

Cálculo da Pegada de Carbono a partir de Transações Bancárias

Versão Final após Defesa

Valeriya Popyuk

Relatório de estágio para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Informática
(2^o ciclo de estudos)

Orientador: Prof. Doutor João Carlos Raposo Neves
Co-orientador: João Carlos Nunes da Silva Brito
Co-orientador: Prof. Doutor Hugo Pedro Martins Carriço Proença

julho de 2021

Cálculo da Pegada de Carbono a partir de Transações Bancárias

Agradecimentos

Em primeiro lugar quero agradecer às pessoas que me orientaram e aconselharam da melhor forma possível neste projeto, o professor João Neves e o co-orientador, João Brito. Quero também agradecer à entidade acolhedora ao estágio, ITSector e toda a equipa colaboradores que sempre transmitiram uma simpatia imensa.

Agradeço aos meus pais, Mykhaylo Popyuk e Mariya Popyuk, por toda a força que me transmitiram e por sempre acreditarem em mim.

Agradeço ao meu irmão, Eric Popyuk, por me alegrar em todas as alturas da minha vida.

Agradeço ao meu namorado, Duarte Camacho, por todo o carinho, paciência e força que me transmitiu nestes anos universitários.

Agradeço aos professores do departamento de informática pelo conhecimento que transmitiram.

Agradeço aos meus amigos e colegas de curso que tornaram estes anos universitários memoráveis para toda a vida.

Cálculo da Pegada de Carbono a partir de Transações Bancárias

Resumo

A pegada de carbono é um termo utilizado para descrever a quantidade de emissões de dióxido de carbono e dos gases equivalentes (metano, óxido nitroso, hidrofluorcarbonos, perfluorcarbonos e SF₆) que são causados direta ou indiretamente por uma atividade ou são acumulados ao longo do ciclo de vida de um produto. Embora o cálculo da pegada de carbono seja apenas uma estimativa, existem várias calculadoras *online* dedicadas a esse cálculo. A maioria das calculadoras efetuam o cálculo da pegada de carbono após o utilizador responder a um questionário sobre o seu estilo de vida. Questionários deste tipo podem tornar-se um pouco cansativos, pois a resposta do utilizador acaba por ser baseada numa estimativa, a não ser que, o utilizador realize os cálculos exatos, o que consecutivamente acaba por consumir ainda mais tempo.

A solução que este projeto oferece é desenvolver um método de rastreio da pegada de carbono a partir das compras efetuadas pelo utilizador. Este projeto tem como objetivo dar a conhecer às pessoas a sua pegada de carbono consciencializando-as a partir dos seus custos e consumos. Para tal, realizou-se um estudo em torno de dados económico-ambientais de modo a entender a relação entre as emissões de CO₂ e o custo do produto. Em particular, recorreu-se ao *Statistical Office of the European Communities* (EUROSTAT) para a extração de dados relacionados, onde a unidade de medida foi filtrada do seguinte modo: “quilograma por euro”. Esta seleção de dados foi executada para várias categorias de modo a obter um conjunto de dados sobre o impacto de cada atividade (desporto, educação, restauração, etc.). Seguidamente, é proposto um método para a elaboração deste projeto adaptado a um aplicação da banca, que se divide em quatro fases, que passam pela implementação de uma biblioteca, construção e integração de uma calculadora, desenvolvimento de gráficos ilustrativos e gestão de erros. Por fim, é apresentada uma planificação do trabalho, acompanhado de um mapa de Gantt, onde se pode observar o cronograma das várias tarefas envolvidas no projeto.

Após a planificação, o próximo passo enquadrou-se no implementar do projeto, entendendo-se que a aplicação financeira fornecida pela empresa partilha o mesmo código fonte entre duas aplicações de bancos distintas, embora pertencendo ao mesmo grupo de bancos. Devido a esta particularidade, foi necessário adaptar o tema da pegada de carbono a duas aplicações apresentadas consoante os termos: aplicação A e aplicação B.

Palavras-chave

Ambiente, Android, banca, calculadora, cálculo, categorização, ciclo de vida, compras, emissões de carbono, estilo de vida, Eurostat, pegada de carbono, transações.

Cálculo da Pegada de Carbono a partir de Transações Bancárias

Abstract

Carbon footprint is a term used to describe the quantity of carbon dioxide and equivalents gas emissions (methane, nitrous oxide, hydrofluorocarbons, perfluorocarbons and SF₆) that are caused directly or indirectly by an activity or are accumulated over the product's life cycle. Although the carbon footprint is only an estimation, there are several online calculators dedicated to this calculation. Most calculators do the carbon footprint calculation after the user answers a questionnaire about their lifestyle. Questionnaires like this can become a little exhausting, since the user's answer ends up being based on an estimation, unless the user makes the exact calculations, which consecutively ends up consuming even more of time.

The solution that this project offers is to develop a method of tracking the carbon footprint from the purchases made by the user. This project aims to make people aware of their carbon footprint by raising the awareness of them based on their consumption. So, a study was carried out around economic and environmental data in order to understand the relationship between CO₂ emissions and the cost of the product. EUROSTAT was used to extract related data, where the unit of measurement was filtered as: "kilogram per euro". This selection of data was carried out for various categories in order to obtain a set of data on the impact of each activity (sport, education, catering, etc.). In this report, a method is proposed for the elaboration of this project adapted to a banking application, it is divided into four phases, which go through the implementation of a library, construction and integration of a calculator, development of illustrative graphics and a debug phase. Finally, is presented a work plan, with a Gantt map, where it is possible to observe the schedule of the various tasks involved in the project.

After planning, the next step was to implement the project, understanding that the financial application provided by the company shares the same source code between two different bank applications, although they belong to the same group of banks. Due to this particularity, it was necessary to adapt the carbon footprint theme to two applications presented according to the terms: application A and application B.

Keywords

Andoird, bank, calculation, calculator, carbon footprint, categorization, environment, Eurostat, life cycle, lifestyle, shopping, transactions.

Cálculo da Pegada de Carbono a partir de Transações Bancárias

Conteúdo

1	Introdução	1
1.1	Caracterização da Empresa	1
1.2	Contexto de Trabalho	2
1.3	Descrição do Problema	3
1.4	Organização do Documento	3
2	Estado da Arte	5
2.1	Introdução	5
2.2	Pegada de Carbono	5
2.3	Cálculo da Pegada de Carbono	6
2.3.1	Dados de Gastos Digitais	7
2.3.2	Dados Económico-Ambientais	8
2.4	Exemplos de Aplicações	11
2.4.1	Doconomy DO BLACK	12
2.4.2	Svalna	12
2.4.3	Deutsche Bank - GreenR	14
2.4.4	Joro	14
2.4.5	My Carbon Action	15
2.4.6	Nordea Mobile e Nordea Wallet	15
2.4.7	Análise	16
2.5	Conclusão	17
3	Método Proposto	19
3.1	Introdução	19
3.2	Abordagem Proposta	19
3.2.1	Fase 1 – Biblioteca	19
3.2.2	Fase 2 – Calculadora PC	20
3.2.3	Fase 3 – Grafismo	22
3.2.4	Fase 4 – Depuração	23
3.2.5	Fase 5 – Escrita do Relatório	23
3.3	Planificação do Trabalho	23
3.4	Conclusão	25
4	Implementação e Resultados	27
4.1	Introdução	27
4.2	Tecnologias e Ferramentas Usadas	27
4.3	Implementação	28
4.3.1	Criação do Módulo	29
4.3.2	Criação da Base de Dados	30
4.3.3	Transações	32

Cálculo da Pegada de Carbono a partir de Transações Bancárias

4.3.4	Execução dos Cálculos	32
4.3.5	Guardar Dados em Cache	33
4.3.6	Criação de Ícones	35
4.3.7	Gráficos <i>PieChart</i> e <i>LineChart</i>	37
4.3.8	Notificações	44
4.3.9	Visão Global	47
4.4	Resultados	48
4.4.1	Resultados da Aplicação do Banco A	49
4.4.2	Resultados da Aplicação do Banco B	52
4.4.3	Comparação de Resultados	54
4.5	Conclusão	55
5	Conclusão	57
5.1	Introdução	57
5.2	Conclusões Principais	57
5.3	Trabalho Futuro	58
	Bibliografia	59

Lista de Figuras

2.1	Design da aplicação Revolut.	8
2.2	Dados económico-ambientais em kg CO ₂ eq/€.	10
2.3	Dados económico-ambientais em kg CO ₂ eq/€.	11
2.4	Design da aplicação Doconomy.	12
2.5	Design da aplicação Svalna [And20].	13
2.6	Representação esquemática do funcionamento da aplicação Joro. Dados retirados de [Sop20].	14
2.7	Design da aplicação My Carbon Action.	15
2.8	Design das aplicações do banco Nordea.	16
2.9	Funcionamento do Índice de Åland.	16
3.1	Mockup dos gráficos <i>pie chart</i> , à esquerda e <i>line chart</i> , à direita.	22
3.2	Plano de Trabalho – Agenda.	24
3.3	Plano de Trabalho – Mapa de Gantt.	25
4.1	Criação do módulo android.	29
4.2	Módulo criado.	30
4.3	Ícone base criado para representar a pegada de carbono.	35
4.4	Ícone desenvolvido para a aplicação do banco A, onde à direita está o par de ícones cor de rosa antes do clique e durante o clique e à esquerda o par de ícones castanhos antes do clique e durante o clique.	36
4.5	Representação do botão da pegada de carbono em comparação os botões já existentes na aplicação do banco A.	36
4.6	Ícone desenvolvido para a aplicação do banco B.	36
4.7	Representação do botão da pegada de carbono em comparação os botões já existentes na aplicação do banco B.	37
4.8	Representação dos gráficos <i>PieChart</i> com a pegada de carbono em quilogramas de CO ₂ no seu interior. À direita está o <i>PieChart</i> da aplicação banco A e à esquerda o <i>PieChart</i> da aplicação do banco B.	39
4.9	Conjunto de cores utilizadas para cada uma das categorias de cada aplicação.	40
4.10	Demonstração de como é realizado a adição de um novo idioma à aplicação.	41
4.11	Representação dos gráficos <i>LineChart</i> , à direita é apresentado o gráfico da aplicação do banco A e à esquerda o gráfico da aplicação do banco B.	43
4.12	<i>Print screen</i> do dispositivo móvel que demonstra as notificações.	45
4.13	Página <i>web</i> informativa, podendo ser consultada em https://f4kp3gokzpaavpx11ub28a-on.driv.tw/WebCF/	47
4.14	<i>Print screen</i> do total de classes existentes no projeto.	48
4.15	Demonstração do menu.	49
4.16	Demonstração de ecrã de movimentos.	49
4.17	Ecrã de detalhes de uma transação.	49

Cálculo da Pegada de Carbono a partir de Transações Bancárias

4.18	<i>Print screen</i> do ecrã que exhibe um <i>pie chart</i> e um <i>recycler view</i> da aplicação do banco A.	50
4.19	Demonstração do gráfico <i>line chart</i> com o eixo horizontal em dias.	51
4.20	Demonstração do gráfico <i>bar chart</i> com o eixo horizontal em meses.	51
4.21	Demonstração de seleção de um intervalo temporal na aplicação.	51
4.22	Demonstração do ecrã de definições e do <i>website</i> de informações relacionadas com a pegada de carbono.	51
4.23	Demonstração do menu.	52
4.24	Ecrã da lista de movimentos.	52
4.25	Ecrã de detalhes de uma transação.	52
4.26	Ecrã que mostra um <i>pie chart</i> de categorias e a pegada de carbono em cada categoria.	53
4.27	Ecrã que mostra um <i>pie chart</i> de categorias após um clique numa categoria.	53
4.28	Apresentação da lista de categorias após um clique e um <i>scroll</i>	53
4.29	Ecrã que exhibe um <i>line chart</i> representado a pegada de carbono.	53
4.30	Exibição de um gráfico de barras represento a pegada de carbono de cada mês.	53
4.31	Apresentação do calendário que permite uma seleção da data inicial e final.	53

Lista de Tabelas

2.1	Correlações entre a dimensão ambiental e económica por 100g de alimento.	9
3.1	Dados de pegada de carbono em quilograma por euro, por categoria. . . .	20

Cálculo da Pegada de Carbono a partir de Transações Bancárias

Lista de Excertos de Código

4.1	Incluir o módulo em <code>settings.gradle</code>	29
4.2	Adicionar o módulo como dependência em <code>build.gradle</code>	29
4.3	Ficheiro JSON.	30
4.4	Leitura do ficheiro JSON.	30
4.5	Colocar os dados do ficheiro JSON na tabela.	31
4.6	Excerto de código que faz a comparação entre as categorias.	32
4.7	Excerto de código da função que calcula a pegada de carbono por cada transação.	33
4.8	Excerto de código da função que calcula o total da pegada de carbono.	33
4.9	Armazenar dados em cache.	34
4.10	Carregar os dados armazenados em cache.	34
4.11	Dependências necessárias para o uso da biblioteca <code>MPAndroidChart</code>	37
4.12	Excerto de código que adiciona dados ao <i>PieChart</i>	38
4.13	Excerto de código que exibe a métrica em quilogramas de CO ₂	39
4.14	Excerto de código do ficheiro de cores.	40
4.15	Excerto de código java que define um nome e uma cor a uma categoria.	40
4.16	Excerto de código que agrupa e organiza os valores da pegada de carbono consoante o dia.	41
4.17	Excerto de código que agrupa os valores da pegada de carbono consoante o mês do ano.	42
4.18	Excerto de código que caracteriza os eixos dos X's e Y's.	42
4.19	Excerto de código para obter um conjunto de datas de um intervalo de tempo.	43
4.20	Excerto de código para implementação de notificações.	44
4.21	Excerto de código desenvolvido para a alteração de idioma do texto.	46

Cálculo da Pegada de Carbono a partir de Transações Bancárias

Lista de Acrónimos

AAR	<i>Android Archive</i>
AMS	<i>Application Management Services</i>
API	<i>Application Programming Interface</i>
APK	<i>Android Package</i>
AWS	<i>Amazon Web Services</i>
BCP	Banco Comercial Português
COICOP	Classificação do Consumo Individual de acordo com o Propósito
CRM	<i>Customer Relationship Management</i>
CRUD	<i>Create, Read, Update, and Delete</i>
DGS	Direção Geral de Saúde
ERSE	Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos
EUROSTAT	<i>Statistical Office of the European Communities</i>
GEE	Gases com Efeito de Estufa
HTML	<i>HyperText Markup Language</i>
iOS	<i>iPhone Operating System</i>
JSON	<i>JavaScript Object Notation</i>
LCA	<i>Life Cycle Assessment</i>
OS	<i>Operating System</i>
PC	Pegada de Carbono
USEEIO	<i>United States Environmentally-Extended Input-Output</i>
VPN	<i>Virtual Private Network</i>
XML	<i>Extensible Markup Language</i>

Cálculo da Pegada de Carbono a partir de Transações Bancárias

Capítulo 1

Introdução

Este projeto enquadra-se na unidade curricular de “Projeto de Dissertação ou de Estágio em Engenharia Informática” do segundo ano de mestrado de Engenharia Informática. Neste é apresentado o percurso do estágio na empresa ITSector desde o processo de integração no ambiente de trabalho até à explicação detalhada do projeto desenvolvido.

O foco deste projeto é calcular a pegada de carbono de cada indivíduo através de uma aplicação da banca. A calculadora de pegada de carbono é uma ferramenta que permite medir o impacto das atividades de cada um, em quantidade de dióxido de carbono produzido pela queima de combustíveis fósseis. Já a pegada corresponde à massa de Gases com Efeito de Estufa (GEE) produzidos para apoiar o estilo de vida de uma pessoa, isto inclui: transportes, a dieta habitual, o tamanho da habitação, a eletricidade utilizada, entre outros. No entanto as pegadas de carbono são difíceis de calcular com exatidão devido à escassez de dados existentes [You20]. Contudo, as transferências bancárias e pagamentos podem ser consideradas um método de rastreio da pegada de carbono, precisamente por armazenarem um conjunto de dados sobre uma compra. Portanto, o projeto apresenta uma solução de contagem da pegada de carbono aplicada às transações bancárias de uma forma *user friendly*. As contribuições deste trabalho são um estudo do estado da arte do cálculo da pegada de carbono, da aplicabilidade desse cálculo numa aplicação da banca e da unidade de medida a ser apresentada. O seguinte capítulo está dividido em quatro secções, a secção 1.1 faz uma breve introdução à empresa ITSector, a secção 1.2 apresenta o contexto de trabalho durante o estágio, a secção 1.3 descreve o problema em que o projeto irá focar e a secção 1.4 apresenta a organização do documento, capítulo por capítulo.

1.1 Caracterização da Empresa

A ITSector foi fundada em 2005 no Porto e é uma empresa de desenvolvimento de software que trabalha com clientes de várias áreas de negócio com especial incidência no setor da banca e dos seguros. Hoje já possui escritórios em Bragança, Braga, Aveiro, Castelo Branco, Lisboa, Angola, Polónia, Grécia, Turquia, Roménia e Berlim.

Com especialização no setor financeiro, a empresa desenvolve plataformas móveis e soluções de internet, trabalhando com clientes como: Millennium Banco Comercial Português (BCP), Banco Atlântico, Standart Bank, Banco Montepio, Caixa Geral de Depósitos entre outros. Além destes, a empresa ainda possui inúmeros outros projetos a nível internacional como em: Marrocos, Macau, Canadá, Uganda, África do Sul, Rússia, Brasil, Dinamarca, França, entre outros.

As áreas-chave da ITSector são a transformação digital e inovação, soluções de crédito, aplicações de gestão e aplicações móveis, fornecendo uma manutenção contínua com su-

Cálculo da Pegada de Carbono a partir de Transações Bancárias

porte ao negócio, *Customer Relationship Management* (CRM) e marketing digital, entre outros. A empresa tem experiência em projetos de transformação digital, integrando a plataforma *omnichannel* do *ebankIT* em clientes nacionais e internacionais, isto é, *Internet Banking*, *Mobile Banking*, *Watch Banking*, *TV Banking*, *Kiosks*, etc. Relativamente às soluções mobile, estas podem ser divididas em dois conjuntos, que são aplicações nativas (*iPhone Operating System* (iOS) e Android) onde a empresa fornece plataformas para equipamentos como *smartphones*, *smartwatches* e *tablets* e aplicações híbridas onde é desenvolvida uma solução para todos os sistemas operativos (Android, iOS & MAC *Operating System* (OS) e Windows) [ITS20]. As soluções de créditos abrigam toda a gestão de um crédito, desde a definição do produto, simulação, propostas, contratação, análise e gestão de dívidas em sistemas multicanal e ainda incluem uma equipa responsável por contratos *Application Management Services* (AMS) e gestão de *outsourcing*. Para além dos projetos nas áreas das finanças e crédito, a empresa ainda possui várias equipas de desenvolvimento para outros projetos que incluem clientes como: AstraZeneca, Medinfar, Lusíadas Saúde, Mota Engil, Amorim Revestimentos, Ministério do Ambiente, entre outros.

Em dezembro de 2020 a empresa ITSector foi adquirida pelo Grupo ALTEN, considerada líder mundial em Consultoria e Engenharia Tecnológica. O Grupo ALTEN desenvolve projetos de investigação para empresas líderes em todos os setores industriais, a nível mundial.

1.2 Contexto de Trabalho

Numa situação normal o contexto de trabalho seria em *open space*, de modo a promover a partilha e comunicação entre os colaboradores, pois este ramo exige trabalho de equipa, no entanto, devido à pandemia do COVID-19, a empresa adotou o tele-trabalho. Assim os colaboradores trabalham todos em casa com o seu computador de modo a manter o distanciamento social recomendado pela Direção Geral de Saúde (DGS).

Antes de inicializar o estágio, a ITSector propôs à escolha do aluno quatro academias, nomeadamente de Android, iOS, .Net e REACT. Estas têm o intuito de integrar o estagiário na empresa e no ambiente de trabalho, onde o colaborador conhece os colegas e as tecnologias que a empresa utiliza. Optou-se pela realização da academia Android, que teve início a 26 de outubro e terminou a 20 de novembro. No decorrer da academia foram elaborados dois cursos da plataforma Udacity, o primeiro denominado de “*Android Basics: User Input*” e o segundo “*Android Application Development*”. Após o término do primeiro curso foram desenvolvidas duas pequenas aplicações, uma contabilizava a pontuação de um jogo e outra tinha como objetivo a criação de um *quiz*. No fim da realização dos cursos foi pedido aos estagiários que elaborassem uma aplicação de filmes, onde a base de dados dos filmes seria obtida através de um serviço e o utilizador poderia ver os cartazes dos filmes dependendo da categoria que escolhesse: *top rated*, mais populares ou favoritos. Ao clicar no cartaz o utilizador via os detalhes dos filmes, como o seu *rank*, data de lançamento, descrição, comentários e o respetivo trailer.

Cálculo da Pegada de Carbono a partir de Transações Bancárias

No último dia da academia, houve uma reunião entre os orientadores da academia, um membro dos recursos humanos e um estagiário, onde foi dada uma avaliação sobre todo o desenvolvimento na academia. Terminada a academia, os estagiários foram integrados em equipas diferentes de trabalho, ficando numa equipa de cerca de 18 pessoas, todas a trabalhar para a mesma aplicação de uma entidade bancária.

1.3 Descrição do Problema

A pegada de carbono está associada ao consumo do ser humano, à indústria e à produção de alimentos com fertilizantes. Ao longo dos anos, o homem foi capaz de utilizar os recursos da terra para viver em sociedade pelo mundo fora, onde já existem sete biliões de pessoas e este número tende a crescer. As cidades abrangem cada vez uma maior área, abrem-se novos negócios, constroem-se mais fábricas, o ser humano viaja cada vez mais e com maior frequência. Assim, existe um maior consumo de bens e serviços diariamente que, conseqüentemente, produzem um peso ambiental, gerando poluição. Lembrando que cada passo da fabricação de um produto tem uma interação com o meio ambiente, pois um produto é fabricado, transportado, empacotado, vendido e posteriormente descartado. Como tal, é necessário criar soluções para continuar a existir uma boa qualidade de vida sem prejudicar tanto o meio ambiente.

Para reduzir a pegada de carbono é necessário medir o impacto, entender os dados quantitativos e avaliar vários cenários possíveis. Existem várias formas de reduzir os impactos repensando na gestão dos territórios, como por exemplo a iluminação das cidades, utilizando energia renovável, partilhando o meio de transporte, reciclando, etc [Equ20].

Este projeto tem como objetivo dar a conhecer às pessoas a sua pegada de carbono e o impacto que têm no planeta, consciencializando-as a partir dos custos e consumos, precisamente porque o volume de carbono pode não ser visível no presente, mas é no futuro.

1.4 Organização do Documento

De modo a descrever o trabalho que foi elaborado, este documento encontra-se organizado da seguinte forma:

1. O capítulo 1 – **Introdução** – aborda o tema do projeto desenvolvido, a caracterização da empresa, o contexto de trabalho, a descrição do problema e a respetiva organização do documento;
2. O capítulo 2 – **Estado da Arte** – apresenta uma revisão da literatura sobre o tema tratado neste trabalho, assim como uma comparação das diferentes soluções já existentes para o cálculo da pegada de carbono;
3. O capítulo 3 – **Método Proposto** – descreve a abordagem proposta, organizada em fases e a planificação do projeto, com metas e objetivos a cumprir.

Cálculo da Pegada de Carbono a partir de Transações Bancárias

4. O capítulo 4 – **Implementação e Resultados** – apresenta as ferramentas utilizadas para a elaboração do projeto, relata as várias etapas envolvidas na construção deste e mostra os resultados finais;
5. O capítulo 5 – **Conclusão** – apresenta as conclusões principais retiradas na elaboração deste projeto bem como algumas ideias para um trabalho futuro relacionado com o tema.

Capítulo 2

Estado da Arte

2.1 Introdução

Este capítulo pretende apresentar aplicações que visam calcular a pegada ecológica através do consumo, recorrendo a transferências bancárias. A secção 2.2 explica brevemente o que é uma pegada de carbono, a secção 2.3 faz referência a vários estudos executados a calculadoras de pegada de carbono e explica como elas funcionam, esta secção é dividida em duas subsecções 2.3.1 e 2.3.2, onde é explicado a relação dos pagamentos de um utilizador ao controlo ambiental e a relação da emissão de CO₂ em quilograma por euro, respetivamente. A secção 2.4 dá exemplos de aplicações que se assemelham com o projeto em questão. Por fim, na secção 2.5 é apresentada uma conclusão sobre o tema abordado.

2.2 Pegada de Carbono

A pegada de carbono é um termo, muito utilizado, relacionado com as alterações climáticas e para ajudar a entender o verdadeiro significado deste conceito foi realizada uma revisão da literatura. O livro [WMO8] fala inicialmente da definição de Wackernagel explicando que a pegada de carbono corresponde a uma certa quantidade de emissões de gases que provocam as alterações climáticas e são associadas à produção e às atividades de consumo humanas [WR98]. No entanto esta definição não especifica de que gases é que se trata, surgindo a dúvida se o autor se refere a todos os gases baseados em carbono ou se podem ser também aqueles cujo as moléculas não possuem carbono, como por exemplo o óxido nitroso. Contudo, é proposto a seguinte definição: “A pegada de carbono é a quantidade de emissões de dióxido de carbono que é causado direta ou indiretamente por uma atividade ou é acumulado ao longo do ciclo de vida de um produto.” O motivo pelo qual os autores de [WMO8] apenas incluem o dióxido de carbono é porque algumas substâncias são mais difíceis de quantificar e outras não possuem o carbono na sua composição molecular.

Em [Mut15], é relatado que [WKW11] argumenta que com a inclusão de apenas o dióxido de carbono na definição de pegada de carbono, provoca-se uma lacuna na gestão do cálculo. Ainda [WKW11] prefere utilizar o termo ‘CO₂ equivalentes’ podendo ser representado com [CO₂e] ou [CO₂eq], que inclui seis gases: o dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, hidrofluorcarbonos, perfluorocarbonos e SF₆. Também é relatado que esta é a unidade mais comum para calcular o resultado da pegada de carbono [WKW11].

Resumindo, a pegada de carbono, é uma metodologia criada para o cálculo da emissão de equivalentes de carbono emitida na atmosfera por um indivíduo, atividade, evento, empresa ou organização. A rotina de cada pessoa acaba por gerar emissões atmosféricas

Cálculo da Pegada de Carbono a partir de Transações Bancárias

de gases do efeito estufa e, para uma melhor percepção da quantidade, esses gases podem ser convertidos em medidas de equivalentes de carbono [CO₂eq] [Equ20].

Finalmente, é importante distinguir que a emissão de carbono pode ser direta ou indireta. O conceito de emissões diretas é descrito como as emissões que pertencem ou são controladas pela própria entidade. Emissões indiretas são aquelas que são consequência das atividades da própria entidade, mas ocorrem em fontes pertencentes ou controladas por outra entidade [Wor].

2.3 Cálculo da Pegada de Carbono

É possível fazer uma estimativa de qual é o tamanho da pegada de carbono de um indivíduo através de alguns *websites* e aplicações móveis que realizam esse cálculo, sendo que alguns deles apresentam resultados mais precisos que outros.

Num caso de estudo realizado às calculadoras de pegada ambiental (e.g. “EPA”, “Global Footprint”, “Terraopass”, “Calli Huella C” e “CO₂CERO”) verificou-se que a maioria das calculadoras disponíveis *online* são direcionadas a uma única entidade particular, determinando como cada indivíduo contribui para a geração de gases com efeito de estufa [GMR⁺20]. Em outro estudo realizado a cerca de 20 calculadoras de pegada ambiental concluiu-se que apesar de ser promovida a consciencialização pública sobre as emissões de carbono, são encontradas muitas variações entre os dados de *input* e *output*, bem como entre os fatores de conversão. As calculadoras não fornecem informação suficiente ou quase nenhuma sobre os métodos e estimativas utilizados no cálculo e essa falta de transparência nos *websites* e aplicações móveis dificulta a tomada de decisão na introdução dos dados pedidos e na credibilidade. Seria mais vantajoso promover uma maior clareza e precisão de dados nas várias aplicações [AGJS⁺20]. Por outro lado, em 2018 foi realizado um estudo sobre como envolver as pessoas no uso de calculadoras e orientar o consumo. Para tal, foram examinadas 10 calculadoras e entrevistados 6 fabricantes para estudar os recursos da calculadora e as expectativas e experiência dos fabricantes. O estudo revelou que muitas calculadoras visam fornecer suporte a longo prazo de modo a promover o frequente uso da aplicação e os fabricantes esperam que os utilizadores interiorizem o conhecimento, reflitam sobre o consumo e tomem medidas para diminuir a sua pegada ambiental [SMYN19].

Assim, é de destacar que a maioria das calculadoras de carbono disponíveis na internet são direcionadas a um cálculo da pegada de carbono individual e algumas pedem a introdução de muitos dados específicos que podem confundir o utilizador. As questões realizadas pelas calculadoras costumam ser semelhantes a:

- “Qual a quantidade de carne que consome por semana?”;
- “Que tipo de carne consome?”;
- “Quantos quilómetros conduz por semana?”;
- “Quantos kWh de eletricidade gasta?”.

Cálculo da Pegada de Carbono a partir de Transações Bancárias

Estas perguntas acabam por ser muito cansativas de responder, dando a sensação que a aplicação é um pouco “agressiva”, no sentido em que se perde muito tempo a responder a perguntas onde a resposta é baseada numa estimativa. A não ser que o utilizador realize os cálculos exatos, o que consecutivamente também consome demasiado tempo.

2.3.1 Dados de Gastos Digitais

Com a rápida predominância de *smartphones* cada vez há uma maior predominância do uso de aplicações móveis nos vários setores, incluindo no setor da banca, várias são as transferências bancárias que o cidadão comum realiza no dia a dia através de uma aplicação móvel [GLL⁺20]. Devido a estas transferências, os bancos armazenam uma grande quantidade de dados de pagamento, acabando por oferecer um bom conjunto de informações, como: local de compra, tipo de compra, data e hora, permitindo realizar uma descrição dos padrões de comportamento do utilizador/cliente [WYT⁺18]. Deste modo, faz sentido adicionar um controlador ambiental a uma aplicação direcionada à banca, de modo a que o utilizador consiga rastrear o seu impacto ambiental de uma forma *user friendly* e pouco agressiva, no sentido em que não terá de responder a nenhum questionário sobre o seu estilo de vida.

Muitas aplicações bancárias já categorizam os pagamentos efetuados nas várias lojas, isto é, no caso da aplicação “Revolut”, uma aplicação financeira que permite fazer transferências e pagamentos em vários países, se for efetuada uma compra num serviço de restauração (e.g., Mc Donald’s), esta já indica que o utilizador realizou uma transferência bancária num restaurante como se observa na figura 2.1a. Consecutivamente, também é possível observar os movimentos de conta por categoria como ilustra a figura 2.1b. Além da categorização automática que ajuda a controlar os gastos financeiros do cliente, esta também permite estabelecer um limite por categoria, a figura 2.1c demonstra que o utilizador ativou o limite de transações para os setores de compras, restauração e viagem [Rev20]. Estas funcionalidades acabam por ser uma mais valia caso a aplicação pretenda adicionar um controlador de emissões de CO₂, pois será possível aplicar uma estimativa das emissões a cada categoria.

Cálculo da Pegada de Carbono a partir de Transações Bancárias

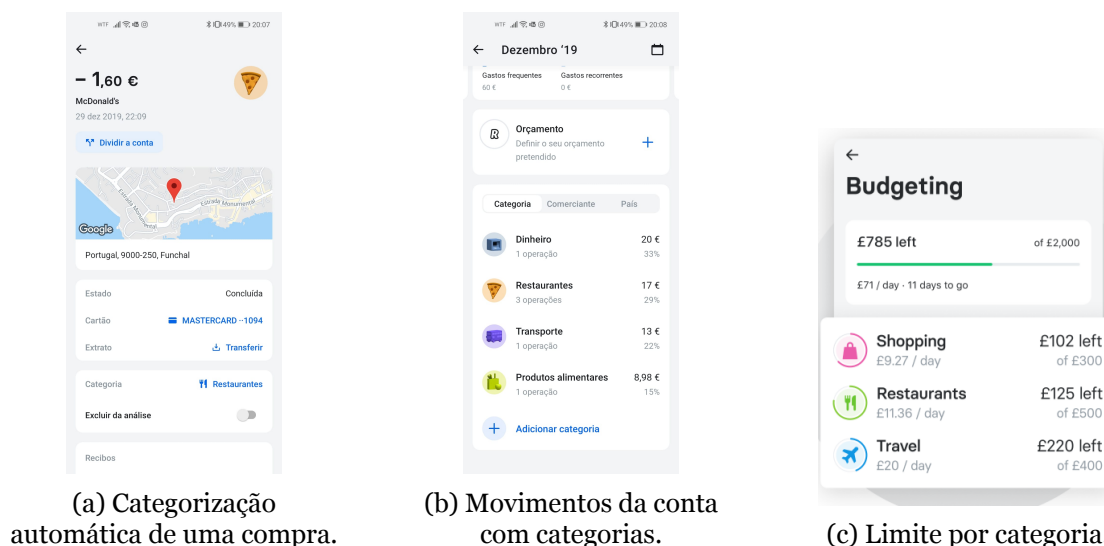


Figura 2.1: Design da aplicação Revolut.

Um artigo de 2019 relata um estudo realizado a 31 calculadoras de pegada de carbono com o objetivo de entender quais os parâmetros/variáveis mais importantes. Os resultados mostraram que todas as calculadoras recolhem informação sobre o uso de energia em casa, 97% sobre transportes, 87% sobre transportes aéreos, 42% das calculadoras recolhem informação sobre alimentos e 16% sobre água/esgoto. Também foram identificadas categorias adicionais incluindo lixo e reciclagem, compras, saúde, educação e atividades de lazer[MMDD19]. Assim pode-se afirmar que as categorias consideradas mais relevantes são: a eletricidade/energia da habitação, transportes, transportes aéreos e consumo de água canalizada. Percebendo a categorização automática das compras resta entender qual o melhor método de relacionar as emissões de CO₂ ao valor das transações.

2.3.2 Dados Económico-Ambientais

Existe uma relação entre a qualidade do produto e o preço dos produtos em todos os setores da economia, esta secção tem como objetivo estudar a relação existente entre: preço e produto.

Começando pela categoria de alimentos, em [MSVD14] é relatado que os produtos com maior custo têm um impacto ambiental maior. O estudo revela ainda que o preço é compatível com a sustentabilidade do produto, pois a produção de produtos alimentares de origem animal, como carne e peixe, provoca um maior impacto ambiental do que a produção de frutas e legumes. Segundo um estudo realizado à dieta francesa com relação à dimensão ambiental e económica, as emissões de gases com efeito de estufa foram positivamente associadas ao preço por quilograma [MSVD14]. Na tabela 2.1 é possível observar que os alimentos de origem animal têm maior custo e maior impacto ambiental que os alimentos de origem vegetal. A tabela 2.1 compara o preço em dólares por quilograma com as emissões de equivalentes de CO₂ em gramas por 100 gramas de produto.

Cálculo da Pegada de Carbono a partir de Transações Bancárias

Alimentos	Preço (\$/kg)	gCO ₂ eq/100g
Para todos os alimentos	6.33	224
Laticínios	9.70	457
Alimentos com amido	3.14	133
Frutas e vegetais	3.52	92.6
Pratos mistos e sanduíches	7.93	346
Carne, peixe e ovos	17.0	604
Alimentos ricos em gordura/sal/açúcar	6.3	225
Gorduras e condimentos	4.57	171

Tabela 2.1: Correlações entre a dimensão ambiental e económica por 100g de alimento.

Dados retirados de [MSVD14].

Os valores apresentados acima destinam-se apenas a produtos alimentares e segundo [MMDD19] todo este conjunto de dados enquadrar-se apenas na categoria de “alimentos”. Ainda se verificou na secção 2.3.1 que os bancos apesar de extraírem uma boa quantidade de informação sobre os pagamentos realizados com cartão não têm acesso à fatura e aos produtos exatos comprados pelo cliente. No entanto, foi comprovada a relação de preço e sustentabilidade na categoria de “alimentos”.

Para obter dados em diferentes categorias recorreu-se ao EUROSTAT. O Gabinete de Estatísticas da União Europeia (Eurostat) é a organização estatística da Comissão Europeia que produz dados estatísticos para a União Europeia e promove a harmonização dos métodos estatísticos entre os estados membros. Os cálculos são feitos a partir dos dados recolhidos pelas autoridades estatísticas [Eur20]. É possível obter resultados de vários tipos de dados calculados através de várias unidades de medida. Nesta dissertação optou-se por aplicar os seguintes filtros para avaliar o impacto ambiental das diversas atividades económicas.

Filtração de dados:

- **Dado:** Dióxido de carbono
- **Unidade de medida:** Quilograma por euro, preços atuais
- **Ano:** 2016, 2017, 2018
- **Frequência de tempo:** anual
- **País:** Portugal
- **Indicador de contas nacionais:** valor agregado, bruto
- **Categoria:**
 - Atividades de hospedagem e alimentação;
 - Fabricação de produtos alimentares, bebidas e produtos de tabaco;
 - Eletricidade, gás e ar condicionado;
 - Telecomunicações;
 - Fabricação de produtos informáticos, electrónicos e óticos;

Cálculo da Pegada de Carbono a partir de Transações Bancárias

- Fabricação de móveis;
- Fabricação de têxteis, vestuário, couro e produtos relacionados;
- Fabricação de produtos farmacêuticos básicos e preparações farmacêuticas;
- Abastecimento de água, esgoto, gestão de resíduos e atividades de remediação;
- Transporte terrestre e transporte por oleoduto;
- Transporte aéreo;
- Educação;
- Atividades desportivas e de diversão e recreação;
- Postais e correio;
- Aluguer de viaturas e leasing;
- Outras atividades pessoais.

Neste caso específico a base de dados EUROSTAT para certas categorias já possui dados até 2018, enquanto para outras, os dados mais recentes são de 2017, como tal, elaborou-se dois gráficos de comparação de dados de 2016, 2017 e 2018. Devido ao facto de certas categorias atingirem números inferiores a 1 e outras chegarem a 8, construíram-se dois gráficos, onde um abrange as categorias mais poluidoras devido ao peso que têm na atmosfera (ver figura 2.2) e outro com as categorias menos poluidoras com o propósito de facilitar a comparação (ver figura 2.3).

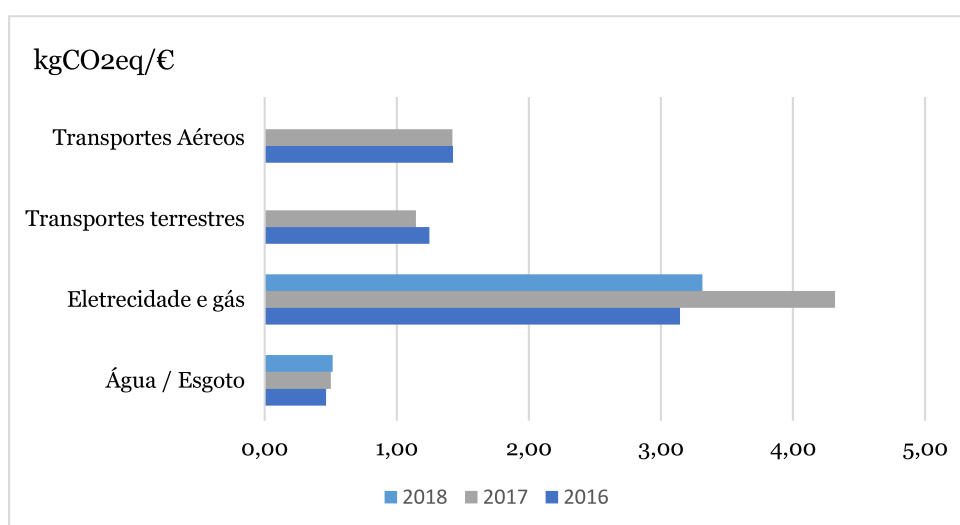


Figura 2.2: Dados económico-ambientais em kg CO₂eq/€.

Fonte: Eurostat (env_ac_aeint_r2)

Cálculo da Pegada de Carbono a partir de Transações Bancárias

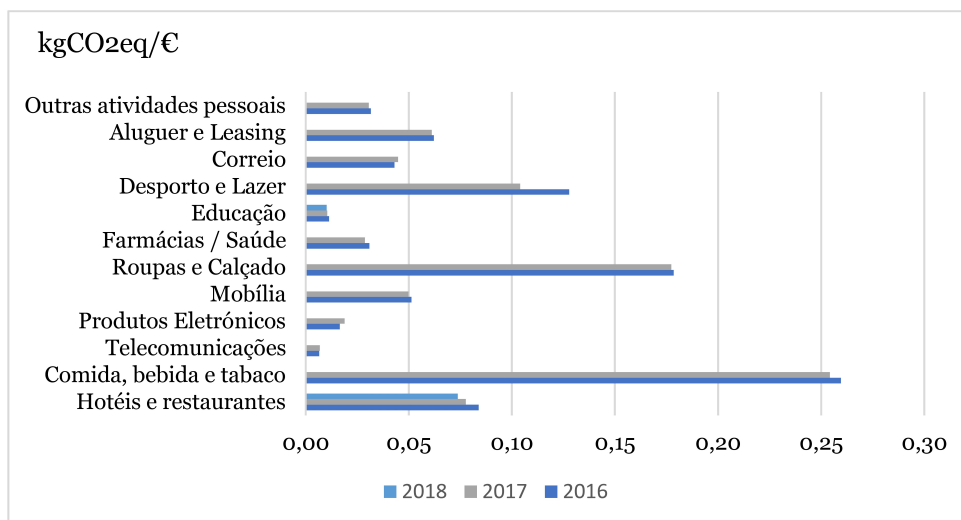


Figura 2.3: Dados económico-ambientais em kg CO₂eq/€.

Fonte: Eurostat (env_ac_aeint_r2)

Através da observação dos gráficos 2.2 e 2.3 pode-se afirmar que a relação entre a quantidade de emissões de CO₂ e equivalentes por euro varia a cada ano. Principalmente nas categorias: "Eletricidade e gás" e "Desporto e lazer" nota-se uma oscilação entre os valores correspondentes ao ano de 2016 e 2017. Isto acontece porque, relativamente à categoria Eletricidade e gás as tarifas e preços para a eletricidade são fixados anualmente pela Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos (ERSE), ou seja, existe uma diferença nos preços anualmente [ERS20]. No entanto, os preços não variam apenas na área da eletricidade, variam em todas as categorias, logo é normal existir valores diferentes de emissões de CO₂ por euro para cada ano.

Com a análise dos gráficos 2.2 e 2.3, entende-se ainda que no setor das necessidades básicas do quotidiano, como: eletricidade, água, gás e comida, existe um maior impacto ambiental. Observa-se ainda que os setores que provocam um menor impacto ambiental são as telecomunicações, os produtos eletrónicos, a educação e a saúde, atingindo valores quase nulos (inferiores a 0.05). Outro fator importante é que apesar dos filtros de dados incluírem os anos de 2016, 2017 e 2018, poucas foram as categorias que possuíam dados de 2018, apenas no setor da educação, eletricidade, água e restauração é que foi possível obter dados mais recentes.

2.4 Exemplos de Aplicações

Há aplicações que calculam a pegada de carbono através de certas variáveis específicas, de uma forma *user friendly* monitoram e consciencializam as pessoas através dos seus gastos de um modo fácil, prático e sem grandes questionários.

Várias aplicações além de realizarem um cálculo do impacto ambiental também incluem recursos interativos para aprimorar o envolvimento do utilizador [BBHA20].

Existem certas aplicações que se assemelham ao tema do projeto em questão, as subsecções 2.4.1, 2.4.2, 2.4.3, 2.4.4, 2.4.5 e 2.4.6 descrevem algumas dessas aplicações.

Cálculo da Pegada de Carbono a partir de Transações Bancárias

2.4.1 Doconomy DO BLACK

Doconomy é uma aplicação bancária que estima as emissões de gases de efeito de estufa do utilizador. Esta aplicação funciona em conjunto com um cartão de crédito *mastercard* que é considerado o primeiro que impõe um limite de transações ao utilizador, não pelo gasto monetário mas sim pelo peso da sua pegada de carbono. A aplicação tem um sistema de categorização das compras automático, por exemplo se o utilizador fez uma compra na categoria da eletrónica, a aplicação atribui a mesma estimativa de emissões de CO₂, independentemente do que foi comprado (telemóvel, tablet ou computador) [Doc20]. A figura 2.4 demonstra o design da aplicação.

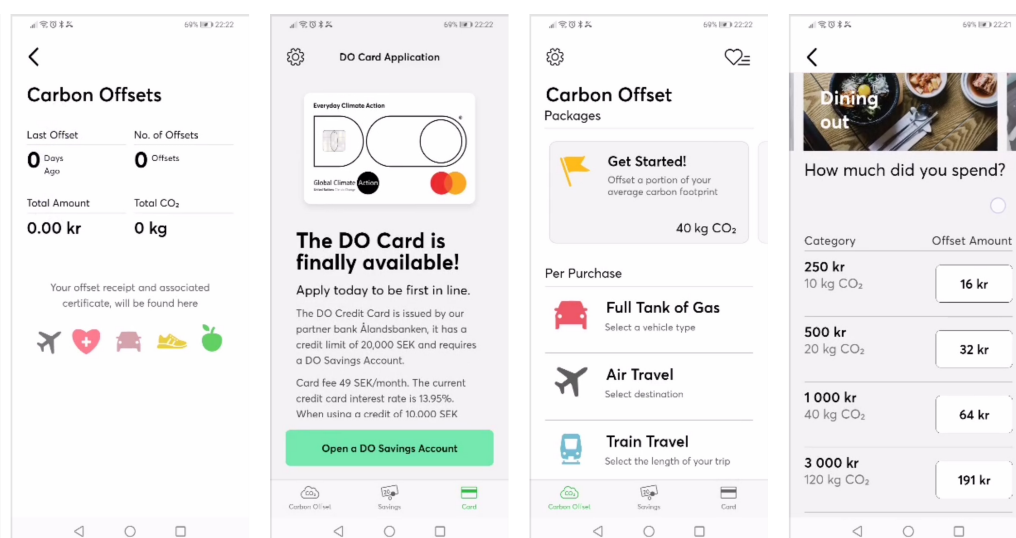


Figura 2.4: Design da aplicação Doconomy.

2.4.2 Svalna

Svalna é uma aplicação desenvolvida na Suécia que estima as emissões de gases de efeito de estufa dos utilizadores, que também tem a possibilidade de ser associada à conta bancária, acabando por ter acesso às transações. Estas transações são classificadas de acordo com uma versão modificada do esquema de Classificação do Consumo Individual de acordo com o Propósito (COICOP), ou seja, a cada transação é associada uma categoria. Contudo, os utilizadores ainda têm a possibilidade de classificar as transações que não são classificadas pelo sistema [And20]. Além do referido, a aplicação ainda tem bastante interação com o utilizador, perguntando, por exemplo, se o mesmo é omnívoro ou vegetariano, onde os omnívoros são questionados sobre o tipo de carne que consomem e os vegetarianos sobre a quantidade de laticínios. A figura 2.5 ilustra o design da aplicação em questão.

Cálculo da Pegada de Carbono a partir de Transações Bancárias



Figura 2.5: Design da aplicação Svalna [And20].

Foi realizado um estudo sobre o uso desta aplicação e o seu impacto no comportamento dos utilizadores. Os participantes deste estudo foram questionados sobre: o uso frequente da aplicação, o que os fez mudar de atitude ou quais as alturas em que pensaram no impacto causado ao meio ambiente e ainda se confiavam na aplicação para o fornecimento de dados bancários. Porque, como Svalna é uma aplicação independente de qualquer banco, tem de pedir um acesso especial aos dados bancários do utilizador e por se tratar de uns dados sensíveis, podem existir utilizadores que não confiem na segurança de Svalna.

Neste estudo, os participantes atribuíram um número numa escala de 1 (não, de todo) a 5 (sim, completamente) a cada questão. Em 147 participantes, apenas 2 afirmam ter utilizado a aplicação mais de 10 vezes num mês, a maioria (52) revelam ter utilizado entre 1 ou 2 vezes, 48 afirmaram nunca ter utilizado, 24 de 3 a 5 vezes e 18 de 5 a 10 vezes. Em 127 diferentes participantes, 48 atribuíram nível 3 de confiança, apenas 6 afirmaram não confiar e 5 confiar completamente. O resto dos participantes dividiram-se entre os níveis 2 e 4.

Relativamente à eficácia da aplicação, 120 participantes foram questionados sobre que tipo de comportamento foi alterado no seu quotidiano, as opções eram semelhantes a: “penso mais no meu impacto ambiente quando vou às compras”, “aprendi mais”, “uso frequentemente a aplicação”, “agora penso mais no meu impacto ambiental que antes” e “comecei a fazer coisas diferentes para reduzir a minha pegada”. O que prevaleceu mais foram as respostas “agora penso mais no meu impacto ambiental que antes” e “comecei a fazer coisas diferentes para reduzir a minha pegada” [BBHA20].

Em suma, pode-se concluir que, como esta aplicação exige uma grande interatividade, são poucos os utilizadores que dariam um uso diário à mesma. No entanto, se um utilizador for alertado sobre o seu impacto ambiental acaba por ter mais consciência sobre o assunto e tende a alterar os hábitos de consumo.

Cálculo da Pegada de Carbono a partir de Transações Bancárias

2.4.3 Deutsh Bank - GreenR

Deutsh Bank, um banco alemão, também lançou um protótipo de uma aplicação que ajuda os clientes a ver a pegada ambiental e a economizar dinheiro. A aplicação tem o nome de GreenR, que além de verificar a pegada de carbono ainda traduz os seis meses anteriores num relatório com os dados da quantidade de dióxido de carbono que foi produzido.

GreenR faz propostas ao utilizador tais como: reduzir o consumo de carne, comprar mais produtos locais ou mudar o seu meio de transporte para um menos poluente, como a bicicleta. Além de alertar o utilizador, a aplicação também oferece a opção de compensar a sua pegada investindo em projetos ambientais [Dim20].

2.4.4 Joro

Esta aplicação é gerida por um algoritmo denominado de “*carbonizer*”, que converte os dados dos gastos para a pegada de carbono de cada um, utilizando dados de consumo e gastos em nível nacional.

A aplicação conecta-se aos dados das transações do utilizado através da *Plaid* Application Programming Interface (*API*), traçando um vínculo direto entre as compras do utilizador e a sua pegada de carbono o que permite que o utilizador não tenha a necessidade contínua de inserir dados sobre o seu estilo de vida.

Para estimar o impacto de uma compra, a aplicação associa as informações sobre a compra a um conjunto de dados divididos em várias categorias retiradas de uma fonte rigorosa. Após a transação, a compra é categorizada automaticamente e o valor da transação é multiplicado pelo valor da emissão de CO₂ em quilogramas por dólar. A imagem 2.6 demonstra a amarelo o conjunto de passos efetuados para a realização do cálculo da pegada de carbono após uma compra, a branco as fontes de dados, a laranja os dados extra que podem ser associados à aplicação e a verde a estimativa resultante da pegada de carbono do utilizador [Sop20].

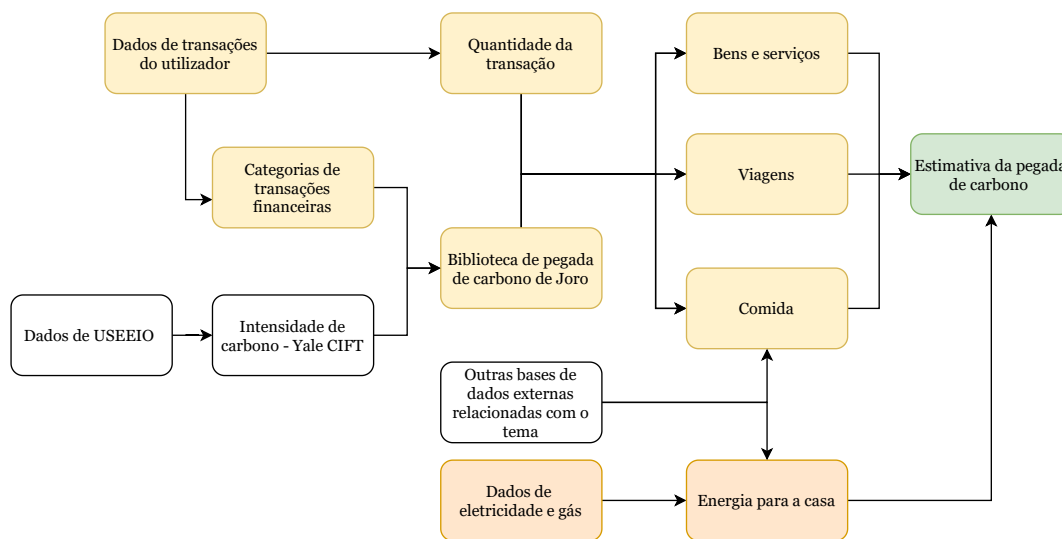


Figura 2.6: Representação esquemática do funcionamento da aplicação Joro. Dados retirados de [Sop20].

Cálculo da Pegada de Carbono a partir de Transações Bancárias

Por exemplo, caso a aplicação do banco identifique que o utilizador realizou uma compra num loja de roupa, o algoritmo identificará a categoria vestuário e multiplicará o valor da compra pelo respetivo valor de quilogramas de CO₂ por dólar [Sop20].

2.4.5 My Carbon Action

My Carbon Action é fornecido pelo serviço financeiro *Enfuze* que calcula a pegada de carbono através dos gastos registados na conta bancária do utilizador, esta é baseada num método de cálculo válido designado de *Life Cycle Assessment* (LCA) o cálculo leva em consideração os impactos ambientais de todo o ciclo de vida de um produto, desde a extração da matéria-prima, passando pela fabricação e transporte até ao uso e descarte[Enf], a figura 2.7 demonstra o design da aplicação.

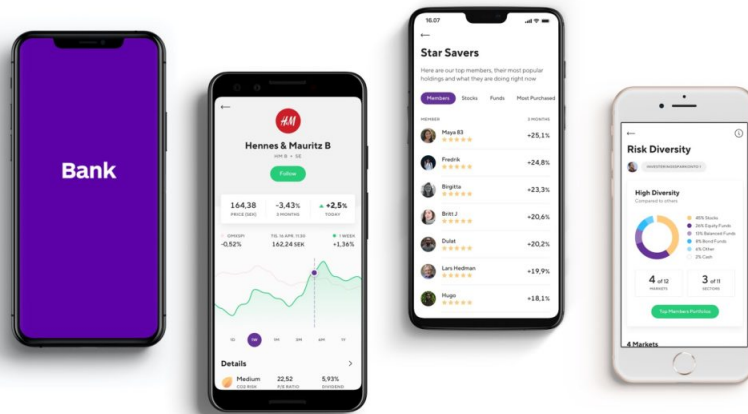


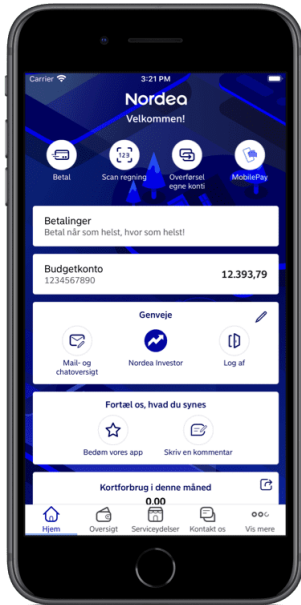
Figura 2.7: Design da aplicação My Carbon Action.

2.4.6 Nordea Mobile e Nordea Wallet

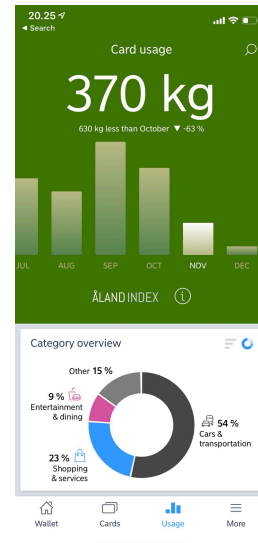
Nordea é um banco nórdico, um dos maiores bancos da Escandinávia [And20], que também oferece um serviço de cálculo de pegada de carbono individual. Os clientes deste banco têm a possibilidade de acompanhar o seu impacto de CO₂ através dos seus gastos. Os dados de emissões de CO₂ são baseados no Índice de Åland desenvolvido pelo banco finlandês Åland, que à semelhança das aplicações anteriores, efetua uma estimativa do impacto das compras realizadas com um cartão de pagamento.

Mais uma vez o cálculo é baseado em categorias como: transporte, viagens, restaurantes, compras e mantimentos, ou seja, nunca se baseando em produtos individuais, não só por não estarem disponíveis, mas também porque seria muito invasivo da parte do banco ter acesso a todas as compras de cada cliente [Joh20] [Nor20]. As figuras 2.8a e 2.8b ilustram o design das aplicações *Nordea Mobile* e *Nordea Wallet* respetivamente.

Cálculo da Pegada de Carbono a partir de Transações Bancárias



(a) Design da aplicação Nordea Mobile.



(b) Design da aplicação Nordea Wallet.

Figura 2.8: Design das aplicações do banco Nordea.

2.4.7 Análise

Com a análise das aplicações, revelou-se que as aplicações dos bancos Doconomy e Nordea utilizam o mesmo serviço para o cálculo da pegada de carbono. Este é um serviço *cloud* chamado de Índice de Åland, desenvolvido em 2015, podendo ser aplicado a qualquer tipo de transação financeira. Esta solução pode ser integrada através de uma API baseada num serviço *cloud* da *Amazon Web Services* (AWS), sem necessitar de qualquer tipo de dado confidencial do utilizador, garantindo escalabilidade, resiliência e a segurança exigida pelos participantes do mercado financeiro.

A figura 2.9 ilustra o funcionamento deste serviço integrado numa aplicação da banca. Após o utilizador efetuar uma compra, é atribuída uma categoria a esta e é executada uma correspondência entre as categorias da aplicação do banco e do índice de Åland. Por fim, com a ajuda deste índice é efetuado o cálculo da pegada de carbono. Além deste cálculo, o serviço ainda oferece acesso a uma plataforma de compensação climática, onde são fornecidas sugestões de mudanças de comportamento e compensação da pegada de carbono.

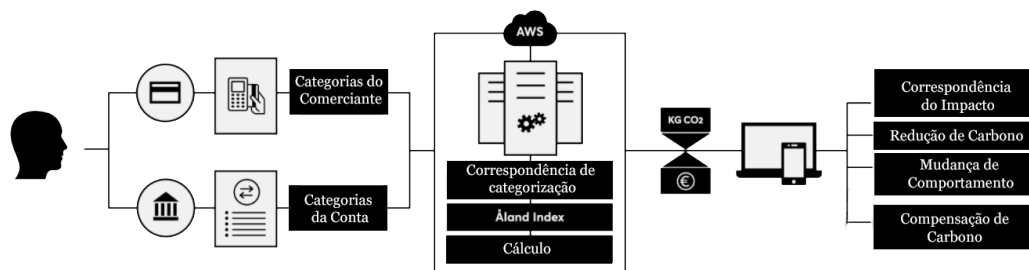


Figura 2.9: Funcionamento do Índice de Åland.

Cálculo da Pegada de Carbono a partir de Transações Bancárias

Por outro lado, a aplicação Joro, para a extração de dados semelhantes (quantidade de kg CO₂eq/\$) gerou a sua própria biblioteca com a ajuda dos dados da *United States Environmentally-Extended Input-Output* (USEEIO) e de estudos da universidade de Yale. Já a aplicação Svalna efetua o cálculo da pegada de carbono através do sistema de categorização COICOP, o cálculo é efetuado em gCO₂/SEK, onde 'SEK' representa a coroa sueca.

Com esta análise, é de notar que a maioria das aplicações de cálculo de pegada de carbono mencionadas neste capítulo, recorrem a um sistema de categorização das compras e efetuam o cálculo com a ajuda de uma biblioteca ou base de dados fidedigna.

2.5 Conclusão

Neste capítulo foram estudadas várias calculadoras de pegada ambiental, chegou-se à conclusão que a melhor forma de controlar as transações e pagamentos é através de um sistema de categorização automática das transações bancárias e apresentar o resultado em quilograma de CO₂ por euro gasto. Verificou-se que se uma aplicação tiver uma interação exagerada com o utilizador, baseada em questões e tomadas de decisão, essa aplicação poderá ser muito pouco utilizada, pois o utilizador tende a ficar confuso, ainda mais se o resultado mudar drasticamente quando o *input* é ligeiramente diferente.

Foram descritas algumas aplicações de cálculo de pegada ambiental associadas a contas bancárias bem como o seu sistema de funcionamento. Chegou-se à conclusão que todas as aplicações seguem um método semelhante, classificando os locais de compra por categorias e multiplicando o valor da transação pelo seu correspondente valor em emissões de CO₂, sendo esse valor extraído de uma base de dados fidedigna nacional. Toda a pesquisa elaborada neste capítulo serviu para traçar os próximos passos deste projeto.

Cálculo da Pegada de Carbono a partir de Transações Bancárias

Capítulo 3

Método Proposto

3.1 Introdução

Este capítulo pretende apresentar a metodologia proposta para a elaboração do projeto. A secção 3.2 está dividida em fases, descrevendo os vários passos a serem executados para o desenvolvimento do projeto. O trabalho será realizado num ambiente controlado e organizado com reuniões diárias. A secção 3.3 demonstra a planificação de trabalho para o estágio curricular do segundo semestre do segundo ano de mestrado em engenharia informática. Por fim, na secção 3.4 é apresentada uma conclusão sobre o método proposto.

3.2 Abordagem Proposta

A proposta consiste na construção de um serviço que calcule a pegada de carbono do utilizador através dos pagamentos efetuados com o cartão de crédito ou débito na aplicação da entidade bancária. Para tal, é necessário ter conhecimentos a respeito das quantidades de emissões de dióxido de carbono bem como saber quais os produtos mais ou menos poluentes. A partir dos resultados da pesquisa efetuada no capítulo 2 organizou-se um conjunto de dados devidamente distribuídos por diferentes categorias transacionais. Seguidamente, procedeu-se ao design de um projeto embutido numa aplicação móvel da banca. Para o qual foi utilizada a metodologia *scrum*, trabalhando em *sprints* num ambiente controlado. Realizaram-se reuniões de planeamento, encontros diários, revisões e momentos de retrospicção. Segue-se as várias fases para o desenvolvimento do projeto em questão.

3.2.1 Fase 1 – Biblioteca

A primeira fase consiste na construção de uma biblioteca constituída por um conjunto de dados. Com base na análise ao código da aplicação da entidade bancária e em conjunto com o levantamento de informação efetuado no capítulo 2.1 na secção 2.3.2 é possível definir a tabela 3.1. Esta tabela foi pensada de modo a coincidir com as categorias existentes na aplicação da entidade bancária. Como tal, na aplicação existem duas categorias distintas, nomeadamente: "Desporto" e "Lazer" que, de acordo com os valores do gráfico 2.3, correspondem ao mesmo peso de equivalentes de CO₂. Já a categoria de "Mobília e Eletrónica" corresponde à média de: "Produtos Eletrónicos" e "Mobília" definidos no gráfico 2.3.

As categorias em questão estão associadas a um valor de equivalentes de CO₂, este valor está representado na medida de quilogramas por euro, isto é, cada item da categoria tem

Cálculo da Pegada de Carbono a partir de Transações Bancárias

um dado peso de carbono. Lembrando que os valores representados na tabela 3.1 foram extraídos do EUROSTAT, uma base de dados da Comissão Europeia que produz dados estatísticos para a União Europeia. A biblioteca deve ser integrada na aplicação, para poder ser consultada pela mesma, de modo a permitir a realização do cálculo da pegada de carbono.

Categoria	CO₂eq(kg/€)
Mercearias	0,25416
Roupas e Calçado	0,17729
Mobília e Eletrónica	0,034355
Saúde	0,02875
Telecomunicações	0,00680
Educação	0,01015
Desporto	0,10408
Transportes	1,14451
Lazer	0,10408
Hotéis e Restaurantes	0,07380
Vários	3,31482

Tabela 3.1: Dados de pegada de carbono em quilograma por euro, por categoria.

Fonte: Eurostat (env_ac_aeint_r2)

3.2.2 Fase 2 – Calculadora PC

O segundo passo foca-se na implementação da calculadora de Pegada de Carbono (PC) no módulo. A calculadora PC tem como objetivo estimar a pegada de carbono de uma compra efetuada com o cartão de crédito ou débito. Deste modo, é necessário definir um algoritmo que retorne esse valor, para que seja possível obter o impacto das emissões de CO₂ em cada transação. A calculadora PC deve executar o cálculo da seguinte forma:

$$PC = T(€) \times CO_2(kgCO_2eq/€),$$

onde **T** significa “transação” e **CO₂** corresponde às emissões de equivalentes de CO₂ por categoria. O algoritmo deve identificar a transação executada, atribuindo-lhe uma categoria existente na biblioteca, definida na fase 1 (3.2.1) e de seguida multiplicar o valor da compra pelo peso de CO₂eq associado. Assim, é possível definir o algoritmo 1, onde é verificado se o valor da transação efetuada é superior a zero (linha 3), caso seja, percorre-se toda a biblioteca até ser identificada a categoria da compra (linhas 4 e 5). Assim que for encontrada correspondência, o algoritmo 1 executa a multiplicação do preço pela emissão de CO₂ (linha 6). Por fim, é realizada a soma da PC de cada transação para a obtenção da PC total (linha 7). Para concluir, é retornado o valor da PC total (linha 8).

Cálculo da Pegada de Carbono a partir de Transações Bancárias

Algorithm 1 Carbon footprint

```
0: procedure Carbon footprint(transaction, library, footprint, footprinTotal)
1: footprint ← 0
2: footprinTotal ← 0
3: if transaction.getValue > 0 then
4:   for i ← library.size do
5:     if transaction.getCategory() ← library.get(i).getCategory() then
6:       footprint ← transaction.getValue × library.get(i).getValue
7:       footprinTotal ← footprinTotal + footprint
8: return footprinTotal
```

Além do cálculo da PC de cada transação e da PC total, a calculadora deve também efetuar um somatório da PC das transações que estejam associadas à mesma categoria. Este cálculo tem a intenção de mostrar ao utilizador quais os setores que causam um maior impacto ao ambiente, de modo a persuadir o cliente a melhorar o seu estilo de vida de acordo com a sua PC.

De seguida deve ser adicionado um sistema de limite de carbono mensal, isto é, a aplicação deve fornecer ao utilizador um conjunto de opções recomendadas. Isto para ajudar um utilizador que não possua conhecimentos na área da ecologia, consequentemente não conhecendo os registos de emissões de CO₂ *per capita*.

A calculadora PC será a base tanto para o cálculo da pegada de carbono como para o cálculo da aproximação do limite de carbono mensal, para que a aplicação notifique o utilizador. Sabendo o limite estabelecido pelo utilizador, a calculadora PC deve ainda realizar o seguinte cálculo:

$$\text{Resultado}(\%) = 100 - \frac{\text{PegadaCarbonoMensal}(kg) \times 100}{\text{LimiteMensal}(kg)},$$

em que o **Resultado** é o valor em percentagem que resta para atingir o limite de carbono. Contudo, é necessário adicionar um sistema de notificações, que notifique o utilizador sempre que este atingir 85% do limite mensal estabelecido. Ou seja, se o **Resultado** for inferior a 15, é enviada uma notificação ao utilizador indicando a percentagem que resta para atingir o limite de carbono.

Resumindo, a calculadora PC deve efetuar os seguintes cálculos:

1. Pegada de carbono por cada transação;
2. Pegada de carbono total de cada categoria;
3. Pegada de carbono total de um mês;
4. Percentagem de quilogramas de carbono que o utilizador ainda tem até atingir o limite mensal.

Com a integração da calculadora PC na aplicação, o utilizador deve conseguir visualizar o impacto de carbono a cada transação efetuada na consulta dos movimentos da conta. O utilizador deve também ter a possibilidade de estabelecer um limite de quilogramas de CO₂ mensal e ainda receber notificações caso se aproxime desse limite.

Cálculo da Pegada de Carbono a partir de Transações Bancárias

3.2.3 Fase 3 – Grafismo

Após o desenvolvimento da biblioteca e da calculadora, segue-se a fase do desenvolvimento do grafismo da aplicação. O primeiro gráfico a ser elaborado é um *pie chart*, semelhante à figura 3.1 (esquerda), onde o seu propósito é ilustrar as emissões de equivalentes de CO₂ do utilizador dividido nas várias categorias mencionadas na fase 1 (3.2.1). Cada uma destas categorias terá uma correspondência com uma cor específica e um logótipo, estes parâmetros devem ir em conformidade com o design da aplicação da entidade bancária. O valor da pegada de carbono de uma categoria é retirado dos cálculos descritos anteriormente na fase 2 (3.2.2). Este gráfico tem como objetivo mostrar ao cliente em que setor este apresenta uma maior emissão de quilogramas de equivalentes de CO₂.

O segundo gráfico a desenvolver deve ilustrar a aproximação do limite da pegada de carbono mensal, onde os valores necessários para este gráfico são, mais uma vez, retirados dos cálculos efetuados anteriormente na fase 2 (3.2.2). O gráfico deve permitir a escolha do mês que o utilizador pretender verificar, exibir a data corrente e ilustrar esquematicamente a aproximação do limite.

O gráfico deve ser desenvolvido noutra página onde o utilizador terá um *switch* para ativar o limite de pegada de carbono, um *date picker* e um *line chart* com uma linha a definir o valor máximo. Este valor máximo será o limite de pegada de carbono que o utilizador deve tentar não ultrapassar (ver figura 3.1 à direita). Assim que o utilizador estiver a 15% do máximo deve receber uma notificação dizendo que está próximo do limite da sua pegada de carbono. Se o utilizador ultrapassar o máximo deve receber outra notificação informando, precisamente, que ultrapassou o limite da pegada de carbono.

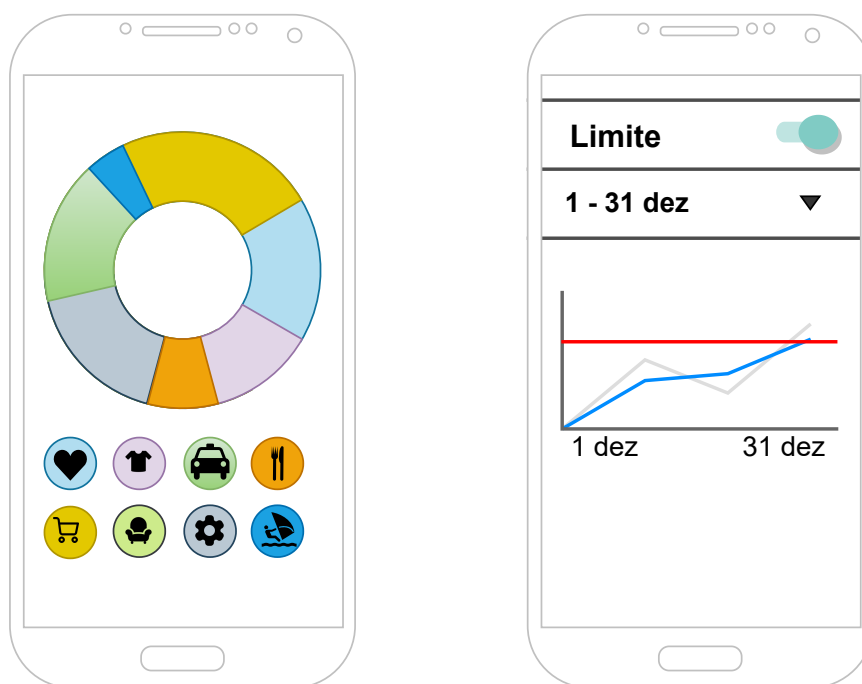


Figura 3.1: Mockup dos gráficos *pie chart*, à esquerda e *line chart*, à direita.

Cálculo da Pegada de Carbono a partir de Transações Bancárias

3.2.4 Fase 4 – Depuração

No fim da integração de cada uma das fases anteriores, poderão surgir alguns erros de programação. Portanto, nesta fase o objetivo é depurar a aplicação, em que as etapas passam por identificar a origem dos possíveis erros e resolvê-los. Para tal, devem ser realizados vários testes à aplicação de modo a verificar se o cálculo da pegada de carbono é executado corretamente. Por outro lado, pode ser necessário ajustar alguns processos e pensar em abordagens diferentes para o seu desenvolvimento e correto funcionamento de cada uma das etapas envolvidas na realização do projeto.

3.2.5 Fase 5 – Escrita do Relatório

Esta fase é dedicada à escrita do relatório, que deve ser desenvolvido durante o decorrer do desenvolvimento do plano de trabalho e do projeto. A escrita do relatório tem como objetivo relatar os vários passos envolvidos no desenvolvimento do projeto, desde a análise e levantamento da informação até à sua implementação e resultados.

3.3 Planificação do Trabalho

O plano de trabalho foi realizado em conjunto com o orientador de estágio/gestor de projeto da ITSector, João Brito, o plano foi todo pensado e desenvolvido na ferramenta Microsoft Project 2016, que é um *software* de gestão de projetos desenvolvido pela Microsoft. No plano é incluído todo o trabalho necessário para a elaboração do projeto, desde o planeamento e *kick off* passando pela análise, levantamento da informação e desenvolvimento até à certificação de qualidade e suporte. Como é possível observar em 3.2, o plano de execução contém uma duração, data de início e data de fim para cada tarefa do projeto. Ainda existe a coluna “*Predecessors*” onde é especificado o sucessor de cada tarefa através do ID.

Ainda em 3.2, é possível verificar que o projeto deve ter uma duração de, aproximadamente, 150 dias, onde os primeiros 5 dias destinam-se à tomada de decisão relativamente ao tema do projeto. De seguida foram atribuídos 25 dias à pesquisa e análise do tema escolhido, mais especificamente: ‘aplicação do cálculo da pegada de carbono numa aplicação da banca’. Foram dados 6 dias ao estudo do *design*, cerca de 29 dias à análise da arquitetura e 58 dias para o desenvolvimento do projeto.

De seguida em 3.3 é representado o mapa de Gantt, onde se pode observar o cronograma das várias tarefas envolvidas no projeto. O mapa ilustra as tarefas cronologicamente distribuídas, com uma data de início a 22 de dezembro e um término a 1 de julho. Também é possível identificar *milestones* representado os pontos mais significativos do projeto, nomeadamente: o desenvolvimento, a integração e a certificação.

Cálculo da Pegada de Carbono a partir de Transações Bancárias

ID	Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors
1		Gestão	138,1 days?	Wed 25/11/20	Wed 16/06/21	
2		Planeamento	1 day?	Wed 25/11/20	Wed 25/11/20	
3		KickOff	1 day?	Wed 25/11/20	Thu 26/11/20	2FS-0,5 days
4		Controlo de projecto	138,1 days	Wed 25/11/20	Wed 16/06/21	
35		Roll Out	1 day?	Wed 19/05/21	Wed 19/05/21	76
36		Close	1 day?	Thu 20/05/21	Thu 20/05/21	35
37		Pegada de Carbono (PC)	148,5 days	Thu 26/11/20	Thu 01/07/21	
38		Analise	25 days	Thu 26/11/20	Wed 06/01/21	
39		Levantamento	25 days	Thu 26/11/20	Wed 06/01/21	
40		Contexto da PC	10 days	Thu 26/11/20	Mon 14/12/20	3
41		Calculo PC	10 days	Mon 14/12/20	Tue 29/12/20	40
42		Exemplos PC	5 days	Tue 29/12/20	Wed 06/01/21	41
43		Design	6 days	Mon 14/12/20	Tue 22/12/20	
44		Desenho gráfico	6 days	Mon 14/12/20	Tue 22/12/20	41SS
45		Arquitectura	28,5 days	Tue 29/12/20	Mon 08/02/21	
46		Biblioteca (lib)	22,5 days	Tue 29/12/20	Fri 29/01/21	
47		Categorias	12,5 days	Tue 29/12/20	Fri 15/01/21	41
48		Definição de relação de medida	10 days	Mon 18/01/21	Fri 29/01/21	47
49		Calculadora PC	6 days	Mon 01/02/21	Mon 08/02/21	
50		Algoritmo para PC	6 days	Mon 01/02/21	Mon 08/02/21	48
51		Desenvolvimento	58 days	Tue 09/02/21	Fri 30/04/21	
52		Lib	24 days	Tue 09/02/21	Fri 12/03/21	
53		Categorias	12 days	Tue 09/02/21	Wed 24/02/21	50
54		Definição de relação de medida	12 days	Thu 25/02/21	Fri 12/03/21	53
55		Lib finalizada	0 days	Fri 12/03/21	Fri 12/03/21	54
56		Calculadora PC	20 days	Mon 15/03/21	Mon 12/04/21	
57		Algoritmo para PC	20 days	Mon 15/03/21	Mon 12/04/21	54
58		Gráfico	46 days	Thu 25/02/21	Fri 30/04/21	
59		Criação de grafismo	6 days	Thu 25/02/21	Thu 04/03/21	53
60		Integrado com a calculadora	6 days	Tue 13/04/21	Tue 20/04/21	57
61		Gestão de Erros	8 days	Wed 21/04/21	Fri 30/04/21	60
62		Integração	25 days	Mon 15/03/21	Mon 19/04/21	
63		Lib	5 days	Mon 15/03/21	Fri 19/03/21	55
64		Integração Lib	0 days	Fri 19/03/21	Fri 19/03/21	63
65		Algoritmo	5 days	Tue 13/04/21	Mon 19/04/21	57
66		Integração Algoritmo	0 days	Mon 19/04/21	Mon 19/04/21	65
67		Certificação	14 days	Thu 29/04/21	Tue 18/05/21	
68		Desenvolvimento	4 days	Thu 29/04/21	Tue 04/05/21	
69		Certificação Dev	4 days	Thu 29/04/21	Tue 04/05/21	61FS-2 days
70		Certificação Dev	0 days	Tue 04/05/21	Tue 04/05/21	69
71		Qualidade	4 days	Wed 05/05/21	Mon 10/05/21	
72		Certificação Qua	4 days	Wed 05/05/21	Mon 10/05/21	69
73		Certificação Qua	0 days	Mon 10/05/21	Mon 10/05/21	72
74		Produção	4 days	Thu 13/05/21	Tue 18/05/21	
75		Certificação Prd	4 days	Thu 13/05/21	Tue 18/05/21	73FS+2 days
76		Certificação Prd	0 days	Tue 18/05/21	Tue 18/05/21	75
77		Suporte	36 days	Tue 11/05/21	Thu 01/07/21	
78		Manutenção	36 days	Tue 11/05/21	Thu 01/07/21	
79		Qualidade	2 days	Tue 11/05/21	Wed 12/05/21	73
80		Produção	30 days	Wed 19/05/21	Thu 01/07/21	76

Figura 3.2: Plano de Trabalho – Agenda.

Cálculo da Pegada de Carbono a partir de Transações Bancárias

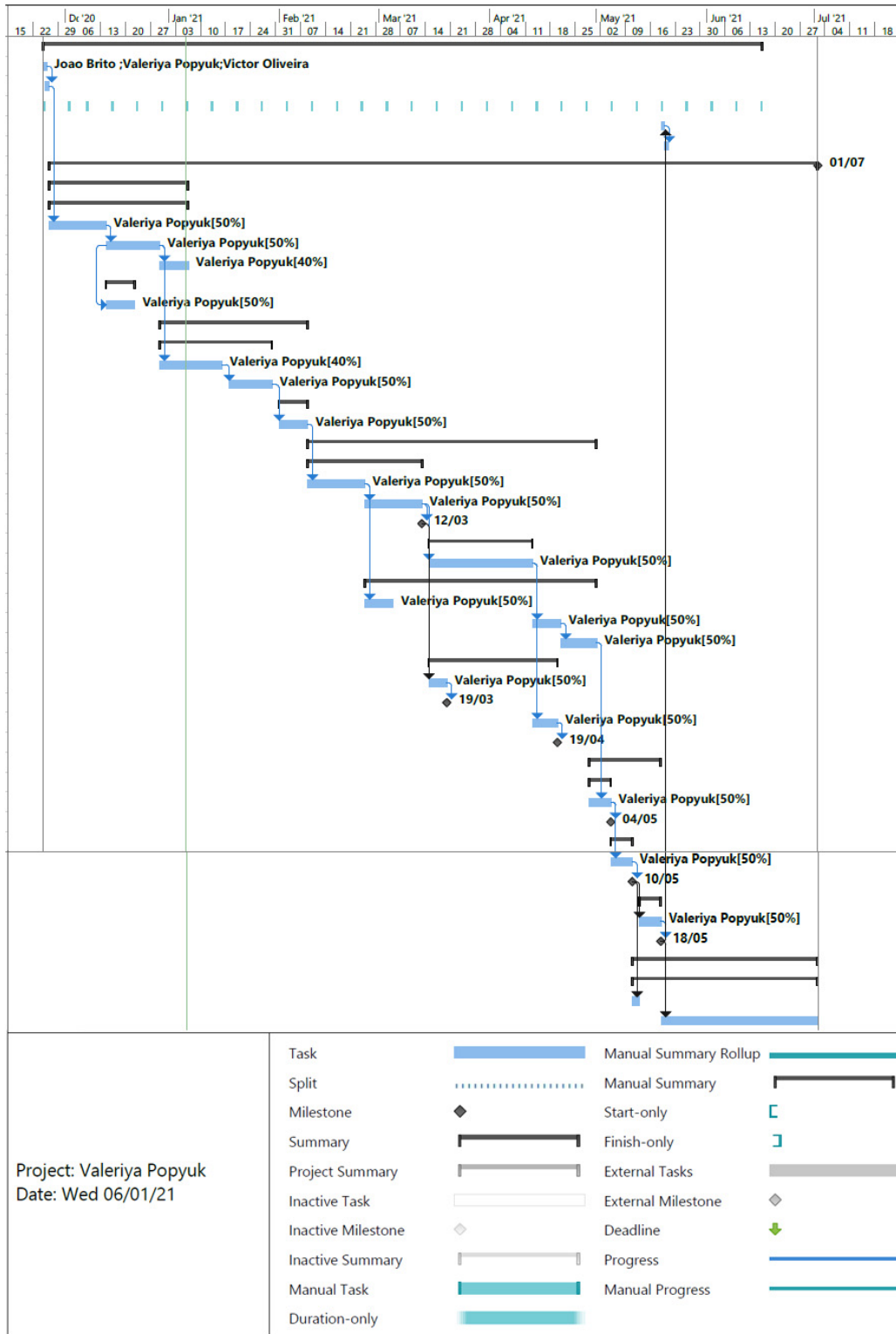


Figura 3.3: Plano de Trabalho – Mapa de Gantt.

3.4 Conclusão

Este capítulo focou-se na abordagem proposta para o desenvolvimento do projeto em questão, explicou-se que foi utilizada a metodologia *scrum*, trabalhando em *sprints* num ambiente controlado. De seguida, foram descritas todas as fases para o desenvolvimento

Cálculo da Pegada de Carbono a partir de Transações Bancárias

do projeto, partindo do desenvolvimento de uma biblioteca, passando pela elaboração de uma calculadora de pegada de carbono e da especificação do *design* e finalizando com a fase de gestão de possíveis erros. Por fim, é apresentado o plano de trabalho, elaborado na ferramenta Microsoft Project 2016 onde é demonstrado o plano de execução em uma tabela com as devidas tarefas e tempos de duração de cada tarefa, bem como um mapa de Gantt.

Capítulo 4

Implementação e Resultados

4.1 Introdução

Este capítulo descreve as tecnologias e ferramentas utilizadas para a elaboração e teste do projeto. A secção 4.2 é dedicada à descrição das tecnologias utilizadas para a comunicação com a equipa e desenvolvimento, design e teste da aplicação. A secção 4.3 explica as várias etapas de desenvolvimento da aplicação. A secção 4.4 demonstra os resultados obtidos. Por fim, a secção 4.5 apresenta as conclusões relacionadas com o capítulo em questão.

4.2 Tecnologias e Ferramentas Usadas

Para o desenvolvimento deste projeto foram utilizadas várias ferramentas, dividindo-se em três grupos, de comunicação, desenvolvimento e teste. As ferramentas de comunicação foram o *Skype*, *Google Meets* e *Teams*, de desenvolvimento foram *Android Studio*, *SQLite*, *Adobe Photoshop*, *Notepad++* e *Google Drive* e de teste foram o *CheckPoint* e *Capsule*. Em baixo está uma breve descrição de cada uma destas ferramentas e o motivo do seu uso neste projeto.

CheckPoint: Para o acesso ao conteúdo restrito da empresa, a ITSector aconselha a instalação do *CheckPoint*, que é um software que inclui uma *Firewall* e permite o acesso à *Virtual Private Network* (VPN) da empresa. Esta ferramenta é utilizada precisamente para aceder a certos *webistes*, com o utilizador de colaborador, e para proteger contra possíveis ataques.

Capsule: Para ser possível testar a aplicação financeira no dispositivo android foi necessário instalar a aplicação móvel *Capsule*. Esta aplicação foi utilizada para executar a conexão à VPN da empresa, para tal, colocou-se o nome do servidor da ITSector e iniciou-se sessão com o utilizador de colaborador.

Android Studio: O *Android Studio* é um ambiente de desenvolvimento integrado para a plataforma android, desenvolvido pela *Google*. Esta ferramenta foi utilizada no desenvolvimento de toda a aplicação.

SQLite: Para a criação da base de dados foi utilizado o *SQLite*. Trata-se de uma base de dados de código aberto, utilizada para efetuar operações do tipo *Create*, *Read*, *Update*, and *Delete* (CRUD) num dispositivo móvel android.

Cálculo da Pegada de Carbono a partir de Transações Bancárias

Notepad++: O *notepad++* é um editor de texto e de código, que suporta várias linguagens, tais como *Python*, *HyperText Markup Language* (HTML), *Extensible Markup Language* (XML) entre outras. Esta ferramenta foi utilizada para o desenvolvimento de um *website* em HTML, de modo a complementar o projeto.

Google Drive: O *Google Drive* é um serviço de armazenamento de arquivos desenvolvido pela Google. Recorreu-se a este serviço para o alojamento de um *website*.

Adobe Photoshop: Recorreu-se também ao *Photoshop* que é um software de edição de imagem desenvolvido pela *Adobe Systems*. Esta ferramenta é muito utilizada, não só para edição e composição de fotos, como também para animação, design gráfico e pintura digital. Neste caso, foi utilizado o *Photoshop CS6* na criação de um ícone para a representação de um botão e no desenvolvimento de alguns *backgrounds* para a aplicação.

Google Meets: Para a marcação de reuniões com a equipa de trabalho, foi utilizado o *Google Meets* que é um serviço de comunicação por videoconferência, desenvolvido pelo *Google*.

Skype: De modo a manter um contacto frequente com os colegas de trabalho, a empresa aconselha o uso do *Skype*, que é um software de comunicação, que permite a realização de chamadas de vídeo e voz, desenvolvido pela *Microsoft Skype Division*. Esta ferramenta foi utilizada para a marcação de reuniões com o supervisor da empresa, colegas de equipa, pessoal dos recursos humanos e também para a participação em eventos interativos organizados pela ITSector, como por exemplo um *escape room online*.

Teams: Recorreu-se também ao *Teams*, que é uma plataforma de comunicação que permite a realização de videoconferência e armazenamento de arquivos, desenvolvida pela *Microsoft*, integrada no pacote *Office 365*, fornecido pela universidade. Esta ferramenta foi utilizada para a marcação de reuniões com o orientador.

4.3 Implementação

Esta secção tem como objetivo relatar todo o desenvolvimento envolvido na aplicação da pegada de carbono numa aplicação financeira.

Para a implementação do projeto foi necessário estudar a aplicação da entidade financeira fornecida pela empresa, esta entidade financeira tem uma particularidade que é o facto de se dividir em dois bancos, um universal e outro destinado a um grupo diferente de clientes. Para proteger a entidade financeira em questão, neste relatório serão utilizadas as terminologias de banco A e banco B. Como tal, existem duas aplicações, uma exclusivamente para o banco A e outra para o banco B, no entanto estas aplicações partilham o mesmo código, apesar de possuírem *designs* e algumas funcionalidades diferentes.

Cálculo da Pegada de Carbono a partir de Transações Bancárias

Isto é possível devido à configuração de variantes do tipo *build*, cujo o objetivo é precisamente criar diferentes versões de uma aplicação móvel num só projeto. As *build variants* são muito utilizadas, por exemplo, quando se pretende desenvolver uma versão paga e outra gratuita, com uma quantidade limitada de conteúdo, da mesma aplicação, com a finalidade de publicar numa plataforma de distribuição digital de aplicações, como a Google Play Store.

4.3.1 Criação do Módulo

A primeira fase da implementação consistiu-se na criação de um módulo do tipo biblioteca, seguindo os seguintes passos: clicando em **File**, posteriormente em **New Module** e selecionando a opção **Android Library** (ver figura 4.1). Uma biblioteca Android pode conter código-fonte, recursos e um manifesto do Android, a diferença é que em vez de ser compilada num *Android Package* (APK), uma biblioteca Android é compilada num ficheiro *Android Archive* (AAR), podendo ser utilizada como uma dependência no gradle com os seguintes excertos de código 4.1 e 4.2. No fim da criação do módulo deve aparecer uma pasta com o nome do módulo fora da pasta da aplicação, como demonstra a figura 4.2.

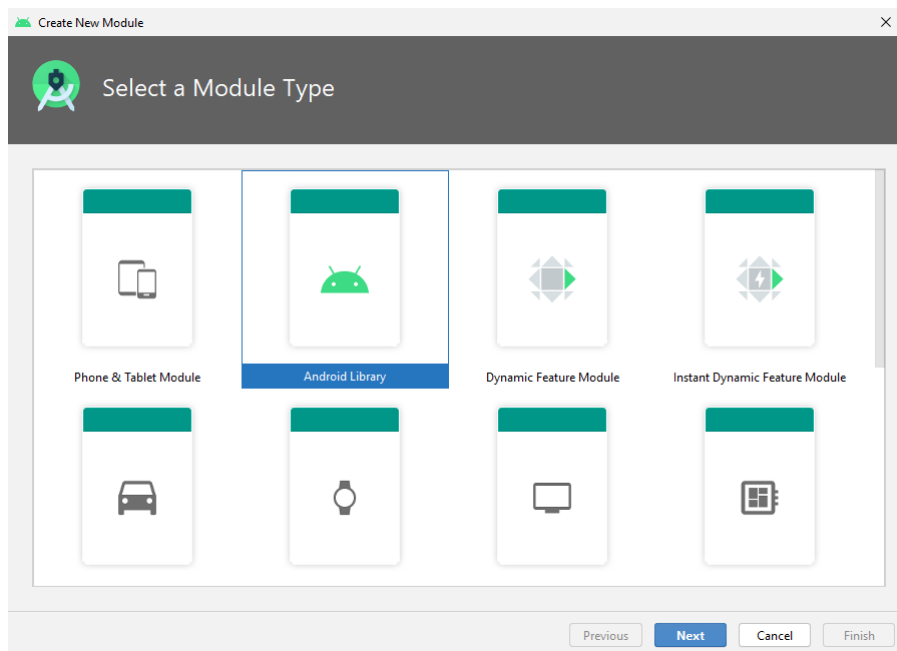


Figura 4.1: Criação do módulo android.

```
include ':app', ':myAndroidLibrary'
```

Código 4.1: Incluir o módulo em `settings.gradle`.

```
dependencies {  
    implementation project(path: ':myAndroidLibrary')  
}
```

Código 4.2: Adicionar o módulo como dependência em `build.gradle`.

Cálculo da Pegada de Carbono a partir de Transações Bancárias

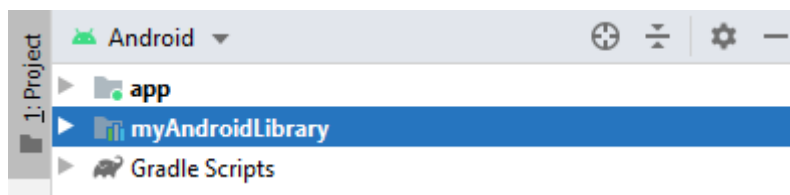


Figura 4.2: Módulo criado.

4.3.2 Criação da Base de Dados

Após a criação do módulo a maioria do código é desenvolvido nesse módulo, começando pela implementação da base de dados. Esta terá uma tabela com os dados referidos em 3.1, para tal foi criado um ficheiro do tipo *JavaScript Object Notation* (JSON), onde é adicionado o nome da categoria, o valor da sua pegada de carbono e o código da categoria como demonstrado no excerto de código 4.3.

```
[
  {
    "category": "groceries",
    "footprint": 0.25416,
    "categoryCode": 1
  },
  (...)
]
```

Código 4.3: Ficheiro JSON.

Posteriormente, criaram-se duas classes denominadas de `DBContract`, onde são inicializadas as strings com os nomes da tabela e das colunas e `DBHelper`, onde é executado o código para a criação e leitura da tabela. Para os dados existentes no ficheiro JSON serem armazenados na base de dados utilizou-se o excerto de código 4.4, onde é executada uma leitura ao ficheiro denominado de `footprint_item` guardado na pasta de recursos e uma conversão dos objetos JSON para `StringBuilder`.

```
private String readJsonDataFromFile() throws IOException {
    InputStream inputStream = null;
    StringBuilder builder = new StringBuilder();

    try{
        String jsonDataString = null;
        inputStream = mRes.openRawResource(R.raw.footprint_item);
        BufferedReader bufferedReader = new BufferedReader(
            new InputStreamReader(inputStream, "UTF-8")
        );
        while ((jsonDataString = bufferedReader.readLine()) != null){
            builder.append(jsonDataString);
        }
    } finally {
        if (inputStream != null) {
            inputStream.close();
        }
    }
}
```

Cálculo da Pegada de Carbono a partir de Transações Bancárias

```
    }  
  }  
  
  return new String(builder);  
}
```

Código 4.4: Leitura do ficheiro JSON.

Para finalmente adicionar os dados à tabela é criada a função `readDataToDb` que recebe uma base de dados. Aqui é criado um `JSONArray` que será preenchido com a string da função anterior (ver excerto de código 4.5).

```
private void readDataToDb(SQLiteDatabase db) throws IOException, JSONException  
{  
  
    final String C_CATEGORY = "category";  
    final String C_FOOTPRINT = "footprint";  
    final String C_CAT_CODE = "categoryCode";  
  
    try{  
        String jsonDataString = readJsonDataFromFile();  
        JSONArray dataItemsJSONArray = new JSONArray(jsonDataString);  
  
        for (int i = 0; i < dataItemsJSONArray.length(); i++) {  
  
            JSONObject dataItemObject = dataItemsJSONArray.getJSONObject(i);  
  
            String category = dataItemObject.getString(C_CATEGORY);  
            double footprint = dataItemObject.getDouble(C_FOOTPRINT);  
            int catCode = dataItemObject.getInt(C_CAT_CODE);  
  
            ContentValues dataValues = new ContentValues();  
  
            dataValues.put(DbContract.DataEntry.COLUMN_CATEGORY, category);  
            dataValues.put(DbContract.DataEntry.COLUMN_FOOTPRINT, footprint);  
            dataValues.put(DbContract.DataEntry.COLUMN_CAT_CODE, catCode);  
  
            db.insert(DbContract.DataEntry.TABLE_NAME, null, dataValues);  
        }  
    } catch (JSONException e) {  
        Log.e(TAG, e.getMessage(), e);  
        e.printStackTrace();  
    }  
}
```

Código 4.5: Colocar os dados do ficheiro JSON na tabela.

Além da tabela descrita anteriormente foi necessário criar mais duas tabelas e as respetivas funções CRUD, uma para guardar os valores da pegada de carbono de cada transação e outra para guardar os valores da pegada de carbono de cada categoria.

Cálculo da Pegada de Carbono a partir de Transações Bancárias

4.3.3 Transações

Após a implementação da base de dados, foi necessário procurar perceber o funcionamento das transações no código da aplicação financeira. Contudo, entende-se que existe um ficheiro do tipo interface que permite obter várias características de uma transação, entre as quais, é possível obter a quantia da transação, a data do movimento e o código da categoria. Uma classe do tipo interface obriga o programador a manter um padrão no projeto, assim sempre que for necessário uma dada característica da transação, essa é chamada sempre pela mesma assinatura. Posto isto, os primeiros passos incidiram na execução de código dedicado aos cálculos da pegada de carbono através das transações financeiras. As subsecções a seguir explicam de forma mais ou menos cronológica o desenvolvimento do projeto desde os cálculos até ao fim dos objetivos.

4.3.4 Execução dos Cálculos

Como o cálculo da pegada de carbono é executado através da multiplicação entre o valor da transação e o valor da pegada de carbono da categoria atribuída a essa transação, foi necessário desenvolver uma classe chamada `Calculator`. Esta classe é constituída por três funções. O excerto de código 4.6 demonstra a primeira função que é do tipo *double* que recebe um inteiro correspondente ao código da categoria da transação e compara esse código com a base de dados correspondente à tabela 3.1, retornando o valor da pegada de carbono dessa categoria.

```
public double compareCategories(int categoryCode) {
    double footCat = 0;
    dbHelper = new DbHelper(context);
    AllData = dbHelper.getAllCategories();

    for (Lib l : AllData) {
        if (l.getCatCode() == categoryCode) {
            footCat = l.getFootprint();
        }
    }
    return footCat;
}
```

Código 4.6: Excerto de código que faz a comparação entre as categorias.

O excerto de código 4.7 demonstra a função que executa o cálculo da pegada de carbono de cada transação. Esta recebe um *double* correspondente à quantia da transação e um *double* correspondente ao valor retornado pela função anterior, no fim, é devolvida a PC reduzida a duas casas decimais.

Cálculo da Pegada de Carbono a partir de Transações Bancárias

```
public String calcFootprint(double amount, double footCat) {
    double footprint = 0;
    footprint = amount * footCat;
    String formattedValue = String.format("%.2f", footprint);
    return formattedValue;
}
```

Código 4.7: Excerto de código da função que calcula a pegada de carbono por cada transação.

A terceira função da classe `Calculator`, demonstrada no excerto de código 4.8, recebe um inteiro correspondente ao código da categoria e duas *Strings* correspondentes à pegada de carbono calculada e à data da transação. Aqui passa-se a *String* da PC para *double* e armazena-se os dados num objeto do tipo `TransactionFootprint` e esse objeto é posteriormente adicionado à base de dados.

```
public void saveCategoryData(int categoryCode, String footprintTransaction,
    String dateOfTransac) {
    TransactionFootprint transactionFootprint = new TransactionFootprint();

    DecimalFormat dF = new DecimalFormat("0.00");
    Number num = 0;
    try {
        num = dF.parse(footprintTransaction);
    } catch (ParseException e) {
        e.printStackTrace();
    }

    double footCategory = num.doubleValue();

    transactionFootprint.setCategoryCode(categoryCode);
    transactionFootprint.setCatFoot(footCategory);
    transactionFootprint.setDateOfTransac(dateOfTransac);

    dbHelper = new DbHelper(context);
    dbHelper.addResults(transactionFootprint);

    (...)
}
```

Código 4.8: Excerto de código da função que calcula o total da pegada de carbono.

4.3.5 Guardar Dados em Cache

De modo a que a aplicação demonstre um bom desempenho, é recomendado guardar um subconjunto de dados em cache de forma temporária, pois o armazenamento em cache permite reutilizar os dados carregados anteriormente. Para tal, foi criada uma classe denominada de `BuildCache`, onde existem as funções `saveData` e `loadData`. A função

Cálculo da Pegada de Carbono a partir de Transações Bancárias

saveData(ver excerto de código 4.9) tem como parâmetros um *context* e uma lista de objetos do tipo *TransactionFootprint*. Nesta função foi utilizado o recurso *SharedPreferences* que tem como função armazenar no dispositivo móvel o devido valor da pegada de carbono por transação. Além disso ainda é armazenado um *long* que representa uma data e hora, sendo esta igual à soma do momento em que os dados foram armazenados com mais de 15 dias, representando assim a data de expiração desses mesmos dados. Pois, a ideia é apagar os dados que estão armazenados há mais de 15 dias.

```
public void saveData(Context context, List<TransactionFootprint>
transactionFootprint){
    SharedPreferences mPrefs = context.getSharedPreferences("Shared Prefs",
        MODE_PRIVATE);
    SharedPreferences.Editor prefsEditor = mPrefs.edit();
    Gson gson = new Gson();
    String json = gson.toJson(transactionFootprint);
    prefsEditor.putString("MyTransactionFootprint", json);
    prefsEditor.putLong("ExpiredDate", System.currentTimeMillis() +
        TimeUnit.DAYS.toMillis(15));
    prefsEditor.apply();
}
```

Código 4.9: Armazenar dados em cache.

A função *loadData*(ver excerto de código 4.10) tem como parâmetros um *context* e retorna uma lista de objetos do tipo *TransactionFootprint*. Esta função tem como objetivo fazer a leitura dos dados armazenados no ficheiro "Shared Prefs" verificando se esses dados foram carregados há menos de 15 dias. Caso essa condição não se verifique os dados armazenados em cache são apagados e são carregados novos dados.

```
public List<TransactionFootprint> loadData(Context context) {
    SharedPreferences prefs = context.getSharedPreferences("Shared Prefs",
        MODE_PRIVATE);
    List<TransactionFootprint> transacFootprints = null;

    if (prefs.getLong("ExpiredDate", -1) > System.currentTimeMillis()) {
        Gson gson = new Gson();
        String json = prefs.getString("MyTransactionFootprint", null);
        Type type = new TypeToken<ArrayList<TransactionFootprint>>() {
        }.getType();
        transacFootprints = gson.fromJson(json, type);
        if (transacFootprints == null) {
            transacFootprints = new ArrayList<>();
        }
    } else {
        dbHelper.deleteOldCache();
        SharedPreferences.Editor editor = prefs.edit();
        editor.clear();
    }
}
```

Cálculo da Pegada de Carbono a partir de Transações Bancárias

```
        editor.apply();  
    }  
    return transacFootprints;  
}
```

Código 4.10: Carregar os dados armazenados em cache.

Além do referido, as `SharedPreferences` foram utilizadas durante todo o projeto para guardar os diferentes estados da aplicação, como por exemplo o estado de um *switch*, isto é, *true* ou *false*. Assim, sempre que o utilizador aceder novamente à aplicação, esta encontrar-se-á no mesmo estado que da última vez que foi executado um início de sessão.

4.3.6 Criação de Ícones

Antes de passar ao desenvolvimento dos gráficos ilustrativos da informação relacionada com a pegada de carbono, foi necessário criar um botão que redireciona o utilizador para estes gráficos. Como explicado anteriormente, este projeto trabalha com duas aplicações financeiras do mesmo grupo de bancos, aplicações essas que, mesmo partilhando código para várias funcionalidades, possuem *designs* diferentes. Devido a esta particularidade foi necessário criar dois ícones distintos para o mesmo botão.

O ícone desenvolvido foi uma folha, cuja coloração resulta de um *degradê* entre um verde claro fluorescente(00e120) e um verde escuro(00601b), com a silhueta de um pé no seu interior, onde a folha representa a natureza e o pé a pegada de carbono deixada na natureza. A figura 4.3 demonstra a ideia inicialmente criada para a representação da pegada de carbono. No entanto, esta teve de sofrer alterações para se encaixar no contexto das aplicações em questão.



Figura 4.3: Ícone base criado para representar a pegada de carbono.

A figura 4.4 ilustra os ícones desenvolvidos para a aplicação do banco A, como este tem diferentes tipos de utilizador, a aplicação também tem duas versões de *design*, uma onde é destacado o cor de rosa, mais precisamente a combinação das cores d1005d e c70058, e outra onde é destacado o castanho, combinado as cores 9d8856 e 958051. Além dos destaques já mencionados, ao testar a aplicação é possível perceber que nos botões, durante o clique do utilizador acontece uma inversão das cores. Por estes motivos foram desen-

Cálculo da Pegada de Carbono a partir de Transações Bancárias

foram desenvolvidas quatro imagens para o ícone do botão que irá redirecionar o utilizador para os *fragments* correspondentes à pegada de carbono do banco A.



Figura 4.4: Ícone desenvolvido para a aplicação do banco A, onde à direita está o par de ícones cor de rosa antes do clique e durante o clique e à esquerda o par de ícones castanhos antes do clique e durante o clique.

Na figura 4.5 é possível observar o botão, correspondente à pegada de carbono, lado a lado com os botões já existentes no *dashboard* da aplicação. Justificando assim as escolhas feitas para o seu desenvolvimento, isto é, a combinação de cores, posicionamento do desenho do ícone, de modo a visualizar-se o respetivo texto e também o desenho de fundo, como observado nos outros botões.



Figura 4.5: Representação do botão da pegada de carbono em comparação os botões já existentes na aplicação do banco A.

Para a aplicação do banco B, o ícone base foi também adaptado de modo a ir em conformidade com o contexto da aplicação (ver figura 4.6). Usou-se a cor azul escura(344563) e ao contrário da figura 4.4 não foi necessário criar uma versão para o antes e durante o clique, pois esse contraste é feito por um recurso desenvolvido na aplicação.



Figura 4.6: Ícone desenvolvido para a aplicação do banco B.

Cálculo da Pegada de Carbono a partir de Transações Bancárias

A figura 4.7 ilustra o ícone desenvolvido para a aplicação que tal como no contexto da aplicação do banco B, foi colocado num círculo.



Figura 4.7: Representação do botão da pegada de carbono em comparação os botões já existentes na aplicação do banco B.

4.3.7 Gráficos *PieChart* e *LineChart*

Com a implementação do botão no código-fonte, o utilizador consegue dirigir-se para a página que possui a informação gráfica sobre a sua pegada de carbono. Para o desenvolvimento desta página foram criadas cinco classes dedicadas à aplicação do banco A e cinco classes semelhantes dedicadas à aplicação do banco B, nomeadamente *GraphsActivity*, *CatAdapter*, *TabsGraphsFragment*, *FirstTabFragment* e *SecondTabFragment*. A primeira classe é uma atividade que hospeda um fragmento constituído por dois separadores, que por sua vez também são fragmentos. Um fragmento é uma parte reutilizável da interface do utilizador, este possui o seu próprio *layout*, processa os próprios eventos de entrada e tem o seu próprio ciclo de vida. Para a sua implementação, foi criado, na pasta de recursos, um ficheiro do tipo XML denominado de *tabs* que possui um *Toolbar*, um *TabLayout* e um *ViewPager*, onde no primeiro é colocado o título do fragmento, no segundo o título de cada separador e no terceiro o conteúdo de cada separador.

Após a implementação dos fragmentos, o primeiro gráfico a ser desenvolvido foi o *PieChart*. Para tal recorreu-se à biblioteca *MPAndroidChart*, começando por adicionar as dependências necessárias no ficheiro *gradle* (ver excerto de código 4.11).

```
allprojects {
    repositories {
        maven { url "https://jitpack.io" }
    }
}

dependencies {
    implementation 'com.github.PhilJay:MPAndroidChart:v3.1.0'
}
```

Código 4.11: Dependências necessárias para o uso da biblioteca *MPAndroidChart*.

Na pasta de recursos foi criado um *layout* para a *view* do *PieChart* que foi inicializada e editada na classe *FirstTabFragment*. Nesta classe além de serem adicionados dados

Cálculo da Pegada de Carbono a partir de Transações Bancárias

ao gráfico é também inicializado um *RecyclerView* com o objetivo de complementar a informação do gráfico.

Sabendo que o gráfico *PieChart* tem como objetivo representar o valor da pegada de carbono das várias categorias da tabela 3.1, cada “fatia da tarte” tem que ter uma cor, um nome da categoria e um valor de CO₂, para tal foi criado um objeto chamado *Category* com esses mesmos parâmetros. Assim foi possível definir não só cada um dos valores do gráfico como também cada item do *RecyclerView*.

O excerto de código 4.12 mostra a função `addDataSet()` onde é inicializado um *ArrayList* de objetos do tipo *PieEntry*. Nesta função são ainda definidos aspetos visuais como o espaçamento entre cada fatia e o conjunto de cores que é composto por um *ArrayList* de *Integers*. Além destes pormenores, na função `onCreateView()` são definidos vários outros parâmetros do gráfico, como a descrição, espessura, animação, entre outros.

```
public void addDataSet() {  
  
    ArrayList<PieEntry> yEntrys = new ArrayList<>();  
    (...)  
  
    for (int i = 0; i < yData.length; i++) {  
        float myFloat = (float) yData[i];  
        yEntrys.add(new PieEntry(myFloat, i));  
    }  
  
    PieDataSet pieDataSet = new PieDataSet(yEntrys, "");  
    pieDataSet.setSliceSpace(20);  
    pieDataSet.setDrawValues(false);  
    pieDataSet.setSelectionShift(0);  
  
    ArrayList<Integer> colors;  
    colors = pieCalc.colors;  
    pieDataSet.setColors(colors);  
  
    PieData pieData = new PieData(pieDataSet);  
    pieChart.setData(pieData);  
    pieChart.invalidate();  
}
```

Código 4.12: Excerto de código que adiciona dados ao *PieChart*.

O *RecyclerView* permite exibir um conjunto de dados em forma de lista e para a sua implementação foi necessário criar um *layout* para a *view* desta lista e outro composto pelas *views* de um item do *RecyclerView*. Relativamente ao código java, foi implementada uma classe chamada de *CatAdapter* com as funções `onCreateViewHolder()`, que é chamada sempre que é necessário criar um novo *ViewHolder*, isto é, um item da lista, uma função `onBindViewHolder()` cujo o objetivo é ligar os dados ao *ViewHolder* e um `getItemCount()` que retorna o tamanho do conjunto de dados, ou seja, o número de itens da lista. Neste caso, o objetivo do *RecyclerView* é exibir os dados do gráfico anteriormente

Cálculo da Pegada de Carbono a partir de Transações Bancárias

criado, assim cada item da lista é composto por um nome de cada categoria, o respetivo valor de CO₂ e um ícone ilustrativo de cada categoria.

Posto isto, a aplicação já tem um gráfico do tipo *PieChart* e uma lista dinâmica representando os dados do gráfico. De modo a tornar a aplicação ainda mais apelativa foram adicionados vários detalhes, diferentes para cada aplicação. Um desses detalhes foi a exibição do somatório da pegada de carbono de todas as categorias no centro do gráfico. Teve-se o cuidado de exibir o resultado na métrica correta, isto é, em quilogramas de CO₂. Assim, para a representação correta da fórmula química do CO₂ foi utilizado código HTML para ajustar corretamente o tamanho do número “2”. No excerto de código 4.13 pode-se observar a inicialização de uma variável do tipo `SpannableString`, que é a mais adequada para fazer alterações gráficas no texto, escreveu-se o texto em HTML, definindo logo um tamanho de letra e posteriormente ajustou-se o número “2” de modo a ficar a baixo da linha, no fim basta adicionar a variável ao `TextView`. A figura 4.8 mostra os dois gráficos criados para cada aplicação com a pegada de carbono no seu interior.

```
SpannableString ss1 = new SpannableString(Html.fromHtml("kgCO<sub size = 2>2</sub>"));
ss1.setSpan(new RelativeSizeSpan(0.6f), 4,5, 0);
textViewTotalForm.setText(ss1, TextView.BufferType.SPANNABLE);
```

Código 4.13: Excerto de código que exibe a métrica em quilogramas de CO₂.

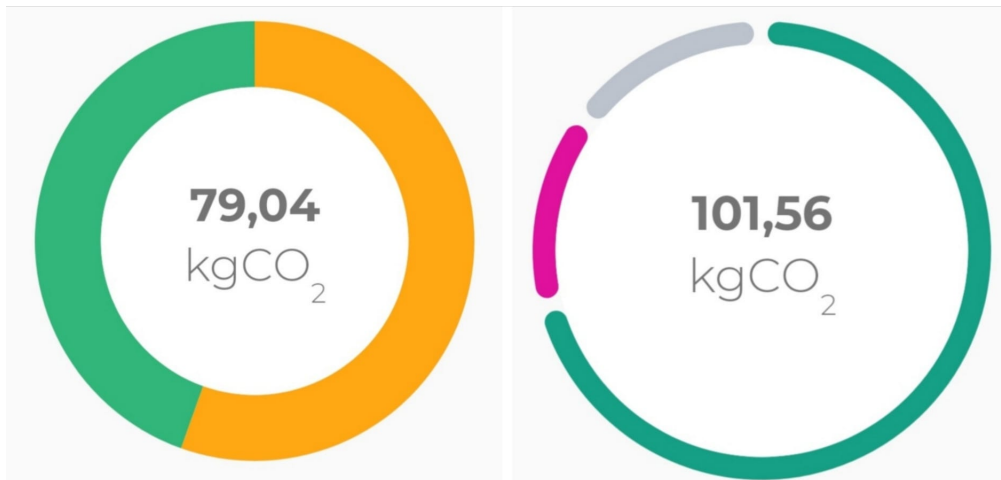


Figura 4.8: Representação dos gráficos *PieChart* com a pegada de carbono em quilogramas de CO₂ no seu interior. À direita está o *PieChart* da aplicação banco A e à esquerda o *PieChart* da aplicação do banco B.

Além do formato do gráfico *PieChart*, as cores das categorias também variam entre a aplicação A e B, a figura 4.9 demonstra as cores utilizadas para cada uma das categorias de cada aplicação. Como tal, foi criado um ficheiro do tipo XML na pasta de recursos do projeto, para armazenar todas as cores utilizadas no desenvolvimento do código (ver excerto de código 4.14). Posteriormente, essas cores são atribuídas no código java, como demonstrado no excerto de código 4.15. À semelhança das cores, foi também criado um ficheiro para armazenar as *Strings* do projeto. Este tipo de ficheiro é vantajoso quando se pretende adicionar outro idioma à aplicação, clicando em *Open Editor* e selecionando um novo idioma(ver figura 4.10), sendo neste caso usada a língua inglesa. Deste modo,

Cálculo da Pegada de Carbono a partir de Transações Bancárias

se o utilizador tiver o idioma do seu dispositivo móvel, em inglês, a aplicação automaticamente modifica o conteúdo para esse idioma. Para ainda uma melhor organização do projeto, foi também criado um ficheiro de *Styles*, onde foram armazenados os estilos de cada *view*, o que permite uma boa coerência ao *design* da aplicação.

```
(...)  
<color name="groceries_m">#FFAC82</color >  
<color name="clothing_shoes_m">#7880AB</color >  
<color name="home_m">#9DCACA</color >  
<color name="furniture_electronics_m">#729193</color >  
(...)
```

Código 4.14: Excerto de código do ficheiro de cores.

```
category.setCatName(R.string.categoryGrocerie);  
category.setColorCat(getResources().getColor(R.color.groceries_m));
```

Código 4.15: Excerto de código java que define um nome e uma cor a uma categoria.





	A	B
Mercearias		
Roupas e Calçado		
Casa		
Móbilis e Eletrónica		
Saúde		
Transportes		
Telecomunicações		
Lazer		
Educação		
Restauração		
Empréstimos e Alugueres		
Vários		
Desportos		

Figura 4.9: Conjunto de cores utilizadas para cada uma das categorias de cada aplicação.

Cálculo da Pegada de Carbono a partir de Transações Bancárias

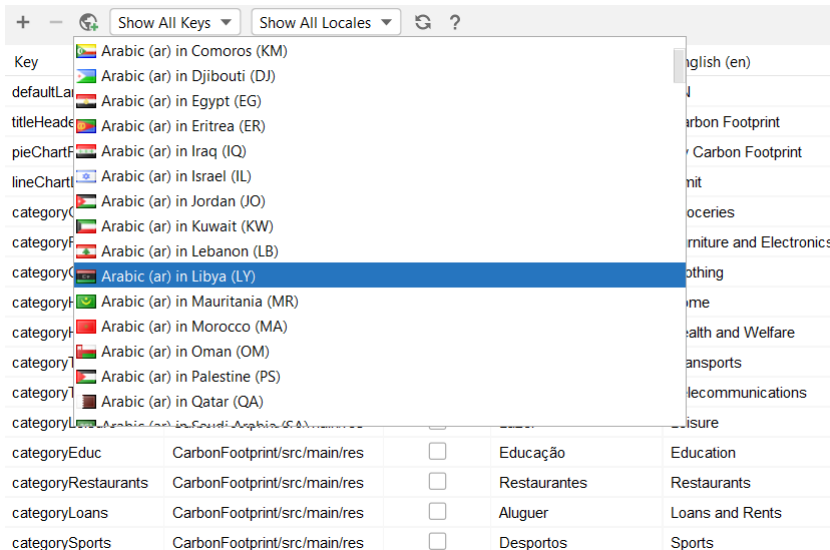


Figura 4.10: Demonstração de como é realizado a adição de um novo idioma à aplicação.

Após a implementação do *PieChart* passou-se para o desenvolvimento do *LineChart*, este tem como objetivo demonstrar a pegada de carbono de um dado intervalo de tempo, demonstrando as alterações nos valores da variável. A informação da variável é exibida através de um conjunto de pontos com coordenadas X e Y, neste caso, o eixo dos XX corresponde aos dias do mês e o eixo dos YY corresponde à pegada de carbono em quilogramas de CO₂. Como pode existir mais de uma transação por dia e consequentemente existe mais que um valor de PC por dia foi necessário agrupar os dados da PC correspondente ao mesmo dia. Para tal foi criada mais uma classe chamada de *DataForLineChart*, o excerto de código 4.16 demonstra o uso da interface *Map<Key, Value>*, onde é pretendido que os objetos *TransactionFootprint* sejam agrupados pela data, assim a *Key*(chave) é uma *String* que corresponde à data e o *Value*(valor) é um *double* que corresponde ao somatório da pegada de carbono. No entanto, para que a coleção de dados fique automaticamente organizada pela data, no fim foi convertida em *TreeMap*.

```
(...)  
if (Build.VERSION.SDK_INT >= Build.VERSION_CODES.N) {  
    Map<String, Double> result = list.stream().collect(  
        groupingBy(TransactionFootprint::getDateOfTransac,  
            summingDouble(TransactionFootprint::getCatFoot)));  
  
    Map<String, Double> sorted = new TreeMap<String, Double>();  
    sorted.putAll(result);  
  
    (...)  
}
```

Código 4.16: Excerto de código que agrupa e organiza os valores da pegada de carbono consoante o dia.

Além do referido, foi também feito um agrupamento de dados por mês em vez de dia, para tal recorreu-se a caracteres específicos da *String* correspondente à data. O excerto de código 4.17 demonstra um código semelhante a 4.16 adaptado ao agrupamento de dados,

Cálculo da Pegada de Carbono a partir de Transações Bancárias

onde a chave corresponde ao mês do ano.

```
Map<String, Double> result = list.stream().collect(
    groupingBy(d -> d.getDateOfTransac().substring(0,7),
        summingDouble(TransactionFootprint::getCatFoot)));
```

Código 4.17: Excerto de código que agrupa os valores da pegada de carbono consoante o mês do ano.

O desenvolvimento do gráfico *LineChart* foi feito na classe *SecondTabFragment*, aqui, mais uma vez, recorreu-se à biblioteca *MPAndroidChart* e inicializou-se uma *view* do tipo *LineChart*. A esta foram adicionados vários detalhes, como a espessura, cor da linha, cor de fundo, entre outros. Os detalhes não foram apenas aplicados à linha do gráfico mas também a cada um dos eixos (X e Y), o excerto de código 4.18 demonstra um exemplo de como são aplicados alguns dos detalhes, como o número de *labels* visíveis no ecrã, o tipo, tamanho e cor de letra de cada *label*. Destacou-se ainda os extremos do gráfico, isto é, aplicou-se a cor vermelha ao ponto cujo a coordenada Y representa o valor máximo e a cor verde ao valor mínimo.

A figura 4.11 demonstra o gráfico *LineChart* de cada uma das aplicações, à direita encontra-se o gráfico da aplicação do banco A e à esquerda o gráfico da aplicação do banco B, repare-se que os pontos que têm o mesmo valor e esse o valor corresponde ao mínimo, ambos são destacados a verde. Nesta imagem ainda é possível observar que existe uma diferença entre o fundo do gráfico e o fundo que está abaixo da linha que interliga os pontos. Este fundo é uma imagem desenvolvida no *photoshop* e aplicada através de num ficheiro XML, constituída por finas linhas brancas, que tem o propósito de modernizar o *design* da aplicação e facilitar a leitura do gráfico.

```
XAxis xAxis = lineChart.getXAxis();
XAxis.XAxisPosition position = XAxis.XAxisPosition.BOTTOM;
xAxis.setPosition(position);
xAxis.setLabelCount(7, true);
xAxis.setValueFormatter(new DateXAxisValue(dates));
xAxis.setTypeface(ResourcesCompat.getFont(getContext(), R.font.
    montserrat_light));
xAxis.setTextSize(11f);
xAxis.setTextColor(getResources().getColor(R.color.white));
(...)

YAxis leftAxis = lineChart.getAxisLeft();
leftAxis.setValueFormatter(new DateYAxisValue());
leftAxis.setTypeface(ResourcesCompat.getFont(getContext(), R.font.
    montserrat_light));
leftAxis.setTextSize(12f);
leftAxis.setTextColor(getResources().getColor(R.color.white));
(...)
```

Código 4.18: Excerto de código que caracteriza os eixos dos X's e Y's.

Cálculo da Pegada de Carbono a partir de Transações Bancárias

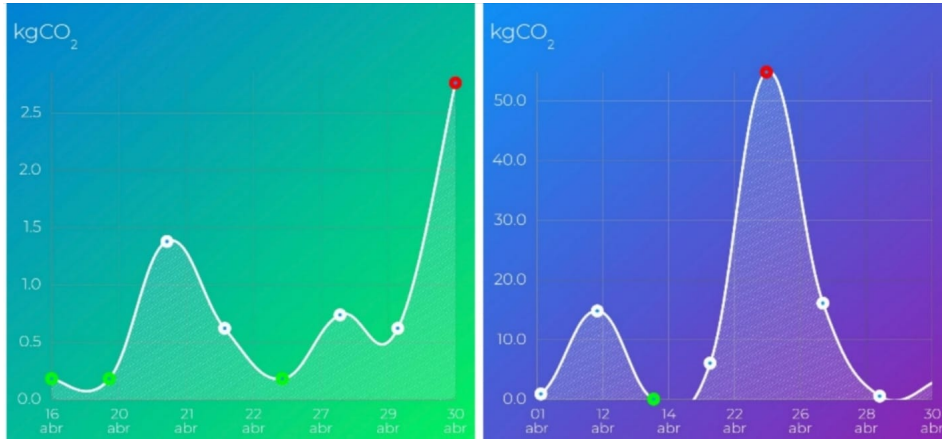


Figura 4.11: Representação dos gráficos *LineChart*, à direita é apresentado o gráfico da aplicação do banco A e à esquerda o gráfico da aplicação do banco B.

Após a implementação do gráfico, foi adicionado um botão cujo o objetivo é abrir um fragmento onde é exibido um calendário, para que o utilizador possa seleccionar uma data e escolher o intervalo de tempo desejado para observar as oscilações na sua pegada de carbono. Para tal, recorreu-se à biblioteca `DateRangeCalendarView`, que através da função `CalendarListener`, permite abrir um calendário e dando a possibilidade do utilizador escolher o intervalo de tempo. De seguida as datas de início e fim são dadas como parâmetros à função apresentada no excerto de código 4.19.

A função `getDatesBetween()` foi desenvolvida na classe `DataForLineChart` e tem como objetivo converter as datas para o formato *Calendar*, percorrer um ciclo *while* e adicionar todas as datas entre o intervalo de tempo recebido a um *List*.

```
public static List<Date> getDatesBetween(Date startDate, Date endDate) {
    List<Date> datesInRange = new ArrayList<>();

    Calendar calendar = new GregorianCalendar();
    calendar.setTime(startDate);

    Calendar endCalendar = new GregorianCalendar();
    endCalendar.setTime(endDate);

    while (calendar.before(endCalendar)) {
        Date result = calendar.getTime();
        datesInRange.add(result);
        calendar.add(Calendar.DATE, 1);
    }
    return datesInRange;
}
```

Código 4.19: Excerto de código para obter um conjunto de datas de um intervalo de tempo.

Com a implementação do *LineChart* o utilizador pode observar as oscilações da sua PC durante um período de tempo determinado em dias, no entanto se o utilizador quiser comparar a sua PC com os meses anteriores o gráfico mais indicado é um gráfico de barras

Cálculo da Pegada de Carbono a partir de Transações Bancárias

(*BarChart*). Para tal, foram implementados um botão e um gráfico de barras, que foi desenvolvido de forma semelhante à do gráfico anterior onde o eixo dos XX representa os meses e o eixo dos YY representa a soma total mensal da pegada de carbono do utilizador. Assim que o utilizador clicar no devido botão a visibilidade do gráfico de linha é definida como GONE, isto é, invisível e a visibilidade do gráfico de barras é definida como VISIBLE, ou seja, visível.

4.3.8 Notificações

Como planeado em 3.2.2, foi adicionado ao projeto uma função cujo o objetivo é notificar o utilizador quando este se aproximar do limite da pegada de carbono mensal. O limite estipulado por defeito é 580 kgCO₂ e caso o utilizador chegue a 75% desse valor, recebe uma notificação. O excerto de código 4.20 representa a função em questão, onde é criado um canal para as notificações relacionadas com a pegada de carbono do utilizador. Esse canal pode ser observado na figura 4.12a, que por sua vez é um *print screen* das definições relacionadas com as notificações da aplicação financeira em questão, de modo a proteger a entidade financeira foi aplicado um desfoque ao nome e logo da aplicação na imagem.

Ainda no excerto de código 4.20, após o desenvolvimento do canal, criou-se então a notificação, onde é atribuído um título, a mensagem que será despoletada, um ícone e o som da notificação. A figura 4.12b ilustra uma notificação.

```
public void notificationChannel(String message) {
    NotificationManager mNotificationManager = (NotificationManager)
        getActivity().getSystemService(Context.NOTIFICATION_SERVICE);
    (...)

    NotificationChannel mChannel = new NotificationChannel(id, name,
        importance);
    mChannel.setDescription(description);
    mNotificationManager.createNotificationChannel(mChannel);
    mNotificationManager = (NotificationManager) getActivity().
        getSystemService(Context.NOTIFICATION_SERVICE);

    Notification notification = new Notification.Builder(getContext())
        .setContentTitle(getString(R.string.new_message_title))
        .setContentText(message)
        .setSmallIcon(R.drawable.notification_icon)
        .setChannelId(CHANNEL_ID)
        .setDefaults(Notification.DEFAULT_SOUND)
        .build();
    mNotificationManager.notify(id, notification);
}
```

Código 4.20: Excerto de código para implementação de notificações.

Cálculo da Pegada de Carbono a partir de Transações Bancárias

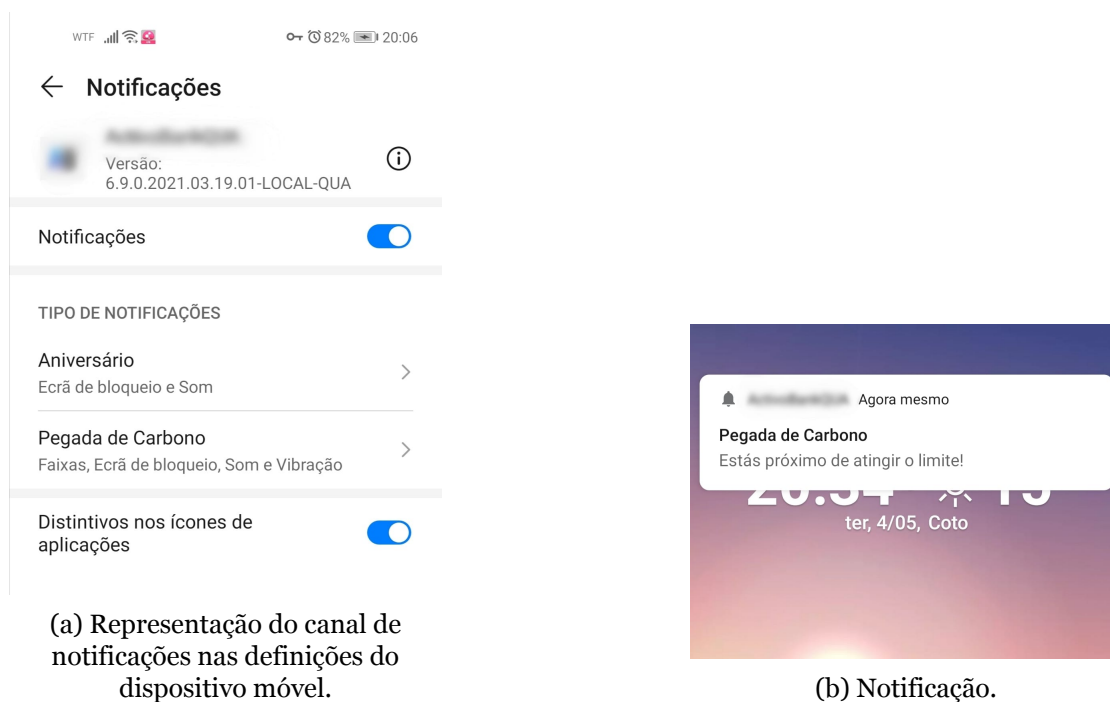


Figura 4.12: *Print screen* do dispositivo móvel que demonstra as notificações.

Para o controlo da ativação das notificações através da aplicação e seleção do limite, foi criado um fragmento encaminhado para estas mesma definições. Neste espaço o utilizador, além de poder ativar ou desativar as notificações, consegue ainda definir um limite de pegada de carbono para si próprio e apenas recebe a notificação quando a sua pegada de carbono estiver a 15% desse limite selecionado. Entre as opções de escolha encontra-se o valor da pegada de carbono média de um português (580kgCO₂ por mês), o valor da pegada de carbono média da união europeia *per capita* (700kgCO₂), o valor da pegada de carbono do país com a menor PC pertencente à União Europeia (480kgCO₂) e o valor do país com a menor PC na europa (400kgCO₂) [Eur20]. De modo a que o utilizador faça uma escolha acessível foi ainda desenvolvido um *website* com esta informação detalhada em HTML e adicionou-se um botão com uma hiperligação para esse mesmo *site*.

Cálculo da Pegada de Carbono a partir de Transações Bancárias

```
<script>
  $(' [lang] ').hide();
  $(' [lang="en"] ').show();
  $('#lang-switch').change(function() {
    var lang = $(this).val();
    switch case.
    switch (lang) {
      case 'en':
        $(' [lang] ').hide();
        $(' [lang="en"] ').show();
        break;
      case 'pt':
        $(' [lang] ').hide();
        $(' [lang="pt"] ').show();
        break;
      default:
        $(' [lang] ').hide();
        $(' [lang="en"] ').show();
    }
  });
</script>
```

Código 4.21: Excerto de código desenvolvido para a alteração de idioma do texto.

A página *web*, foi desenvolvida na ferramenta Notepad++, nesta está a informação sobre os limites propostos ao utilizador, acompanhada de hiperligações para uma tabela do EUROSTAT e um mapa desenvolvido pela *GreenMatch* [Gre21]. O texto apresentado no *site* foi escrito em dois idiomas, português e inglês. Esta implementação foi possível através de código *jquery*, onde se desenvolveu uma *label* que permite a seleção de cada um destes idiomas (ver excerto de código 4.21). O *website* em questão foi hospedado com a ajuda dos serviços da Google Drive de modo a ficar *online*, encontrando-se disponível em <https://f4kp3gokzpaavpx11ub28a-on.driv.tw/WebCF/>. A figura 4.13 ilustra um *print* da página *web* desenvolvida.

CARBON FOOTPRINT

According to [GreenMatch](#), in 2017, it was concluded that the countries of the European Union with the lowest emission of greenhouse gases are Sweden, Malta and Romania, with an emission of around 5,6 tonnes per capita. The countries with the highest emission of greenhouse gases are Ireland, Estonia and Luxembourg, with around 16,4 tonnes per capita. Portugal in 2017 had about 7,2 tons per capita of greenhouse gas emissions, as can be seen in the map below. According to the table available on [Eurostat](#) Portugal, in 2018 already had values of 7,0 tons per capita, which suggests that the emissions of carbon dioxide and its equivalents, on average, for a Portuguese person, was 580kgCO₂ monthly.

Greenhouse Gas Emissions
Total national emissions per capita (2017)

Tonnes per capita

6.0
8.0
10.0
12.0
14.0
16.0
18.0
20.0

100 and tonnes of CO₂ equivalent per capita
[Get the data](#)

Created by [GreenMatch](#)

As such, the carbon footprint limit value, in the application is 580kgCO₂ by default. Following this example, the lowest value shown in the [Eurostat](#) table is Liechtenstein's 4.8 tonnes, which suggests about 400kgCO₂ per month. This country isn't on the map above, because it doesn't belong to the European Union. The highest value presented in the application (700kgCO₂) represents the European average per capita. And the value of 480kgCO₂ was designed according to the lowest gas emission value, represented on the map, in this case in Sweden. Thus, the values available to establish a limit are: 700kgCO₂, 580kgCO₂, 480kg CO₂ and 400kgCO₂.

Language

Informação

Mapa interativo

Informação

Alteração de idioma

Figura 4.13: Página *web* informativa, podendo ser consultada em <https://f4kp3gokzpaavpx11ub28a-on.driv.tw/WebCF/>.

4.3.9 Visão Global

A figura 4.14 demonstra todas as classes desenvolvidas para a elaboração do projeto. Repare-se que o projeto relatado neste documento é todo o conteúdo existente no módulo chamado *CarbonFootprint* onde existe uma pasta com classes dedicadas apenas à aplicação A e outra apenas à aplicação B, assim como existe código partilhado entre ambas. Por

Cálculo da Pegada de Carbono a partir de Transações Bancárias

uma questão de segurança foi desfocado o nome da pasta que contém a maioria do código fonte da aplicação financeira. É importante realçar que foi ainda adicionado código a essa pasta, de modo a existir uma ligação entre o módulo *Carbon Footprint* e a aplicação. Além do referido, foram também desenvolvidos vários *layouts* e outros ficheiros XML de completam o projeto.

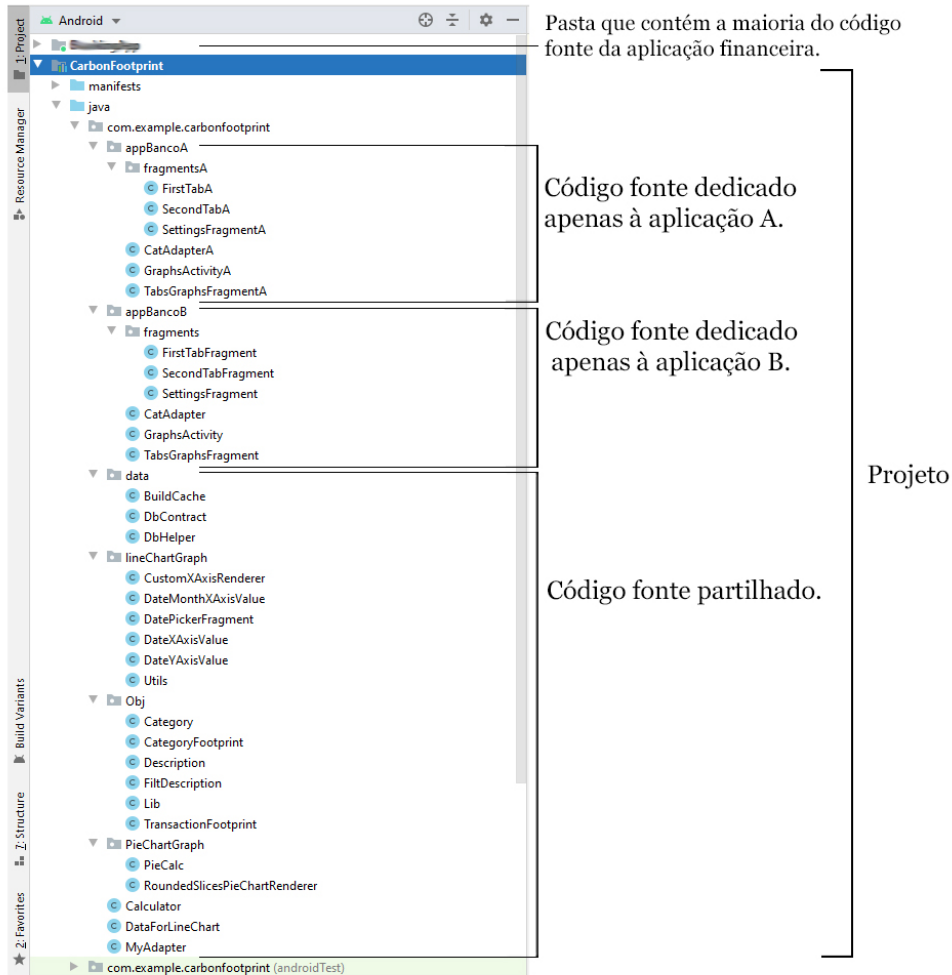


Figura 4.14: *Print screen* do total de classes existentes no projeto.

4.4 Resultados

Esta secção tem como objetivo demonstrar os resultados obtidos e comparar estes com o que foi planeado em cada uma das fases da abordagem proposta na secção 3.2. A subsecção 4.4.1 exhibe os resultados obtidos na aplicação do banco A e a subsecção 4.4.2 demonstra os resultados obtidos na aplicação do banco B. Em 4.4.3 é descrita uma comparação dos resultados esperados e obtidos e no por fim em 4.5 é descrita uma conclusão sobre os resultados.

Cálculo da Pegada de Carbono a partir de Transações Bancárias

4.4.1 Resultados da Aplicação do Banco A

No ecrã inicial da aplicação, demonstrado na figura 4.15, é exibido o menu, onde existe um botão que encaminha o utilizador para as opções de pegada de carbono. A figura 4.16 ilustra o ecrã de movimentos, aqui cada transação tem um ícone correspondente à sua categoria, uma descrição da transação, o valor da mesma, o balanço final e a pegada de carbono. Ao clicar em qualquer uma das transações é exibido um ecrã de detalhes, ilustrado na figura 4.17, onde também possui o valor da pegada de carbono.

Repare-se que em 4.16 não existe nenhuma pegada de carbono associada a uma transação positiva, pois não se trata de uma compra do utilizador.

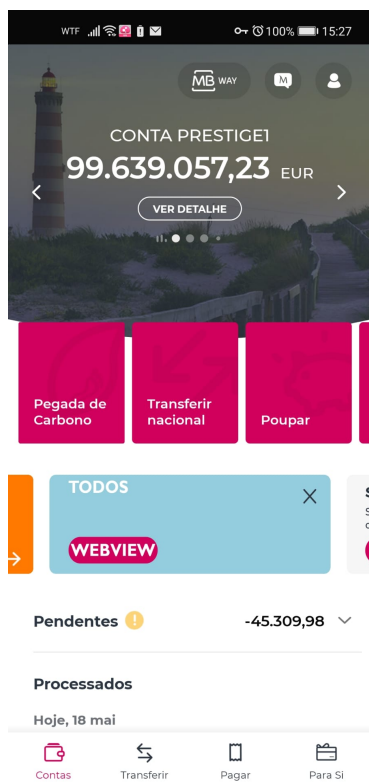


Figura 4.15: Demonstração do menu.



Figura 4.16: Demonstração de ecrã de movimentos.

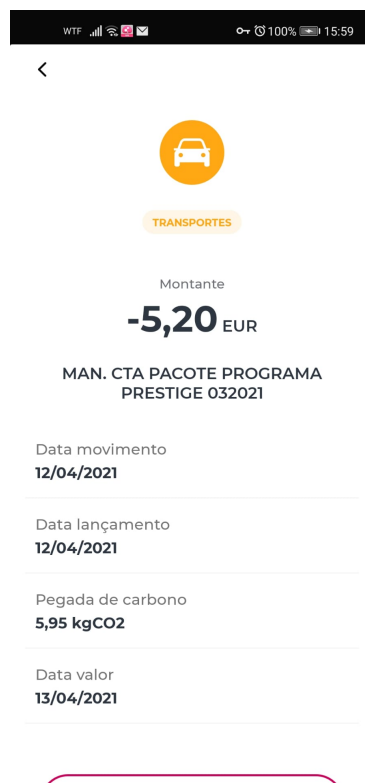
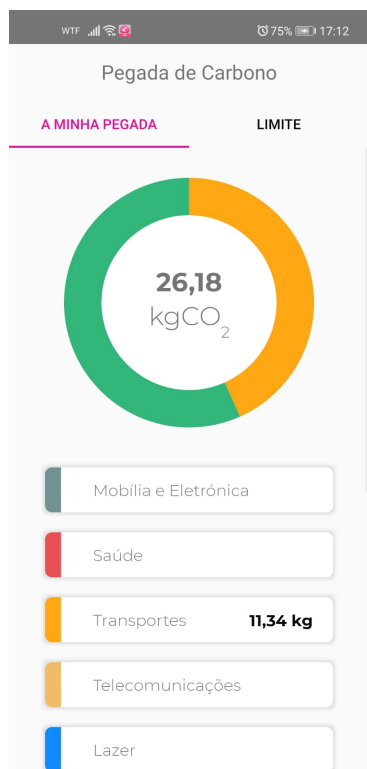


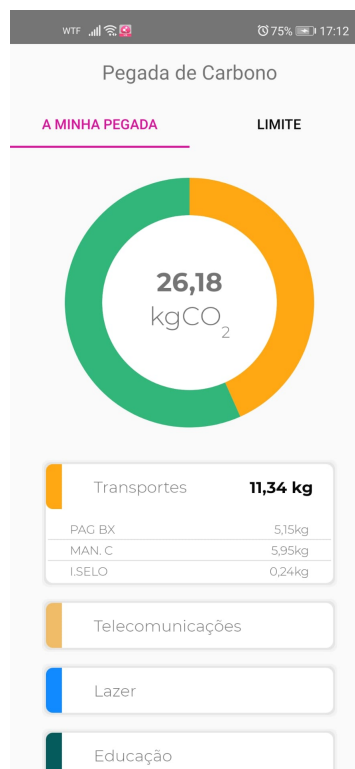
Figura 4.17: Ecrã de detalhes de uma transação.

Ao clicar no primeiro botão do menu, onde está escrito “Pegada de Carbono”, o utilizador é encaminhado para um ecrã onde possui dois separadores, onde no primeiro é exibido um gráfico do tipo *pie chart* com a soma da pegada de carbono de cada uma das categorias no interior do círculo e a abaixo uma lista com os valores da PC de cada uma das categorias. As figuras 4.18a e 4.18b ilustram o mesmo ecrã, neste caso apenas foram feitas compras em duas categorias, nomeadamente de “transportes” e “vários”.

Cálculo da Pegada de Carbono a partir de Transações Bancárias



(a) Ecrã que mostra um *pie chart* de categorias e a pegada de carbono em cada categoria.



(b) Ecrã que mostra um *pie chart* de categorias após um clique numa categoria.

Figura 4.18: Print screen do ecrã que exibe um *pie chart* e um *recycler view* da aplicação do banco A.

No mesmo ecrã ainda existe a possibilidade de o utilizador clicar em outro separador, designado de “Limite”. Neste é exibido um *line chart* onde o eixo dos YY representa os quilogramas de dióxido de carbono e o eixo dos XX os dias do ano, como demonstrado na figura 4.19. Além disto, o utilizador tem a possibilidade de clicar no botão que diz “Meses” e será exibido um gráfico de barras com a pegada de carbono total de cada mês, como ilustra a figura 4.20. Ainda na parte inferior do ecrã, encontra-se dois botões, a figura 4.21 demonstra o calendário que é exibido após o utilizador clicar em “Data”, permitindo-lhe selecionar um conjunto de dias.

O botão de “Definições” encaminha o utilizador para o ecrã demonstrado na figura 4.22a, aqui é exibido um pequeno texto explicando o motivo de cada um dos quatro botões ter o valor que tem, encaminhando ainda o utilizador para uma página *web*, como ilustra a figura 4.22b. De seguida existe a possibilidade de ativar e desativar as notificações relacionadas com a pegada de carbono, clicando no *switch*. Por fim, existem duas caixas de texto, onde uma diz o valor da PC do mês atual e outra diz o valor limite selecionado. Este ecrã de definições é igual para ambas as aplicações, A e B, ou seja, ou ser precionado o botão “Definições” é despoletado o ecrã representado na figura 4.22a.

Cálculo da Pegada de Carbono a partir de Transações Bancárias



Figura 4.19: Demonstração do gráfico *line chart* com o eixo horizontal em dias.

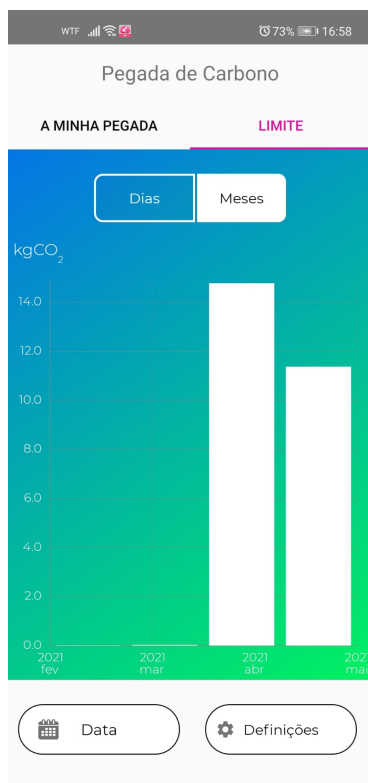


Figura 4.20: Demonstração do gráfico *bar chart* com o eixo horizontal em meses.

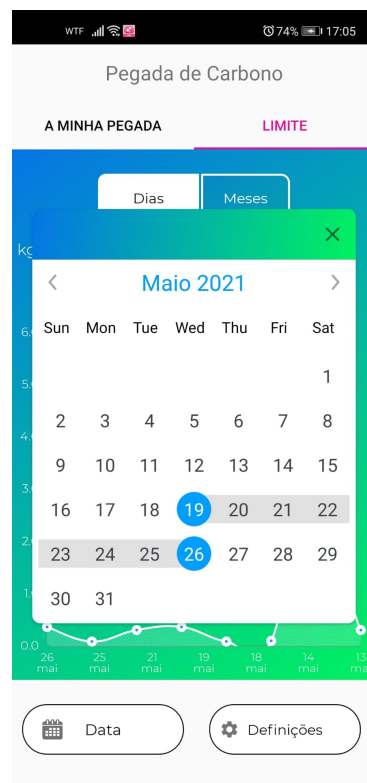
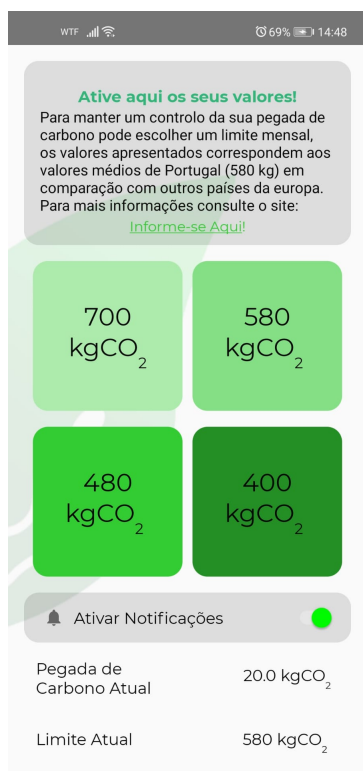
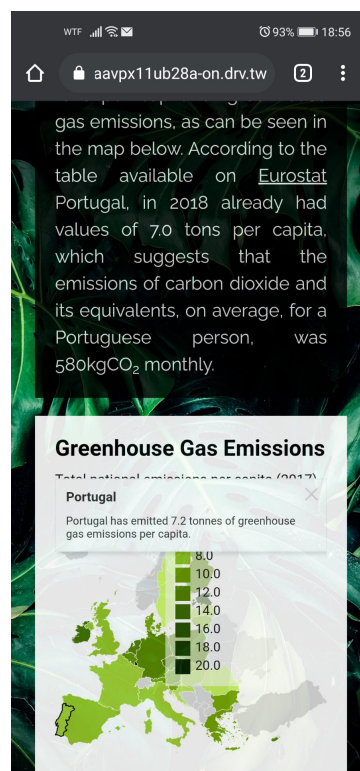


Figura 4.21: Demonstração de seleção de um intervalo temporal na aplicação.



(a) Ecrã de definições.



(b) Página *web* de informações.

Figura 4.22: Demonstração do ecrã de definições e do *website* de informações relacionadas com a pegada de carbono.

Cálculo da Pegada de Carbono a partir de Transações Bancárias

4.4.2 Resultados da Aplicação do Banco B

Passando para os resultados da aplicação do banco B, pode-se observar uma semelhança na arquitetura das duas aplicações, pois as duas possuem funcionalidades muito semelhantes. No entanto, como o *design* é diferente foi também necessário adaptar as funcionalidades da pegada de carbono com um *design* ligeiramente diferente.

À semelhança do que acontece em 4.4.1, aqui também existe um ecrã inicial que exibe um menu, onde contém um botão que encaminha o utilizador para as opções de pegada de carbono (ver figura 4.23). De seguida, a figura 4.24 ilustra o ecrã de movimentos, repare-se que se a pegada de carbono for inferior a 0,00kgCO₂ ou se a categoria da transação não tiver nenhuma pegada de carbono associada, como é o caso da transação de 1 de abril, cuja a categoria é “poupanças e investimentos”, a transação não exibe o valor da pegada de carbono. E ainda na figura 4.25 é possível observar o ecrã de detalhes de uma transação.

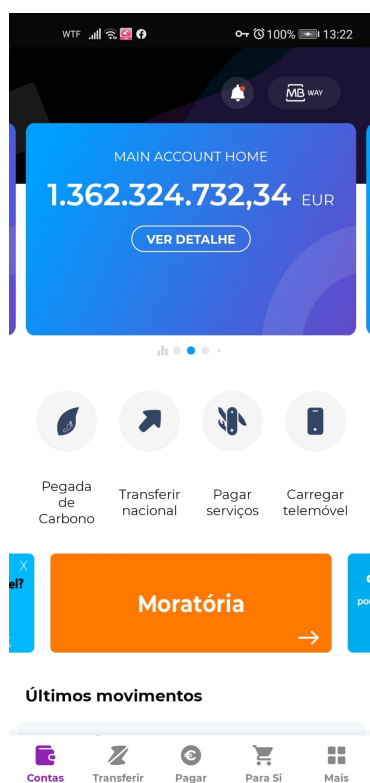


Figura 4.23: Demonstração do menu.

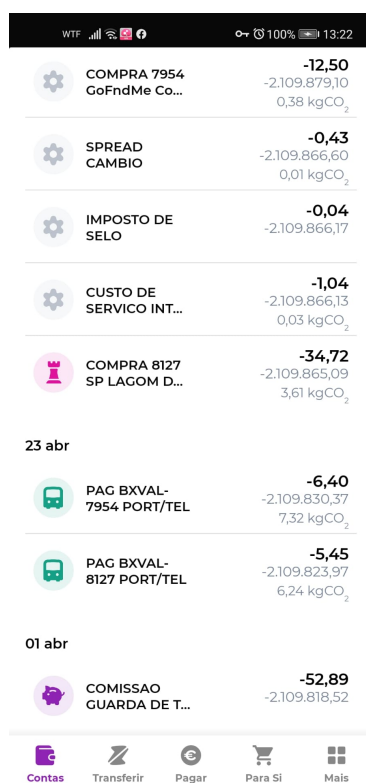


Figura 4.24: Ecrã da lista de movimentos.



Figura 4.25: Ecrã de detalhes de uma transação.

Ao ser clicado o botão do menu que correspondente à pegada de carbono, o utilizador é encaminhado para o ecrã representado nas figuras 4.26, 4.27 e 4.28 que corresponde ao gráfico *pie chart*. Note que cada um dos itens da lista é representado por uma cor e é essa cor que é exibida no gráfico. Ainda se o utilizador clicar em cada um dos itens da lista, estes expandem-se exibindo resultados de pegada de carbono filtrados por descrição. Ao observar as figuras 4.27 e 4.28 é possível perceber que cada um dos itens expande-se de acordo com o número de sub itens que possui.

De seguida, à semelhança do que foi explicado em 4.4.1, na aplicação B, no separador “Limite” é possível ver cada uma dos ecrãs ilustrados nas figuras 4.29, 4.30 e 4.31.

Cálculo da Pegada de Carbono a partir de Transações Bancárias

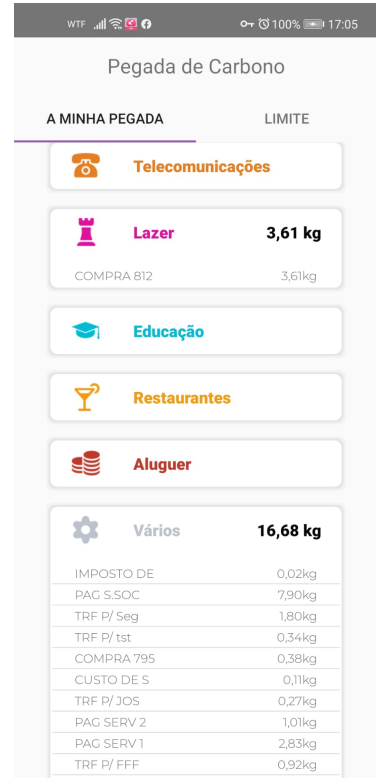
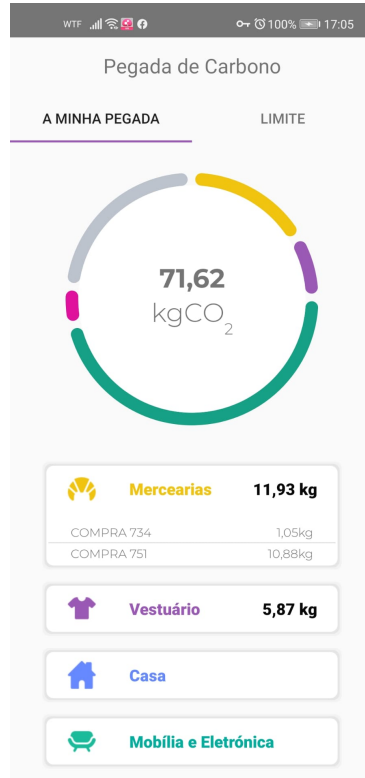


Figura 4.26: Ecrã que mostra um *pie chart* de categorias e a pegada de carbono em cada categoria.

Figura 4.27: Ecrã que mostra um *pie chart* de categorias após um clique numa categoria.

Figura 4.28: Apresentação da lista de categorias após um clique e um *scroll*.

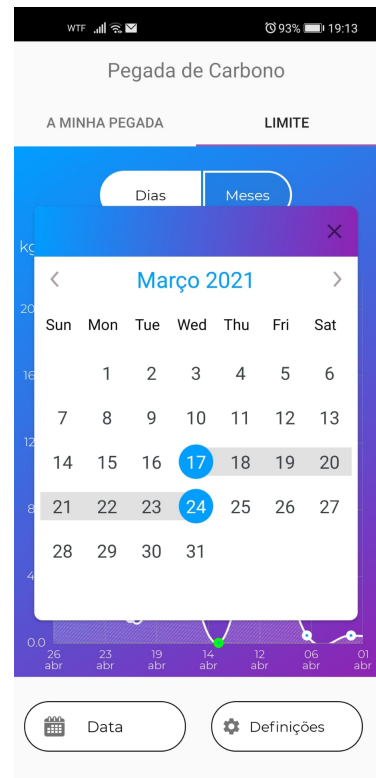
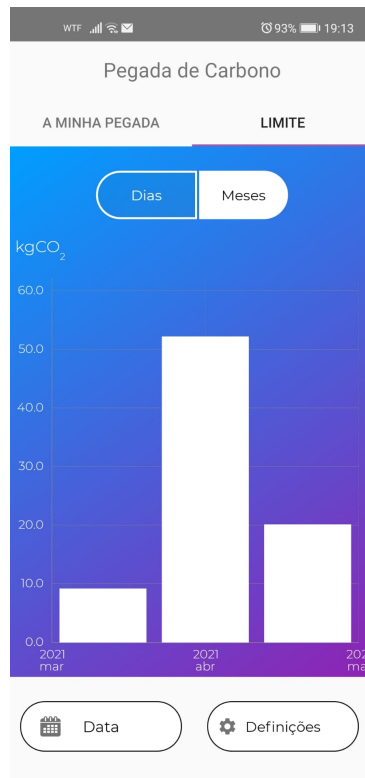


Figura 4.29: Ecrã que exibe um *line chart* representado a pegada de carbono.

Figura 4.30: Exibição de um gráfico de barras representado a pegada de carbono de cada mês.

Figura 4.31: Apresentação do calendário que permite uma seleção da data inicial e final.

Cálculo da Pegada de Carbono a partir de Transações Bancárias

4.4.3 Comparação de Resultados

No capítulo 2 estudaram-se várias aplicações de monitorização de pegada de carbono associadas a aplicações financeiras. De seguida, no capítulo 3 desenvolveu-se um plano dividido em várias fases, incluindo desenvolvimento do cálculo da pegada de carbono através da categorização de compras e desenvolvimento de gráficos apropriados para a leitura e monitorização da pegada de carbono.

Os parâmetros necessários para o cálculo da PC são o valor da transação e a categoria associada a esta, ora nos gráficos 2.2 e 2.3 distinguiram-se dezasseis categorias. No entanto, como referido na fase 1 do método proposto, ao fazer a comparação entre a aplicação fornecida e os dados dos gráficos, destacaram-se onze grupos, formando a tabela 3.1. Assim, para a construção do projeto utilizou-se esta mesma tabela. Por exemplo, na tabela 3.1 é apresentado o valor “1.14451kgCO₂” para a categoria de "Transporte" e na secção dos resultados, na figura 4.16 uma transação datada de 6 de maio, categorizada como transporte tem como valor de transação “-2.65€ ” o que significa que ao executar o cálculo da PC dessa transação o resultado é aproximadamente “-3.03kgCO₂”. Repare-se que em uma transação as compras do utilizador são valores negativos, precisamente por estar a ser retirado dinheiro da sua conta. No entanto, como o valor de PC deve ser positivo, multiplica-se o valor resultante por “-1”, ficando “3.03kgCO₂”. Além disso, ainda são ignoradas as transações positivas por não se tratarem de ações cometidas pelo utilizador.

Posteriormente, de acordo com a fase 3 do método proposto era esperado um gráfico *Pie Chart* onde é atribuída uma cor a cada categoria. Este devia ilustrar a soma da PC de cada categoria e observando as figuras 4.18, 4.26 e 4.27 entende-se que o gráfico ilustra apenas as categorias que possuem valores de PC superiores a 0,00 e facilmente se distingue qual das categorias apresenta um maior valor. No caso das figuras 4.26 e 4.27 a categoria com uma maior PC é a de "Transporte" e menor é a de "Lazer".

Ainda na fase 3 do método proposto, além do *Pie Chart*, fala-se do *Line Chart*, explicando que o utilizador deve poder escolher um intervalo de tempo e observar as oscilações da sua PC diariamente. Ora nas figuras 4.19 e 4.29 é apresentado esse mesmo gráfico, onde, como explicado anteriormente, o eixo dos XX representa os dias, o eixo dos YY o CO₂ em quilogramas e cada ponto representa a PC de um dia. Quanto à seleção de um intervalo de tempo, foi atribuído um botão que despoleta um calendário permitindo o utilizador fazer a sua escolha, como ilustrado nas figuras 4.21 e 4.31.

Após a leitura do capítulo 4 é possível perceber que, com a ajuda das ferramentas utilizadas, foram atingidos todos os objetivos do trabalho, permitindo ainda adicionar alguns extras, como o desenvolvimento da página HTML. Além disto, durante o desenvolvimento do projeto teve-se o cuidado de seguir o *design* apropriado, incluindo cores, fontes de letra e certos estilos de acordo com as aplicações financeiras.

Além do grafismo, nesta fase, era ainda esperado criar um *switch* com o intuito de ativar e desativar as notificações de aproximação do limite de CO₂ mensal. Para tal, adicionou-se um botão de “Definições” que encaminha o utilizador para a página ilustrada na figura 4.22a, onde este pode ativar/desativar as notificações, escolher o limite e ainda informar-se sobre a PC.

Cálculo da Pegada de Carbono a partir de Transações Bancárias

Fazendo uma comparação dos objetivos traçados com os resultados apresentados, pode-se afirmar que os resultados excederam os objetivos, uma vez que além dos gráficos *Pie Chart* e *Line Chart*, acrescentou-se ainda um gráfico *Bar Chart* e desenvolveu-se uma hiperligação para uma página HTML.

4.5 Conclusão

Neste capítulo inicialmente foram apresentadas todas as ferramentas utilizadas para, não só o desenvolvimento e teste do projeto, como também para a comunicação com os colaboradores da empresa. De seguida, teve-se o cuidado de explicar o desenvolvimento do código da aplicação de forma cronológica de modo a permitir o leitor a acompanhar todo o processo do desenvolvimento, desde a criação de um módulo até ao desenvolvimento da página *web*.

Por fim, os resultados foram apresentados com *prints* do ecrã do dispositivo móvel das duas aplicações financeiras, acompanhado de uma pequena explicação do seu desenvolvimento.

Cálculo da Pegada de Carbono a partir de Transações Bancárias

Capítulo 5

Conclusão

5.1 Introdução

Este capítulo descreve as principais conclusões obtidas a partir do desenvolvimento do projeto em questão bem como possíveis funcionalidades que possam ser implementadas e adicionadas no futuro a este projeto.

5.2 Conclusões Principais

O presente documento encontra-se dividido em 5 capítulos, onde inicialmente foi introduzida a entidade acolhedora do estágio, a ITSector. Esta empresa forneceu uma academia Android que permitiu consolidar os conhecimentos de programação para dispositivos móveis Android. De seguida, cada novo colaborador foi integrado numa equipa, e foi-lhe atribuído um tema de trabalho.

No capítulo 2, foi estudado como integrar o tema da pegada de carbono numa aplicação financeira, chegando à conclusão que se a aplicação fosse baseada em perguntas e respostas o utilizador poderia ter pouca aderência. Então, fez-se um estudo em redor das aplicações financeiras que aderiram à contagem da pegada de carbono, o que ajudou a entender que a melhor forma de rastrear a PC é através da categorização das transferências bancárias realizadas pelo utilizador. Assim, o cálculo da PC seria executado de forma automática, para tal, construiu-se a tabela 3.1, recorrendo a uma base de dados de estatísticas da União Europeia, o Eurostat.

Posto isto, no capítulo 3 planeou-se uma abordagem que ficou dividida em cinco fases, incluindo, a construção da biblioteca, da calculadora, a implementação de grafismo, a depuração e a escrita do relatório. Assim, cada uma dessas fases apresenta um objetivo, de forma a permitir um desenvolvimento controlado do projeto.

Com os objetivos traçados, o capítulo 4 explica que a aplicação fornecida pela empresa para a implementação do projeto em questão, partilha o mesmo código fonte entre duas aplicações financeiras pertencentes ao mesmo grupo de bancos. Assim, no presente documento, utilizou-se as terminologias de banco A e banco B de modo a proteger a entidade financeira. O desenvolvimento do projeto foi descrito com a ajuda de imagens e excertos de código de modo a permitir ao leitor acompanhar todo o processo. Como foi mencionado em 4.4.3, todos os objetivos propostos no capítulo 3 foram cumpridos. Devido ao facto do projeto em questão utilizar o mesmo código fonte para duas aplicações financeiras, a secção 4.4 foi dividida em duas subsecções, nomeadamente 4.4.1 e 4.4.2 para demonstrar os resultados obtidos em cada uma das aplicações.

5.3 Trabalho Futuro

As prioridades a nível de implementação são implementar um sistema que permita ao utilizador desligar o monitoramento da pegada de carbono. Esta funcionalidade teria de parar por completo o rastreio da pegada de carbono, não efetuando qualquer operação em *back-end*, assegurando a proteção de dados do utilizador. Para tal seria necessário implementar um sistema de bloqueio, de modo a impossibilitar a execução de certas funções até que o utilizador ative novamente o monitoramento da PC. Além do referido, é importante destacar que o *website* poderia ser também uma fonte de consulta, isto seria possível se a aplicação permitisse o acesso aos valores da PC de cada transferência.

Contudo, este projeto, por estar enquadrado num tema tão vasto que é a ecologia, permite ainda várias ramificações de desenvolvimento. Tais como, a implementação de um sistema de filtro de resultados a serem apresentados num gráfico mais minucioso. Outra abordagem seria integrar um sistema de partilha de modo a gerar uma comunidade mais ecológica. Isto é, permitir vários utilizadores acederem à PC de cada um, de forma a gerar uma competição ecológica.

Bibliografia

- [AGJS⁺20] Eliana Boaventura Bernardes Moura Alves, Laercio Antonio Goncalves Jacovine, Lauana Blenda Silva, Vicente Toledo Machado de Moraes Junior, Samuel Jose Silva Soares da Rocha, Paulo Henrique Villanova, Bruno Leão Said Schettini, and Gumercindo Souza Lima. Brazilian carbon footprint calculators: comparative approaches and implications of using these tools. *Carbon Management*, 11(5):499–510, 2020. 6
- [And20] David Andersson. A novel approach to calculate individuals' carbon footprints using financial transaction data – app development and design. *Journal of Cleaner Production*, 256:120396, 2020. xi, 12, 13, 15
- [BBHA20] Wolmet Barendregt, Aksel Biørn-Hansen, and David Andersson. Users' experiences with the use of transaction data to estimate consumption-based emissions in a carbon calculator. *Sustainability*, 12(18), 2020. 11, 13
- [Dim20] Dimitris Mavrokefalidis. Deutsche bank introduces app to track clients' carbon footprint and help them save money [online]. 2020. Available from: <https://www.futurenetzero.com/2020/08/21/> [cited 27 Novembro 2020]. 14
- [Doc20] Doconomy. Doconomy – everyday climate action [online]. 2020. Available from: <https://doconomy.com/> [cited 27 Novembro 2020]. 12
- [Enf] Enfuce. A transaction-based lifestyle carbon footprint calculation tool [online]. Available from: <https://enfuce.com/mycarbonaction/> [cited 9 dezembro 2020]. 15
- [Equ20] Equipa eCycle. O que é a pegada ecológica? [online]. 2020. Available from: <https://www.ecycle.com.br/3731-pegada-ecologica.html> [cited 9 dezembro 2020]. 3, 6
- [ERS20] ERSE. Tarifas e preços - eletricidade [online]. 2020. Available from: <https://www.erse.pt/atividade/regulacao/tarifas-e-precos-eletricidade/> [cited 12 Janeiro 2021]. 11
- [Eur20] Eurostat. Eurostat - estatísticas europeias [online]. 2020. Available from: https://ec.europa.eu/info/departments/eurostat-european-statistics_pt [cited 30 Novembro 2020]. 9, 45
- [GLL⁺20] Shanquan Gao, Lei Liu, Yuzhou Liu, Huaxiao Liu, Yihui Wang, and Peixun Liu. App recommendation based on both quality and security. *Journal of Software: Evolution and Process*, page e2325, 2020. 7

Cálculo da Pegada de Carbono a partir de Transações Bancárias

- [GMR⁺20] Jennifer Andrea Londoño Gallego, Sebastián Londoño Marín, Carlos López Romero, Juan David Vahos Montoya, Luis Ángel Escobar Castrillón, and Santiago Rendón Pareja. Desarrollo de un aplicativo móvil y web que calcule la huella de carbono en el sector educativo y transporte. *Lámpsakos*, (23):45–55, 2020. 6
- [Gre21] GreenMatch. Mapped: Greenhouse gas emissions by eu country [online]. 2021. Available from: <https://www.greenmatch.co.uk/blog/2019/10/greenhouse-gas-emissions-by-country#map> [cited 25 Maio 2021]. 46
- [ITS20] ITSector. Itsector | transformação digital para o setor financeiro [online]. 2020. Available from: <https://www.itsector.pt/pt> [cited 27 Outubro 2020]. 2
- [Joh20] John Maslen. Nordea offers carbon footprint summaries to 3 million digital banking customers [online]. 2020. Available from: <https://www.assetfinanceinternational.com/> [cited 9 dezembro 2020]. 15
- [MMDD19] John Mulrow, Katherine Machaj, Joshua Deanes, and Sybil Derrible. The state of carbon footprint calculators: An evaluation of calculator design and user interaction features. *Sustainable Production and Consumption*, 18:33–40, 2019. 8, 9
- [MSVD14] Gabriel Masset, Louis-Georges Soler, Florent Vieux, and Nicole Darmon. Identifying sustainable foods: the relationship between environmental impact, nutritional quality, and prices of foods representative of the french diet. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 114(6):862–869, 2014. 8, 9
- [Mut15] Subramanian Senthilkannan Muthu. *The carbon footprint handbook*. 2015. 5
- [Nor20] Nordea Bank Abp. For a more sustainable future [online]. 2020. Available from: <https://www.nordea.fi/en/personal/our-services/online-mobile-services/co2-tracker.html> [cited 9 dezembro 2020]. 15
- [Rev20] Revolut Ltd. Uma forma mais simples de gerir o seu dinheiro [online]. 2020. Available from: <https://www.revolut.com/pt-PT/sobre-a-revolut> [cited 3 Dezembro 2020]. 7
- [SMYN19] Marja Salo, MK Mattinen-Yuryev, and Ari Nissinen. Opportunities and limitations of carbon footprint calculators to steer sustainable household consumption—analysis of nordic calculator features. *Journal of Cleaner Production*, 207:658–666, 2019. 6
- [Sop20] Sophie Janaskie e Sanchali Pal. How does the joro carbonizer work? [online]. 2020. Available from: <https://www.joro.tech/how-it-works> [cited 9 dezembro 2020]. xi, 14, 15

Cálculo da Pegada de Carbono a partir de Transações Bancárias

- [WKW11] Laurence A Wright, Simon Kemp, and Ian Williams. ‘carbon footprinting’: towards a universally accepted definition. *Carbon management*, 2(1):61–72, 2011. 5
- [WMO8] Thomas Wiedmann and Jan Minx. A definition of ‘carbon footprint’. *Ecological economics research trends*, 1:1–11, 2008. 5
- [Wor] World Resources Institute, wbcSD. Calculation tools [online]. Available from: https://ghgprotocol.org/calculationg-tools-faq?fbclid=IwAR0yOudb1haEPub6J9XmoyZLOAOCCG_c19EIQbCtKNr76SYixlOCtnJ1rk [cited 9 dezembro 2020]. 6
- [WR98] Mathis Wackernagel and William Rees. *Our ecological footprint: reducing human impact on the earth*, volume 9. 1998. 5
- [WYT⁺18] Yu-Ting Wen, Pei-Wen Yeh, Tzu-Hao Tsai, Wen-Chih Peng, and Hong-Han Shuai. Customer purchase behavior prediction from payment datasets. In *Proceedings of the Eleventh ACM International Conference on Web Search and Data Mining*, pages 628–636, 2018. 7
- [You20] Youmatter. Carbon footprint definition [online]. 2020. Available from: <https://youmatter.world/en/definition/definitions-carbon-footprint/> [cited 7 Dezembro 2020]. 1