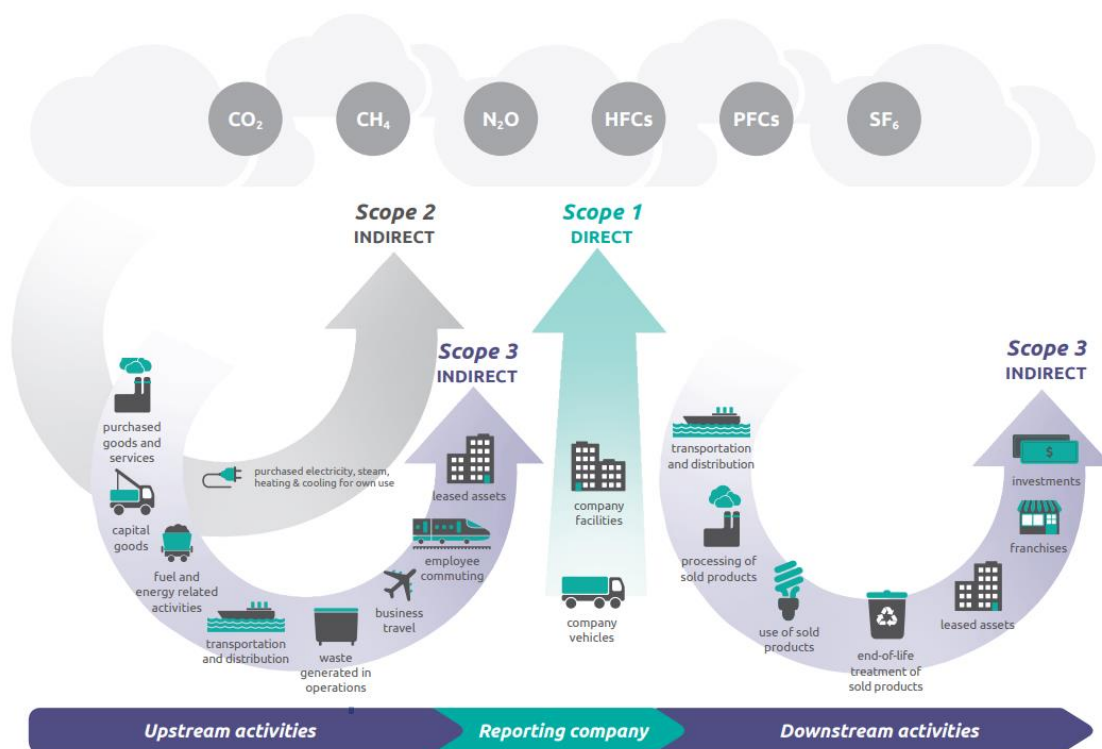


Figura 6 – Representação esquemática dos Âmbitos de GEE e a sua distribuição ao longo da cadeia de valor (GHG Protocol, sem data)

O *GHG Protocol* disponibiliza, ainda, sugestões de *templates* que podem ser seguidos para reportar o Inventário de GEE anual.

2.1.6 Ferramentas de cálculo do Inventário de GEE

Como referido no sub-subcapítulo 2.1.4., o *GHG Protocol* disponibiliza de forma gratuita as suas próprias *Calculation Tools*, ou ferramentas de cálculo, que consistem em folhas de cálculo em Excel e documentos de orientação desenvolvidos com especialistas do setor, para facilitar a quantificação de emissões de gases de efeito estufa. Os documentos oferecem uma visão geral do protocolo, abordagens para determinar emissões, orientações sobre recolha de dados e identificação de fontes de emissões setoriais. O cálculo das emissões da GEE é feito da seguinte forma: a ferramenta disponibiliza "fatores de emissão" que relacionam a atividade empresarial às emissões através da multiplicação dos fatores pelos dados de atividade. Em muitos casos, as empresas só precisam de informação, como distância percorrida ou combustível usado, para calcular as suas emissões (GHG Protocol, sem data).

Este tipo de ferramentas oferecem uma forma de cálculo de inventário de GEE que não requer qualquer investimento por parte das empresas. No entanto, toda a informação é recolhida e colocada na folha de cálculo de forma manual, o que torna este processo bastante longo e demorado. Como alternativa, nos últimos anos várias aplicações foram desenvolvidas para ajudar as empresas a calcular o seu inventário de GEE.

Lançada em 2022, a *Microsoft Sustainability Manager* (Microsoft, sem data) é uma aplicação integrada no *Microsoft Cloud for Sustainability*, desenvolvida para ajudar empresas a monitorizar, gerir e reduzir as suas emissões de GEE e outros impactos ambientais. A aplicação integra-se de forma fluida com outras ferramentas da Microsoft, como PowerBI, Azure e Office 365, proporcionando uma experiência coesa para os seus utilizadores. A integração com o ecossistema Microsoft permite, ainda, a recolha automática de dados a partir de várias fontes, oferecendo análises em tempo real que ajudam as empresas a identificar oportunidade de melhoria. A aplicação também disponibiliza métodos de cálculo das emissões que podem ser ajustados consoante as necessidades de cada cliente e, para além disso, permite a criação de relatórios detalhados e personalizáveis sobre emissões e indicadores de sustentabilidade (Microsoft, sem data). No entanto, a complexidade da plataforma pode resultar numa curva de aprendizagem significativa, especialmente para utilizadores que não estão familiarizados com o ecossistema Microsoft. A dependência das soluções da Microsoft pode, ainda, ser uma desvantagem para empresas que utilizam ferramentas de outros fornecedores.

Um ano mais tarde, a IBM (IBM, 2023) também lançou a sua própria plataforma de controlo do Inventário de GEE chamada *IBM Cloud Carbon Calculator*. Esta ferramenta, desenvolvida em colaboração com a Intel, tem como missão ajudar empresas a monitorizar e diminuir as emissões de gases de efeito estufa, através de identificações de padrões de emissões, auxílio na mitigação de pontos críticos e de melhoria e disponibilização de *insights* para estratégias de redução de GEE. Algumas das suas principais características consistem na monitorização das emissões em tempo real devido à integração da app com a *IBM Cloud*, o que permite uma recolha de dados automática, bem como a criação de relatórios detalhados que ajudam as organizações a entender e gerir a sua pegada de carbono (IBM, 2023). No entanto, à semelhança da *Microsoft Sustainability Manager*, a aplicação poderá ser mais vantajosa para empresas que já utilizam a infraestrutura da *IBM Cloud* e menos útil para quem utiliza outras plataformas de “nuvem”.

Outra empresa que disponibiliza uma aplicação de monitorização de GEE é a Nextbitt (Nextbitt, sem data). O seu Sistema de Gestão Ambiental (SGA), baseado na norma 14001, visa gerir eficazmente os aspetos ambientais das atividades operacionais das empresas, não se limitando ao controlo de carbono, mas também outros indicadores ambientais como gestão de resíduos e consumo de água. O SGA destaca-se pela sua elevada automatização da recolha de dados, através da instalação de contadores e outros mecanismos, reduzindo a necessidade de intervenção manual. Além disso, permite a personalização de métricas, *dashboards*, gestão documental e relatórios de acordo com as necessidades específicas de cada empresa (Nextbitt, sem data). No entanto, devido à sua ampla gama de funcionalidades, o SGA pode ser considerado complexo para empresas que procurem apenas uma ferramenta de gestão de emissões de GEE. Ao mesmo tempo, esta abrangência pode traduzir-se, eventualmente, em análises macro e menos detalhadas de cada tema.

A Greenly (Greenly, sem data) é mais uma aplicação que visa simplificar a medição e a gestão das emissões de GEE. Através de uma interface intuitiva e fácil de usar, a Greenly permite que as empresas integrem os seus sistemas financeiros e de contabilidade na plataforma,

automatizando o processo de rastreamento das emissões de GEE associadas às suas operações diárias, tudo com base nas transações financeiras, como o consumo de energia, transporte, etc. Entre seus principais pontos fortes, destaca-se a criação de relatórios automáticos sobre a pegada de carbono da empresa, de acordo com os requisitos do *GHG Protocol* e do CDP, o que facilita a análise e a tomada de decisões (Greenly, sem data). Por outro a eficácia da Greenly depende da qualidade das integrações com outros sistemas e da precisão dos dados fornecidos. Para grandes corporações, a personalização e escalabilidade da plataforma podem ser limitadas, o que pode dificultar sua adaptação a operações mais complexas e distribuídas globalmente.

Por fim, outra aplicação centrada neste tema é a Sweep (Sweep, sem data). Esta ferramenta oferece uma visão detalhada das emissões de GEE em toda a cadeia de valor, desde a produção até à distribuição e consumo. A plataforma gera análises detalhadas e relatórios que podem ser ajustados para diferentes *stakeholders*. À semelhança da Greenly, a aplicação apoia a conformidade com regulamentos ambientais, ajudando as empresas a garantir que estão a cumprir as normas aplicáveis. Uma das suas principais funcionalidades consiste na gestão de planos de ação dentro da própria plataforma, o que facilita o acompanhamento do progresso em relação às metas de redução e o impacto desses projetos. Para além disso, a Sweep é integrável com outros sistemas de dados e ferramentas empresariais, o que permite a escalabilidade para empresas com operações globais e complexas (Sweep, sem data). Por outro lado, o sucesso da plataforma depende de integrações de qualidade que a permitam funcionar de forma eficaz, o que pode ser difícil em ambientes com infraestrutura de IT (*Information Technology*) desatualizada ou muito dispersa.

A Tabela 1 contém um resumo das principais características, vantagens e desvantagens de cada uma das ferramentas apresentadas.

Tabela 1 – Principais características das ferramentas de cálculo do Inventário de GEE

Ferramenta	Descrição	Vantagens	Desvantagens
<i>GHG Protocol Calculation Tools</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Folhas de cálculo em Excel; - Documentos de orientação; - Fatores de emissão para cálculos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Gratuito; - Baseado em padrões reconhecidos (<i>GHG Protocol</i>); - Sem necessidade de investimento. 	<ul style="list-style-type: none"> - Recolha e inserção de dados manual; - Processo demorado; - Sem automação ou integração.
<i>Microsoft Sustainability Manager</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Integração com Microsoft Cloud (PowerBI, Azure, Office 365); - Recolha automática de dados; - Análises em tempo real; - Relatórios personalizáveis. 	<ul style="list-style-type: none"> - Integração fluida com o ecossistema Microsoft; - Métodos de cálculo ajustáveis; - Relatórios detalhados. 	<ul style="list-style-type: none"> - Curva de aprendizagem significativa; - Dependente do ecossistema Microsoft.
<i>IBM Cloud Carbon Calculator</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Integração com IBM Cloud - Identificação de padrões de emissões; - <i>Insights</i> para estratégias de redução. 	<ul style="list-style-type: none"> - Monitorização em tempo real; - Relatórios detalhados; - Recolha de dados automática. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mais vantajosa para usuários do IBM Cloud; - Menos útil para outras plataformas de nuvem.
<i>Nextbitt SGA</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Baseado na norma 14001; - Gestão de aspetos ambientais diversos; - Elevada automatização da recolha de dados. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ampla gama de funcionalidades - Personalização de métricas e relatórios - Reduzida a intervenção manual 	<ul style="list-style-type: none"> - Complexidade para empresas focadas apenas em emissões - Análises podem ser mais macro
<i>Greenly</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Integração com sistemas financeiros e de contabilidade; - Interface intuitiva; - Relatórios automáticos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Facilidade de uso; - Baseado em transações financeiras; - Conformidade com <i>GHG Protocol</i> e CDP. 	<ul style="list-style-type: none"> - Depende da qualidade das integrações; - Limitações na personalização e escalabilidade para grandes corporações.
<i>Sweep</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Visão detalhada das emissões em toda a cadeia de valor; - Gestão de planos de ação; - Integração com outros sistemas de dados. 	<ul style="list-style-type: none"> - Análises detalhadas e ajustáveis; - Suporte para conformidade regulatória; - Escalabilidade para operações globais. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sucesso depende da qualidade das integrações; - Pode ser difícil em ambientes de IT desatualizados.

2.1.7 Indústria 4.0 e o seu impacto na Sustentabilidade Ambiental

A procura constante pela melhoria da qualidade de vida na sociedade humana tem impulsionado a evolução da indústria ao longo do tempo. Apesar dos avanços, o atual paradigma de produção enfrenta desafios significativos em termos de sustentabilidade, pois

contribuiu para a degradação ambiental, nomeadamente no que diz respeito ao aquecimento global e à poluição, bem como para o consumo de recursos não renováveis, como petróleo e carvão.

Diante esse cenário, segundo Wang et al. (2016), torna-se imperativo promover uma mudança radical na indústria, e é nesse contexto que a Indústria 4.0 surge como uma solução. A essência da Indústria 4.0, ou 4ª revolução industrial, reside na aplicação de tecnologias emergentes da informação para integrar de maneira profunda os processos de negócios e de engenharia, possibilitando que a produção opere de forma flexível, eficiente e sustentável.

Outros autores, como Oláh et al. (2020), defendem que o impacto da Indústria 4.0 na sustentabilidade pode ser incerto. É inegável que as evoluções industriais têm sido, inerentemente, a causa de muitos problemas ambientais, como a escassez de recursos, poluição do ar, uso intensivo de energias fósseis e alterações climáticas. Por outro lado, a indústria 4.0, caracterizada por tecnologias como *Internet of Things* (IoT), sistemas ciberfísicos e automação, é reconhecida por ter vários impactos positivos na eficiência da produção e na qualidade do produto. Estes fatores, segundo os autores, poderão originar o apoio ecológico e a melhoria do desempenho ambiental necessários para solucionar os problemas enumerados, alinhar estas tecnologias com os ODS e políticas ambientais em vigor. Oláh et al. (2020) destacam, ainda, que uma mudança desta dimensão traz alguns desafios, como elevados custos iniciais, consumo de energia e potencial extinção de postos de trabalho devido à automação. Apesar disso, o artigo conclui que as vantagens que a Indústria 4.0 pode trazer para esta temática superam as adversidades.

O trabalho de Ryan e Margaria (2023) advoga pelo valor que os desenvolvimentos em *Low-code* podem gerar nas organizações, especialmente PME (Pequenas e Médias Empresas), capacitando-as na adaptação ao cenário dinâmico da Indústria 4.0 e na consecução de metas de sustentabilidade. Os autores destacam a importância das PME recorrerem à digitalização para obter, armazenar e tratar dados relevantes e precisos, uma vez que relatórios incorretos podem ter sérias consequências a nível regulatório e governamental. A adoção de uma abordagem de desenvolvimento de *Low-code* é apresentada como essencial, considerando que nem todas as empresas têm a capacidade de criar aplicações personalizadas. No entanto, não são só as PME que podem beneficiar desta abordagem - os autores argumentam que o sucesso demonstrado nesse contexto estabelece um precedente para aplicação mais ampla em diversos setores na Indústria 4.0.

2.2 Low-code

Em anos recentes, uma nova categoria denominada "*Low-code*" tem ganho destaque no domínio dos ambientes para desenvolvimento de software. Este tipo de ambientes tem recebido elevada visibilidade, não só pela sua promessa de aumento significativo de produtividade, mas, também, pela introdução de abordagens inovadoras de integração entre IT e os negócios. Vulgarmente, estas plataformas podem ser chamadas de LCP (*Low-code*

platforms), LCAP (*Low-code application platforms*) ou, ainda, LCDP (*Low-code development platforms*) (Bock & Frank, 2021).

Este subcapítulo visa aprofundar o conceito de *Low-code*, destacando as suas principais características. Para além disso, serão apresentadas e comparadas algumas das LCAP mais comuns, focando na aplicação OutSystems.

2.2.1 Características do Low-code

Para Waszkowski (2019) “a plataforma de *Low-code* é um conjunto de ferramentas para programadores e não-programadores. Permite uma rápida criação e entrega de aplicações para negócios com um esforço mínimo na escrita de código e requer o menor esforço possível na instalação e configuração de ambientes, formação e implementação”. A LCAP deriva da Programação de Quarta Geração (4GL) e do Desenvolvimento Rápido de Aplicações (RAD), e a sua proposta de valor consiste em permitir que os programadores se centrem no design funcional em vez da sintaxe do código, o que possibilita a criação de aplicações num espaço de tempo mais curto. Este ambiente de desenvolvimento de software recorre a uma interface gráfica para desenvolver aplicações e foca-se em bases de dados, modelagem de processos e utilizadores (Waszkowski, 2019).

O principal utilizador das LCAP são as pessoas comuns, que dominam o tema para o qual a aplicação irá ser desenvolvida, mas não têm conhecimentos de programação (os chamados “*Citizen Developers*”). Desta forma, é imperativo que os ambientes para desenvolvimento de software em *Low-code* sejam o mais simples e acessíveis possível (Khorram et al., 2020)

Segundo Liu et al. (2023), as plataformas de desenvolvimento de *Low-code* são geralmente implementadas na nuvem e oferecem serviços por meio de Plataforma como Serviço (PaaS). As LCAP procuram oferecer aos desenvolvedores a possibilidade de criar aplicações de maneira ágil, recorrendo *widgets* gráficos em vez de codificação manual para definir os diferentes componentes de uma aplicação. Através do estudo e análise de quatro LCAP diferentes (OutSystems, Mendix, Appsmith e Budibase) o autor conclui que as estas podem ser divididas, de modo geral, em quatro fases (Figura 7):

- **Preparação:** envolve atividades relacionadas com registo de desenvolvedores, gestão de projetos e permissões;
- **Desenvolvimento:** consiste na etapa de definir, especificar e construir a aplicação, incluindo modelagem de dados, definição de UI (*User Interface*) e regras de lógica;
- **Uso da Aplicação:** as LCAP servem como plataformas para o uso rotineiro, fornecendo os serviços necessários para executar aplicações;

- **Funcionalidade Auxiliar:** suportam o uso das LCAP e incluem configurações para serviços externos, rede, documentação e funcionalidades básicas de importação/exportação.

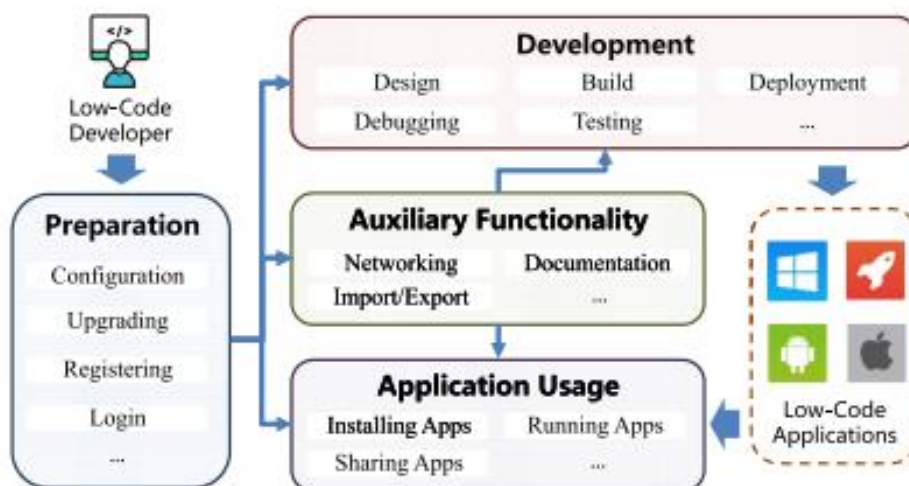


Figura 7 – Fases das LCAP (Liu et al., 2023)

2.2.2 Comparação de aplicações de Low-code

O estudo de Taentzer e Gürçan (2021) discute as capacidades de desenvolvimento de três principais LCAP: Microsoft PowerApps, Mendix e OutSystems. Os autores apresentam o desenvolvimento de uma aplicação-exemplo em cada plataforma, analisando dois cenários: desenvolvimento de uma aplicação independente, feita inteiramente em LCAP, e desenvolvimento de uma aplicação dependente com recurso a um local *backend* externo. O artigo analisa cada um dos LCAP com base nos seguintes critérios: aplicações resultantes, ambientes de desenvolvimento integrado (IDEs), modelagem de dados, especificação lógica e design de UI. Os autores concluem que cada plataforma tem suas vantagens: a PowerApps concentra-se na simplicidade, no desenvolvimento baseado na nuvem e na integração com serviços Microsoft; o Mendix atende a uma ampla gama de utilizadores, destacando-se pela colaboração e fácil implementação; a OutSystems oferece uma plataforma abrangente com forte ênfase no design da UI e capacidade de integração. No geral, as plataformas oferecem recursos diversos para atender a várias necessidades de desenvolvimento e a escolha da LCAP a usar deverá depender das características específicas do projeto e das habilidades dos desenvolvedores.

O artigo de Bock e Frank (2021) aborda um estudo exploratório sobre plataformas de desenvolvimento de *Low-code*. O documento analisa o histórico, a classificação e as características funcionais de algumas LCAP selecionadas, com foco em aspetos como produtividade e capacidade no desenvolvimento de software. As sete plataformas estudadas são: Microsoft PowerApps, Mendix, Appian, Wavemaker, Pega, Quickbase e Bonita. A conclusão do documento destaca a importância das plataformas de *Low-code* na abordagem metas sociais e econômicas, devido à sua simplicidade e desenvolvimento de baixo esforço, mesmo que estas

plataformas não proporcionem um avanço significativo no estado da arte em design de software. No entanto, os autores sugerem que se faça uma reflexão crítica sobre a terminologia usada no desenvolvimento profissional de software, visto que o termo “*Low-code*” se tem vindo a popularizar nos últimos tempos, não havendo, no entanto, uma classe tecnológica com características uniformes definidas para as LCAP.

Sahay et al. (2020) propõe uma taxonomia para oito plataformas de desenvolvimento em *Low-code*, através do detalhe, análise e comparação de características como recursos, capacidades, interoperabilidade, extensibilidade, curvas de aprendizagem e escalabilidade. A tabela resumo com comparação das LCAP está presente na Figura 8.

Feature	OutSystems	Mendix	Zoho Creator	MS PowerApp	Google App Maker	Kissflow	Salesforce App Cloud	Appian
<i>Graphical user interface</i>								
Drag-and-drop designer	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓
Point and click approach				✓				
Pre-built forms/reports	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Pre-built dashboards	✓		✓	✓		✓	✓	
Forms			✓	✓				
Progress tracking	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Advanced reporting						✓		
Built-in workflows			✓			✓	✓	
Configurable workflows			✓			✓	✓	
<i>Interoperability support</i>								
Interoperability with external service	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓
Connection with data sources	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Security Support</i>								
Application security	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Platform security	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Collaborative development support</i>								
Off-line collaboration	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
On-line collaboration	✓	✓			✓	✓	✓	✓
<i>Reusability support</i>								
Built-in workflows			✓			✓	✓	
Pre-built forms/reports	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Pre-built dashboards	✓		✓	✓		✓	✓	
<i>Scalability</i>								
Scalability on number of users	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Scalability on data traffic	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Scalability on data storage	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
<i>Business logic specification mechanisms</i>								
Business rules engine	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Graphical workflow editor	✓	✓				✓	✓	
AI enabled business logic	✓					✓	✓	✓
<i>Application build mechanisms</i>								
Code generation	✓							
Models at run-time		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Deployment support</i>								
Deployment on cloud	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Deployment on local infrastructures	✓	✓					✓	✓
<i>Kinds of supported applications</i>								
Event monitoring	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Process automation	✓		✓	✓	✓	✓		✓
Approval process control					✓			
Escalation management						✓		
Inventory management	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Quality management		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Workflow management	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Figura 8 – Comparação de LCAP (Sahay et al., 2020)

2.2.3 OutSystems

Tal como discutido no sub-subcapítulo anterior, a escolha da LCAP a utilizar depende de fatores como o contexto do problema, as necessidades da solução e as habilidades dos desenvolvedores, o que levou à escolha da ferramenta OutSystems.

A OutSystems é uma plataforma de desenvolvimento de *Low-code* composta por duas componentes principais: um servidor e uma aplicação de desktop destinada aos desenvolvedores. A aplicação de desktop (Figura 9) pode ser usada para criar aplicações móveis e web de forma visual, através de uma interface intuitiva onde o utilizador arrasta e solta *widgets* para estruturar o seu programa (OutSystems, sem data).

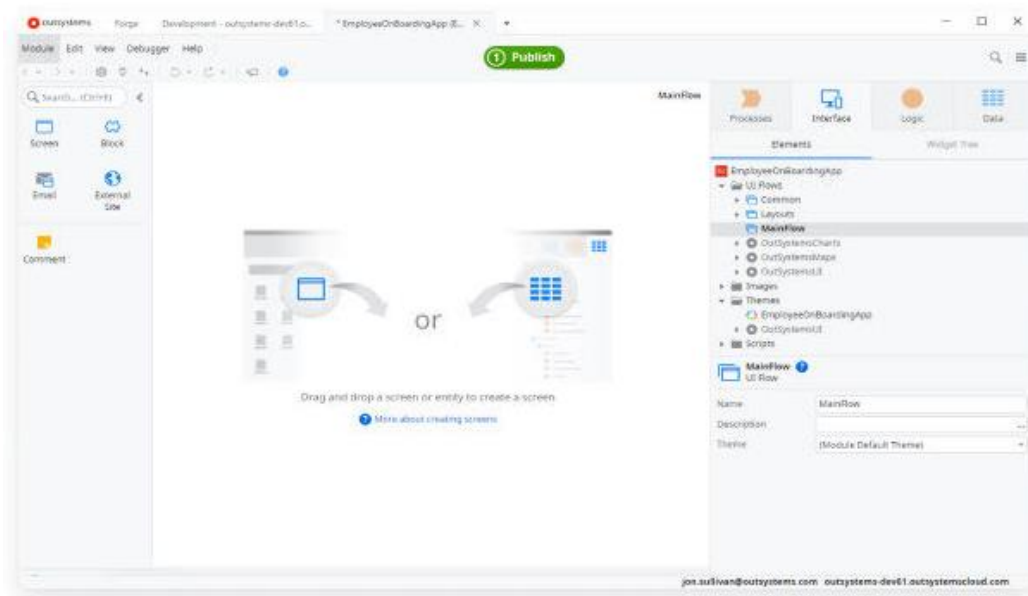


Figura 9 – Interface da aplicação de desktop OutSystems (OutSystems, 2022)

A OutSystems proporciona desenvolvimento visual para aplicações móveis e web, intitulando-se a “Plataforma de *Low-code* #1” (OutSystems, sem data). Foi considerada a empresa líder de LCAP em 2023, juntamente com a Mendix, pela Gartner no seu relatório “*Magic Quadrant for Enterprise Low-code Application Platforms*” (Gartner, 2023). A OutSystems é amplamente utilizada por empresas como Fidelidade, Delta Cafés, Logitech, Mercedes-Benz, entre outras, bem como por instituições educacionais como a Nelson Mandela University, Kent State University e Clark University (OutSystems, sem data).

Martins et al. (2020) apresentam uma experiência detalhada do desenvolvimento de uma aplicação em OutSystems. O documento discute a criação de uma plataforma de self-service que tem como objetivo automatizar tarefas dos funcionários, permitindo-lhes gerir informações pessoais, agendar tarefas e realizar diversas ações como reserva de férias. A aplicação conta, também, com *roles* como Recursos Humanos e *SuperUser*, cada um com permissões e responsabilidades específicas. Os autores descrevem a arquitetura da aplicação, os casos de uso, o modelo de banco de dados e o processo de desenvolvimento. Segundo

Martins et al. (2020), as principais dificuldades sentidas durante o processo de desenvolvimento estiveram relacionadas com a curva de aprendizagem da utilização da plataforma, uma vez que a equipa não tinha experiência anterior com a mesma. No entanto, bastou apenas um mês de treino para que todos os componentes da plataforma fossem aprendidos, indicando uma curva de aprendizagem significativa. Apesar deste desafio, o artigo destaca que a utilização de um LCAP como o OutSystems permitiu aos autores produzir resultados de alta qualidade em menos tempo, mostrando as vantagens destas ferramentas no desenvolvimento de aplicações.

2.3 Conclusão

O aquecimento global, exacerbado pelas atividades humanas, tem efeitos devastadores tanto no ambiente, quanto na sociedade. O aumento contínuo das temperaturas, como evidenciado pelos dados recentes, reforça a necessidade de ação imediata. Iniciativas como o Protocolo de Quioto e o Acordo de Paris estabelecem marcos essenciais para a colaboração internacional em prol da neutralidade carbónica.

Portugal, ao integrar diretrizes, como o Plano Nacional de Energia e Clima 2021-2030, nas suas políticas, demonstra compromisso em reduzir emissões e promover uma transição para energias renováveis. No entanto, é fundamental que as empresas também adotem práticas sustentáveis, podendo recorrer a normas como a ISO 14064 e o GHG Protocol para medir e gerir suas emissões de forma eficaz.

O panorama atual da sustentabilidade empresarial é caracterizado por um crescente reconhecimento da importância da quantificação e redução das emissões de gases de efeito estufa. As ferramentas de cálculo do *GHG Protocol*, como as *Calculation Tools*, oferecem uma abordagem inicial e acessível para empresas, permitindo que quantifiquem suas emissões sem necessidade de investimentos significativos. No entanto, o processo manual de inserção de dados pode ser demorado e suscetível a erros. Para superar essas limitações, novas aplicações, como a *Microsoft Sustainability Manager*, *IBM Cloud Carbon Calculator*, *Nextbitt*, *Greenly* e *Sweep*, têm sido desenvolvidas, oferecendo soluções mais automatizadas e integradas que proporcionam análises em tempo real e relatórios personalizáveis. Essas ferramentas não apenas facilitam a gestão de GEE, mas também contribuem para a conformidade regulatória e a melhoria contínua das práticas ambientais. No entanto, algumas características como o preço, a integração com sistemas Informáticos específicos e o reduzido nível de customização fazem com que estas ferramentas não sejam a solução ideal ("*one size fits all*") para indústrias mais complexas.

Neste contexto, o desenvolvimento de plataformas de *Low-code*, como OutSystems, apresenta-se como uma oportunidade valiosa para desenvolver soluções rápidas e personalizadas para este problema.

Em suma, a luta contra as alterações climáticas requer um esforço conjunto, unindo governos, empresas e cidadãos. A implementação de metodologias e ferramentas adequadas é essencial para garantir que as metas sejam alcançadas e que possamos mitigar os impactos das mudanças climáticas.

3 Desenvolvimento

Neste capítulo, descrevem-se todas as etapas que levaram ao desenvolvimento da aplicação. Para isso, recorreu-se à metodologia “*AS-IS TO-BE*”. A primeira fase descreve o estado atual do processo, e são destacadas as lacunas ou problemas identificados na forma como as atividades ocorrem atualmente. Já a segunda fase consiste no planeamento e descrição do futuro processo, tendo em consideração as formas como este poderá alcançar uma maior eficiência, reduzir custos, melhorar a qualidade e/ou atender melhor às necessidades dos clientes, face ao processo atual.

Desta forma, o capítulo inicia com a contextualização da dinâmica da empresa, seguida da descrição do processo atual e pontos de melhoria. Depois, são apresentadas as personas, a construção da base de dados e as *mockups* da aplicação.

3.1 Contexto da Empresa

A Efacec, como empresa portuguesa com presença mundial, tem inerente um nível de complexidade característico da sua dimensão. A Efacec *Power Solutions* (EPS), que atua como a *holding*, é uma sociedade anónima com sede em Leça do Balio que coordena as operações e estratégias do Grupo Efacec. A EPS não se limita às suas operações em Portugal, abrangendo também uma vasta rede de subsidiárias e sucursais espalhadas por quatro continentes.

A Estrutura Societária do grupo Efacec divide-a, assim, num **conjunto de Empresas**, nacionais e internacionais, que tanto podem fabricar produtos e sistemas completamente diferentes, como podem ser “extensões” da atividade de outras empresas jurídicas do grupo.

Ao mesmo tempo, o grupo Efacec organiza as suas atividades em várias Unidades de Negócio (UN), cada uma focada em diferentes setores. Estas UN podem exercer a sua atividade numa ou mais empresas. Isto é muito comum nos casos em que existe um forte mercado tanto em Portugal, como noutro país, pelo que se justifica a abertura de uma subsidiária (empresa) no estrangeiro que seja uma extensão da atividade de Portugal.

A Figura 10 esquematiza a relação entre a Estrutura Societária do grupo Efacec e as suas UN.

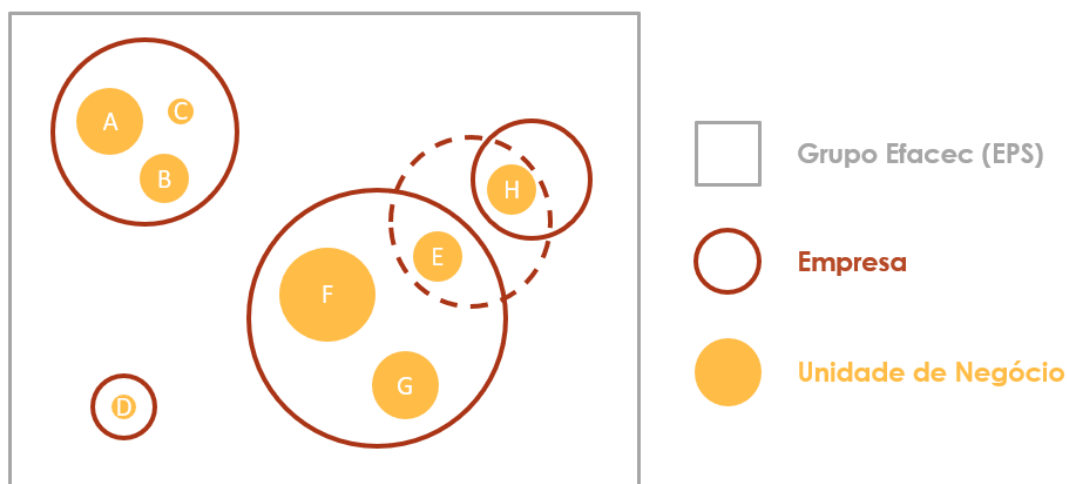


Figura 10 – Estrutura da Organização (dinâmica Grupo, Empresa, UN)

Através da análise da Figura 10, fica clara a dinâmica entre Grupo, Empresa e UN: a Efacec tem empresas que, apesar de serem entidades independentes, podem contemplar atividades de uma ou mais UN, que podem ser, ou não, exclusivas a uma só empresa.

3.2 Descrição do Processo Atual

O processo atual de cálculo do Inventário Global de GEE da Efacec está definido em alinhamento com a metodologia e recomendações do *GHG Protocol* e tem por base quatro conceitos chave:

- **Presença** – corresponde a todas as instalações físicas (*facilities*), permanentes ou temporárias, onde a Efacec exerceu atividade que resultou em emissões de GEE no ano do *report*, ou seja, o ano para o qual está a ser feito o inventário;
- **Fontes de Emissão** – são equipamentos, máquinas, veículos ou outro tipo de fontes que libertam GEE para a atmosfera. Estas fontes podem ser mais ou menos detalhadas, dependendo do nível de informação possível de apurar – podem ser fontes macro (ex.: consumo total de eletricidade num polo industrial) ou micro (ex.: eletricidade consumida numa máquina específica). Este nível de detalhe depende de investimento em contadores, ferramentas de IT, ERP (Planeamento de Recursos Empresariais), desenvolvimento, etc., havendo uma relação direta entre isso e o grau de minúcia da informação obtida;
- **Dados de Atividade** – correspondem às quantidades consumidas (ex.: combustíveis) ou libertadas (ex.: gases de processo) pelas fontes de emissão que, após a sua atividade, darão origem à libertação de GEE;
- **Fatores de Emissão** – são a relação entre as quantidades consumidas/libertadas pelas fontes de emissão e as respetivas emissões de GEE, como o CO₂, CH₄ e N₂O. Permitem estimar as emissões de GEE a partir da sua multiplicação pelos dados de atividade.

Cada um destes conceitos possui tipologias e características próprias que os definem, como designações, localizações, áreas, unidades de medida, entre outros. É muito importante

conhecer todos estes atributos de forma a garantir um inventário mais detalhado e minucioso, bem como possibilitar o cálculo de indicadores relativos exigidos pela legislação.

O cálculo do Inventário Global de GEE varia conforme o tipo de emissões. No que diz respeito à presença, enquanto o *GHG Protocol* exige a identificação da origem das emissões de Âmbito 1 e 2, pois estão diretamente relacionados com atividade da empresa, o mesmo não se aplica às de Âmbito 3. Isto acontece, pois, as emissões de Âmbito 3 contemplam outras emissões de GEE a montante ou a jusante da atividade produtiva, não estando, por isso, necessariamente relacionadas com as presenças da organização. Por exemplo, as emissões de Âmbito 3 relacionadas ao transporte e distribuição podem acontecer em qualquer lugar do mundo. Por esses motivos, a Efacec divide o cálculo do Inventário Global de GEE em dois momentos distintos.

3.2.1 Cálculo de Inventário Global de GEE – Âmbito 1 e 2

Inicia-se com a comunicação anual às áreas envolvidas sobre o início do processo. Este e-mail, enviado pela equipa de Sustentabilidade, destaca a importância da nomeação das interfaces (pessoa que assegura a comunicação entre a sua área e a equipa da Sustentabilidade) e quais as suas responsabilidades, permitindo que cada área escolha o elemento indicado para participar no processo.

Nomeadas as interfaces, estas são questionadas sobre a presença da empresa em diferentes locais. A Efacec tem atividade em diversos países, desde fábricas a escritórios ou estaleiros de obra. As presenças identificadas incluem:

- *Facilities* Nacionais Permanentes;
- Estaleiros de Obra (nacionais e internacionais);
- Agrupamentos Complementares de Empresas (ACE);
- Sítios onde exerceu atividade de Operação e/ou Manutenção (O&M) (nacionais e internacionais);
- Sucursais;
- Subsidiárias.

Após identificar e validar as presenças, a equipa da Sustentabilidade regista esses dados num ficheiro Excel desenvolvido especificamente para esse fim, que conta com macros para facilitar o seu preenchimento. Na primeira página deste ficheiro, intitulada “Presença”, são inseridas todas as presenças da Efacec no ano do *report* (Figura 11). No final desta página, encontra-se um botão (Figura 12) que atualiza automaticamente as páginas subsequentes com as presenças identificadas (Figura 13).

	A	B
1		
2	Facilites Nacionais Permanentes	
3	Exemplo 1	
4	Exemplo 2	
5		
6	Subsidiárias	
7	Exemplo 3	
8		
9	Sucursais	
10	Exemplo 4	
11		
12	Estaleiros Nacionais	
13	Exemplo 5	
14	Exemplo 6	
15	Exemplo 7	
16		
17	Estaleiros Internacionais	
18	Exemplo 8	
19		
20	ACF	

Figura 11 – Passo 1: Preencher a presença



Figura 12 – Passo 2: Atualizar as folhas de inserção de dados com a presença

As páginas seguintes (todas semelhantes à Figura 13) contêm, cada uma, os diferentes tipos de fontes de emissão existentes na Efacec, que podem ser de 6 tipos:

- **Combustão Móvel** – Nesta categoria de emissões de GEE devem contabilizar-se as quantidades de combustíveis utilizados em veículos automóveis (ligeiros ou pesados, de transporte de passageiros ou mercadorias, ou outros veículos utilizados para trabalho) sob controlo operacional Efacec. Ou seja, veículos que sejam propriedade da Efacec, ou que esta possua em regimes de *Renting*, *Leasing* ou outras formas de aluguer ou cedência de direitos de utilização de longa duração. Consumos de quaisquer veículos que não se enquadrem na definição anterior (por ex.: veículos utilizados em regime de aluguer de curta duração) não são considerados nesta categoria;
- **Combustão Estacionária** – Nesta categoria devem contabilizar-se as quantidades de combustíveis utilizados em equipamentos, tais como caldeiras de aquecimento de água, sistemas de aquecimento ambiente, estufas, geradores elétricos ou quaisquer outros equipamentos ou máquinas que utilizem combustíveis cuja queima produza GEE;
- **Gases de Refrigeração** – Nesta categoria, consideram-se os gases utilizados em equipamentos de refrigeração (ar condicionado, frigoríficos, *chillers* industriais, etc.). Devem reportar-se as quantidades correspondentes a fugas para a atmosfera deste tipo de gases. Os gases de refrigeração mais comuns são os HFC, podendo haver outros (por exemplo, os PFC). Sendo a manutenção de equipamentos de refrigeração um serviço tipicamente contratado a empresas especializadas, as quantidades de fugas que ocorrem ao longo do ano devem ser obtidas através dos relatórios de intervenção dessas empresas. Uma fuga corresponde à diferença entre a quantidade de gás contida no circuito de refrigeração dum equipamento depois dum intervenção de manutenção menos a quantidade de gás que esse circuito continha antes da intervenção;

- Gases de Processo** – Nesta categoria de emissões de GEE devem registar-se as fugas para a atmosfera de GEE usados em processos industriais (no processo operacional de fabrico ou incorporados nos produtos fabricados). O gás de processo mais comum é o SF6. Só devem ser contabilizadas as fugas em processos ou equipamentos sob responsabilidade Efacec. Assim, depois dum produto passar formalmente para a propriedade do cliente a responsabilidade de reportar fugas de gás que esse produto venha a ter durante o seu período de vida não é da Efacec, ainda que o produto esteja em período de garantia;
- Eletricidade** – É a única categoria de emissão de Âmbito 2. Inclui todos os consumos de eletricidade sob responsabilidade direta da Efacec. Reforça-se aqui o conceito de “controlo operacional”, segundo o qual a Efacec só é responsável por reportar os consumos de eletricidade nos casos em que esta é contratada diretamente pela Efacec (e, portanto, os consumos são faturados diretamente a esta). Excluem-se os casos em que a Efacec é a consumidora de eletricidade, mas esta é contratada por outra entidade (por ex.: um cliente), ainda que essa entidade venha a cobrar à Efacec o pagamento da eletricidade consumida.

Preparado o ficheiro, equipa da Sustentabilidade procede com a partilha do mesmo com os devidos interfaces. Estes deverão identificar, primeiramente, o nome da(s) fonte(s) de emissão que existem, sob controlo operacional, ou seja, em que a Empresa tem total autonomia para introduzir e implementar as suas políticas de operação – visto que só estas são contabilizadas nos Âmbitos 1 e 2. De seguida, deverão preencher, em cada fonte, os respetivos dados de atividade. Vale ressaltar que as páginas das fontes de emissão já incluem os consumíveis mais comuns associados a cada fonte (por exemplo, a folha “Combustão Estacionária” possui campos para Gasóleo e Gás Natural), podendo ser acrescentados outros conforme necessário.

A Combustão Estacionária	B Qual(ais) o(s) tipo(s) de fonte(s) de emissão sob controlo operacional da sua área? (ex: caldeiras de aquecimento de água, sistemas de aquecimento ambiente, estufas, geradores elétricos ou quaisquer outros equipamentos ou máquinas que utilizem combustíveis cuja queima produza GEE) No caso de não ter Controlo Operacional sobre Fontes de Emissão deste tipo, por favor preencha com N/A	C Gasóleo			D Gás Natural			E Combustível
		F	G	H	I	J		
		Qtd (Litros)	% de valores estimados (0 - 100%)	Método utilizado para estimativa: "H" - baseado em dados históricos "T" - baseado em análise de tendências "M" - mix de dados históricos e análise de tendências "O" - outro método	Qtd	Unidade de medida	% de valores estimados (0 - 100%)	
Facilidades Nacionais Permanentes								
	Exemplo 1							
	Exemplo 2							
Subsidiárias								
	Exemplo 3							
Sucursais								
	Exemplo 4							
Estaleiros Nacionais								
	Exemplo 5							
	Exemplo 6							
	Exemplo 7							

Figura 13 – Passo 3: Preencher as folhas das fontes de emissão com os respetivos dados de atividade afetos a cada presença

É possível, ainda, a inclusão de outros dados, como a percentagem de dados estimados, bem como o método utilizado para essa estimativa, quando necessário (Figura 14). Este campo é utilizado principalmente em registos de combustíveis ou outros tipos de consumo registados em faturas, pois como o exercício é feito anualmente, é bastante comum que parte da informação seja perdida e, conseqüentemente, seja necessário recorrer a estimativas baseadas em dados históricos, análise de tendências, ou outros.

C	D	E	F	G	H	I
Gasóleo			Gás Natural			
Qtd (Litros)	% de valores estimados (0 - 100%)	Método utilizado para estimativa: "H" - baseado em dados históricos "T" - baseado em análise de tendências "M" - mix de dados históricos e análise de tendências "O" - outro método	Qtd	Unidade de medida	% de valores estimados (0 - 100%)	Método utilizado para estimativa: "H" - baseado em dados históricos "T" - baseado em análise de tendências "M" - mix de dados históricos e análise de tendências "O" - outro método

Figura 14 – Informações pedidas para os dados de atividade, incluindo valores estimados e método de estimativa

Preenchido este Excel, os dados são transpostos para uma ferramenta chamada *Calculation Tool*, disponibilizada pelo *GHG Protocol*, que realiza as conversões dos dados de atividade em emissões de GEE. A plataforma inclui fatores de emissão apurados de fontes internacionalmente reconhecidas, como a EPA, mas permite aos utilizadores inserirem os seus próprios valores, se necessário. É comum isso acontecer no caso dos fatores de eletricidade por país, que mudam todos os anos e estão muitas vezes em falta na ferramenta – por esse motivo e por questões de validação, estes fatores são geralmente apurados pela Equipa de Sustentabilidade. Após a inserção dos dados de atividade neste ficheiro, o mesmo multiplica os consumos pelos respetivos fatores de emissão determinando-se, assim, o inventário global de gases de efeito estufa.

Finalmente, os resultados são consolidados num único *template* de *report*, respeitando as recomendações do *GHG Protocol*, onde é discriminado o Inventário de GEE com vários níveis de detalhe, como *facility* a que correspondem, âmbito, tipo de emissão, etc. Na Figura 15 é possível visualizar um fluxograma que resume o processo anteriormente descrito.

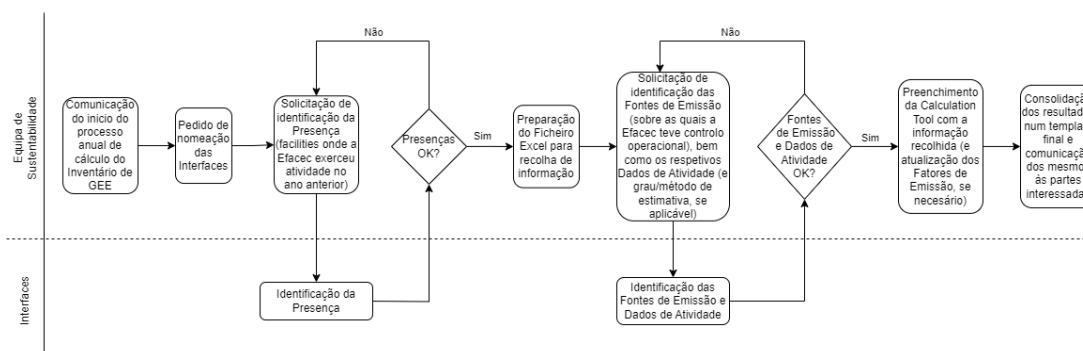


Figura 15 – Processo de Cálculo do Inventário Global de GEE - Âmbito 1 e 2

É importante salientar que a quantidade de informação a validar pela Equipa de Sustentabilidade depende do número de presenças, fontes de emissão e dados de atividade distintos que possam existir. Por exemplo, para se calcular as emissões de GEE de um equipamento de combustão em Espanha, é necessário validar: a existência de presença da empresa em Espanha, o controlo operacional da Efacec sobre o equipamento de combustão, e a veracidade da quantidade de combustível a máquina gastou durante o ano. Para além disso, sendo o processo de cálculo de inventário de GEE relativamente recente na empresa, esta informação é analisada quase na sua totalidade. Desta forma, é evidente a grande quantidade de informação que chega de fontes distintas e que tem de ser validada pela equipa de sustentabilidade após cada uma das etapas.

3.2.2 Cálculo de Inventário Global de GEE – Âmbito 3

O início do cálculo do Inventário de GEE de Âmbito 3 começa de uma forma semelhante ao de Âmbito 1 e 2, identificando as interfaces. No entanto, não se aplica a este âmbito os conceitos de presença ou fontes de emissão pelos motivos mencionados anteriormente.

Outra particularidade do cálculo das emissões de Âmbito 3 é o facto de este ser maioritariamente “*spend-based*”, ou seja, enquanto no Âmbito 1 e 2 as interfaces são questionadas sobre consumos, no Âmbito 3 as interfaces são questionadas (na grande maioria) sobre compras ou despesas em entidades externas nas diferentes categorias. As emissões de Âmbito 3 dividem-se, assim, em:

- **Atividades Upstream (a Montante):** Bens e Serviços Adquiridos, Bens de Capital, Atividades Relacionadas a Combustíveis e Energia (não incluídas nos cálculos de emissões dos Âmbitos 1 ou 2), Transporte e Distribuição a Montante, Resíduos Gerados nas Operações, Viagens de Negócios, Deslocamento de Funcionários e Ativos Alugados a Montante;
- **Atividades Downstream (a Jusante):** Transporte e Distribuição a Jusante, Processamento de Produtos Vendidos, Uso de Produtos Vendidos, Tratamento de Fim de Ciclo dos Produtos Vendidos, Ativos Alugados a Jusante, Franquias e Investimentos.

Apurados os custos (ex.: despesas em bens e serviços, para a categoria “Bens e Serviços Adquiridos”) ou valores médios (ex.: distância média entre casa-trabalho para a categoria “Deslocamento de Funcionários”) em cada uma das categorias aplicáveis, estes são convertidos em emissões de GEE através de fatores de emissão, à semelhança do que acontece no cálculo do inventário de GEE de Âmbito 1 e 2. Finalmente, os resultados são, também, dispostos num *template* criado para o efeito e divididos por categoria de Âmbito 3. Na Figura 16 é possível visualizar um fluxograma que resume este processo.

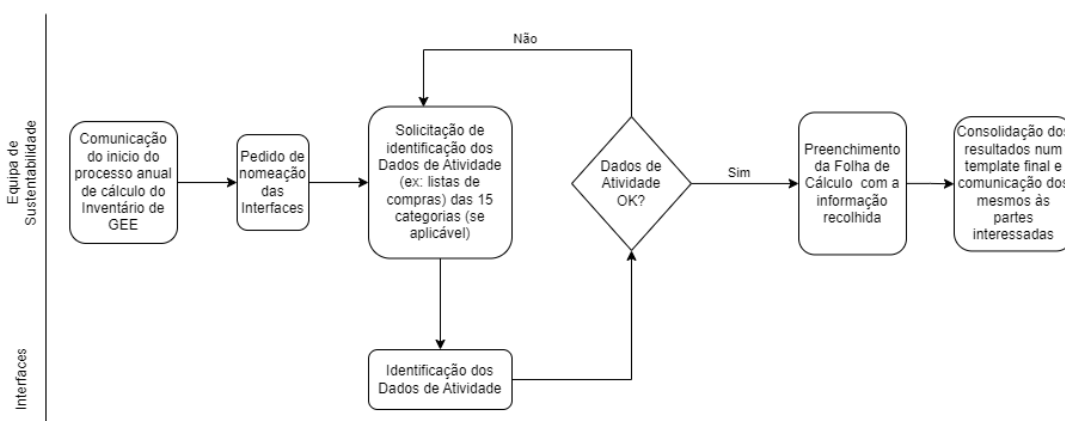


Figura 16 – Processo de Cálculo do Inventário Global de GEE - Âmbito 3

Conclui-se, assim, que o inventário de Âmbito 3 tem inerente um nível de incerteza e erro maior do que os outros âmbitos pois, embora os dados de atividade dos Âmbitos 1 e 2 também sejam estimados em algumas situações (ex.: quando se perdem faturas), poderiam ser facilmente substituídos por dados reais caso houvesse um investimento em soluções que permitissem um melhor controlo dos dados, como sensores e plataformas de registo. Isto é mais difícil para Âmbito 3.

Por exemplo, para calcular as emissões indiretas das deslocações dos colaboradores nos trajetos casa-empresa-casa, é necessário assumir uma distância média apurada por amostragem. Outro exemplo seria calcular as emissões de GEE de um computador comprado pela Efacec, em que é multiplicado o valor do computador por um fator de emissão que estima, com base no valor monetário do mesmo, as emissões de GEE que a sua produção emitiu.

Ao analisar os exemplos mencionados anteriormente, percebe-se que, para estas situações, apenas seria possível ter dados com maior qualidade (ou menos estimados) se todas as empresas calculassem as pegadas carbónicas dos seus produtos e serviços e/ou, se existisse um maior nível de transparência e partilha na indústria, o que, atualmente, não é comum. Por este motivo, no contexto deste trabalho, optou-se por excluir o Âmbito 3, considerando-se que a inclusão deste cálculo na aplicação criada não acrescentaria valor ao processo atual.

3.2.3 Problemas do Processo Atual

- **Dificuldade em Responder aos Requisitos do Cliente:**

Um dos principais desafios do atual processo de Cálculo do Inventário de GEE é que, apesar deste cumprir os requisitos do *GHG Protocol*, não permite à Efacec responder de forma rápida e eficaz às crescentes solicitações dos seus clientes.

Como mencionado anteriormente, as emissões de GEE são categorizadas por tipo, âmbito e *facility*. No entanto, um dos pedidos mais comuns dos clientes da Efacec é a partilha das emissões relacionadas especificamente com o setor de negócio do qual

estão a adquirir produtos ou serviços. Por exemplo, um potencial comprador interessado num transformador pode desejar conhecer apenas as emissões associadas a essa UN, e não da Efacec como um todo. Da mesma forma, um gestor de uma empresa poderá querer saber apenas as emissões que lhe dizem respeito. Contudo, a complexidade interna da organização (exposta no subcapítulo 3.1) e a forma como a informação está estruturada dificultam uma resposta célere e eficaz a estas questões, visto que as *facilities* são, na sua grande maioria, partilhadas por mais do que uma UN e, inclusive, mais do que uma Empresa (Figura 17).

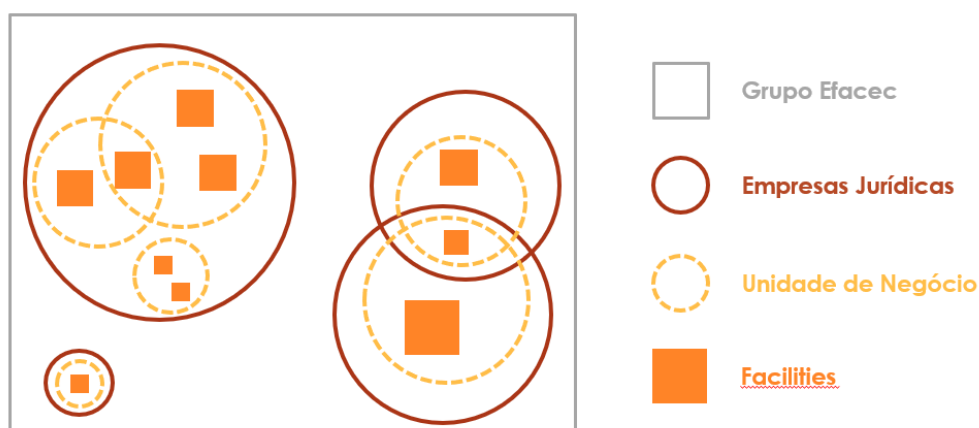


Figura 17 – Esquema representativo da ocupação das *facilities*

Esta dificuldade de responder aos requisitos dos Clientes exige a que a Equipa de Sustentabilidade tenha de recorrer a estimativas ou aproximações, baseadas em critérios como Volume de Vendas da UN, por exemplo. Claro está que estas respostas têm sempre um elevado grau de incerteza associado, visto que estes critérios poderão estar mais ou menos relacionados com a quantidade de GEE emitida.

- **Reduzida Informatização e/ou Acesso dos Dados de Atividade:**

Atualmente, grande parte dos Dados de Atividade necessários para calcular o inventário de GEE não se encontram registados em nenhum Sistema Informático ou ERP, motivo pelo qual a equipa de Sustentabilidade se vê obrigada a, anualmente, solicitar às interfaces de cada área que enviem os respetivos dados. Para além disso, a pouca quantidade de informação disponível em sistemas informáticos encontra-se bastante dispersa, não existindo um sítio único onde seja possível consultá-la.

Isto acontece por vários motivos, como por exemplo a falta de investimento, quer em aplicações novas que resolvam a falta de digitalização, quer nas aplicações existentes que se tornam desatualizadas face às necessidades atuais da empresa. Desta forma, os Dados de Atividade ficam muitas vezes registados apenas em faturas, como é o caso da eletricidade e dos combustíveis, ou outros relatórios, como acontece nas manutenções dos equipamentos de ar-condicionado onde são libertados gases de refrigeração. Estes

ficheiros são normalmente guardados em ficheiros Excel, Sharepoint ou outras pastas, até que a Equipa de Sustentabilidade os solicite.

- **Perda de informação relevante e dados com pouca qualidade:**

Pelos motivos mencionados no ponto anterior, é bastante difícil obter Dados de Atividade de qualidade, ou seja, não estimados. Isto porque a falta de uma aplicação para registo dos dados coloca nos Interfaces a responsabilidade de guardar toda a informação que lhes irá ser solicitada no início do ano seguinte, aquando do início do processo de cálculo. No entanto, o que se observa no final do processo é uma elevada percentagem da informação resultante de estimativas, devido a perdas de informação. De facto, quando questionados sobre a qualidade dos dados que fornecem, apenas 20% das Interfaces (numa amostra de 10) responderam que têm a totalidade da informação solicitada, 50% afirmaram estimar até 50% dos dados fornecidos, e as restantes 30% pensam estimar entre 50% e 100% da informação relatada (Figura 18)

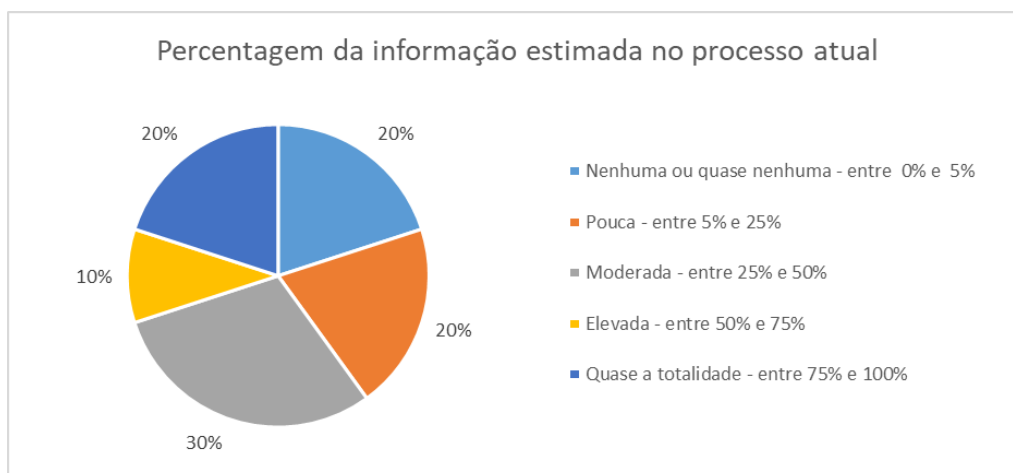


Figura 18 – Percentagem de informação estimada

- **Elevada propensão a erros devido aos processos manuais:**

A probabilidade de existirem erros no processo, quer por parte das interfaces, que têm de recolher informação e reportá-la, quer por parte da Equipa de Sustentabilidade, que utiliza inúmeros ficheiros diferentes durante o processo, é bastante elevada.

- **Reduzido interesse dos colaboradores no processo:**

A ausência de um sistema informatizado para o registo dos Dados de Atividade aumenta a carga de trabalho dos colaboradores, que para além das suas funções normais, vêm-se obrigados a guardar toda a informação que lhes será solicitada futuramente. A repetição anual desta tarefa, sem melhorias visíveis, faz com que as Interfaces sintam que o processo permanece ineficaz e desafiador, o que impacta negativamente a sua motivação. A falta de investimento numa solução mais eficiente poderá levar os

colaboradores a interpretar uma desvalorização da empresa no processo e, conseqüentemente, diminuir o seu comprometimento e interesse em garantir a precisão e qualidade do trabalho.

Em resposta à pergunta “classifique numa escala de 1 a 5 (1 – pouca dificuldade; 5 – muita dificuldade) o grau de dificuldade que sente para responder aos pedidos de informação que lhe são feitos”, os Interfaces responderam com 3.5 ou seja, uma dificuldade moderada a alta (Figura 19).

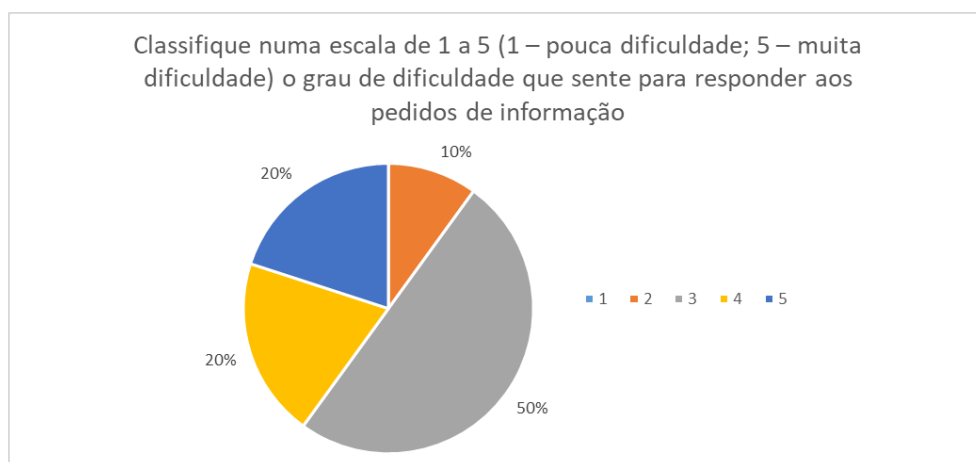


Figura 19 – Grau de dificuldade sentida

- **Processo demorado:**

Entre a nomeação das Interfaces, solicitação de diferente informação (Presenças, Fontes de Emissão e Dados de Atividade), validações, introdução dos Dados na Calculation Tool, seleção dos Fatores de Emissão adequados (quando necessário) e construção de um relatório final para report do Inventário Global de GEE, este processo demora, em média, cerca de 2 a 3 meses a ser concluído.

- **Dificuldade em acompanhar indicadores e melhorias durante o ano:**

Devido à duração do cálculo do Inventário Global de GEE, os indicadores do processo apenas são calculados uma vez por ano, o que limita o seu acompanhamento e monitorização. Para além disso, quando um plano de ação é implementado para melhorar algum ponto do processo, a sua eficácia apenas é verificada no ano seguinte.

3.3 Proposta de Restruturação do Processo Atual

Analisada a situação inicial do problema (ou seja, o “*As Is*”), passou-se para a fase “*To Be*” que será descrita de seguida.

3.3.1 Apresentação das *Personas*

Em primeiro lugar definiram-se as *personas*, que são representações fictícias dos envolvidos no processo. O objetivo da criação das *personas* consiste em garantir uma maior clareza e foco da solução a desenvolver, que deverá ter por base os objetivos, necessidades e principais desafios sentidos pelos envolvidos. Assim, analisando as características dos envolvidos no atual processo de Cálculo do Inventário Global de GEE, sentiu-se a necessidade de criar três *personas*:

- **Asset Manager**

As suas principais tarefas consistem, não exclusivamente, em controlar a abertura e fecho de *facilities*, gerir o seu consumo energético e negociar anualmente o seu contrato de eletricidade.

Para além disso, é também responsável pela gestão da frota automóvel, máquinas e outros equipamentos presentes em cada *facility*, incluindo a sua utilização e como esta se distribui pelas UN.

As suas características, necessidades e objetivos podem ser consultados na Figura 20.

<p>- Mestre em Gestão, com anos de experiência na área - Trabalha na Efacec há 15 anos e conhecem bem o contexto da empresa, as UN e as <i>facilities</i></p> <p>Características</p>	<p>- Local onde registar a abertura e fecho de <i>facilities</i>, bem como os seus equipamentos e máquinas, ou seja, as suas fontes de emissão - Analisar e comparar opções de contratos de energia, com base nas diferenças de emissões com fatores location based e market based</p> <p>Necessidades</p>	<p>- Negociar contratos energéticos com as menores emissões possíveis, até atingir a meta de 100% de eletricidade de fontes renováveis - Aumentar a eficiência energética, fazendo planos de melhoria com base em históricos de consumo das <i>facilities</i></p> <p>Objetivos</p>
---	---	---

Figura 20 – Características, necessidades e objetivos do *Asset Manager*

- **Data Provider**

O *Data Provider* é um colaborador da empresa cujas atividades do dia-a-dia implicam o consumo de combustíveis, libertação de gases de processo/refrigeração ou qualquer outro tipo de atividade que origine emissões de GEE.

Para além das responsabilidades diárias inerentes às suas funções, é também seu dever reportar os dados de atividade associados às mesmas. (Por exemplo: litros de gasóleo utilizados para alimentar um gerador, gases de processo libertados ao utilizar uma máquina, ...)

As suas características, necessidades e objetivos podem ser visualizados na Figura 21.

<ul style="list-style-type: none"> - Conhecimentos básicos em temáticas como aquecimento global e GEE - Formação base em áreas, como eng. mecânica/ eletrotécnica - Utiliza o portátil para registar os dados, podendo recorrer ao smartphone quando está em obras <p style="text-align: right; color: orange;">Características</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Precisa de um sitio onde registar os dados de atividade, pois tende a esquecer-se de guardar a informação, ou perdê-la, e acaba por recorrer a estimativas - Registo deve ser rápido e simples - Valoriza existência de alertas que notifiquem relativamente à informação a reportar, dados em falta e datas limite <p style="text-align: right; color: green;">Necessidades</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Aumentar a qualidade dos dados que reporta, reduzindo a quantidade de dados estimados reportados devido a perda de faturas ou registos - Diminuir o tempo gasto no armazenamento e reporte dos dados de atividade - No futuro, espera que exista uma ligação automática ao ERP/outras plataformas adequadas, que possibilite a redução dos dados que lhe são pedidos e a eventual duplicação dos mesmos <p style="text-align: right; color: blue;">Objetivos</p>
---	---	---

Figura 21 – Características, necessidades e objetivos do *Data Provider*

- **Sustainability Manager**

Responsável por garantir o cumprimento do processo de Cálculo do Inventário de GEE da Efacec. As suas principais tarefas consistem em reportar as emissões de GEE, acompanhar indicadores, identificar pontos de melhoria, garantir o cumprimento de metas e responder a pedidos de Clientes.

Como responsável do processo, é também seu dever acompanhar o processo e validar a informação reportada pelas Interfaces com uma certa regularidade.

<ul style="list-style-type: none"> - Licenciada em Engenharia Ambiental e com vasta experiência em temáticas de Sustentabilidade - Excelente capacidade de análise - Comunicação frequente com clientes <p style="text-align: right; color: orange;">Características</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Cálculo automático das emissões de GEE Indicadores por tipo de emissão, facility, UN, etc, sempre atualizados e acessíveis - Atualização fácil de Fatores de Emissão, nomeadamente os da eletricidade - Rapidez nas respostas às solicitações dos clientes internos e externos - Fornecer informações necessárias para suportar decisões da Gestão de Topo <p style="text-align: right; color: green;">Necessidades</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Eliminar tempos improdutivos gastos na recolha de informação e cálculo de emissões - Acompanhar indicadores e metas de forma mais consistente e frequente - Melhorar a qualidade dos resultados - Reduzir as emissões de GEE de âmbito 1 em 50% e de âmbito 2 em 100% até 2030 - Afirmar a Sustentabilidade como vantagem competitiva de negócio em novos contratos <p style="text-align: right; color: blue;">Objetivos</p>
--	---	---

Figura 22 – Características, necessidades e objetivos do *Sustainability Manager*

3.3.2 Diagrama de Caso de Uso

A fase seguinte consistiu em definir as funcionalidades que a aplicação deveria incluir. Para isso, construiu-se um Diagrama de Caso de Uso que incluiu as três personas e resume as funcionalidades da app que cada um deles virá a utilizar.

O diagrama pode ser visualizado na Figura 23.

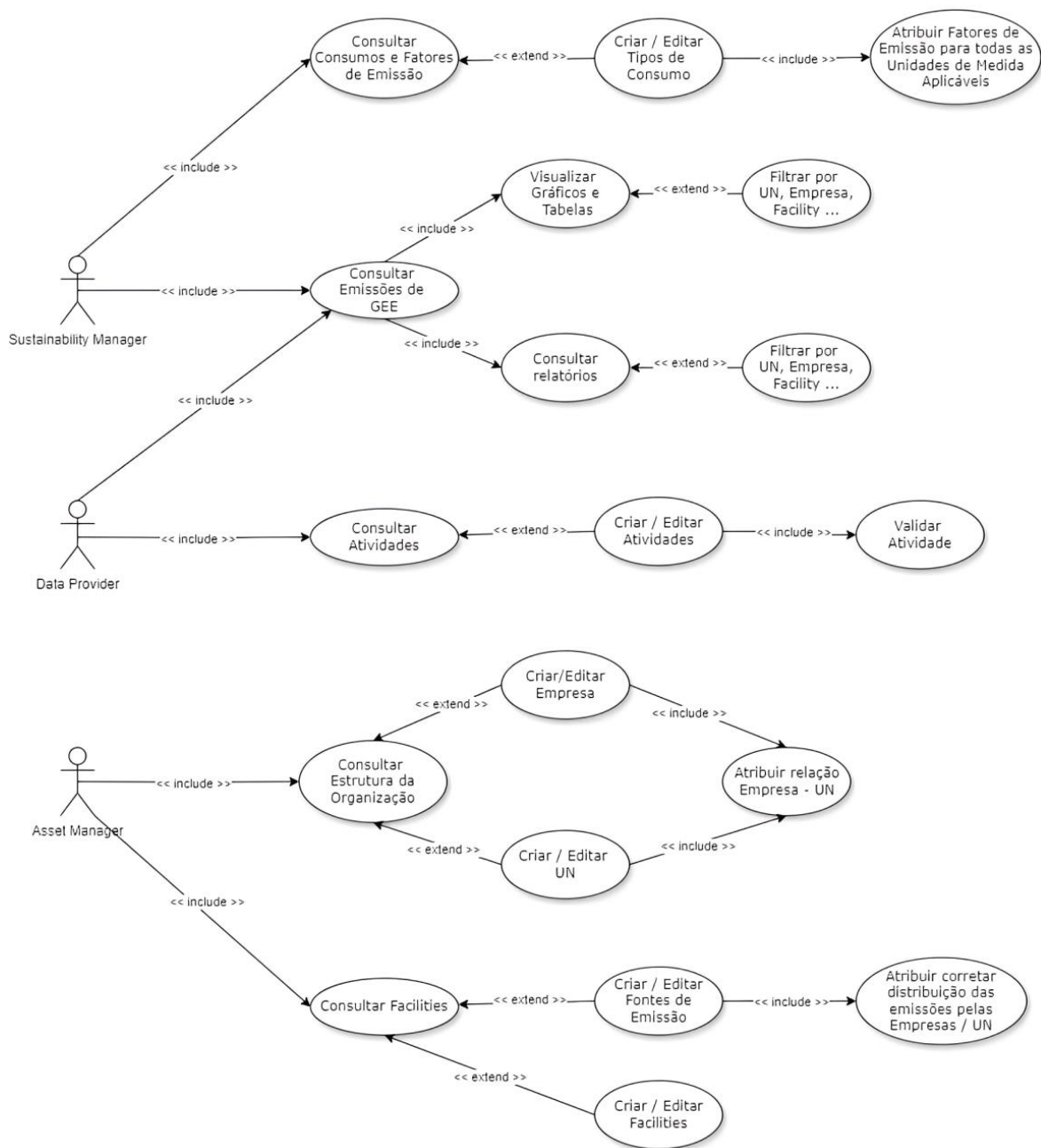


Figura 23 – Diagrama de Caso de Uso

3.3.3 Estruturação do Modelo de Dados

Simultaneamente, construiu-se uma Base de Dados que suprisse as necessidades das pessoas, fizesse sentido para o processo, permitisse implementar as funcionalidades idealizadas e se enquadrasse na estrutura complexa da empresa. A Base de Dados criada, presente na Figura 24, conta com 17 entidades, cada uma com os seus respetivos atributos. Estas dividem-se em 5 entidades estáticas, usadas para dados imutáveis (ex.: Âmbitos), e 12 entidades principais, onde são guardados dados que podem ser atualizados, (ex.: *facilities*).

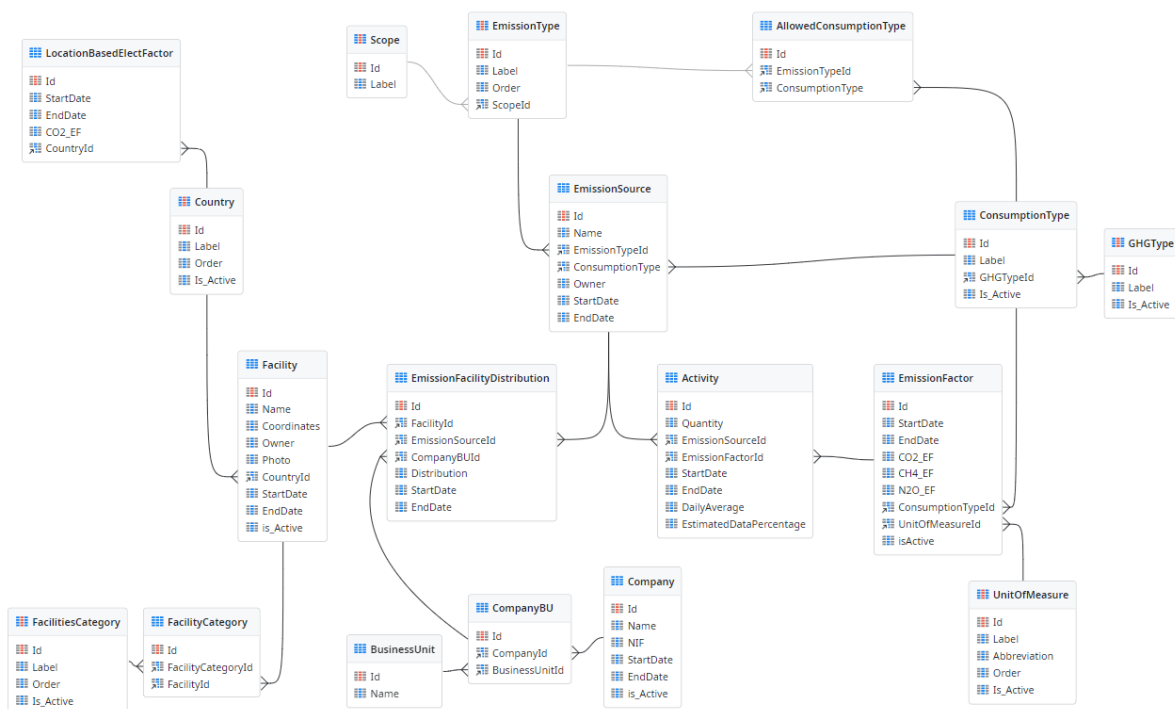


Figura 24 – Modelo de Dados

As entidades criadas, bem como os seus atributos, são:

1. **LocationBasedElectFactor**: Id, StartDate, EndDate, CO2_EF, CountryId;
2. **Country**: Id, Label, Order, Is_Active;
3. **Facility**: Id, Name, Coordinates, Photo, Owner, CountryId, StartDate, EndDate, Is_Active;
4. **EmissionFacilityDistribution**: Id, FacilityId, EmissionSourceId, CompanyBUId, Distribution, StartDate, EndDate;
5. **FacilityCategory**: Id, FacilityCategoryId, FacilityId;
6. **FacilitiesCategory**: Id, Label, Order, Is_Active;
7. **Company**: Id, Name, NIF, StartDate, EndDate, Is_Active;
8. **CompanyBU**: Id, CompanyId, BusinessUnitId;
9. **BusinessUnit**: Id, Name;
10. **EmissionSource**: Id, Name, EmissionTypeId, ConsumptionType, Owner, StartDate, EndDate;
11. **Scope**: Id, Label;
12. **EmissionType**: Id, Label, Order, Is_Active, ScopeId;
13. **AllowedConsumptionType**: Id, EmissionTypeId, ConsumptionType;
14. **ConsumptionType**: Id, Label, Is_Active;
15. **Activity**: Id, Quantity, DailyAverage, EstimatedDataPercentage, EmissionSourceId, EmissionFactorId, StartDate, EndDate;
16. **EmissionFactor**: Id, StartDate, EndDate, CO2_EF, CH4_EF, N2O_EF, ConsumptionTypeId, UnitOfMeasureId, Is_Active;

17. **UnitOfMeasure**: Id, Label, Abbreviation, Order, Is_Active;

18. **GHGType**: Id, Label, Is_Active.

Com base na análise realizada, estabeleceram-se, também, relações entre as entidades, que serão de seguida explicadas.

A Figura 25 demonstra como é feita a ligação entre as Empresas e as Unidades de Negócio que lhes dizem respeito. Deste modo, estas entidades são criadas separadamente e associadas entre si, numa relação de muitos para muitos, com o auxílio da entidade CompanyBU. A relação de muitos para muitos, como o nome indica, permite que uma Empresa tenha mais do que uma UN e vice-versa.

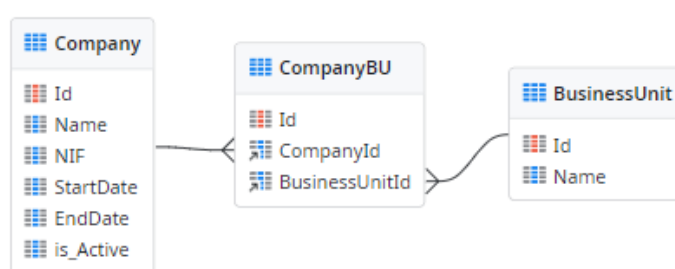


Figura 25 – Caracterização da dinâmica Company-BU

No caso das *Facilities*, estas são criadas e caracterizadas tal como é possível visualizar na Figura 26. Para além dos atributos como Nome, Coordenadas e Foto, é ainda possível selecionar o País a que a *facility* pertence, bem como a categoria da infraestrutura, ou seja, se se trata de um escritório, fábrica, armazém ou outro. Ambas as entidades referidas são estáticas, sendo que a última conta com uma relação de muitos para muitos, visto que uma *facility* pode ser composta por mais que um tipo de edifício e, da mesma forma, a mesma categoria de edifício pode ser encontrada em diversas *facilities*. Para isso é utilizada a entidade “FacilityCategory”

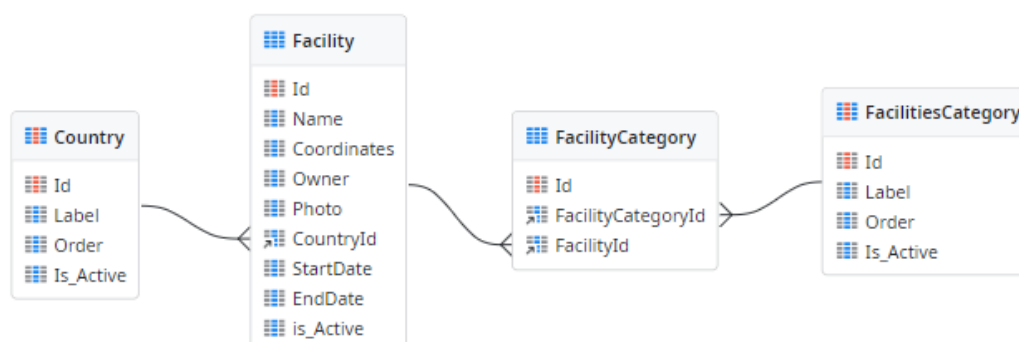


Figura 26 – Caracterização das *Facilities*

A Figura 27 contempla a solução encontrada para a dinâmica entre Empresa, UN e *Facility*, identificada no capítulo anterior como uma das principais complexidades do processo. No entanto, na solução criada, decidiu-se ir ainda mais a fundo e inserir a Fonte de Emissão na equação, de forma a chegar um Inventário Global de GEE com um nível de detalhe mais fidedigno.

Desta forma, criadas as *Facilities*, as Empresas e as UN, e estabelecida a ligação entre as duas últimas, seria necessário algo que relacionasse estas três entidades e permitisse estabelecer a correta alocação das emissões.

No entanto, ao considerarmos apenas as três entidades nesta distribuição, estaríamos a cometer um erro muito elevado de aproximações. Por exemplo, no caso de uma *facility* onde operam duas UN distintas da mesma empresa, uma com atividade focada na produção e outra em projetos, seria fácil perceber que uma das UN teria um maior impacto nas emissões de combustão estacionária (devido à utilização de máquinas na sua produção) e outra seria responsável, maioritariamente, por emissões de combustão movel (devido à deslocação para reunir com clientes). No entanto, seria impossível inserir e consultar esta informação se considerássemos, apenas, *Facilities*, Empresa e UN, visto que apenas seria possível indicar que X% das emissões totais da *Facility* pertencem à UN₁ e 100-X% pertencem à UN₂.

Assim, para resolver esta limitação, decidiu-se que a alocação das atividades deveria ser feita não ao nível da *Facility*, mas sim ao nível de cada uma das fontes de emissão existentes na mesma. Desta forma, retomando o exemplo dado anteriormente, seria possível discriminar que X% da atividade da frota automóvel de uma *facility* pertence à UN₁ da Empresa A, e os restantes 100-X% pertencem à UN₂, também da empresa A. O mesmo seria possível para as restantes fontes de emissão, e as percentagens poderiam ser distintas e adaptadas à realidade de cada fonte.

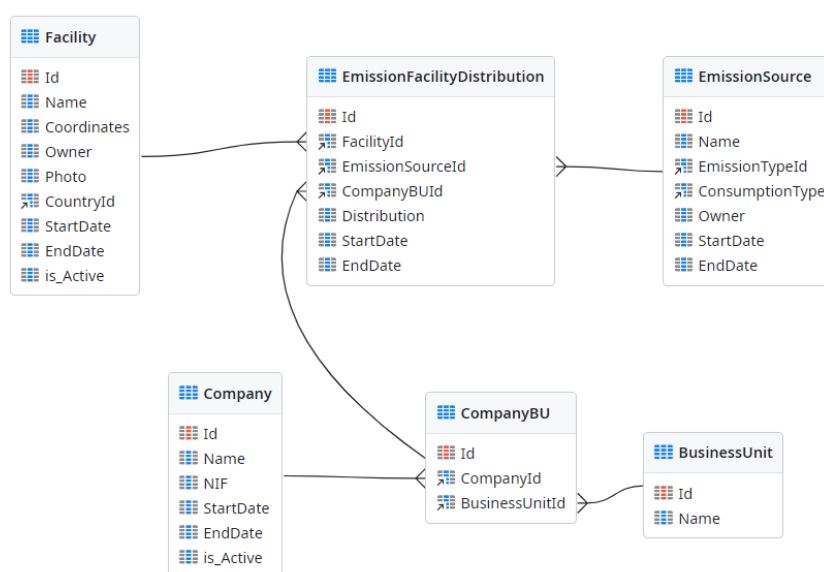


Figura 27 – Dinâmica Empresa – UN e a sua distribuição pelas fontes de emissão

Uma das principais preocupações da Persona “Data Provider” é que o tempo despendido a inserir os Dados de Atividade correspondentes à Fonte de Emissão sob seu controlo operacional seja o menor possível, de modo que esta ação não implique uma grande paragem das suas atividades do dia a dia. Para facilitar esta tarefa e, ao mesmo tempo, evitar erros, decidiu-se que na criação das Fontes de Emissão é obrigatório, para além do nome e *owner* da mesma, inserir o tipo de consumo associado à fonte.

No entanto, isto coloca uma responsabilidade adicional na pessoa que cria as Fontes de Emissão, neste caso o Responsável de Património, que teria de ter algum conhecimento sobre os diversos tipos de consumo existentes, o que não é requerido para a função que desempenha normalmente. Para além disso, a lista de tipos de consumo é muito extensa, o que tornaria esta tarefa ainda mais demorada. Desta forma, criou-se uma entidade “AllowedConsumptionType” (Figura 28) que, tal como o nome indica, estabelece a relação entre o tipo de atividade e os consumos que lhe dizem respeito. Desta forma, aquando da criação de uma Fonte de Emissão, o responsável de património deve selecionar que o tipo de emissão a que esta pertence e, desta forma, os tipos de consumo são automaticamente filtrados, diminuindo o tempo gasto nesta atividade, bem como os erros devidos à falta de conhecimento. Por exemplo, ao criar a fonte de emissão “frota automóvel”, e ao identificar que se trata de uma fonte de combustão movel, a aplicação limitaria o tipo de emissão àqueles correspondentes na tabela “AllowedConsumptionType”, não possibilitando a escolha de um consumo como eletricidade, por exemplo.

Por fim, a entidade “GHGType” possibilita que, no caso das emissões fugitivas/refrigerants, seja selecionado o Gás com Efeito de Estufa utilizado, se esse for o caso.

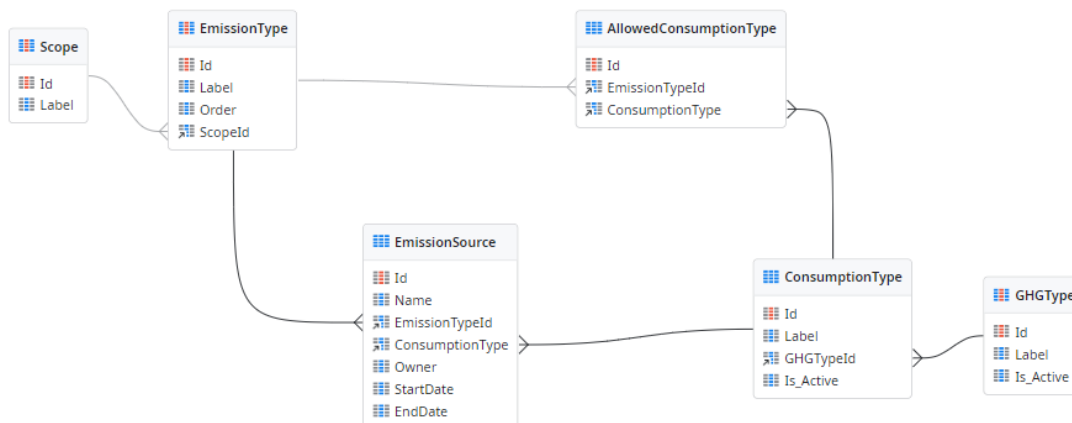


Figura 28 – Caracterização dos Tipos de Consumo e Emissão

Uma informação crucial para o cálculo das emissões de GEE são os fatores de emissão. Estes dependem de duas coisas: o tipo de consumo e a unidade de medida em que este consumo é inserido. Os fatores de emissão, tipicamente, são dados em três tipos de GEE: CO₂, CH₄ e N₂O (Figura 29). No caso de alguns fatores, como os de eletricidade, as suas emissões podem ser muito voláteis e ter valores muito diferentes todos os anos, pelo que é necessário um atributo

“is_active”, de modo permitir que, quando estes fatores são atualizados, os antigos deixam de aparecer como opção.

A tabela “Emission Factor” foi alimentada com base nos fatores publicados pela EPA, bem como aproximações feitas face a consumos médios aos 100 km de cada tipo de veículo. Os valores obtidos podem ser consultados no Apêndice 1.

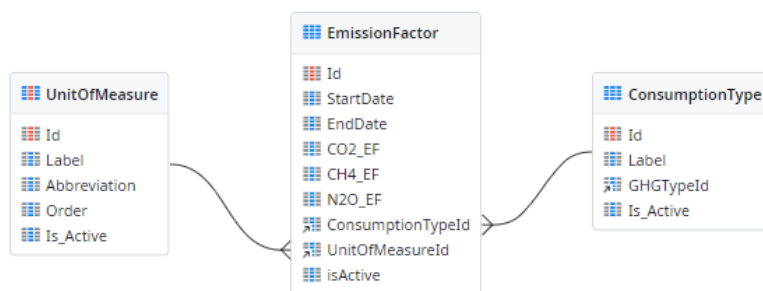


Figura 29 – Caracterização dos Fatores de Emissão

Para possibilitar o cálculo das emissões de GEE é necessário estabelecer a ligação entre a Atividade e o Fator de emissão, com base no tipo de consumo associado à fonte de emissão onde a atividade é desempenhada (Figura 30). Assim, basta que o *Data Provider* identifique a Fonte de emissão, insira os respetivos Dados de atividade e o intervalo de tempo durante o qual a atividade foi exercida e a unidade de medida em que os dados foram inseridos, para que a aplicação consiga, automaticamente, calcular as emissões de GEE respetivas com base nos Fatores de Emissão inseridos. Ao mesmo tempo, uma vez que a fonte de emissão está associada à distribuição percentual por *facility*, é também possível filtrar as emissões com base na sua origem.

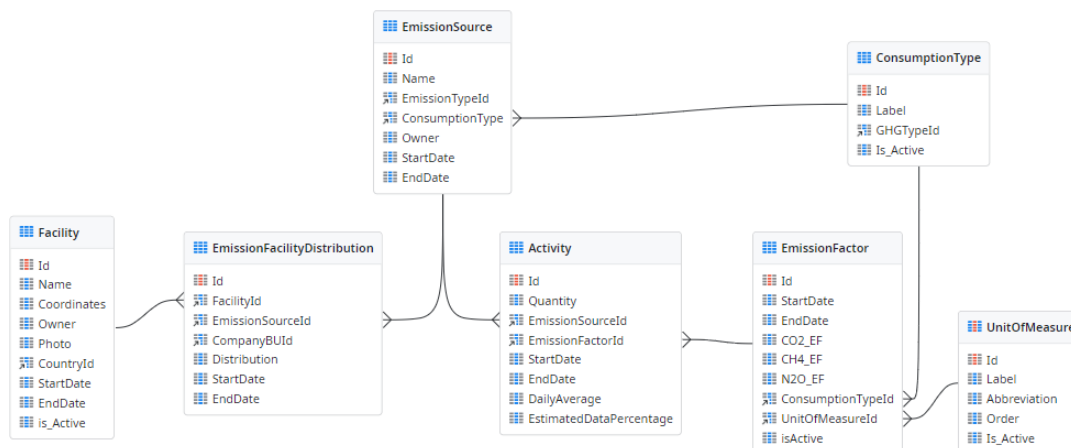


Figura 30 – Ligação entre Atividade, a sua origem e Fator de Emissão

Um dos objetivos da Persona “Responsável de Patrimônio” é poder comparar contratos de eletricidade para os vários países onde a Efacec opera, com base em critérios como as emissões associadas à produção de eletricidade dos diferentes fornecedores. Isto é possível ao comparar as emissões “*market-based*” (presentes na entidade EmissionFactor), ou seja, da empresa a quem a efacec compra, atualmente, a eletricidade, com as emissões “*location-based*”, que contêm uma média das emissões da eletricidade produzida no país. Desta forma, ao comparar as duas emissões, é possível perceber se o fornecedor atual da Efacec produz, ou não, energia mais “limpa” (ou seja, com menores emissões de GEE) do que a média do mercado, e tomar decisões a partir da conclusão tirada. Para possibilitar esta análise, criou-se a ligação presente na Figura 31.

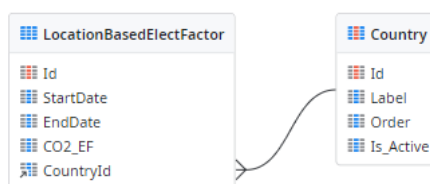


Figura 31 – Fator de Eletricidade *Location-Based*

3.3.4 Mockups

Estruturada a Base de Dados e definidas as funcionalidades que a aplicação deveria conter, construíram-se *mockups*, que consistem em representações esquemáticas dos ecrãs a ser desenvolvidos, ou seja, layouts que simulam a aplicação final. Estes *mockups* foram apresentados às interfaces do processo e foram discutidos em conjunto, até se chegar à versão final presente na Figura 32. Devido à presença global da Efacec, optou-se por desenhar a aplicação em inglês, de modo a ser possível de ser usada pelas diferentes geografias.

Os *mockups* podem ser visualizados com mais detalhe no Apêndice 2.

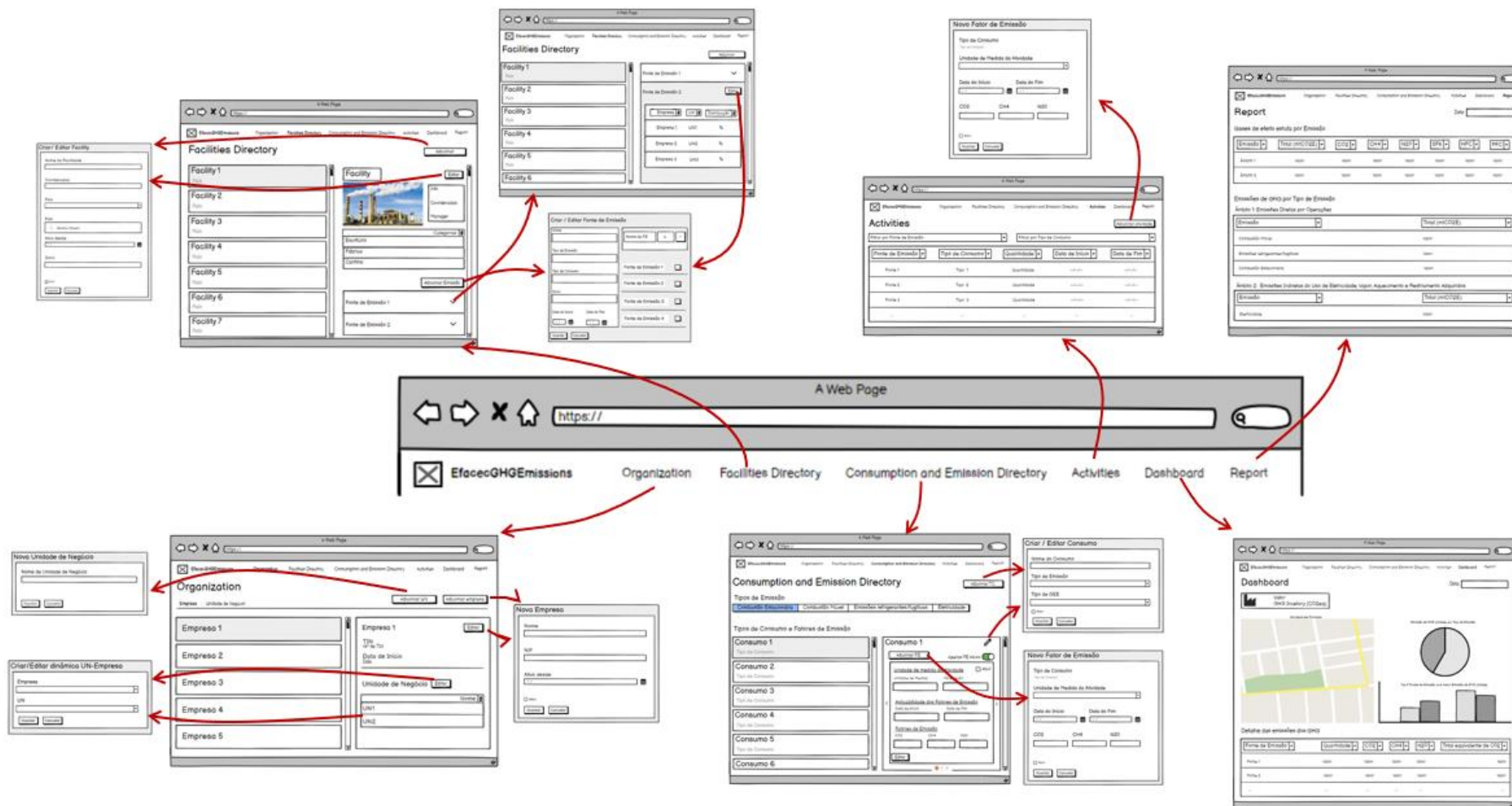


Figura 32 – Mockups

3.4 Conclusão

Neste capítulo analisou-se o desenvolvimento da aplicação para o cálculo do Inventário Global de Gases de Efeito Estufa da Efacec, utilizando a metodologia “AS-IS TO-BE”. A primeira fase abordou o estado atual do processo, destacando lacunas e problemas, enquanto a segunda fase contou com a reestruturação do mesmo, através da construção de uma solução que melhor atendessem às necessidades da organização.

A Efacec é uma empresa portuguesa com presença global, organizada em diversas Unidades de Negócio (UN) e subsidiárias. A sua complexidade estrutural exige uma abordagem detalhada para o cálculo do Inventário Global de GEE, que se alinha com as diretrizes do GHG Protocol, sendo fundamental a precisão na recolha de informações para garantir um inventário minucioso.

Os problemas do processo atual incluem dificuldade em atender rapidamente às solicitações dos clientes, baixa informatização e dispersão dos dados de atividade, além de uma alta propensão a erros devido ao uso de métodos manuais. A falta de interesse dos colaboradores no processo, aliado à lentidão do cálculo do inventário, impacta negativamente a eficácia do mesmo. Com isto, conclui-se que a implementação de uma solução informatizada é essencial para melhorar a eficiência e a qualidade do processo de cálculo do Inventário de GEE.

Elaborada a análise detalhada do estado atual (“As Is”), definiu-se a proposta de reestruturação do processo de cálculo do Inventário Global de Gases de Efeito Estufa. Para isso, primeiramente, construíram-se as personas *Asset Manager*, *Data Provider* e *Sustainability Manager* de modo a caracterizar as necessidades dos intervenientes no processo. Esta abordagem centrada no utilizador permitiu identificar as principais tarefas e desafios enfrentados, garantindo que a solução desenvolvida irá atender, efetivamente, às exigências dos mesmos.

A definição clara de funcionalidades e responsabilidades, refletida no Diagrama de Caso de Uso, e a estruturação de uma base de dados que abrangesse as relações entre diversas entidades foram cruciais para garantir que a recolha e gestão dos dados sejam realizados de forma eficiente e transparente. Além disso, a criação de *mockups* esquemáticos facilitou a visualização das interfaces da aplicação, assegurando uma solução final intuitiva e fiel às necessidades reais e atuais da empresa.

Assim, considera-se que este capítulo estabelece as condições necessárias para o desenvolvimento de uma aplicação que solucione todos os problemas atuais da Efacec.

4 Resultado - Aplicação

Com base no levantamento e preparação realizados no capítulo anterior, criou-se a aplicação “Efacec GHG Emissions”. Neste capítulo serão apresentados os módulos mais importantes da mesma, sendo que os ecrãs não incluídos se encontram no Apêndice 3.

É importante destacar que a aplicação procura responder às necessidades atuais da empresa. No entanto, a forma como foi construída (com destaque para a Base de Dados, especialmente preparada para o efeito) permite que exista espaço para desenvolvimentos futuros. Por exemplo, alguns dos ecrãs de criação/submissão de dados poderão ser, eventualmente, eliminados e substituídos por ligações a ERP ou outras plataformas onde esta informação esteja disponível. No entanto, devido ao estado de maturidade dos sistemas informáticos da empresa, optou-se por criar uma aplicação num nível mais “básico” e “generalizado” que poderá ser adaptada conforme os desenvolvimentos no *software* da empresa o possibilitem.

O Menu da aplicação conta com os seguintes separadores: *Asset Management* (o qual inclui os ecrãs *Organization e Facilities Directory*), *Sustainability Information* (que conta com os módulos *Dashboard e Report*), *Consumptions and Emissions Directory e Activities*. Os acessos a cada um destes ecrãs, bem como as funcionalidades presentes dentro dos mesmos, segue o definido no caso de uso apresentado no subcapítulo 3.5. Cada um destes módulos será descrito de seguida.

4.1 Organization

Este ecrã, como o nome indica, permite gerir toda a informação referente à estrutura organizacional da Efacec, nomeadamente as suas empresas e UN. Nas Figura 33 é possível observar o ecrã principal no seu estado inicial. Este, para além de permitir criar UN e empresas, através dos botões “Add Business Unit” (BU) e “Add Company”, possibilita, ainda, o controlo das relações entre elas. Com isso, o principal destaque deste ecrã é a dualidade de gestão que possibilita, através das tabs “Company” e “Business Unit”. Com isto, o *Asset Manager* pode escolher se pretende analisar as UN dentro de uma empresa, ou vice-versa. Para efeitos de apresentação do módulo, será apenas apresentado o conteúdo presente na tab “Company”,

com a ressalva que a lógica por detrás da tab “*Business Unit*” é a mesma, mas inversa. Neste caso, a lista apresentada do lado esquerdo contém todas as empresas do grupo Efacec inseridas na aplicação.

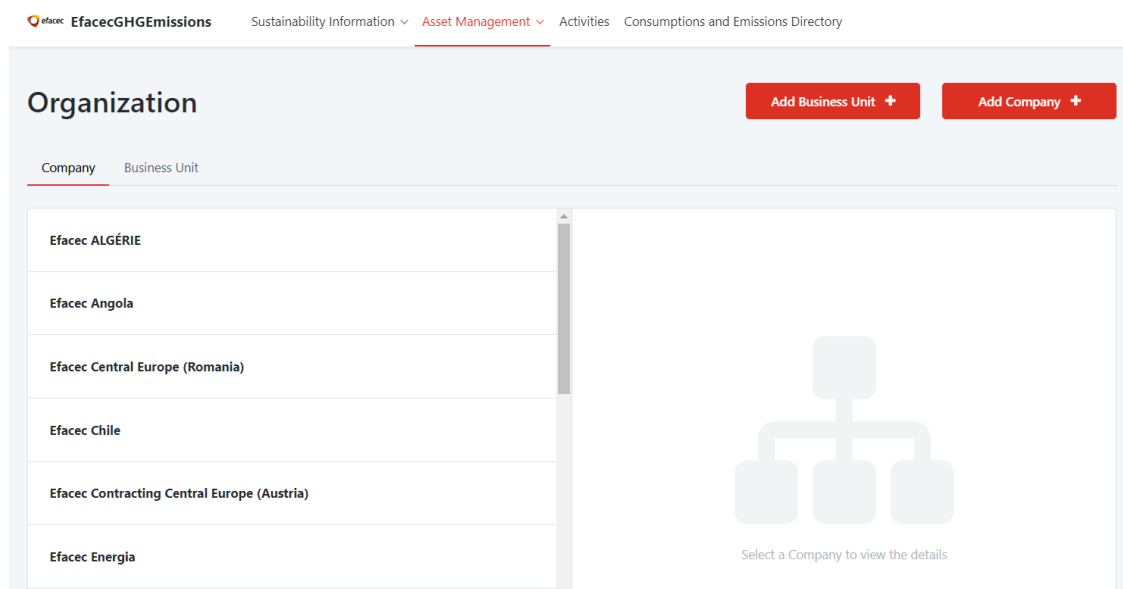


Figura 33 – Ecrã “*Organization*” – parte 1

Escolhendo uma empresa, a mensagem “*Select a Company to view the details*” visível na Figura 33 desaparece, sendo substituída pela informação presente na Figura 34. Esta informação contém detalhes sobre a empresa, como o seu NIF e data de abertura, bem como um botão em forma de lápis que permite editar os mesmos. Mais abaixo, são apresentadas as Unidades de Negócio associadas à empresa em questão, bem como um botão semelhante ao descrito anteriormente. Ao contrário do ícone de Editar visível no topo da página, o botão presente na área denominada “*Business Units*” permite gerir as relações entre a empresa selecionada inicialmente e as respetivas UN.

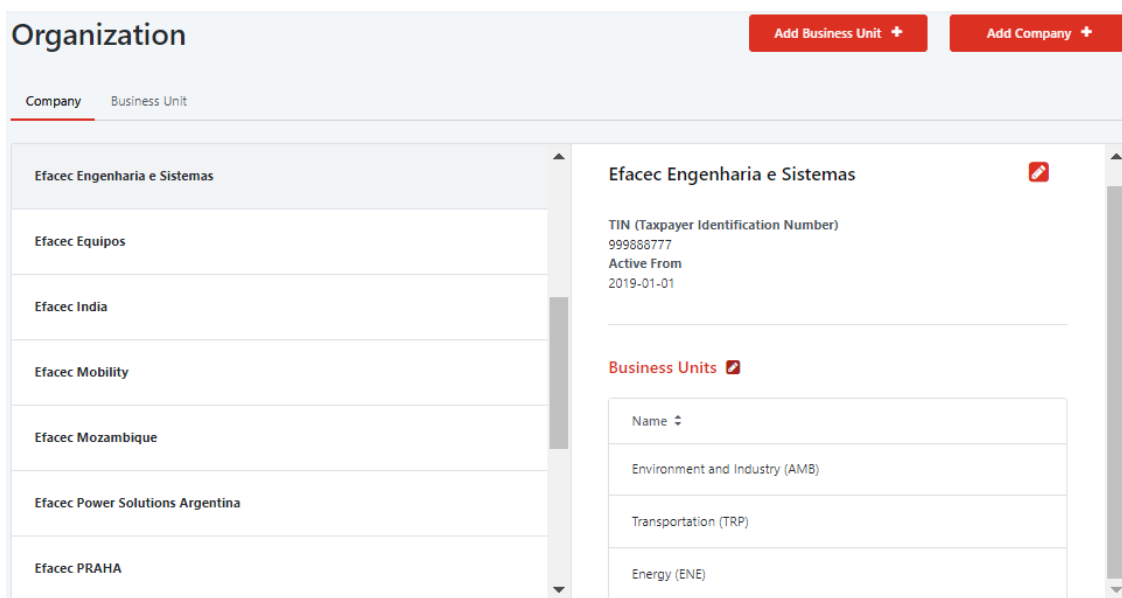


Figura 34 – Ecrã “Organization” – parte 2

Assim, o principal objetivo deste ecrã é permitir ao *Asset Manager* uma gestão simples da estrutura da organização e, ao mesmo tempo, alimentar a aplicação com a informação necessária para os seguintes ecrãs.

4.2 Facilities Directory

O módulo *Facilities Directory* permite gerir os ativos Físicos da empresa relacionados com o processo de Cálculo de Inventário de GEE, como as *facilities* e as fontes de emissão (ex.: máquinas, AC, etc) nelas presentes. Este ecrã, presente na Figura 35, possui, propositadamente, aparência e estrutura bastante parecidas ao anterior por motivos de coerência, visto que ambos são preenchidos pela mesma persona. No canto superior direito encontra-se um botão através do qual é possível criar *facilities*.

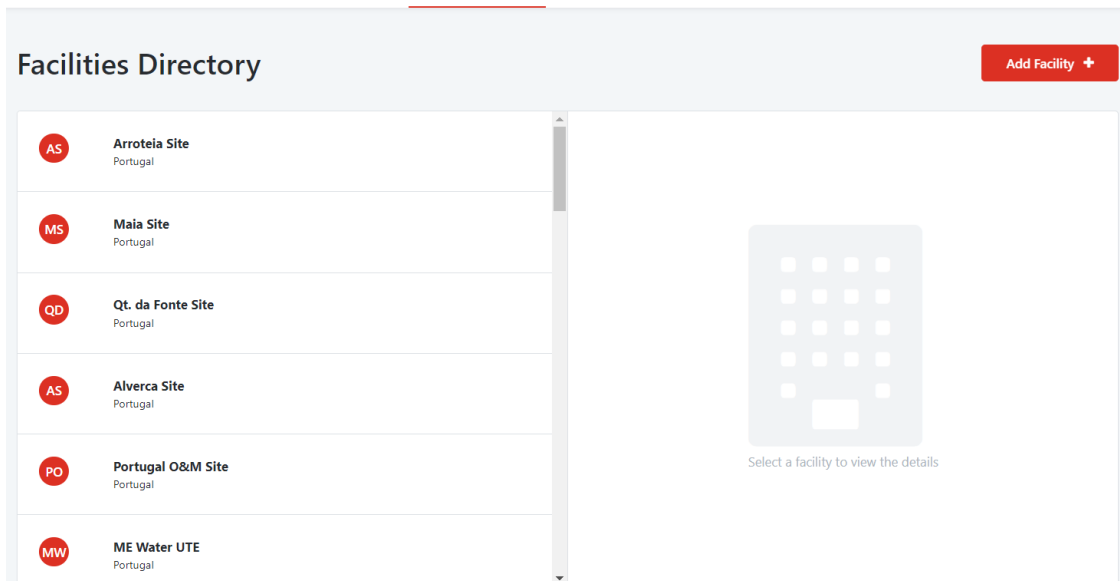


Figura 35 – Ecrã “Facilities Directory” – parte 1

Clicando numa *Facility* (Figura 36), a mensagem “*Select a Facility to view details*” é substituída pela informação relativa à mesma, como foto, coordenadas e nome da pessoa responsável. Para além disso, são também apresentadas as categorias de *facility* nela contempladas. Toda esta informação pode ser editada clicando no ícone de lápis presente no canto superior direito.

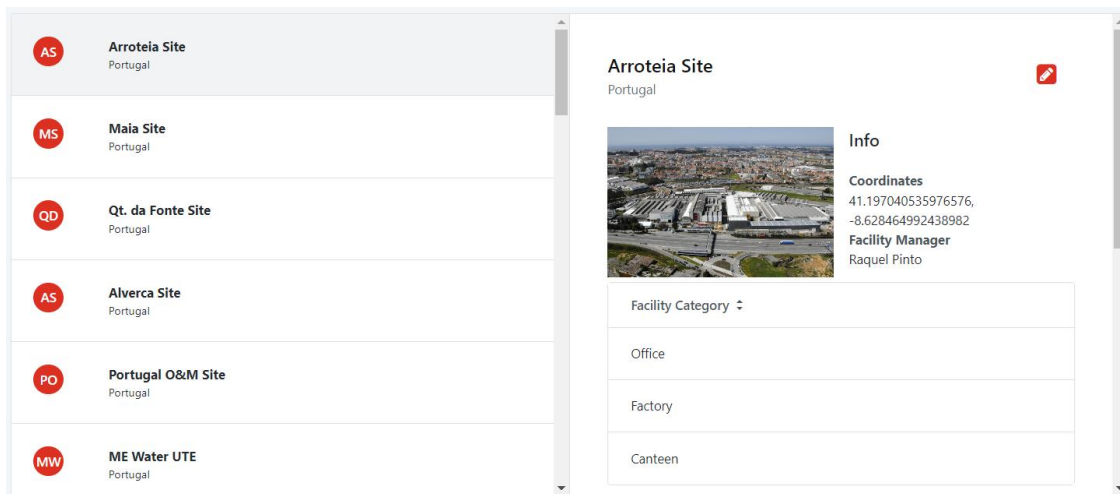


Figura 36 – Ecrã “Facilities Directory” – parte 2

Descendo a página (Figura 37), é possível visualizar todas as *Emission Sources* associadas à *Facility* escolhida, bem como o seu tipo de emissão e consumo. O botão no canto superior direito permite adicionar novas fontes à *facility* em questão. Cada *Emission Source* presente na

lista contém dois botões, um em forma de seta para expandir os detalhes da mesma, e um ícone de lápis para a editar.

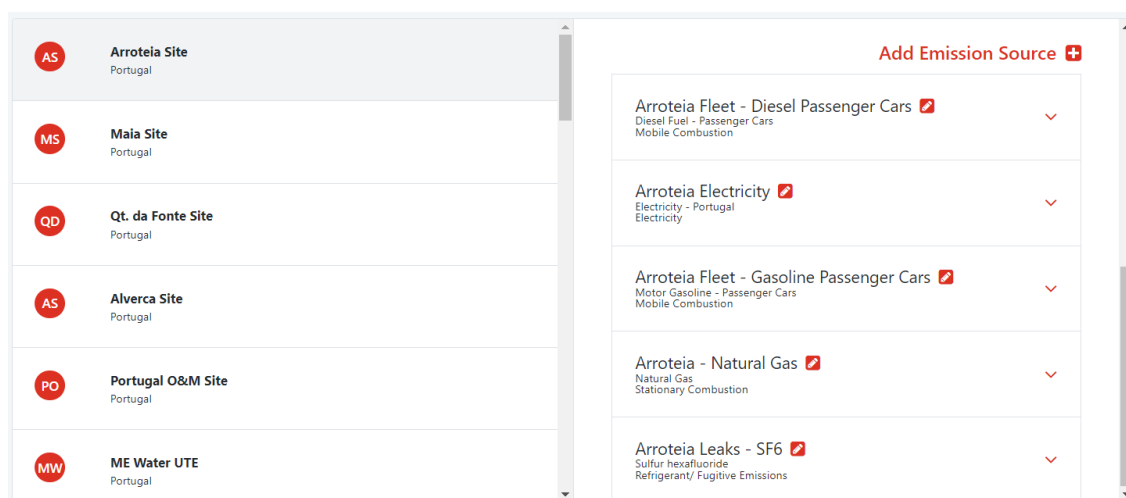


Figura 37 – Ecrã “Facilities Directory” – parte 3

Ao expandir os detalhes da *Emission Source*, é possível visualizar de que maneira a atividade desta fonte se distribui por UN e por empresa, conforme demonstrado na Figura 38. A soma da coluna “Distribution” deverá ser sempre 100%.

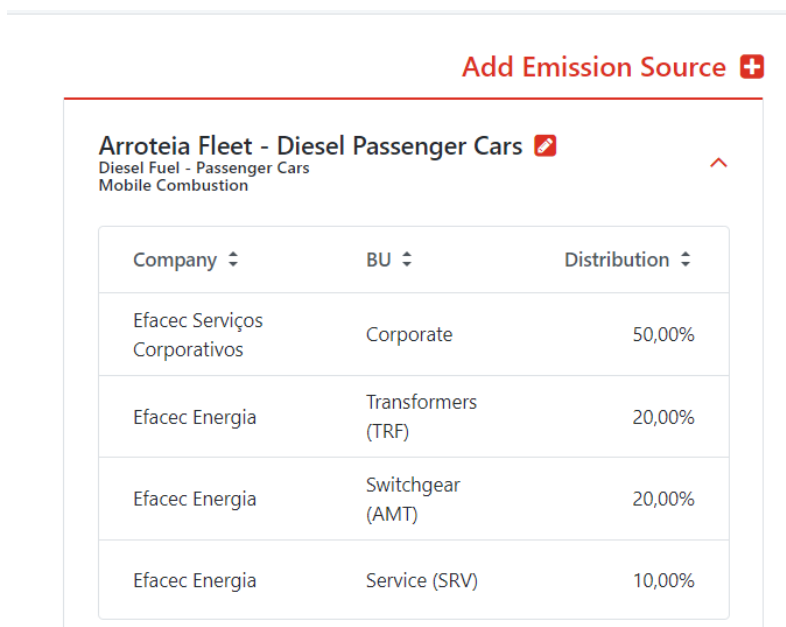


Figura 38 – Ecrã “Facilities Directory” – parte 4

Clicando no ícone do lápis, é aberto um pop-up (Figura 39) que permite editar a informação apresentada anteriormente, desde detalhes sobre a fonte de emissão (como Tipo de Emissão e

Tipo de Consumo, que serão explicados no próximo sub-capítulo) até à distribuição da atividade da mesma. Esta distribuição permitirá que, no cálculo do inventário de GEE, este seja corretamente atribuído às respetivas UN e empresas, de forma automática. Este ecrã possui, ainda, uma validação embutida, que garante que a soma das percentagens referentes à distribuição é igual a 100% (Figura 40). A identificação do tipo de consumo é um passo crucial, pois irá reduzir o tempo gasto pelos *Data Providers* na inserção dos dados de atividade, bem como eliminar eventuais erros que estes pudessem cometer por desconhecimento ou mesmo descuido. Um outro campo importante deste ecrã é o “*Owner*”, uma vez que a pessoa escolhida para este cargo será o *Data Provider* responsável por fornecer os Dados de Atividade relativos à respetiva Fonte de Emissão.

Figura 39 – Ecrã “*Facilities Directory*” – parte 5

Figura 40 –Validação da Distribuição

Assim, o principal objetivo deste módulo é proporcionar uma elevada customização e personalização à aplicação, que será muito importante para definir o grau de detalhe do Inventário de GEE, visto que permitirá filtrar o mesmo a diferentes níveis.

4.3 *Consumptions and Emissions Directory*

O módulo “*Consumptions and Emissions Directory*” permite, tal como o nome indica, estruturar os Tipos de Consumos e os seus respetivos Fatores de Emissão. Importante salientar que este módulo, bem como os dois anteriores, servem para estruturar a aplicação e cálculo do Inventário de GEE, logo serão utilizados com relativamente pouca frequência, conforme as alterações na estrutura da empresa e outras características o justificarem.

A Figura 41 apresenta o ecrã onde esta gestão é feita. No canto superior direito, existe um botão onde podem ser criados Tipos de Consumo. Os “*Consumption Types*” encontram-se categorizados por “*Emission Types*”, pelo que, na sua criação, devem ser indicados o nome e o

tipo de emissão a que estes estão associados. Isto permite a criação de filtros que facilitam a consulta de informação.

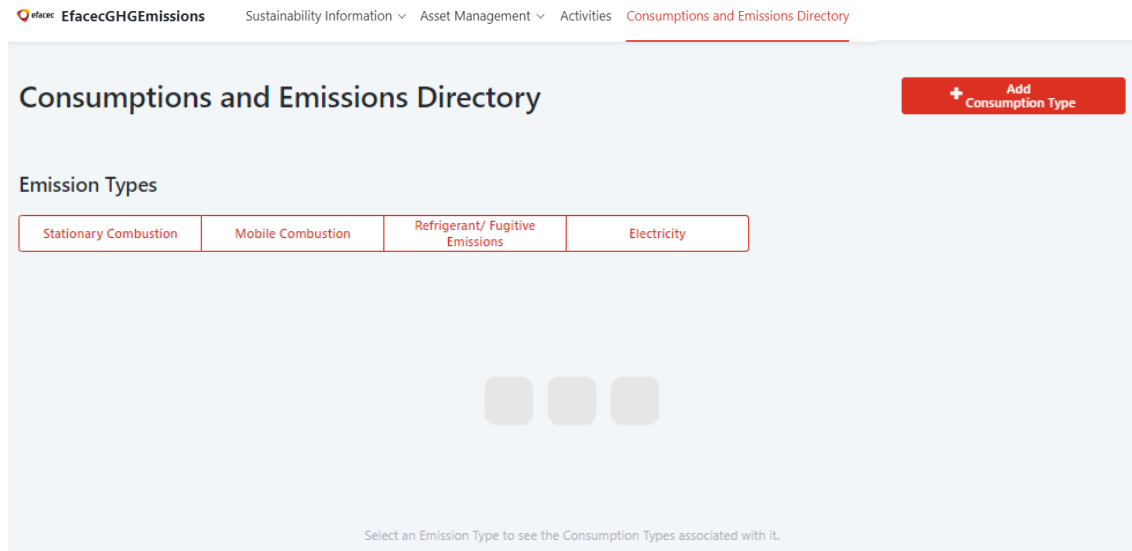


Figura 41 – Ecrã “Consumptions and Emissions Directory” – parte 1

Selecionando um *Emission Type*, é apresentada uma lista com todos os *Consumption Types* a ele associados, conforme exemplificado na Figura 42.

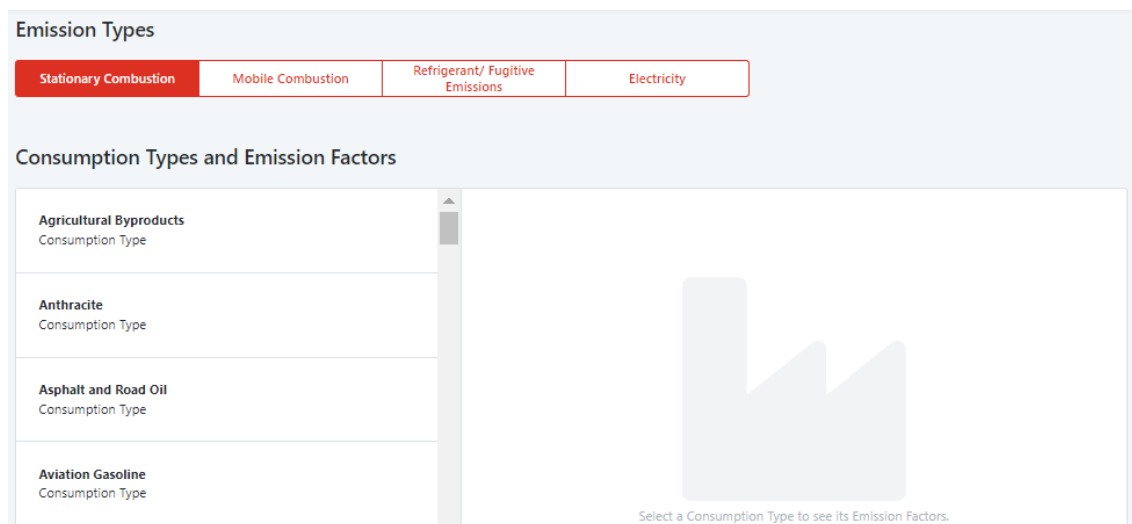


Figura 42 – Ecrã “Consumptions and Emissions Directory” – parte 2

Selecionando um *Consumption Type*, fica visível um novo campo que contém, para além de um botão que permite editar as características do consumo, um *slideshow* onde estão incluídos os “*Emission Types*” a este associado (Figura 43). Cada uma das páginas deste *slideshow* contém fatores de emissão para diferentes unidades de medida. Por exemplo, o “Gasóleo” poderá ter

definidos fatores de emissão para consumos inseridos em litros e métricos cúbicos, enquanto a “Eletricidade” terá fatores de emissão para atividade em KWh. Outras características deste ecrã são a possibilidade de editar os Fatores de emissão, adicionar novos e, ainda, a opção de ver Fatores de Emissão inativos.

The screenshot displays the 'Consumption Types and Emission Factors' interface. On the left, a list of consumption types is shown, including 'Agricultural Byproducts', 'Anthracite', 'Asphalt and Road Oil', 'Aviation Gasoline', 'Biodiesel (100%)', 'Bituminous', 'Blast Furnace Gas', and 'Butane'. The main area is titled 'Agricultural Byproducts' and features an 'Add Emission Factor' button and an 'Active EF only' toggle. Below this, there is a form for defining emission factors, which includes a 'Unit of Measure' field (ShortTon), an 'Abbreviation' field (US ton), 'Start Date' (1/01/2019), and 'End Date' (31/12/2024). The 'Emission Factors' section shows values for CO2 (Kg) (975), CH4 (Kg) (0,264), and N2O (Kg) (0,035). An 'Edit' button is located at the bottom of the form.

Figura 43 – Ecrã “Consumptions and Emissions Directory” – parte 3

4.4 Activities

O módulo “Activities” permite gerir os dados de consumos e/ou emissões relacionados com as atividades da empresa, desde litros de gasóleo gastos num gerador a gases libertados numa determinada atividade produtiva.

Este ecrã (Figura 44) contém uma tabela com todas as informações inseridas pelos *Data Providers*, que pode ser filtrada de duas formas: por Fonte de Emissão ou por Tipo de Consumo.

Emission Source	Consumption Type	Quantity	Start Date	End Date
Arroteia Electricity	Electricity - Portugal	8,371,841.00 KWh	1 Jan 2023	31 Dec 2023
Arroteia Fleet - Diesel Passenger Cars	Diesel Fuel - Passenger Cars	203,430.03 l	1 Jan 2023	31 Dec 2023
Arroteia Leaks - SF6	Sulfur hexafluoride	160.00 Kg	1 Jan 2023	31 Dec 2023

Figura 44 – Ecrã “Activities”

No canto superior direito da Figura 44 encontra-se um botão que permite adicionar novos Dados de Atividade. Clicando em “Add Activity”, é aberto o ecrã que se pode visualizar na Figura 45. Neste é possível selecionar a *Emission Source* à qual a atividade em questão diz respeito. Com isto, o campo “Unit of Measure” é automaticamente filtrado, incluindo apenas o Tipo de Consumo atribuído à Fonte de Emissão em questão no módulo “Facilities Directory” e as unidades de medida a ele associadas no ecrã “Consumptions and Emissions Directory”. Fica, assim, claro que este trabalho de “backoffice” permite reduzir o tempo gasto pelos *Data Providers* na inserção dos dados na app, bem como eventuais erros. As datas de início e fim da atividade são também muito importantes, visto que possibilitarão, para além do evidente registo do intervalo em que a atividade decorreu, o cálculo do “Daily Average” (Figura 46) que será explicado mais a pormenor no próximo sub-capítulo.

Figura 45 – Ecrã “New Activity”

Figura 46 – Ecrã “Edit Activity”

4.5 Dashboard

O ecrã “Dashboard” apresenta algumas informações relevantes sobre as emissões de GHG da organização.

No canto superior esquerdo da página (Figura 47) está presente uma caixa que destaca o Inventário Global de GHG em toneladas de CO₂E. Mais abaixo podem ser visualizados esquemas, como um mapa que representa a presença da organização no mundo através das suas *facilities*. Do lado direito encontram-se dois gráficos: um circular que mostra a distribuição do Inventário por tipo de emissão, e um de colunas com as 5 fontes com maiores emissões de GEE. No fim da página encontra-se uma tabela com o detalhe das emissões por fonte, onde se pode visualizar todas as atividades inseridas na app e as consequentes emissões de CO₂, CH₄ e N₂O a elas associadas, bem como o impacto das mesmas em CO₂E.

Importante destacar que todos os valores apresentados nesta página, incluindo os grafismos, podem ser filtrados por data recorrendo ao *widget* presente no canto superior direito deste ecrã. No entanto, uma vez que os dados podem ser inseridos na aplicação em diferentes intervalos de tempo, é necessário recorrer a valores médios diários de modo a conseguir tornar os valores comparáveis, colocando-os todos na mesma base temporal. Recorrendo a um exemplo prático, se for inserida na aplicação uma atividade entre os dias 01/01/2024 e 31/12/2024, para filtrarmos as emissões referentes ao primeiro semestre do ano será necessário realizar uma média diária do valor inserido e multiplicá-la pelo número de dias que pretendemos auferir.

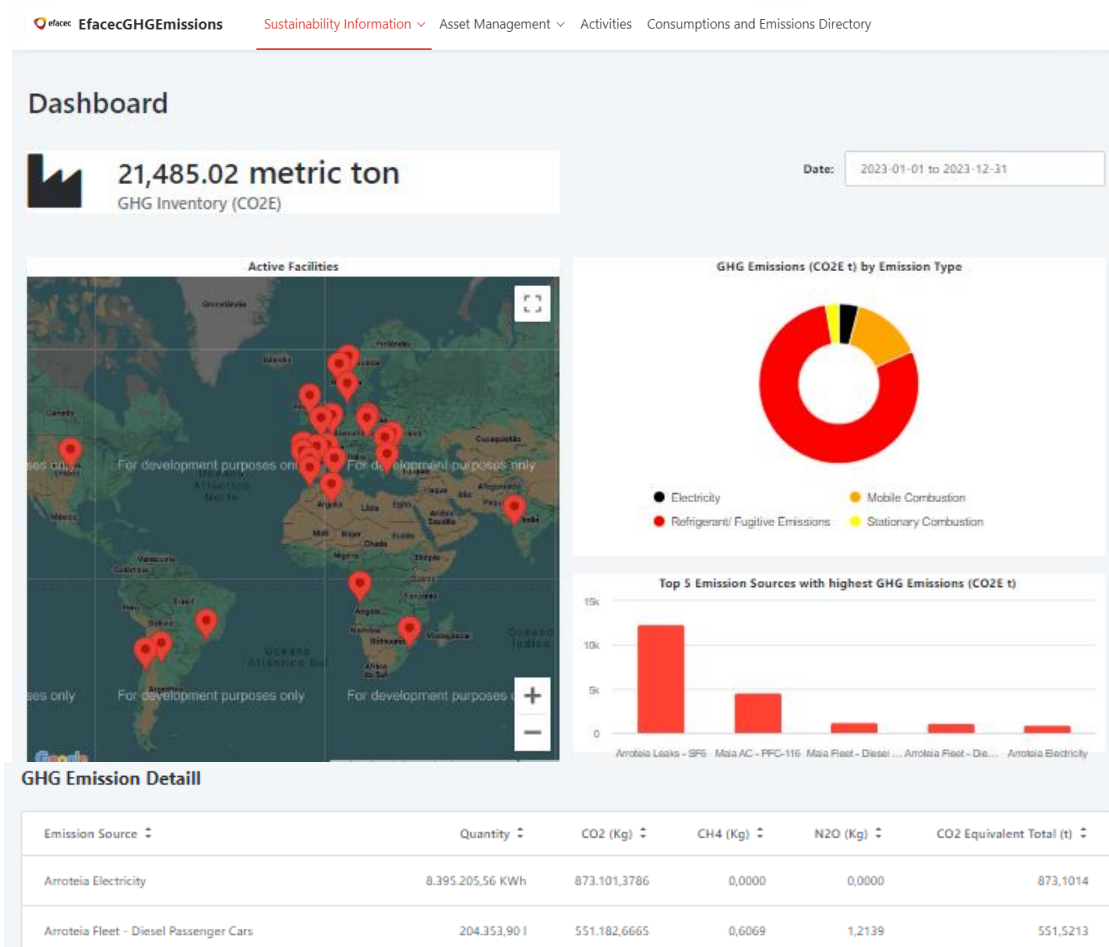


Figura 47 – Ecrã “Dashboard”

O propósito deste módulo consiste em permitir um acompanhamento em tempo real do estado do Inventário de GEE, bem como consultar/analisar o histórico das emissões de GEE, através de “grandes números”, tabelas e gráficos de fácil interpretação.

4.6 Report

O último ecrã da aplicação, denominado “Report”, apresenta o Inventário de GEE em dois formatos distintos: Emissões por Gás com Efeito de Estufa e por Tipo de Emissão, sendo que ambos são, ainda, discriminados por Âmbito. A estrutura utilizada para estes gráficos, visível na Figura 48, segue o *template* de *report* sugerido pelo *GHG protocol*, que é, também, o formato utilizado pela Efacec no capítulo de Reporte Não-financeiro presente no seu Relatório e Contas. Este módulo possibilita, à semelhança do anterior, o filtro do Inventário de GEE por data. Com isto, o objetivo deste ecrã consiste em reduzir o tempo gasto pelo *Sustainability Manager* na criação de relatórios e, ao mesmo tempo, complementar a informação fornecida no *Dashboard*.

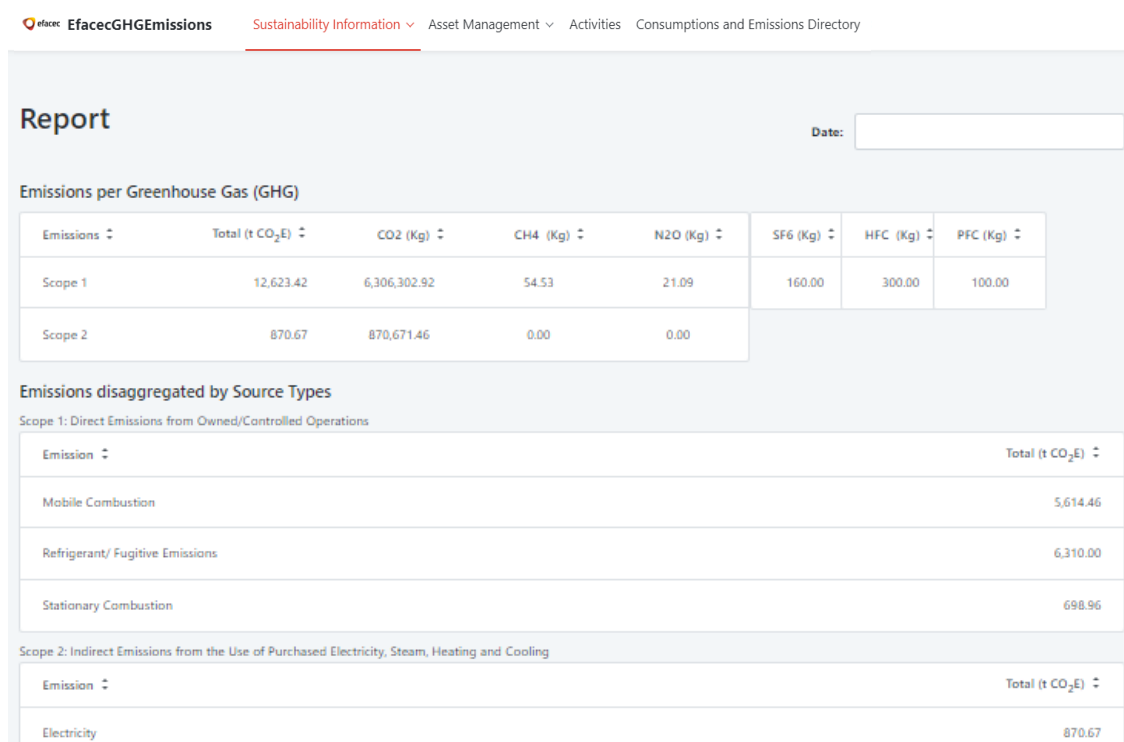


Figura 48 – Ecrã “Report”

4.7 Conclusão

A aplicação "Efacec GHG Emissions" foi desenvolvida com o objetivo de responder às necessidades atuais da empresa na monitorização e gestão das suas emissões de Gases com Efeito de Estufa. Estruturada de forma modular, a aplicação oferece uma abordagem eficiente

e flexível, desde a gestão da estrutura organizacional e dos ativos físicos até ao cálculo detalhado das emissões e consumos.

O ecrã "*Organization*" permite gerir a estrutura da Efacec, possibilitando a criação e edição de Empresas e Unidades de Negócio, com uma visualização fácil das relações entre elas. O módulo "*Facilities Directory*" facilita o controlo das instalações e respetivas Fontes de Emissão, bem como a sua distribuição pelas empresas e UN, essenciais para o processo de cálculo de GEE. Já o ecrã "*Consumptions and Emissions Directory*" permite organizar e editar os Tipos de Consumo, categorizados por Tipos de Emissão, e os seus respetivos Fatores de Emissão nas várias Unidades de Medida, sendo fundamental para a estruturação do inventário.

O módulo "*Activities*" simplifica a gestão dos dados de consumos e emissões que advêm das atividades da empresa, e visa permitir automatizar o processo e reduzir estimativas. O "*Dashboard*" oferece uma visão global e detalhada das emissões de GEE, com gráficos e tabelas filtráveis por data, permitindo um acompanhamento em tempo real. Por fim, o ecrã "*Report*" gera relatórios completos sobre o inventário de GEE, seguindo o formato do *GHG Protocol*.

Com estas funcionalidades, a aplicação permite centralizar e simplificar a inserção de dados, com o intuito de otimizar o tempo despendido nesta atividade e minimizar erros. Em suma, a "*Efacec GHG Emissions*" é uma ferramenta fundamental para o controlo das emissões de GEE, proporcionando à empresa um maior acompanhamento do impacto ambiental das suas atividades e preparando o sistema para evoluções futuras.

5 Validação

Após terminada a aplicação, esta foi apresentada e disponibilizada para testes aos elementos da empresa que participam, atualmente, no processo de Cálculo do Inventário de GEE da Efacec de forma ativa.

Uma vez que a aplicação contém diferentes módulos pensados e desenvolvidos para perfis distintos, optou-se por dividir o questionário da seguinte forma: as três primeiras páginas direcionam-se, cada uma, a grupos de colaboradores diferentes (representados por personas distintas), incluindo perguntas relacionadas com os módulos que lhes dizem respeito; já a última página conta com um questionário de satisfação geral face à aplicação desenvolvida, que foi respondido por todos os intervenientes do processo, independentemente do seu perfil.

De seguida, serão apresentados os resultados obtidos no levantamento realizado, sendo que as perguntas do questionário podem ser consultadas no Apêndice 4. Importante referir que, para auferir as opiniões dos utilizadores face às funcionalidades da aplicação, recorreu-se à escala de Likert de 1 a 5.

5.1 Validação dos Módulos “*Organization*” e “*Facility Directory*” pelos *Asset Managers*

A amostra dos inquiridos sobre estes ecrãs foi de duas pessoas, uma vez que esse é o tamanho da equipa que trata, atualmente, das temáticas e funções incluídas nos dois módulos em questão. Deste modo, a Tabela 2 apresenta as respostas obtidas na primeira página do questionário.

Tabela 2 – Respostas do Questionário aos *Asset Managers*

	1 - Péssimo	2 - Mau	3 - Satisfatório	4 - Bom	5 - Excelente	Resultado
• Facilidade de Uso						
Como classifica, em termos de simplicidade e intuição, o módulo de gestão da estrutura da organização (" <i>Organization</i> ")?				2		4
Como classifica, em termos de simplicidade e intuição, o módulo de gestão de facilities e fontes de emissão (" <i>Facilities Directory</i> ")?				1	1	4.5
Como classifica, em termos de simplicidade e intuição, o processo de alocação dos consumos de cada Fonte de Emissão à respetiva UN/Empresa?				1	1	4.5
De maneira geral, quão fácil foi navegar pela aplicação e encontrar as funcionalidades que procurava?				1	1	4.5
• Eficiência						
Em média, como caracteriza o tempo gasto na inserção/consulta da informação no ecrã " <i>Organization</i> "?				1	1	4.5
Em média, como caracteriza o tempo gasto na inserção/consulta da informação no ecrã " <i>Facilities Directory</i> "?				2		4
O quão eficiente considera a aplicação, comparando com o método anterior?				1	1	4.5
• Personalização e Flexibilidade						
Quão bem a aplicação oferece as funcionalidades necessárias para caracterizar UN/Empresas?				2		4
Quão bem a aplicação oferece as funcionalidades necessárias para caracterizar as <i>Facilities</i> /Fontes de Emissão?				1	1	4.5
De maneira geral, quão satisfatórias são as opções de personalização oferecidas?				2		4
Total				14	6	4.3

Através da análise da Tabela 2, é possível verificar que a pontuação média atribuída pelos *Asset Managers* à aplicação foi de 4.3 em 5, o que se traduz numa avaliação entre os níveis "Bom" e "Excelente".

A categoria “Facilidade de Uso” foi a mais bem avaliada, sendo que a simplicidade e intuição do módulo “*Organization*” foram os aspetos menos bem pontuados. A categoria “Eficiência” foi a segunda mais bem pontuada, sendo o módulo “*Facilities Directory*” o apontado como ecrã de atualização mais demorada. Finalmente, a “Personalização e Flexibilidade” recebeu a avaliação mais baixa das 3 categorias, tendo o ecrã “*Organization*” obtido pontuação mais baixa dos dois neste quesito.

Os *Asset Managers* identificaram uma sugestão de melhoria para a aplicação:

- Notificações periódicas – criação de alertas para lembrar os *owners* das *Facilities*, ou até os próprios *Asset Managers*, de verificar se as informações sob seu encargo se mantêm atualizadas. Isto porque, sendo as informações colocadas nos ecrãs “*Organization*” e “*Facilities Directory*” pouco variáveis, tendo estes ecrãs função de “*backoffice*”, não serão, à partida, consultados muitas vezes. Assim, é provável que, principalmente numa fase inicial de adaptação à aplicação, os responsáveis por atualizar estas informações se esqueçam de o fazer caso não haja avisos programados para os lembrar. Estas notificações poderão, também, ser valiosas para outros módulos.

No entanto, de um modo geral, é possível concluir que a avaliação dos ecrãs “*Organization*” e “*Facilities Directory*”, nas categorias inquiridas, foi bastante positiva, sendo que mesmo as questões menos bem pontuadas tiveram uma avaliação de 4 em 5 pontos possíveis.

5.2 Validação dos Módulos “*Consumptions and Emissions Directory*”, “*Dashboard*” e “*Report*” pelos *Sustainability Managers*

À semelhança dos módulos anteriores, a amostra dos inquiridos sobre estes ecrãs foi de duas pessoas, por motivos semelhantes aos identificados no subcapítulo prévio. Assim, a Tabela 3 apresenta as respostas obtidas na segunda página do questionário.

Tabela 3 – Respostas do Questionário aos *Sustainability Managers*

	1 - Péssimo	2 - Mau	3 - Satisfatório	4 - Bom	5 - Excelente	Resultado
• Facilidade de Uso						
Como classifica, em termos de simplicidade e intuição, o módulo de gestão dos Tipos de Consumo e Fatores de Emissão (" <i>Consumptions and Emissions Directory</i> ")?				1	1	4.5
Como classifica, em termos de simplicidade e intuição, a página " <i>Dashboard</i> "?			1	1		3.5
Como classifica, em termos de simplicidade e intuição, a página de " <i>Report</i> "?				2		4
De maneira geral, quão fácil foi navegar pela aplicação e encontrar as funcionalidades que procurava?				2		4
• Clareza das Informações						
Quão confiante se sentiu ao interpretar os resultados e gráficos de emissões?				1	1	4.5
Classifique o seu grau de satisfação face aos formatos de relatórios gerados pela aplicação				2		4
De maneira geral, classifique o nível de clareza dos gráficos e resultados apresentados.				1	1	4.5
• Personalização e Flexibilidade						
Quão bem a aplicação oferece as funcionalidades necessárias para caracterizar Tipos de Consumo e respetivos Fatores de Emissão?				1	1	4,5
De maneira geral, quão satisfatórias são as opções de personalização oferecidas?				2		4
Total			1	13	4	4.2

Analisando a Tabela 3, é visível que a pontuação média atribuída pelos inquiridos aos ecrãs em questão foi de 4.2 em 5, o que se traduz, à semelhança do ocorrido no subcapítulo anterior, numa avaliação entre os níveis “Bom” e “Excelente”.

Neste caso, a categoria “Facilidade de Uso” foi a menos bem avaliada, contando com uma pontuação de 4, sendo que a simplicidade e intuição do módulo “*Dashboard*” foram os aspetos menos bem pontuados (3.5 em 5), tendo obtido, ainda, a pontuação mais baixa (3 em 5) por parte de um dos inquiridos. A categoria “Personalização e Flexibilidade” foi a segunda mais bem pontuada, destacando-se pela positiva a caracterização dos Tipos de Consumo e respetivos

Fatores de emissão. Por fim, a “Clareza das Informações” foi a mais bem classificada das três categorias definidas e neste caso, o ecrã “*Dashboard*” acabou por se destacar pela positiva com uma pontuação de 4.5 em 5, o que permite concluir que este ecrã, apesar de não ter a melhor usabilidade, disponibiliza informações de fácil interpretação.

Um aspeto com espaço para melhoria identificado pelos *Sustainability Managers* foi:

- “Pausa” no cálculo do Inventário de GEE – apesar da aplicação ter sido desenhada para estar sempre atualizada, os *Sustainability Managers* poderão ter a necessidade de criar relatórios para situações específicas diferentes das contempladas no ecrã “*Report*”. Assim, seria vantajoso criar uma funcionalidade na aplicação que permitisse “interromper” a atualização do Inventário por determinado intervalo de tempo. Esta funcionalidade não iria proibir os *Data Providers* de alimentar a aplicação com as atividades necessárias, apenas “congelaria” o cálculo do Inventário de GEE quando necessário.

Com isto, podemos afirmar que, de um modo geral, os inquiridos apresentam um elevado grau de satisfação face aos módulos “*Consumptions and Emissions Directory*”, “*Dashboard*” e “*Report*”.

5.3 Validação do Módulo “*Activities*” pelos *Data Providers*

A terceira página do questionário destinou-se ao módulo “*Activities*”. Neste caso, a amostra de inquiridos contou com 7 elementos, que foram os mesmos que responderam ao questionário inicial mencionado no subcapítulo 3.3, à exceção de 3 que, por motivos de conflito de horários, não puderam estar presentes na apresentação da aplicação e, por isso, não foram submetidos ao questionário. No entanto, considera-se que a amostra continua a ser representativa do perfil de *Data Providers*.

O formato do questionário manteve a estrutura até então apresentada, com a exceção da última questão que foi repetida do levantamento inicial, de modo a possibilitar a comparação entre o método usado anteriormente e os ganhos que a aplicação poderá proporcionar.

Assim, as respostas às questões podem ser visualizadas na Tabela 4.

Tabela 4 – Respostas do Questionário aos *Data Providers*

	1 - Péssimo	2 - Mau	3 - Satisfatório	4 - Bom	5 - Excelente	Resultado
<p>• Facilidade de Uso</p> <p>Como classifica, em termos de simplicidade e intuição, o módulo de registo/consulta dos Dados de Atividade ("Activities")?</p> <p>De maneira geral, quão fácil foi navegar pela aplicação e encontrar as funcionalidades que procurava?</p>				5	2	4.3
				6	1	4.1
<p>• Eficiência</p> <p>Em média, como caracteriza o tempo gasto na inserção/consulta da informação no ecrã "Activities"?</p> <p>O quão eficiente considera a aplicação, comparando com o método anteriormente utilizado?</p>			1	5	1	4
				5	2	4.3
<p>• Qualidade dos Dados</p> <p>No geral, classifique a aplicação quando à sua capacidade de diminuir a necessidade de estimativas e, conseqüentemente, aumentar a qualidade dos dados fornecidos?</p>			1	5	1	4
Total			2	26	7	4.1

Através da análise da Tabela 4, é possível verificar que a pontuação média atribuída pelos *Data Providers* ao ecrã "Activities" foi de 4.1 em 5, enquadrando-se, portanto, na pontuação dada pelos restantes inquiridos aos seus respetivos módulos.

A categoria "Facilidade de Uso" foi a mais bem avaliada (4.2 em 5), seguida pela "Eficiência" (4.1 em 5) e, por fim, a "Qualidade dos Dados" recebeu a avaliação mais baixa das 3 categorias, tendo, no entanto, sido avaliada como "Bom" (4 em 5).

A categoria "Qualidade dos Dados" contou, ainda, com uma última questão (Figura 49).

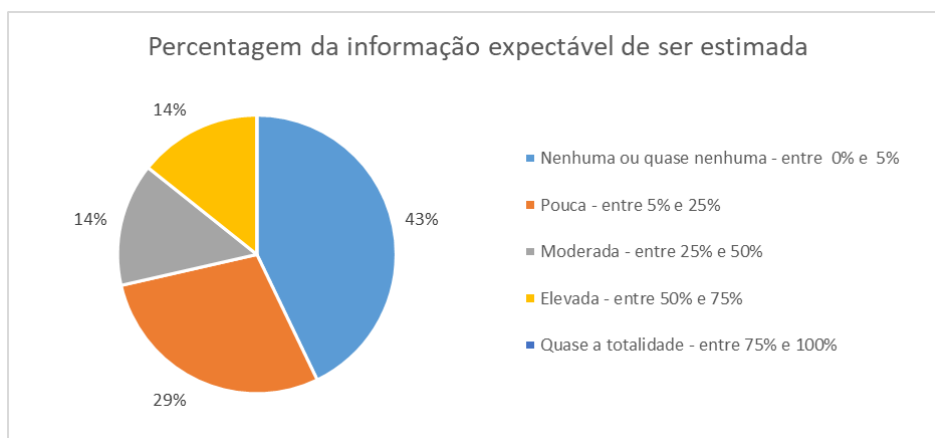


Figura 49 – Percentagem da informação expectável de ser estimada

Comparando os resultados desta questão com os do inquérito inicial (Figura 18), é evidente um aumento esperado de mais de 100% nos dados com 0% a 5% de estimativa, bem como a eliminação por completo da categoria de dados estimados na sua totalidade. Aliás, de uma forma geral, as categorias com maior percentagem de dados estimados diminuíram consideravelmente, enquanto as outras tiveram o resultado oposto. Com isto, é possível prever que a aplicação venha a permitir um aumento significativo na qualidade e fiabilidade do cálculo do Inventário de GEE.

Quando questionados acerca dos pontos da aplicação que poderiam ser melhorados, os *Data Providers* identificaram os seguintes:

- Validação dos Dados de Atividade – os inquiridos destacaram que seria importante a criação de um campo que permitisse identificar se um Dado de Atividade está, ou não, validado. A partir dessa validação, que poderia ser feita quer pela pessoa que a inseriu, quer pelo seu superior (dependendo da importância da informação reportada), não seria mais possível editar a atividade em questão. Para além disso, caso houvesse dados por validar, os ecrãs “Dashboard” e “Report” deveriam ter esse aviso juntamente com a identificação da percentagem do Inventário validada, tal como aquela que se encontrasse por validar, de modo a garantir uma maior fiabilidade dos resultados apresentados. Paralelamente, poderiam ser enviadas notificações aos *Data Providers*, com uma regularidade definida, para evitar que estes se esquecessem de validar os dados.
- Automatização da recolha de informações – alguns dos *Data Providers*, apesar de reconhecerem o valor que a aplicação criada traz para a diminuição dos dados estimados e conseqüente aumento da qualidade dos resultados, frisaram que aplicação deveria caminhar para uma solução de recolha de dados automática, quer por leitura inteligente de faturas, quer por ligação direta a ERP e outras plataformas internas. Isto permitiria eliminar a duplicação da informação que estivesse presente em mais do que um local, bem como reduzir possíveis erros humanos na submissão da informação.

Enquanto a primeira sugestão dada pelos *Data Providers* se centra nas temáticas da inserção e qualidade dos dados, a segunda diz respeito à recolha da informação, encontrando-se, portanto, fora do âmbito deste projeto. De qualquer forma, isto poderia justificar algumas pontuações menos positivas nas questões que abordam estes assuntos. No entanto, de uma maneira geral, o nível de satisfação demonstrado pelos inquiridos face ao módulo “Activities” foi bastante positivo, tendo atingido uma pontuação de 4.1 em 5, ou seja, entre o “Bom” e o “Excelente”.

5.4 Satisfação Geral com a Aplicação

Por fim, a quarta e última página do questionário aborda perguntas de foco geral e, por esse motivo, a amostra de inquiridos consistiu nos 11 colaboradores que responderam às páginas anteriores.

Quando questionados sobre o grau de satisfação face à aplicação como um todo (Figura 50), 27% dos inquiridos responderam com a pontuação máxima possível, 64% avaliaram o seu nível de satisfação como 4 em 5 e os restantes 9% mantiveram-se neutros, sendo que nenhum dos colaboradores atribuiu uma classificação negativa. Isto traduz-se numa pontuação média de 4.2 em 5, ou seja, um grau de satisfação elevado face à aplicação como um todo.

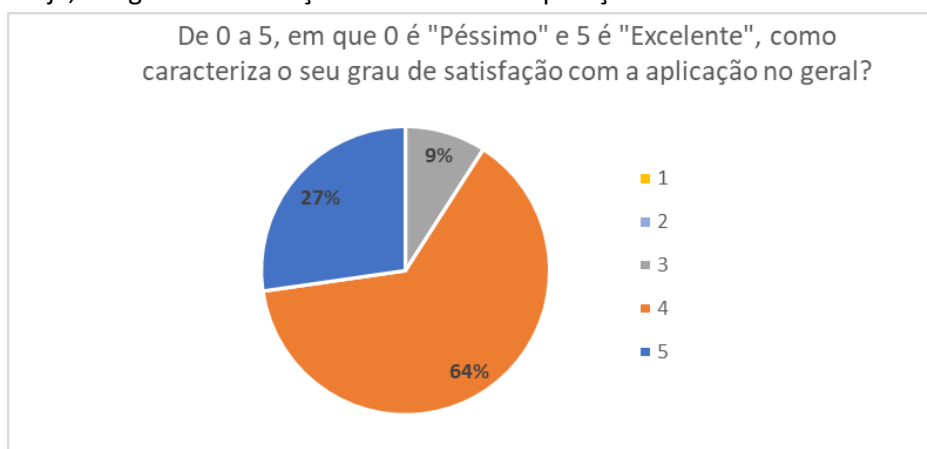


Figura 50 – Respostas à questão sobre satisfação global

Em relação à capacidade de resposta da aplicação faces às necessidades inicialmente identificadas (Figura 51), 9% dos colaboradores consideraram que a solução desenvolvida excedeu as suas expectativas, 82% prevê que a aplicação dê resposta a pelo menos algumas das suas necessidades e 9% dos inquiridos manteve-se neutro. Mais uma vez, nenhum dos colaboradores respondeu a esta questão de forma negativa, não havendo respostas de nível 1 nem 2. O grau de satisfação médio face à capacidade da aplicação de suprir as dificuldades sentidas no processo inicial é, portanto, de 4 em 5.

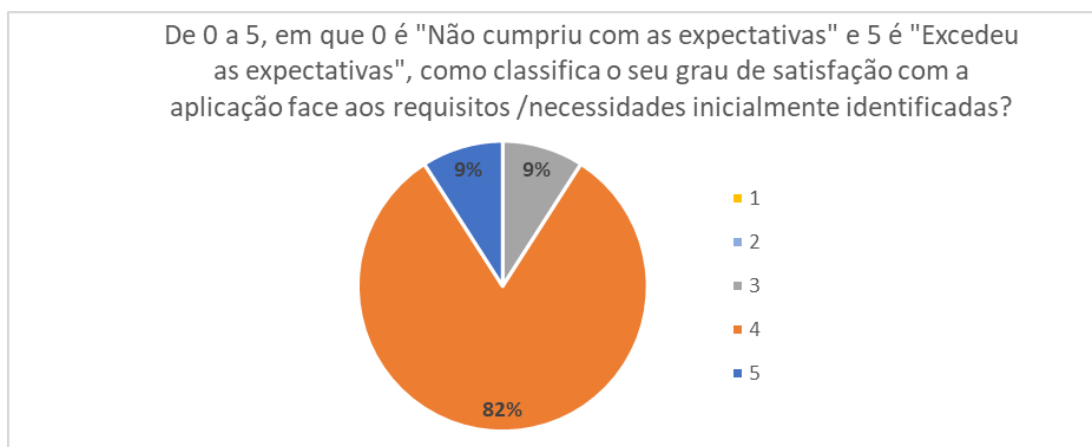


Figura 51 – Respostas à questão sobre expectativas

No que diz respeito à probabilidade de recomendar a aplicação a outras empresas (Figura 52), mais de metade dos inquiridos admitiu que esta seria muito elevada, 9% afirmou existir alguma chance e outros 9% mantiveram-se neutros. No entanto, 18% dos colaboradores questionados atribuíram uma resposta negativa, indicando que a probabilidade de recomendarem a solução desenvolvida a outras empresas seria baixa. Esta resposta é, até certo ponto, expectável, uma vez que a aplicação foi desenhada para responder aos requisitos específicos da Efacec e, como tal, poderá ser pouco aplicável a outras organizações. Apesar de tudo, a probabilidade média dos inquiridos recomendarem a aplicação é de 4.2 em 5.

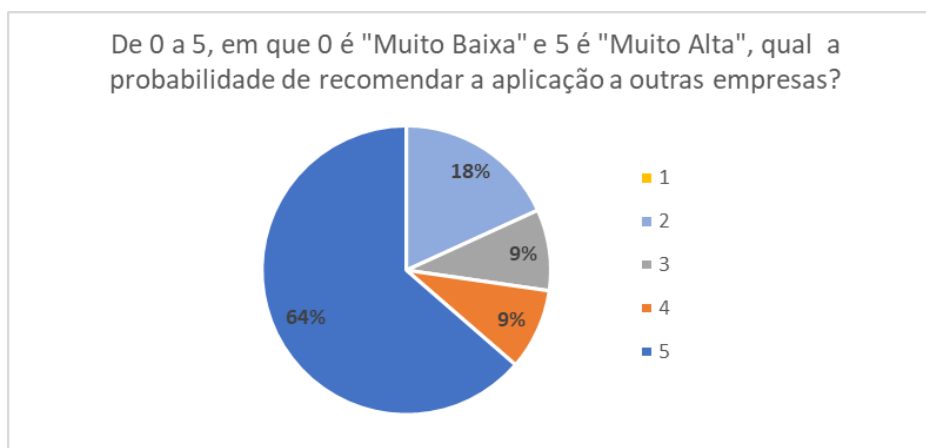


Figura 52 – Respostas à questão sobre recomendação a outras empresas

Por fim, relativamente ao potencial de crescimento da aplicação (Figura 53), 82% dos colaboradores que responderam ao questionário consideram que esta apresenta uma possibilidade muito elevada (5 em 5) de poder, facilmente, adaptar-se a novas necessidades da empresa, sendo que os restantes inquiridos possuem uma opinião neutra face ao tema.

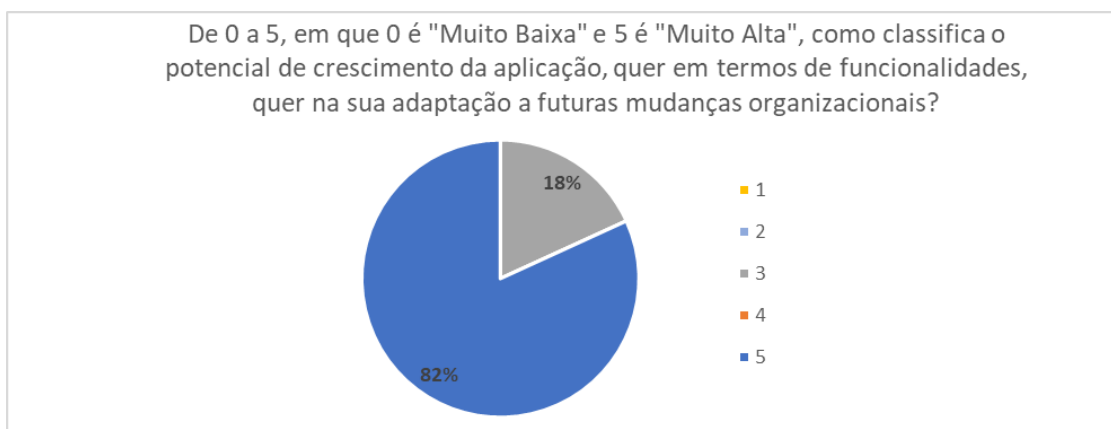


Figura 53 – Respostas à questão sobre o potencial de crescimento

A título de conclusão, é possível afirmar que, de uma forma geral, a aplicação foi avaliada de uma forma bastante positiva pelos *Data Providers*, *Sustainability Managers* e *Asset Managers*, uma vez a grande maioria das questões contaram com uma pontuação média de, pelo menos 4 em 5 pontos possíveis. É também evidente que, apesar de todas as oportunidades de melhoria apontadas pelos inquiridos, estes reconhecem na solução criada um elevado potencial para crescimento e desenvolvimentos futuros.

5.5 Conclusão

A avaliação geral da aplicação foi amplamente positiva por parte dos três grupos de utilizadores – *Data Providers*, *Sustainability Managers* e *Asset Managers*.

Os módulos "Organization" e "Facility Directory" receberam uma avaliação média de 4.3 em 5 pelos *Asset Managers*, situando-se entre "Bom" e "Excelente". A "Facilidade de Uso" foi a categoria mais bem pontuada, embora o módulo "Organization" tenha sido identificado como menos intuitivo. A "Eficiência" foi bem avaliada, com destaque para o tempo gasto na consulta de informações no módulo "Facilities Directory", considerado um pouco mais demorado.

Os *Sustainability Managers* avaliaram os módulos "Consumptions and Emissions Directory", "Dashboard" e "Report" com uma média de 4.2 em 5. A "Facilidade de Uso" foi o ponto mais fraco, especialmente no módulo "Dashboard", que obteve a pontuação mais baixa (3.5 em 5). Contudo, a "Clareza das Informações" destacou-se pela positiva, com gráficos e relatórios fáceis de interpretar.

O módulo "Activities" foi avaliado pelos *Data Providers* com uma média de 4.1 em 5, sendo a "Facilidade de Uso" o ponto mais forte (4.2 em 5), seguido pela "Qualidade dos Dados" (4 em 5). Os utilizadores preveem que a aplicação venha a garantir melhorias significativas na precisão dos dados, com uma redução nas estimativas e maior confiança na qualidade dos resultados.

A satisfação geral dos 11 inquiridos com a aplicação foi alta, com uma pontuação média de 4.2 em 5. Os colaboradores avaliaram positivamente a capacidade da aplicação de atender às necessidades inicialmente identificadas, com 82% considerando que a aplicação cumpre pelo menos parte dessas expectativas. Quanto à recomendação da aplicação a outras empresas, a pontuação foi, também, positiva, embora alguns tenham expressado reservas devido à natureza específica da solução.

Apesar de algumas sugestões de melhoria, como a inclusão de notificações periódicas, validação de dados e a automatização da recolha de informações, os utilizadores destacaram a facilidade de uso e clareza das informações como pontos fortes. Além disso, o elevado potencial de crescimento e adaptação da solução foi reconhecido, sugerindo que a aplicação tem uma base sólida para evoluções futuras.

Assim, conclui-se que a solução atende de forma eficaz os desafios do processo de cálculo do Inventário de GEE, enquanto abre caminho para novas melhorias e expansões.

6 Conclusão

6.1 Conclusões Finais

Nos tempos que correm, a temática da Sustentabilidade, e nomeadamente o pilar ambiental, deixou de ser apenas um assunto “*nice to have*” e passou a ser vista como uma prioridade por várias empresas, uma vez que lhes pode garantir vantagem competitiva face aos seus concorrentes.

No caso da Efacec, grande parte dos seus clientes escolhe os fornecedores com base em concursos, nos quais o a gestão e *report* das emissões de GEE passou, nos últimos anos, a ser um fator exigido pela maioria das grandes empresas. Assim, a gestão da Sustentabilidade ambiental das empresas tem, na realidade atual do mercado, um peso bastante elevado na tomada de decisões, podendo ser o fator que decide o sucesso ou insucesso de uma organização.

No entanto, o processo antigo de cálculo de Inventário Global de GEE apresentava diversas ineficiências, nomeadamente no que dizia respeito à qualidade dos dados reportados, uma vez que apenas 20% dos intervenientes afirmavam reportar dados reais na sua totalidade, 50% estimavam até 50% dos dados fornecidos, e as restantes 30% pensavam estimar entre 50% e 100% da informação relatada. A este juntavam-se outros fatores, como o tempo gasto na recolha da informação e a dispersão da mesma, por exemplo.

Perante estes factos, surgiu a questão de investigação que motivou o presente trabalho de dissertação: “de que forma é que a digitalização de processos, proporcionada por plataformas de *Low-code*, contribui para a eficiência do processo de cálculo de GEE, a sua monitorização e gestão?”

Para dar resposta a esta tese, começou-se por realizar um levantamento dos objetivos e necessidades dos diversos intervenientes do processo. Simultaneamente, efetuou-se uma análise das principais aplicações de gestão de GEE disponíveis no mercado, tendo-se identificado, rapidamente, uma lacuna nas ofertas disponíveis - esta consistia no seu nível de flexibilidade e personalização. De facto, uma organização global com o nível de complexidade

da Efacec beneficiaria de uma aplicação que lhe possibilitasse definir e customizar os dados a vários níveis, como geografia, empresa jurídica ou UN.

Outra oportunidade de negócio identificada consistia na forma como os dados de atividade seriam introduzidos na aplicação. De facto, todas as ferramentas estudadas possuíam, de uma forma mais ou menos eficiente, funcionalidades que as permitia recolher automaticamente estes dados através de ligações a ERP, *cloud*, programas financeiros ou, até mesmo, implementação de mecanismos (como contadores). Apesar deste ser, de facto, um ponto bastante positivo e de destaque destas aplicações, o mesmo seria bastante difícil de implementar na Efacec com efeito imediato, quer pelos componentes custo e investimento, quer devido às atuais estruturas informáticas da empresa, que se encontram obsoletas e com informação bastante dispersa. Assim, com base na situação e necessidades atuais da empresa, optou-se por desenhar uma solução manual e genérica para a recolha de dados que, com uma estrutura bem definida, poderia ser gradualmente evoluída para uma aplicação com maior grau de automação à medida que as plataformas internas fossem desenvolvidas. Com isto, permitir-se-ia à ferramenta criada que esta fosse crescendo com o negócio, ou seja, que fosse possível de utilizar tanto no imediato, como no futuro.

Após este levantamento, foi desenvolvida a solução apresentada ao longo do documento, que teve em conta estes e outros aspetos identificados como importantes. Criada a aplicação, esta foi apresentada e disponibilizada para testes aos colaboradores envolvidos no processo. No entanto, visto que estes têm perfis diferentes, optou-se por questionar cada um dos grupos acerca de módulos distintos: os *Asset Managers* avaliariam os ecrãs "*Facilities Directory*" e "*Organization*"; os *Sustainability Managers* responderam sobre os "*Consumptions and Emissions Directory*", "*Dashboard*" e "*Report*"; os *Data Providers* deram o seu parecer acerca do ecrã "*Activities*".

As respostas dos inquiridos foram bastante positivas, tendo classificado o seu nível de satisfação com a aplicação, no geral, em 4.2 de 5 pontos possíveis (equivalente a 84%). Uma categoria excepcionalmente bem avaliada foi o potencial de crescimento e adaptação da aplicação face à evolução da empresa, que contou com uma pontuação de 4.6 em 5 (equivalente a 92%). Destaca-se, ainda, a componente relativa à Qualidade dos Dados, na qual foi demonstrada uma elevada descida esperada na quantidade de informação estimada. Assim, foi possível concluir que a *app* teve um *feedback* bastante positivo e foi considerada uma solução sólida e válida para responder às necessidades dos utilizadores.

Em suma, é possível afirmar-se que a estrutura da solução desenvolvida promove um ambiente atrativo para o registo, cálculo, controlo e análise do Inventário total de GEE, oferecendo uma significativa inovação de mercado através de funcionalidades únicas, como por exemplo a elevada capacidade de personalização e customização. Por fim, considera-se que a aplicação constitui uma forte mais-valia para a Efacec, em específico, uma vez que responde às necessidades reais dos utilizadores de uma forma prática e intuitiva, podendo ser também aplicável a outras empresas com as mesmas características e objetivos.

6.2 Limitações e Trabalhos Futuros

É inevitável que, ao desenvolver um projeto, surjam pontos que possam (e devam) ser aprimorados. Esses pontos, muitas vezes, decorrem de limitações enfrentadas ao longo do desenvolvimento do trabalho.

A primeira adversidade sentida consistiu na curva de aprendizagem de desenvolvimento em plataformas *Low-code*, principalmente para alguém cuja formação base é em Engenharia e Gestão Industrial e não em Sistemas de Informação. No entanto, o contacto com OutSystems na Unidade Curricular de Engenharia e Gestão em Serviços (ENGES), do segundo ano do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, bem como o acompanhamento por parte dos orientadores, permitiram que esta dificuldade fosse facilmente ultrapassada.

Apesar disso, a principal limitação deste trabalho foi o fator tempo, que condicionou o número de funcionalidades implementadas, bem como o grau de desenvolvimento das mesmas. Esta restrição deve-se, por um lado, ao calendário escolar e, por outro, à reestruturação que a empresa sofreu durante o desenvolvimento da dissertação, que fez com que determinadas funcionalidades base como o módulo "*Organization*" tivessem de ser modificadas conforme.

Todas estas condicionantes levaram a que algumas das funcionalidades inicialmente idealizadas tivessem de ficar apenas em "rascunho". No entanto, estas merecem ser destacadas como pontos de possível desenvolvimento futuro. Desta forma, apresentam-se como trabalhos futuros:

- Todas as sugestões de melhoria evidenciadas pelos futuros utilizadores, com especial destaque para: automatização gradual da recolha de dados através da ligação da aplicação a ERP ou outras plataformas internas; notificações/alertas que relembram as personas de aspetos como validação de dados e atualização das características das *facilities*; opção de congelar o Inventário de GEE durante determinado intervalo de tempo; entre outros;
- Continuação do desenvolvimento dos ecrãs "*Dashboard*" e "*Report*" que, devido à restrição de tempo para desenvolver a solução, acabaram por ser um pouco subdesenvolvidos em prol de outros ecrãs considerados mais prioritários, como os módulos de registo de dados e customização da empresa. Assim, seria importante adicionar novos filtros a estes ecrãs que permitissem diferenciar as emissões de GEE por empresa, UN, *facility*, tipo de consumo, entre outros, bem como alguns indicadores de performance relevantes, como a percentagem do Inventário de GEE composta por dados estimados. No entanto, apesar de não ter sido possível adicionar estas funcionalidades à aplicação, toda esta estrutura foi pensada aquando da construção do modelo de dados, sendo apenas necessário desenvolvimento da interface neste sentido;
- No seguimento do ponto anterior, seria vantajoso inserir na aplicação a funcionalidade de comparação entre Fatores de Emissão de Eletricidade *Market Based* e *Electricity Based*, tal como projetado inicialmente. De destacar que estes atributos foram ambos

pensados e colocados na Base de Dados, faltando, apenas, o desenvolvimento dos mesmos em termos de indicadores e grafismo;

- A validação dos dados é outro ponto a ser melhorado. Apesar da aplicação contar com algumas validações, nomeadamente campos identificados como de preenchimento obrigatório e validações numéricas na alocação das Fontes de Emissão, este é um aspeto que poderia ser melhorado numa próxima versão da aplicação, visto que um dos pontos menos positivos da solução criada é a sua suscetibilidade ao erro humano;
- Na temática do erro humano, a aplicação poderia beneficiar, ainda, de *popups* ou ecrãs dedicados com *Frequently Asked Questions* (FAQ) ou tutoriais, cujo objetivo seria diminuir os erros causados pelo desconhecimento/falta de informação;
- O ecrã “Activities” permite visualizar, atualmente, todos os dados de atividade inseridos. No entanto, numa próxima versão da app, seria vantajoso fazer com que cada *Data Provider* apenas tivesse acesso à informação por ele inserida nas fontes de emissão sob sua responsabilidade.
- Implementação de novos módulos, como por exemplo cenários que permitissem auxiliar a empresa a criar o seu plano de descarbonização, definir metas e acompanhar o seu desempenho;
- Inclusão das emissões de Âmbito 3, estudando uma opção que não dependesse quase inteiramente de dados “*spend based*”.

Referências

- (Barata, C. 2023) “Mesmo que a temperatura só ultrapasse 1,5 graus temporariamente, os riscos crescem”. PÚBLICO, acessado a 1 de fevereiro de 2024 <https://www.publico.pt/2023/03/20/azul/entrevista/temperatura-so-ultrapasse-15-graus-temporariamente-riscos-crescem-2043125>
- (BCSD Portugal 2022 – a) Objetivos Desenvolvimento Sustentável, acessado a 4 de fevereiro de 2024 <https://ods.pt/>
- (BCSD Portugal 2022 – b) Guia de materialidade do BCSD Portugal ajuda empresas a identificar os temas ESG mais relevantes para o seu negócio e cadeia de valor) acessado a 7 de fevereiro <https://bcdsportugal.org/noticias/guia-de-materialidade-do-bcsd-portugal-ajuda-empresas-a-identificar-os-temas-esg-mais-relevantes-para-o-seu-negocio-e-cadeia-de-valor/>
- (Bock, A. C. & Frank, U. 2021) Low-Code Platform. Business & Information Systems Engineering, 63(6), 733–74, acessado a 2 de fevereiro <https://doi.org/10.1007/s12599-021-00726-8>
- (Comissão Europeia sem data - a) Glossary:Greenhouse gas (GHG), acessado a 4 de fevereiro de 2024 [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Greenhouse_gas_\(GHG\)](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Greenhouse_gas_(GHG))
- (Comissão Europeia sem data - b) Consequências das alterações climáticas, acessado a 4 de fevereiro de 2024 https://climate.ec.europa.eu/climate-change/consequences-climate-change_pt#amea%C3%A7as-para-as-empresas
- (Comissão Europeia sem data - c) Corporate sustainability reporting, acessado a Obtido 15 de agosto de 2024, https://finance.ec.europa.eu/capital-markets-union-and-financial-markets/company-reporting-and-auditing/company-reporting/corporate-sustainability-reporting_en
- (Copernicus sem data) Global Climate Highlights 2023, acessado a 4 de fevereiro de 2024 <https://climate.copernicus.eu/global-climate-highlights-2023>
- (Coutinho, C. P. 2011) Metodologia de Investigação em Ciências Sociais e Humanas: Teoria e Prática. Edições Almedina, acessado a 5 de fevereiro
- (Coutinho, R. S. 2018) Bringing visual languages to market: The OutSystems story. Em J. Cunha, J. P. Fernandes, C. Kelleher, G. Engels, & J. Mendes (Eds.), 2018 IEEE SYMPOSIUM ON VISUAL LANGUAGES AND HUMAN-CENTRIC COMPUTING (VL/HCC) (pp. 5–5). IEEE, acessado a 6 de fevereiro <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000574767400003>

- (Efacec sem data - a) Quem Somos, acedido a 4 de fevereiro de 2024
<https://www.efacec.pt/quem-somos/>
- (Efacec sem data - b) Sustentabilidade, acedido a 4 de fevereiro de 2024
<https://www.efacec.pt/sustentabilidade/>
- (EFRAG sem data) About sustainability reporting, acedido a 15 de agosto de 2024
<https://www.efrag.org/en/sustainability-reporting/about-sustainability-reporting>
- (Elkington, J. 1998) Cannibals with Forks: The Triple Bottom Line of 21st Century Business. New Society Publishers, acedido a 1 de fevereiro
- (EPA, O. 2015) GHG Inventory Development Process and Guidance [Overviews and Factsheets], acedido a 4 de fevereiro
<https://www.epa.gov/climateleadership/ghg-inventory-development-process-and-guidance>
- (Firoiu, D. et al 2022) Achievement of the Sustainable Development Goals (sdg) in Portugal and Forecast of Key Indicators Until 2030. Technological & Economic Development of Economy, 28(6), 1649–1683, acedido a 10 de fevereiro
<https://doi.org/10.3846/tede.2022.17645>
- (Gartner Reprint sem data) Acedido a 5 de fevereiro de 2024
<https://www.gartner.com/doc/reprints?id=1-2FCPOGLR&ct=231018&st=sb>
- (GHG Protocol sem data) Calculation Tools, acedido a 4 de fevereiro de 2024
<https://ghgprotocol.org/calculation-tools-faq>
- (Global Compact sem data) Business Ambition for 1.5°C – O nosso único futuro, acedido a 4 de fevereiro de 2024 <https://globalcompact.pt/index.php/pt/advocacy/conferencias/19-nacionais/199-business-ambition-for-1-5-c-o-nosso-unico-futuro>
- (Greenly sem data) Software operation, acedido a 4 de fevereiro em <https://greenly.earth/en-us/greenly-software-operation>
- (Gurcan, F., & Taentzer, G. 2021) Using Microsoft PowerApps, Mendix and OutSystems in Two Development Scenarios: An Experience Report. 2021 ACM/IEEE International Conference on Model Driven Engineering Languages and Systems Companion (MODELS-C), 67–72, acedido a 15 de fevereiro
<https://doi.org/10.1109/MODELS-C53483.2021.00017>
- (Houghton, J. 2005) Global warming. Reports on Progress in Physics, 68(6), 1343, acedido a 1 de fevereiro
<https://doi.org/10.1088/0034-4885/68/6/R02>
- (IBM sem data) Cloud Carbon Calculator Helps Organizations Advance Sustainability Objectives and Address Greenhouse Gas Emissions, acedido a 4 de fevereiro de 2024
<https://newsroom.ibm.com/2023-07-26-IBM-Cloud-Carbon-Calculator-Helps-Organizations-Advance-Sustainability-Objectives-and-Address-Greenhouse-Gas-Emissions>
- (ISO 14064-1 2018) Greenhouse gases—Part 1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas

- emissions and removals, acessido a 5 de fevereiro de 2024
<https://www.iso.org/obp/ui/en/#iso:std:iso:14064:-1:ed-2:v1:en>
- (Khorram, F. et al 2020) Challenges & opportunities in low-code testing. Proceedings of the 23rd ACM/IEEE International Conference on Model Driven Engineering Languages and Systems: Companion Proceedings, 1–10, acessido a 15 de fevereiro <https://doi.org/10.1145/3417990.3420204>
- (Lancaster, G. 2004) Research Methods in Management. Routledge, acessido a 1 de fevereiro <https://doi.org/10.4324/9780080494289>
- (Liu, D. et al 2023) What’s Wrong With Low-Code Development Platforms? An Empirical Study of Low-Code Development Platform Bugs. IEEE Transactions on Reliability, 1–15, acessido a 10 de fevereiro <https://doi.org/10.1109/TR.2023.3295009>
- (Martins, R. et al 2020) An overview on how to develop a low-code application using tems. 2020 International Conference on Smart Technologies in Computing, Electrical and Electronics (ICSTCEE), 395–401, acessido a 10 de fevereiro <https://doi.org/10.1109/ICSTCEE49637.2020.9277404>
- (Microsoft sem data). Microsoft Sustainability Manager, acessido a 12 de fevereiro de 2024 <https://www.microsoft.com/en-us/sustainability/microsoft-sustainability-manager>
- (NASA sem data) What Is Climate Change? | Facts – Climate Change: Vital Signs of the Planet, acessido a 4 de fevereiro de 2024 <https://climate.nasa.gov/what-is-climate-change/>
- (Nextbitt sem data) Environmental Management System, acessido a 4 de fevereiro de 2024 <http://www.nextbitt.com/en/products/environmental-management-system>
- (Oláh, J et al. 2020) Impact of Industry 4.0 on Environmental Sustainability. Sustainability, 12(11), Artigo 11, acessido a 12 de fevereiro <https://doi.org/10.3390/su12114674>
- (Our World in Data sem data) Greenhouse gas emissions by sector, acessido a 4 de fevereiro de 2024 <https://ourworldindata.org/grapher/ghg-emissions-by-sector?country=~PRT>
- (PNEC sem data) PLANO NACIONAL ENERGIA E CLIMA 2021-2030, acessido a 4 de fevereiro de 2024 <https://www.portugalenergia.pt/setor-energetico/bloco-3/>
- (REA sem data) Relatório do Estado do Ambiente, acessido a 4 de fevereiro de 2024 <https://rea.apambiente.pt/content/ultimaedicao>
- (Ryan, S., & Margaria, T. 2023) Digitalisation for organisations in industry 4.0: A working example. ITM Web of Conferences, 51, acessido a 12 de fevereiro <https://doi.org/10.1051/itmconf/20235101002>
- (Sahay, A et al 2020) Supporting the understanding and comparison of low-code development platforms. 2020 46th Euromicro Conference on Software Engineering and Advanced Applications (SEAA), 171–178, acessido a 11 de fevereiro <https://doi.org/10.1109/SEAA51224.2020.00036>

(Science Based Targets sem data)	Business Ambition for 1.5°C, acessido a 4 de fevereiro de 2024 https://sciencebasedtargets.org/business-ambition-for-1-5c
(SGS Portugal sem data)	Descubra e compreenda a família ISO 14064, acessido a 5 de fevereiro de 2024 https://www.sgs.com/pt-pt/noticias/2022/01/descubra-e-compreenda-a-familia-iso-14064
(Stockemer, D. 2019)	Quantitative Methods for the Social Sciences: A Practical Introduction with Examples in SPSS and Stata. Springer International Publishing, acessido a 2 de fevereiro https://doi.org/10.1007/978-3-319-99118-4
(SWEEP sem data)	Software helping companies track and act on their ESG and carbon emissions - Sustainability Data Management acessido a 4 de fevereiro de 2024 https://www.sweep.net
(Turcu, C. 2013)	Re-thinking sustainability indicators: Local perspectives of urban sustainability. Journal of Environmental Planning and Management, 56, acessido a 3 de fevereiro https://doi.org/10.1080/09640568.2012.698984
(UNFCCC sem data - a)	Portugal, acessido a 4 de fevereiro de 2024 https://unfccc.int/node/61145
(UNFCCC sem data - b)	What is the Kyoto Protocol? Acessido a 4 de fevereiro de 2024 https://unfccc.int/kyoto_protocol
(United Nations sem data - a)	The Short Guide to ESG, acessido a 3 de fevereiro de 2024 https://www.undp.org/serbia/publications/short-guide-esg
(United Nations sem data - b)	The Paris Agreement, acessido a 4 de fevereiro de 2024 https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement
(Wang, F. et al. 2021)	Technologies and perspectives for achieving carbon neutrality. The Innovation, 2(4), 100180, acessido a 9 de fevereiro https://doi.org/10.1016/j.xinn.2021.100180
(Wang, S. et al. 2016)	Implementing Smart Factory of Industrie 4.0: An Outlook. International Journal of Distributed Sensor Networks, 2016, 1–10, acessido a 9 de fevereiro https://doi.org/10.1155/2016/3159805
(Waszkowski, R. 2019)	Low-code platform for automating business processes in manufacturing. IFAC-PapersOnLine, 52(10), 376–381, acessido a 8 de fevereiro https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.10.060
(Wintergreen, J. sem data)	ISO 14064 International Standard for GHG Emissions Inventories and Verification, acessido a 5 de fevereiro https://www3.epa.gov/ttnchie1/conference/ei16/session13/wintergreen.pdf
(Zhong, R., & Collins, K. 2024)	See How 2023 Shattered Records to Become the Hottest Year. The New York Times, acessido a 2 de fevereiro https://www.nytimes.com/2024/01/09/climate/2023-warmest-year-record.html

Apêndice 1 – Factores de Emissão calculados para diferentes Tipos de Emissão e Unidades de Medida

EmissionType	Consumption Type	Unit of Measure	CO2 Factor (KG)	CH4 Factor (KG)	N2O Factor (KG)
Mobile Combustion	Aviation Gasoline	gallon	8,3100000	0,0070600	0,0001100
Mobile Combustion	Aviation Gasoline	m ³	2	195,2697574	1,8650547
Mobile Combustion	Aviation Gasoline	l	2,1952698	0,0018651	0,0000291
Mobile Combustion	Biodiesel (100%) - Passenger Cars	gallon	9,4500000	0,0000113	0,0000225
Mobile Combustion	Biodiesel (100%) - Passenger Cars	m ³	2	496,4258974	0,0029719
Mobile Combustion	Biodiesel (100%) - Passenger Cars	l	2,4964259	0,0000030	0,0000059
Mobile Combustion	Biodiesel (100%) - Light-duty Vehicles	gallon	9,4500000	0,0000081	0,0000162
Mobile Combustion	Biodiesel (100%) - Light-duty Vehicles	m ³	2	496,4258974	0,0021398
Mobile Combustion	Biodiesel (100%) - Light-duty Vehicles	l	2,4964259	0,0000021	0,0000043
Mobile Combustion	Biodiesel (100%) - Medium- and Heavy-duty Vehicles	gallon	9,4500000	0,0000440	0,0000440
Mobile Combustion	Biodiesel (100%) - Medium- and Heavy-duty Vehicles	m ³	2	496,4258974	0,0116236
Mobile Combustion	Biodiesel (100%) - Medium- and Heavy-duty Vehicles	l	2,4964259	0,0000116	0,0000116
Mobile Combustion	Compressed Natural Gas (CNG) - Light-duty Vehicles	scf	0,0544400	0,0893129	0,0060592
Mobile Combustion	Compressed Natural Gas (CNG) - Light-duty Vehicles	m ³	1,9225305	3,1540558	0,2139794
Mobile Combustion	Compressed Natural Gas (CNG) - Light-duty Vehicles	l	0,0019225	0,0031541	0,0016007
Mobile Combustion	Diesel Fuel - Passenger Cars	gallon	10,2100000	0,0000113	0,0000225

Mobile Combustion	Diesel Fuel - Passenger Cars	m ³	2	697,1966574	0,0029719	0,0059439
Mobile Combustion	Diesel Fuel - Passenger Cars	l	2,6971967	0,0000030	0,0000059	
Mobile Combustion	Diesel Fuel - Light-duty Vehicles	gallon	10,2100000	0,0000162	0,0000243	
Mobile Combustion	Diesel Fuel - Light-duty Vehicles	m ³	2	697,1966574	0,0042796	0,0064194
Mobile Combustion	Diesel Fuel - Light-duty Vehicles	l	2,6971967	0,0000043	0,0000064	
Mobile Combustion	Diesel Fuel - Medium- and Heavy-duty Vehicles	gallon	10,2100000	0,0000449	0,0000422	
Mobile Combustion	Diesel Fuel - Medium- and Heavy-duty Vehicles	m ³	2	697,1966574	0,0118560	0,0111586
Mobile Combustion	Diesel Fuel - Medium- and Heavy-duty Vehicles	l	2,6971967	0,0000119	0,0000112	
Mobile Combustion	Diesel Fuel - Ships and Boats	gallon	10,2100000	0,0064081	0,0001723	
Mobile Combustion	Diesel Fuel - Ships and Boats	m ³	2	697,1966574	1,6928447	0,0455247
Mobile Combustion	Diesel Fuel - Ships and Boats	l	2,6971967	0,0016928	0,0000455	
Mobile Combustion	Diesel Fuel - Other Non-Road Vehicles	gallon	10,2100000	0,0005700	0,0002600	
Mobile Combustion	Diesel Fuel - Other Non-Road Vehicles	m ³	2	697,1966574	0,1505781	0,0686847
Mobile Combustion	Diesel Fuel - Other Non-Road Vehicles	l	2,6971967	0,0001506	0,0000092	
Mobile Combustion	Ethanol (100%) - Light-duty Vehicles	gallon	5,7500000	0,0008910	0,0010854	
Mobile Combustion	Ethanol (100%) - Light-duty Vehicles	m ³	1	518,9893027	0,2353773	0,2867323
Mobile Combustion	Ethanol (100%) - Light-duty Vehicles	l	1,5189893	0,0002354	0,0002867	
Mobile Combustion	Ethanol (100%) - Medium- and Heavy-duty Vehicles	gallon	5,7500000	0,0017336	0,0015400	
Mobile Combustion	Ethanol (100%) - Medium- and Heavy-duty Vehicles	m ³	1	518,9893027	0,4579687	0,4068250
Mobile Combustion	Ethanol (100%) - Medium- and Heavy-duty Vehicles	l	1,5189893	0,0004580	0,0004068	
Mobile Combustion	Kerosene-Type Jet Fuel	gallon	9,7500000	-	0,0003000	
Mobile Combustion	Kerosene-Type Jet Fuel	m ³	2	575,6775132	-	0,0792516

Mobile Combustion	Kerosene-Type Jet Fuel	l	2,5756775	-	0,0000793
Mobile Combustion	Motor Gasoline - Passenger Cars	gallon	8,7800000	0,0003893	0,0000810
Mobile Combustion	Motor Gasoline - Passenger Cars	m ³	2	319,4306222	0,1028290
Mobile Combustion	Motor Gasoline - Passenger Cars	l	2,3194306	0,0001028	0,0000214
Mobile Combustion	Motor Gasoline - Light-duty Vehicles	gallon	8,7800000	0,0002641	0,0001069
Mobile Combustion	Motor Gasoline - Light-duty Vehicles	m ³	2	319,4306222	0,0697573
Mobile Combustion	Motor Gasoline - Light-duty Vehicles	l	2,3194306	0,0000698	0,0000282
Mobile Combustion	Motor Gasoline - Heavy-duty Vehicles	gallon	8,7800000	0,0002930	0,0001179
Mobile Combustion	Motor Gasoline - Heavy-duty Vehicles	m ³	2	319,4306222	0,0774130
Mobile Combustion	Motor Gasoline - Heavy-duty Vehicles	l	2,3194306	0,0000774	0,0000312
Mobile Combustion	Motor Gasoline - Hybrid Passenger Cars	gallon	8,7800000	0,0005391	0,0001122
Mobile Combustion	Motor Gasoline - Hybrid Passenger Cars	m ³	2	319,4306222	0,1424049
Mobile Combustion	Motor Gasoline - Hybrid Passenger Cars	l	2,3194306	0,0001424	0,0000296
Mobile Combustion	Motor Gasoline - Agricultural Equipment	gallon	8,7800000	0,0012600	0,0002200
Mobile Combustion	Motor Gasoline - Agricultural Equipment	m ³	2	319,4306222	0,3328568
Mobile Combustion	Motor Gasoline - Agricultural Equipment	l	2,3194306	0,0003329	0,0000581
Mobile Combustion	Motor Gasoline - Ships and Boats	gallon	8,7800000	0,0006400	0,0002200
Mobile Combustion	Motor Gasoline - Ships and Boats	m ³	2	319,4306222	0,1690701
Mobile Combustion	Motor Gasoline - Ships and Boats	l	2,3194306	0,0001691	0,0000581
Mobile Combustion	Motor Gasoline - Motorcycles	gallon	8,7800000	0,0033600	0,0003450
Mobile Combustion	Motor Gasoline - Motorcycles	m ³	2	319,4306222	0,8876181
Mobile Combustion	Motor Gasoline - Motorcycles	l	2,3194306	0,0008876	0,0000911

Mobile Combustion	Motor Gasoline - Other Non-Road Vehicles	gallon	8,7800000	0,0005000	0,0002200
Mobile Combustion	Motor Gasoline - Other Non-Road Vehicles	m^3	2	319,4306222	0,1320860
Mobile Combustion	Motor Gasoline - Other Non-Road Vehicles	l	2,3194306	0,0001321	0,0000581
Refrigerant/Fugitive Emissions	Carbon dioxide	kg	1,0000000	-	-
Refrigerant/Fugitive Emissions	Methane	kg	28,0000000	-	-
Refrigerant/Fugitive Emissions	Nitrous oxide	kg	265,0000000	-	-
Refrigerant/Fugitive Emissions	HFC-23	kg	12	400,0000000	-
Refrigerant/Fugitive Emissions	HFC-32	kg	677,0000000	-	-
Refrigerant/Fugitive Emissions	HFC-41	kg	116,0000000	-	-
Refrigerant/Fugitive Emissions	HFC-125	kg	3	170,0000000	-
Refrigerant/Fugitive Emissions	HFC-134	kg	1	120,0000000	-
Refrigerant/Fugitive Emissions	HFC-134a	kg	1	300,0000000	-
Refrigerant/Fugitive Emissions	HFC-143	kg	328,0000000	-	-
Refrigerant/Fugitive Emissions	HFC-143a	kg	4	800,0000000	-
Refrigerant/Fugitive Emissions	HFC-152	kg	16,0000000	-	-
Refrigerant/Fugitive Emissions	HFC-152a	kg	138,0000000	-	-

Refrigerant/ Fugitive Emissions	HFC-161	kg	4,0000000	-	-
Refrigerant/ Fugitive Emissions	HFC-227ea	kg	3 350,0000000	-	-
Refrigerant/ Fugitive Emissions	HFC-236cb	kg	1 210,0000000	-	-
Refrigerant/ Fugitive Emissions	HFC-236ea	kg	1 330,0000000	-	-
Refrigerant/ Fugitive Emissions	HFC-236fa	kg	8 060,0000000	-	-
Refrigerant/ Fugitive Emissions	HFC-245ca	kg	716,0000000	-	-
Refrigerant/ Fugitive Emissions	HFC-245fa	kg	858,0000000	-	-
Refrigerant/ Fugitive Emissions	HFC-365mfc	kg	804,0000000	-	-
Refrigerant/ Fugitive Emissions	HFC-43-10mee	kg	1 650,0000000	-	-
Refrigerant/ Fugitive Emissions	Sulfur hexafluoride	kg	23 500,0000000	-	-
Refrigerant/ Fugitive Emissions	Nitrogen trifluoride	kg	16 100,0000000	-	-
Refrigerant/ Fugitive Emissions	PFC-14	kg	6 630,0000000	-	-
Refrigerant/ Fugitive Emissions	PFC-116	kg	11 100,0000000	-	-
Refrigerant/ Fugitive Emissions	PFC-218	kg	8 900,0000000	-	-
Refrigerant/ Fugitive Emissions	PFC-318	kg	9 540,0000000	-	-
Refrigerant/ Fugitive Emissions	PFC-31-10	kg	9 200,0000000	-	-

Refrigerant/ Fugitive Emissions	PFC-41-12	kg	8	550,000000	-	-
Refrigerant/ Fugitive Emissions	PFC-51-14	kg	7	910,000000	-	-
Refrigerant/ Fugitive Emissions	PFC-91-18	kg	7	190,000000	-	-
Refrigerant/ Fugitive Emissions	R-401A	kg		18,000000	-	-
Refrigerant/ Fugitive Emissions	R-401B	kg		15,000000	-	-
Refrigerant/ Fugitive Emissions	R-401C	kg		21,000000	-	-
Refrigerant/ Fugitive Emissions	R-402A	kg	1	902,000000	-	-
Refrigerant/ Fugitive Emissions	R-402B	kg	1	205,000000	-	-
Refrigerant/ Fugitive Emissions	R-403B	kg	3	471,000000	-	-
Refrigerant/ Fugitive Emissions	R-404A	kg	3	943,000000	-	-
Refrigerant/ Fugitive Emissions	R-406A	kg		-	-	-
Refrigerant/ Fugitive Emissions	R-407A	kg	1	923,000000	-	-
Refrigerant/ Fugitive Emissions	R-407B	kg	2	547,000000	-	-
Refrigerant/ Fugitive Emissions	R-407C	kg	1	624,000000	-	-
Refrigerant/ Fugitive Emissions	R-407D	kg	1	487,000000	-	-
Refrigerant/ Fugitive Emissions	R-408A	kg	2	430,000000	-	-

Refrigerant/ Fugitive Emissions	R-409A	kg	-	-	-
Refrigerant/ Fugitive Emissions	R-410A	kg	1 924,0000000	-	-
Refrigerant/ Fugitive Emissions	R-410B	kg	2 048,0000000	-	-
Refrigerant/ Fugitive Emissions	R-411A	kg	15,0000000	-	-
Refrigerant/ Fugitive Emissions	R-411B	kg	4,0000000	-	-
Refrigerant/ Fugitive Emissions	R-414A	kg	-	-	-
Refrigerant/ Fugitive Emissions	R-414B	kg	-	-	-
Refrigerant/ Fugitive Emissions	R-417A	kg	2 127,0000000	-	-
Refrigerant/ Fugitive Emissions	R-422A	kg	2 847,0000000	-	-
Refrigerant/ Fugitive Emissions	R-422D	kg	2 473,0000000	-	-
Refrigerant/ Fugitive Emissions	R-424A	kg	3 104,0000000	-	-
Refrigerant/ Fugitive Emissions	R-426A	kg	1 371,0000000	-	-
Refrigerant/ Fugitive Emissions	R-428A	kg	3 417,0000000	-	-
Refrigerant/ Fugitive Emissions	R-434A	kg	3 075,0000000	-	-
Refrigerant/ Fugitive Emissions	R-507A	kg	3 985,0000000	-	-
Refrigerant/ Fugitive Emissions	R-508A	kg	11 607,0000000	-	-

Refrigerant/ Fugitive Emissions	R-508B	kg	11 698,0000000	-	-
Stationary Combustion	Anthracite	short ton	2 602,0000000	0,2760000	0,0400000
Stationary Combustion	Bituminous	short ton	2 325,0000000	0,2740000	0,0400000
Stationary Combustion	Sub-bituminous	short ton	1 676,0000000	0,1900000	0,0280000
Stationary Combustion	Lignite	short ton	1 389,0000000	0,1560000	0,0230000
Stationary Combustion	Mixed (Commercial Sector)	short ton	2 016,0000000	0,2350000	0,0340000
Stationary Combustion	Mixed (Electric Power Sector)	short ton	1 885,0000000	0,2170000	0,0320000
Stationary Combustion	Mixed (Industrial Coking)	short ton	2 468,0000000	0,2890000	0,0420000
Stationary Combustion	Mixed (Industrial Sector)	short ton	2 116,0000000	0,2460000	0,0360000
Stationary Combustion	Coal Coke	short ton	2 819,0000000	0,2730000	0,0400000
Stationary Combustion	Anthracite	kg	2,8682140	0,0003042	0,0000441
Stationary Combustion	Bituminous	kg	2,5628738	0,0003020	0,0000441
Stationary Combustion	Sub-bituminous	kg	1,8474738	0,0002094	0,0000309
Stationary Combustion	Lignite	kg	1,5311104	0,0001720	0,0000254
Stationary Combustion	Mixed (Commercial Sector)	kg	2,2222596	0,0002590	0,0000375
Stationary Combustion	Mixed (Electric Power Sector)	kg	2,0778568	0,0002392	0,0000353
Stationary Combustion	Mixed (Industrial Coking)	kg	2,7205043	0,0003186	0,0000463
Stationary Combustion	Mixed (Industrial Sector)	kg	2,3324907	0,0002712	0,0000397
Stationary Combustion	Coal Coke	kg	3,1074156	0,0003009	0,0000441
Stationary Combustion	Anthracite	metric ton	2 868,2140310	0,3042379	0,0440925
Stationary Combustion	Bituminous	metric ton	2 562,8737979	0,3020333	0,0440925
Stationary Combustion	Sub-bituminous	metric ton	1 847,4737571	0,2094391	0,0308647
Stationary Combustion	Lignite	metric ton	1 531,1104109	0,1719606	0,0253532
Stationary Combustion	Mixed (Commercial Sector)	metric ton	2 222,2596028	0,2590432	0,0374786

Stationary Combustion	Mixed (Electric Power Sector)	metric ton	2 077,8568211	0,2392016	0,0352740
Stationary Combustion	Mixed (Industrial Coking)	metric ton	2 720,5043154	0,3185680	0,0462971
Stationary Combustion	Mixed (Industrial Sector)	metric ton	2 332,4907339	0,2711686	0,0396832
Stationary Combustion	Coal Coke	metric ton	3 107,4155855	0,3009310	0,0440925
Stationary Combustion	Municipal Solid Waste	short ton	902,0000000	0,3180000	0,0420000
Stationary Combustion	Petroleum Coke (Solid)	short ton	3 072,0000000	0,9600000	0,1260000
Stationary Combustion	Plastics	short ton	2 850,0000000	1,2160000	0,1600000
Stationary Combustion	Tires	short ton	2 407,0000000	0,8960000	0,1180000
Stationary Combustion	Municipal Solid Waste	kg	0,9942848	0,0003505	0,0000463
Stationary Combustion	Petroleum Coke (Solid)	kg	3,3863003	0,0010582	0,0001389
Stationary Combustion	Plastics	kg	3,1415872	0,0013404	0,0001764
Stationary Combustion	Tires	kg	2,6532633	0,0009877	0,0001301
Stationary Combustion	Municipal Solid Waste	metric ton	994,2848025	0,3505350	0,0462971
Stationary Combustion	Petroleum Coke (Solid)	metric ton	3 386,3003472	1,0582189	0,1388912
Stationary Combustion	Plastics	metric ton	3 141,5872361	1,3404106	0,1763698
Stationary Combustion	Tires	metric ton	2 653,2633254	0,9876709	0,1300727
Stationary Combustion	Agricultural Byproducts	short ton	975,0000000	0,2640000	0,0350000
Stationary Combustion	Peat	short ton	895,0000000	0,2560000	0,0340000
Stationary Combustion	Solid Byproducts	short ton	1 096,0000000	0,3320000	0,0440000
Stationary Combustion	Wood and Wood Residuals	short ton	1 640,0000000	0,1260000	0,0630000
Stationary Combustion	Agricultural Byproducts	kg	1,0747535	0,0002910	0,0000386
Stationary Combustion	Peat	kg	0,9865686	0,0002822	0,0000375
Stationary Combustion	Solid Byproducts	kg	1,2081332	0,0003660	0,0000485
Stationary Combustion	Wood and Wood Residuals	kg	1,8077905	0,0001389	0,0000694

Stationary Combustion	Agricultural Byproducts	metric ton	1 074,7535282	0,2910102	0,0385809
Stationary Combustion	Peat	metric ton	1 986,5686233	0,2821917	0,0374786
Stationary Combustion	Solid Byproducts	metric ton	1 208,1331968	0,3659674	0,0485017
Stationary Combustion	Wood and Wood Residuals	metric ton	1 807,7905499	0,1388912	0,0694456
Stationary Combustion	Natural Gas	scf	0,0544400	0,0000010	0,0000001
Stationary Combustion	Natural Gas	m^3	1,9225305	0,0000364	0,0000035
Stationary Combustion	Natural Gas	l	0,0019225	0,0000000	0,0000000
Stationary Combustion	Blast Furnace Gas	scf	0,0252400	0,0000000	0,0000000
Stationary Combustion	Coke Oven Gas	scf	0,0280600	0,0000003	0,0000001
Stationary Combustion	Fuel Gas	scf	0,0818900	0,0000042	0,0000008
Stationary Combustion	Propane Gas	scf	0,1546300	0,0000075	0,0000015
Stationary Combustion	Blast Furnace Gas	m^3	0,8913422	0,0000001	0,0000003
Stationary Combustion	Coke Oven Gas	m^3	0,9909295	0,0000102	0,0000021
Stationary Combustion	Fuel Gas	m^3	2,8919181	0,0001471	0,0000294
Stationary Combustion	Propane Gas	m^3	5,4607069	0,0002666	0,0000533
Stationary Combustion	Blast Furnace Gas	l	0,0008913	0,0000000	0,0000000
Stationary Combustion	Coke Oven Gas	l	0,0009909	0,0000000	0,0000000
Stationary Combustion	Fuel Gas	l	0,0028919	0,0000001	0,0000000
Stationary Combustion	Propane Gas	l	0,0054607	0,0000003	0,0000001
Stationary Combustion	Landfill Gas	scf	0,0252540	0,0000016	0,0000003
Stationary Combustion	Other Biomass Gases	scf	0,0341060	0,0000021	0,0000004
Stationary Combustion	Landfill Gas	m^3	0,8918366	0,0000548	0,0000108
Stationary Combustion	Other Biomass Gases	m^3	1,2044420	0,0000740	0,0000146
Stationary Combustion	Landfill Gas	l	0,0008918	0,0000001	0,0000000

Stationary Combustion	Other Biomass Gases	l	0,0012044	0,0000001	0,0000000
Stationary Combustion	Asphalt and Road Oil	gallon	11,9100000	0,0004700	0,0000900
Stationary Combustion	Aviation Gasoline	gallon	8,3100000	0,0003600	0,0000700
Stationary Combustion	Butane	gallon	6,6700000	0,0003100	0,0000600
Stationary Combustion	Butylene	gallon	7,2200000	0,0003200	0,0000600
Stationary Combustion	Crude Oil	gallon	10,2900000	0,0004100	0,0000800
Stationary Combustion	Distillate Fuel Oil No. 1	gallon	10,1800000	0,0004200	0,0000800
Stationary Combustion	Distillate Fuel Oil No. 2	gallon	10,2100000	0,0004100	0,0000800
Stationary Combustion	Distillate Fuel Oil No. 4	gallon	10,9600000	0,0004400	0,0000900
Stationary Combustion	Ethane	gallon	4,0500000	0,0002000	0,0000400
Stationary Combustion	Ethylene	gallon	3,8300000	0,0001700	0,0000300
Stationary Combustion	Heavy Gas Oils	gallon	11,0900000	0,0004400	0,0000900
Stationary Combustion	Isobutane	gallon	6,4300000	0,0003000	0,0000600
Stationary Combustion	Isobutylene	gallon	7,0900000	0,0003100	0,0000600
Stationary Combustion	Kerosene	gallon	10,1500000	0,0004100	0,0000800
Stationary Combustion	Kerosene-Type Jet Fuel	gallon	9,7500000	0,0004100	0,0000800
Stationary Combustion	Liquefied Petroleum Gases (LPG)	gallon	5,6800000	0,0002800	0,0000600
Stationary Combustion	Lubricants	gallon	10,6900000	0,0004300	0,0000900
Stationary Combustion	Motor Gasoline	gallon	8,7800000	0,0003800	0,0000800
Stationary Combustion	Naphtha (<401 deg F)	gallon	8,5000000	0,0003800	0,0000800
Stationary Combustion	Natural Gasoline	gallon	7,3600000	0,0003300	0,0000700
Stationary Combustion	Other Oil (>401 deg F)	gallon	10,5900000	0,0004200	0,0000800
Stationary Combustion	Pentanes Plus	gallon	7,7000000	0,0003300	0,0000700
Stationary Combustion	Petrochemical Feedstocks	gallon	8,8800000	0,0003800	0,0000800

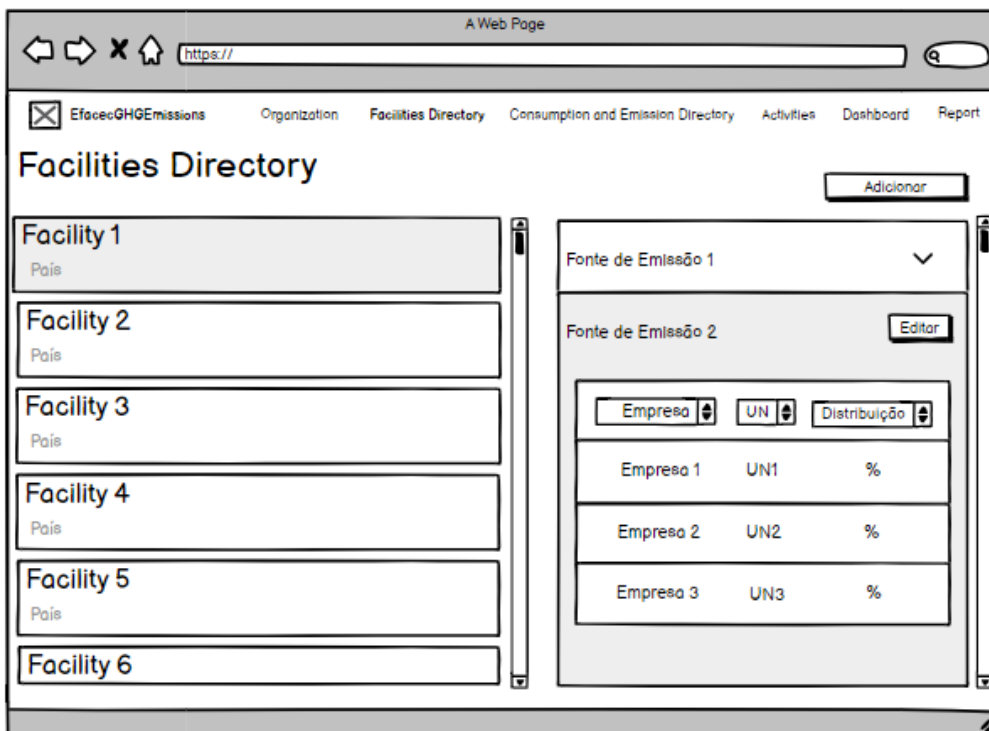
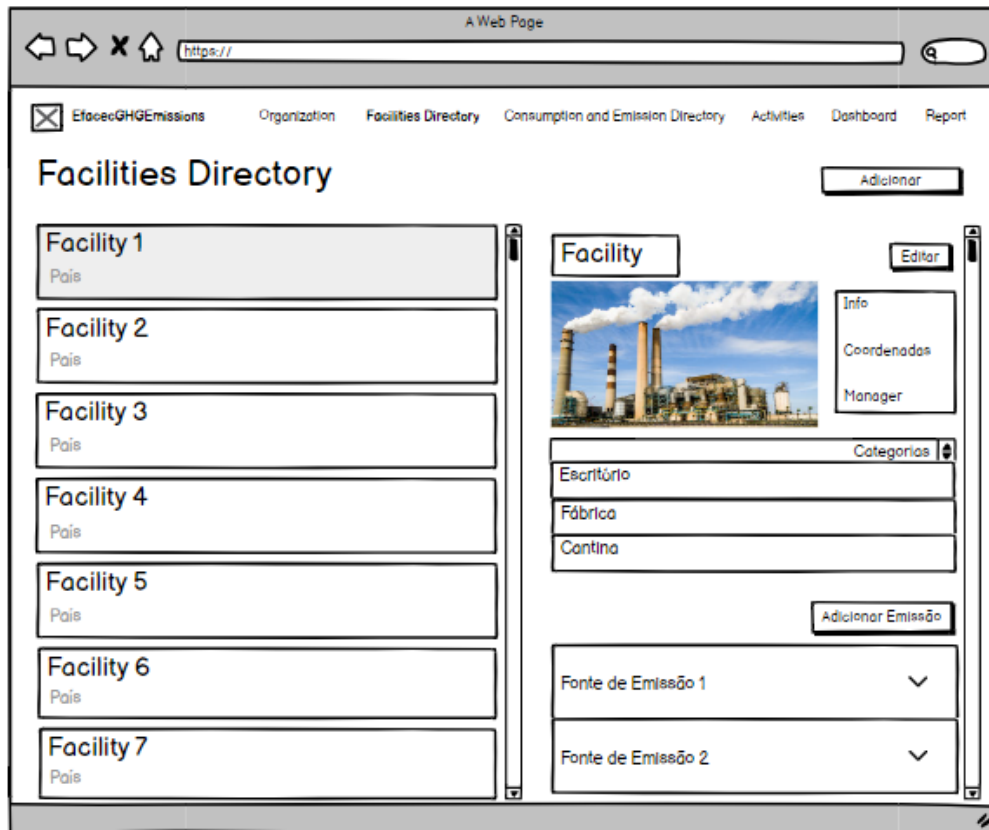
Stationary Combustion	Propane	gallon	5,7200000	0,0002700	0,0000500	
Stationary Combustion	Propylene	gallon	6,1700000	0,0002700	0,0000500	
Stationary Combustion	Residual Fuel Oil No. 5	gallon	10,2100000	0,0004200	0,0000800	
Stationary Combustion	Residual Fuel Oil No. 6	gallon	11,2700000	0,0004500	0,0000900	
Stationary Combustion	Special Naphtha	gallon	9,0400000	0,0003800	0,0000800	
Stationary Combustion	Unfinished Oils	gallon	10,3600000	0,0004200	0,0000800	
Stationary Combustion	Used Oil	gallon	10,2100000	0,0004100	0,0000800	
Stationary Combustion	Asphalt and Road Oil	m^3	3	146,2891469	0,1241609	0,0237755
Stationary Combustion	Aviation Gasoline	m^3	2	195,2697574	0,0951019	0,0184920
Stationary Combustion	Butane	m^3	1	762,0275911	0,0818933	0,0158503
Stationary Combustion	Butylene	m^3	1	907,3222200	0,0845351	0,0158503
Stationary Combustion	Crude Oil	m^3	2	718,3304216	0,1083105	0,0211338
Stationary Combustion	Distillate Fuel Oil No. 1	m^3	2	689,2714958	0,1109523	0,0211338
Stationary Combustion	Distillate Fuel Oil No. 2	m^3	2	697,1966574	0,1083105	0,0211338
Stationary Combustion	Distillate Fuel Oil No. 4	m^3	2	895,3256969	0,1162357	0,0237755
Stationary Combustion	Ethane	m^3	1	069,8968132	0,0528344	0,0105669
Stationary Combustion	Ethylene	m^3	1	011,7789616	0,0449092	0,0079252
Stationary Combustion	Heavy Gas Oils	m^3	2	929,6680637	0,1162357	0,0237755
Stationary Combustion	Isobutane	m^3	1	698,6262985	0,0792516	0,0158503
Stationary Combustion	Isobutylene	m^3	1	872,9798532	0,0818933	0,0158503
Stationary Combustion	Kerosene	m^3	2	681,3463343	0,1083105	0,0211338
Stationary Combustion	Kerosene-Type Jet Fuel	m^3	2	575,6775132	0,1083105	0,0211338
Stationary Combustion	Liquefied Petroleum Gases (LPG)	m^3	1	500,4972590	0,0739682	0,0158503
Stationary Combustion	Lubricants	m^3	2	823,9992427	0,1135940	0,0237755

Stationary Combustion	Motor Gasoline	m ³	2	319,4306222	0,1003854	0,0211338
Stationary Combustion	Naphtha (<401 deg F)	m ³	2	245,4624474	0,1003854	0,0211338
Stationary Combustion	Natural Gasoline	m ³	1	944,3063074	0,0871768	0,0184920
Stationary Combustion	Other Oil (>401 deg F)	m ³	2	797,5820374	0,1109523	0,0211338
Stationary Combustion	Pentanes Plus	m ³	2	034,1248053	0,0871768	0,0184920
Stationary Combustion	Petrochemical Feedstocks	m ³	2	345,8478274	0,1003854	0,0211338
Stationary Combustion	Propane	m ³	1	511,0641411	0,0713265	0,0132086
Stationary Combustion	Propylene	m ³	1	629,9415648	0,0713265	0,0132086
Stationary Combustion	Residual Fuel Oil No. 5	m ³	2	697,1966574	0,1109523	0,0211338
Stationary Combustion	Residual Fuel Oil No. 6	m ³	2	977,2190332	0,1188774	0,0237755
Stationary Combustion	Special Naphtha	m ³	2	388,1153558	0,1003854	0,0211338
Stationary Combustion	Unfinished Oils	m ³	2	736,8224653	0,1109523	0,0211338
Stationary Combustion	Used Oil	m ³	2	697,1966574	0,1083105	0,0211338
Stationary Combustion	Asphalt and Road Oil	l		3,1462891	0,0001242	0,0000238
Stationary Combustion	Aviation Gasoline	l		2,1952698	0,0000951	0,0000185
Stationary Combustion	Butane	l		1,7620276	0,0000819	0,0000159
Stationary Combustion	Butylene	l		1,9073222	0,0000845	0,0000159
Stationary Combustion	Crude Oil	l		2,7183304	0,0001083	0,0000211
Stationary Combustion	Distillate Fuel Oil No. 1	l		2,6892715	0,0001110	0,0000211
Stationary Combustion	Distillate Fuel Oil No. 2	l		2,6971967	0,0001083	0,0000211
Stationary Combustion	Distillate Fuel Oil No. 4	l		2,8953257	0,0001162	0,0000238
Stationary Combustion	Ethane	l		1,0698968	0,0000528	0,0000106
Stationary Combustion	Ethylene	l		1,0117790	0,0000449	0,0000079
Stationary Combustion	Heavy Gas Oils	l		2,9296681	0,0001162	0,0000238

Stationary Combustion	Isobutane		1,6986263	0,0000793	0,0000159
Stationary Combustion	Isobutylene		1,8729799	0,0000819	0,0000159
Stationary Combustion	Kerosene		2,6813463	0,0001083	0,0000211
Stationary Combustion	Kerosene-Type Jet Fuel		2,5756775	0,0001083	0,0000211
Stationary Combustion	Liquefied Petroleum Gases (LPG)		1,5004973	0,0000740	0,0000159
Stationary Combustion	Lubricants		2,8239992	0,0001136	0,0000238
Stationary Combustion	Motor Gasoline		2,3194306	0,0001004	0,0000211
Stationary Combustion	Naphtha (<401 deg F)		2,2454624	0,0001004	0,0000211
Stationary Combustion	Natural Gasoline		1,9443063	0,0000872	0,0000185
Stationary Combustion	Other Oil (>401 deg F)		2,7975820	0,0001110	0,0000211
Stationary Combustion	Pentanes Plus		2,0341248	0,0000872	0,0000185
Stationary Combustion	Petrochemical Feedstocks		2,3458478	0,0001004	0,0000211
Stationary Combustion	Propane		1,5110641	0,0000713	0,0000132
Stationary Combustion	Propylene		1,6299416	0,0000713	0,0000132
Stationary Combustion	Residual Fuel Oil No. 5		2,6971967	0,0001110	0,0000211
Stationary Combustion	Residual Fuel Oil No. 6		2,9772190	0,0001189	0,0000238
Stationary Combustion	Special Naphtha		2,3881154	0,0001004	0,0000211
Stationary Combustion	Unfinished Oils		2,7368225	0,0001110	0,0000211
Stationary Combustion	Used Oil		2,6971967	0,0001083	0,0000211
Stationary Combustion	Biodiesel (100%)	gallon	9,4500000	0,0001400	0,0000100
Stationary Combustion	Ethanol (100%)	gallon	5,7500000	0,0000900	0,0000100
Stationary Combustion	Rendered Animal Fat	gallon	8,8800000	0,0001400	0,0000100
Stationary Combustion	Vegetable Oil	gallon	9,7900000	0,0001300	0,0000100
Stationary Combustion	Biodiesel (100%)	m^3	2 496,4258974	0,0369841	0,0026417

Stationary Combustion	Ethanol (100%)	m ³	1	518,9893027	0,0237755	0,0026417
Stationary Combustion	Rendered Animal Fat	m ³	2	345,8478274	0,0369841	0,0026417
Stationary Combustion	Vegetable Oil	m ³	2	586,2443953	0,0343424	0,0026417
Stationary Combustion	Biodiesel (100%)	l		2,4964259	0,0000370	0,0000026
Stationary Combustion	Ethanol (100%)	l		1,5189893	0,0000238	0,0000026
Stationary Combustion	Rendered Animal Fat	l		2,3458478	0,0000370	0,0000026
Stationary Combustion	Vegetable Oil	l		2,5862444	0,0000343	0,0000026

Apêndice 2 – Mockups



Criar / Editar Fonte de Emissão

<p>Nome <input style="width: 95%;" type="text"/></p> <p>Tipo de Emissão <input style="width: 95%;" type="text"/></p> <p>Tipo de Consumo <input style="width: 95%;" type="text"/></p> <p>Dono <input style="width: 95%;" type="text"/></p> <p>Data do Início Data do Fim <input style="width: 30px;" type="text"/> / <input style="width: 30px;" type="text"/> / <input type="calendar"/> <input style="width: 30px;" type="text"/> / <input style="width: 30px;" type="text"/> / <input type="calendar"/></p>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Nome da F.E</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: 30px; text-align: center;">%</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: 20px; text-align: center;">+</td> </tr> <tr><td colspan="3" style="border: none; height: 10px;"></td></tr> <tr> <td style="border: none; padding: 2px;">Fonte de Emissão 1</td> <td style="border: none; padding: 2px; text-align: center;">-</td> <td style="border: none;"></td> </tr> <tr><td colspan="3" style="border: none; height: 10px;"></td></tr> <tr> <td style="border: none; padding: 2px;">Fonte de Emissão 2</td> <td style="border: none; padding: 2px; text-align: center;">-</td> <td style="border: none;"></td> </tr> <tr><td colspan="3" style="border: none; height: 10px;"></td></tr> <tr> <td style="border: none; padding: 2px;">Fonte de Emissão 3</td> <td style="border: none; padding: 2px; text-align: center;">-</td> <td style="border: none;"></td> </tr> <tr><td colspan="3" style="border: none; height: 10px;"></td></tr> <tr> <td style="border: none; padding: 2px;">Fonte de Emissão 4</td> <td style="border: none; padding: 2px; text-align: center;">-</td> <td style="border: none;"></td> </tr> </table>	Nome da F.E	%	+				Fonte de Emissão 1	-					Fonte de Emissão 2	-					Fonte de Emissão 3	-					Fonte de Emissão 4	-	
Nome da F.E	%	+																										
Fonte de Emissão 1	-																											
Fonte de Emissão 2	-																											
Fonte de Emissão 3	-																											
Fonte de Emissão 4	-																											
<input style="width: 40px;" type="button" value="Guardar"/> <input style="width: 40px;" type="button" value="Cancelar"/>																												

Criar/ Editar Facility

Nome da Facilidade

Coordenadas

País

Foto

Ativa desde:
 / /

Dono

Ativa

A Web Page

https://

EfacecGHGEmissions Organization Facilities Directory Consumption and Emission Directory Activities Dashboard Report

Organization

Empresa Unidade de Negócio

Adicionar UN Adicionar empresa

Empresa 1

Empresa 2

Empresa 3

Empresa 4

Empresa 5

Empresa 1 Editor

TIN
Nº de TIN

Data de Início
Data

Unidade de Negócio Editor

Nome
UN1
UN2

Criar / Editar Unidade de Negócio

Nome de Unidade de Negócio

Criar / Editar Empresa

Nome

NIF

Ativo desde:

Ativo

A Web Page

https://

EfacecGHGEmissions Organization Facilities Directory Consumption and Emission Directory **Activities** Dashboard Report

Activities

Adicionar atividade

Filtrar por Fonte de Emissão Filtrar por Tipo de Consumo

Fonte de Emissão	Tipo de Consumo	Quantidade	Data de Início	Data de Fim
Fonte 1	Tipo 1	Quantidade	--/--/--	--/--/--
Fonte 2	Tipo 2	Quantidade	--/--/--	--/--/--
Fonte 3	Tipo 3	Quantidade	--/--/--	--/--/--
...

Nova atividade

Fonte de Emissão

Quantidade Unidade de Medida

Data de Início Data de Fim

A Web Page

http://

EfacecGHGEmissions Organization Facilities Directory Consumption and Emission Directory Activities Dashboard Report

Consumption and Emission Directory

Adicionar T.C.

Tipos de Emissão

Combustão Estacionária Combustão Móvel Emissões refrigerantes/fugitivas Eletricidade

Tipos de Consumo e Fatores de Emissão

Consumo 1
Tipo de Consumo

Consumo 2
Tipo de Consumo

Consumo 3
Tipo de Consumo

Consumo 4
Tipo de Consumo

Consumo 5
Tipo de Consumo

Consumo 6
Tipo de Consumo

Consumo 1

Adicionar FE. Apenas FE Ativos

Unidade de medida da Atividade Ativo

Unidade de Medida Abreviação

< Aplicabilidade dos Fatores de Emissão >

Data de Início Data de Fim

Fatores de Emissão

CO2 CH4 N2O

Editar

Criar / Editar Consumo

Nome do Consumo

Tipo de Emissão

Tipo de GEE

Ativo

Guardar Cancelar

Novo Fator de Emissão

Tipo de Consumo
Tipo de Consumo

Unidade de Medida da Atividade

Data do Início **Data do Fim**

CO2 **CH4** **N2O**

Ativo

A Web Page

↳ ↩ ✕ 🏠 🔍

✉ EfacecGHGEmissions Organization Facilities Directory Consumption and Emission Directory Activities Dashboard **Report**

Report

Data:

Gases de efeito estufa por Emissão

Emissão	Total (mtCO2E)	CO2	CH4	N2O	SF6	HFC	PFC
Âmbito 1	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor
Âmbito 2	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor

Emissões de GHG por Tipo de Emissão

Âmbito 1: Emissões Diretas por Operações

Emissão	Total (mtCO2E)
Combustão Móvel	Valor
Emissões refrigerantes/fugitivos	Valor
Combustão Estacionária	Valor

Âmbito 2: Emissões Indiretas do Uso de Eletricidade, Vapor, Aquecimento e Resfriamento Adquiridos

Emissão	Total (mtCO2E)
Eletricidade	Valor



Apêndice 3 – Outros ecrãs da Aplicação

New Business Unit

Business Unit Label

New Company

Name *

NIF *

Active From:

Is Active

New Consumption Type

Consumption Type Label *

Emission Type

(Select an Emission Type) ▼

GHG Type

(Please select the correct GHG, if applicable) ▼

Is Active

New Emission Factor

Consumption Type

Agricultural Byproducts

Activity Data's Unit Of Measure

Kilogram ▼

Start Date * End Date

dd/mm/yyyy dd/mm/yyyy

CO2 (Kg) * CH4 (Kg) * N2O (Kg) *

Active

New Facility

Facility Name *

Coordinates

Country

Photo

Active From

Owner

Is Active

Anexo

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter conduzido este trabalho académico com integridade. Não plagiei ou apliquei qualquer forma de uso indevido de informações ou falsificação de resultados ao longo do processo que levou à sua elaboração.

Declaro que o trabalho apresentado neste documento é original e de minha autoria, não tendo sido utilizado anteriormente para nenhum outro fim.

Declaro ainda que tenho pleno conhecimento do Código de Conduta Ética do P.PORTO.

ISEP, Porto, 15 de outubro de 2024