

Otimização da alocação de oportunidades de venda na indústria das telecomunicações

Ana Catarina Fernandes da Costa Melo

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Professor Luís Guimarães



Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial

2021-06-28

Resumo

Os canais presenciais e direcionados apresentam um grande impacto no lucro de uma empresa de telecomunicações. Neste seguimento, torna-se importante definir as oportunidades de venda a trabalhar por cada delegado comercial, por forma a rentabilizar os recursos disponíveis bem como para que seja possível o desenvolvimento de boas relações entre o delegado comercial e os clientes que lhe são atribuídos. A presente dissertação aborda a alocação de oportunidades de venda do segmento *Mass Business* da NOS Comunicações S.A., aos diferentes delegados comerciais.

Neste projeto é proposto a implementação de um modelo de programação inteira que faça uma construção de carteiras de atuais e potenciais clientes, semelhantes em dimensão, potencial e permanência. Cada carteira é posteriormente atribuída a um delegado comercial. A função objetivo é a minimização das distâncias entre os concelhos da mesma carteira por forma a concentrar a área de operação dos delegados comerciais. Com esta concentração das empresas da mesma carteira e a semelhança em dimensão e potencial das mesmas, pretende-se não só aumentar o número de oportunidades trabalhadas mas também que cada delegado comercial atue numa ótica de crescer a receita da sua carteira.

Complementarmente, foi desenvolvido um modelo que permite a manutenção do dimensionamento das carteiras a cada ciclo, já que existem fluxos de entrada e saída de empresas no parque elegível para pertencer a carteira. Neste, é introduzindo um fator diferenciador no potencial das carteiras consoante o desempenho dos seus delegados comerciais, por forma a atribuir maior responsabilidade aos que apresentam melhores resultados.

Ambos os modelos foram implementados com recurso à linguagem de programação *Python*, tendo-se utilizado um *solver* externo para a procura pela solução ótima no modelo de construção das carteiras. Neste documento são ainda apresentados os resultados da construção de carteiras para os delegados comerciais com atividade em janeiro de 2021 nas várias regiões, de modo a comparar os resultados obtidos com os derivados do procedimento manual adotado previamente.

Das regiões consideradas, os resultados obtidos revelaram-se, de forma geral, bastante melhores do que os anteriores, com a exceção das Áreas Metropolitanas do Porto e de Lisboa (Norte). Estas regiões apresentam uma elevada densidade empresarial e um número avultado de delegados comerciais, pelo que o *solver* utilizado não conseguiu lidar com o elevado volume de dados. A solução ótima foi encontrada para 12 das 22 regiões analisadas dentro do tempo computacional de 1 hora. No entanto, para 7 regiões, apesar de não ter sido encontrada a solução ótima, a solução obtida no período máximo definido foi considerada de boa qualidade pela empresa. Por último, uma vez que os resultados obtidos para as Áreas Metropolitanas de Lisboa (Norte) e Porto não eram viáveis, estas foram divididas em sub-regiões. Com esta nova metodologia, os resultados atingidos revelaram-se melhores do que os obtidos pela NOS inicialmente, apresentando uma redução global de 64% da dispersão geográfica das carteiras.

Por último, sugere-se, como trabalho futuro, a exploração de uma meta-heurística para a construção de carteiras em áreas de maior densidade empresarial e a adoção de um modelo preditivo para prever a necessidade de delegados comerciais nas diferentes regiões do país.

Abstract

An optimization approach to sales opportunities allocation in the telecommunications industry

Personal selling has a big impact on a telecommunications company's profit. Therefore, it is important to assign sales opportunities to the different salespeople so as to make the most of the available resources, as well as stimulate good relations between the salesperson and the customers and potential customers assigned to him/her. This dissertation addresses the allocation of sales opportunities from NOS Comunicações S.A.'s Mass Business segment, to the various sales agents.

In this project, it is proposed the implementation of an integer programming model that builds a portfolio of current and potential clients, balanced in size, potential and permanence. Each portfolio of companies is, later on, assigned to a salesperson. The objective function regards the minimization of the distances between cities of the same portfolio, in order to concentrate the operating area of each salesperson. As a result of the concentration of companies in the same portfolio and the similarity in size and potential of the portfolios, it is expected to enhance the opportunities covered and also that each sales agent works in order to grow the revenue of its own portfolio.

Moreover, it was also developed a model that preserves the size of the portfolios at each cycle, once there are inflows and outflows of companies eligible to belong to a portfolio. In this model, it is introduced a differentiating factor in the portfolios' potential depending on the performance of its commercials, so as to assign greater responsibility to those with better results.

Both models were developed in *Python* and a commercial solver was used to search for the optimal solution in the first model. This document also presents the results of the portfolios built for the number of commercials of each region with activity in January 2021, in order to compare the results obtained with the ones previously achieved by the company.

In general, the results obtained proved to be much better than the previous ones for all the regions considered, with the exception of the Metropolitan Areas of Porto and Lisbon (North). These regions have a very high business density and a great amount of commercials, hence the used solver was not able to deal with the large volume of data. The optimal solution was found for 12 of the 22 regions analysed within the computational time of 1 hour. However, for 7 regions, despite not having achieved the optimal solution, the solutions obtained in the maximum period allowed were considered of good quality by the company. Finally, since the results obtained for the Metropolitan Areas of Lisbon (North) and Porto were not viable, these areas were divided into sub-regions. With the new methodology, the results achieved proved to be better than those obtained initially by NOS, showing an overall reduction of 64% regarding the geographic dispersion of the portfolios.

At last, it is suggested, as future work, the implementation of a metaheuristic for the construction of portfolios in areas of greater business density and the use of a predictive model to anticipate the churn of sales agents and the consequent need of sales agents in the different regions of the country.

Agradecimentos

Este espaço, ainda que pequeno, destina-se a agradecer a todos aqueles que, de uma maneira ou de outra, contribuíram para o meu sucesso académico e acompanharam o meu percurso durante estes últimos 5 anos.

Em primeira nota, um agradecimento ao Professor Luís Guimarães, pela orientação, apoio e disponibilidade que demonstrou no decorrer deste projeto.

Ao Francisco Freitas e ao Carlos Henriques, da equipa de Gestão Segmento Empresas da NOS Comunicações S.A., agradeço de igual forma pelo tempo despendido e pelos conhecimentos que me transmitiram relativamente ao negócio.

Aos meus amigos de sempre, pela amizade e momentos passados e por me acompanharem durante grande parte da minha vida.

Às amigadas que tive o prazer de fazer durante a faculdade e sem as quais estes 5 anos não teriam sido tão especiais.

Aos meus pais, pelo apoio e amor incondicional, pela educação e oportunidades que sempre me proporcionaram, e ao meu irmão pela motivação, paciência e ajuda constantes.

E a toda a minha família que tem sempre as portas abertas para me receber com carinho. Um agradecimento especial à minha avó Emília, pelo amor e preocupação incansável, ao meu avô Francisco, pela inigualável boa disposição e forma de viver e ao meu avô Bernardino, pela bondade e valores que me transmitiu.

A todos, um enorme obrigada.

Conteúdo

1	Introdução	1
1.1	NOS Comunicações, S.A.	2
1.2	Enquadramento do projeto e motivação	2
1.3	Objetivos do projeto	3
1.4	Metodologia	4
1.5	Estrutura da dissertação	5
2	Revisão de literatura	7
2.1	<i>Sales territory design problem</i>	7
2.2	<i>Generalized assignment problem</i>	9
2.3	Modelos de otimização	10
2.3.1	Produto de variáveis binárias	11
2.4	Meta-heurísticas	11
2.4.1	<i>Greedy randomized adaptive search procedure (GRASP)</i>	12
3	Descrição e contextualização do problema	15
3.1	Caracterização das empresas	15
3.2	Modelo de carteiras	17
3.2.1	Elegibilidade de empresas para pertencer a carteira	17
3.2.2	Processo de construção de carteiras	18
3.2.3	Regras de manutenção de carteiras	18
3.2.4	Avaliação tricíclica de carteiras	19
3.3	Carteiras no primeiro ciclo de 2021	20
3.4	Análise dos delegados comerciais com atividade em 2020	22
3.4.1	Taxa de Abandono	22
3.4.2	Capacidade de Trabalho	22
3.5	Parque de empresas <i>Mass Business</i> elegível para carteira	24
4	Metodologia	25
4.1	Modelo de construção de carteiras	25
4.1.1	Medição da dispersão das carteiras	25
4.1.2	Variáveis decisão	26
4.1.3	Função objetivo	27
4.1.4	Restrições	27
4.1.5	Carteiras de cada tipo a construir	29
4.2	Alocação de empresas a carteiras	30
4.2.1	Variável decisão	31
4.2.2	Função objetivo e restrições	31

5	Implementação e Resultados	35
5.1	Linguagem de programação	35
5.2	Resultados computacionais	36
6	Conclusão e perspectivas de trabalho futuro	43
6.1	Principais resultados	44
6.1.1	Impacto na atividade comercial da NOS	44
6.2	Oportunidades para trabalho futuro	45
A	Resumo das carteiras em cada NUT no final do primeiro ciclo de 2021	51
B	Dados dos concelhos das Áreas Metropolitanas do Porto e Lisboa (Norte)	53
C	Gap final obtida para as diferentes sub-regiões consideradas	55

Siglas

GE	Grandes empresas
PME	Pequenas e médias empresas
ENI	Empresário em nome individual
B2B	<i>Business to business</i>
NUT	Nomenclatura de unidade territorial
PF	Período de fidelização
GAP	<i>Generalized assignment problem</i>
TDP	<i>Territory design problem</i>
GRASP	<i>Greedy randomized adaptive search</i>
PLIM	Programação linear inteira mista
PI	Programação inteira
CAI	Clientes de alto impacto
RGU	<i>Revenue generating unit</i>
CBC	Coin-or Branch and Cut

Lista de Figuras

3.1	Permanência média, em meses, dos clientes das carteiras mistas das Áreas Metropolitanas do Porto (a) e de Lisboa (Norte) (b)	21
3.2	Desvio percentual do valor potencial das carteira das Áreas Metropolitanas do Porto (a) e de Lisboa (Norte) (b) relativamente à média de cada região	21
3.3	<i>Scatterplot</i> do volume de oportunidades trabalhadas por ciclo por antiguidade do delegado comercial	23
5.1	<i>Gap</i> final obtida para cada NUT	37
5.2	Mapa das sub-regiões consideradas nas Áreas Metropolitanas do Porto (a) e de Lisboa (Norte) (b)	38
5.3	Comparação do desvio potencial máximo de uma carteira relativamente ao potencial médio por carteira da NUT	41
5.4	Comparação da variação máxima da permanência entre duas carteiras da mesma NUT	41
C.1	<i>Gap</i> final obtida para cada sub-região	55

Lista de Tabelas

3.1	Indicadores-chave e respetivos limites da avaliação tricíclica das carteiras	20
4.1	Índices e conjuntos do modelo de programação inteira para construção de carteiras	26
4.2	Parâmetros do modelo de programação inteira para construção de carteiras	26
4.3	Índices e conjuntos do modelo de programação inteira para alocação de oportunidades de venda a cada ciclo	31
4.4	Parâmetros do modelo de programação inteira para alocação de oportunidades de venda a cada ciclo	31
5.1	Tempo computacional necessário para alcançar a solução ótima	37
5.2	Resultados dos testes realizados	39
5.3	Resultados obtidos para as sub-regiões das Áreas Metropolitanas de Lisboa (Norte) e do Porto	40
A.1	Resumo das carteiras existentes em cada NUT no final do primeiro ciclo de 2021, aquando a sua definição	51
B.1	Dados dos concelhos da Área Metropolitana do Porto	53
B.2	Dados dos concelhos da Área Metropolitana de Lisboa (Norte)	53

Capítulo 1

Introdução

O contacto e relacionamento com atuais e potenciais clientes é crucial na indústria das telecomunicações para a geração de receita, na medida em que bons relacionamentos promovem a taxa de sucesso na fidelização e adição de serviços de clientes e na angariação de novos clientes. Por conseguinte, os canais presenciais e direcionados ao consumidor, isto é, os delegados comerciais, apresentam um grande impacto no lucro do negócio. No entanto, são também os mais dispendiosos, pelo que há uma necessidade de selecionar quais os consumidores que produzem maior proveito no investimento deste canal de vendas.

Esta dissertação foi desenvolvida numa empresa de telecomunicações, NOS Comunicações, S.A., orientada ao mercado empresarial, cujo objetivo principal é aumentar os serviços dos clientes atuais e expandir o parque de clientes, através da angariação de novos clientes, de forma a ampliar a receita do negócio.

Por conseguinte, a alocação orquestrada de oportunidades de venda aos delegados comerciais torna-se importante para atingir um maior número de clientes e potenciais clientes e aumentar a propensão para gerar receita. No entanto, é necessário que exista um equilíbrio em termos de volume, potencial e permanência das empresas a atribuir a cada delegado comercial e ter em conta critérios geográficos.

O fio condutor deste projeto passa, então, pelo desenvolvimento de um modelo que faça uma construção de carteiras de atuais e potenciais clientes, equilibradas em termos de dimensão, potencial e permanência, minimizando a dispersão geográfica das carteiras. Adicionalmente, existe ainda uma necessidade de fazer a manutenção do dimensionamento das carteiras atribuídas aos delegados comerciais, já que estas não são estáticas, investindo nos delegados comerciais que mais contribuem para a receita da empresa. Desta forma, pretende-se ainda que seja desenvolvido um algoritmo de tomada de decisão, a cada ciclo, de quais empresas do mercado endereçável pelo segmento *Mass Business* da NOS Comunicações, S.A. alocar e a que carteira.

Este capítulo contextualiza o projeto na empresa onde foi desenvolvido, endereça os objetivos e a metodologia seguida.

1.1 NOS Comunicações, S.A.

A NOS Comunicações, S.A, daqui em diante designada NOS, pertence ao Grupo NOS e opera na indústria das telecomunicações, oferecendo soluções fixas e móveis de televisão, internet, voz e dados para os segmentos de mercado Residencial, Pessoal, Empresarial e *Wholesale*.

No mercado Empresarial, a NOS posiciona-se como uma alternativa sustentada para os segmentos *Corporate* (inclui Hotelaria, Grandes Empresas (GEs) e Setor Público) e *Mass Business*. No vasto portfolio de produtos e serviços direcionado a estes segmentos, a NOS apresenta soluções personalizadas para cada setor e negócios de diferentes dimensões. A oferta é complementada com serviços de *Information and Communication Technology (ICT)*, *cloud* e o primeiro tarifário ilimitado do mercado para clientes empresariais.

Ao longo do documento, são mencionados termos usados internamente pela NOS. O trabalho desenvolvido debruça-se no contexto Empresarial e, mais especificamente, recai sobre o segmento *Mass Business*, isto é, o mercado referente às pequenas e médias empresas (PMEs). No parque empresarial encontram-se clientes atuais da NOS, denominados no seu conjunto como base e potenciais clientes, daqui em diante denominados *prospects*.

Os clientes e *prospects* são abordados ou abordam a NOS, essencialmente, através de cinco canais distintos, nomeadamente canal Agentes, *Outbound* (remoto), Revenda, *Inbound* (remoto) e Retailho (lojas físicas). Enquanto que os dois primeiros apresentam uma abordagem *Push*, isto é, as empresas são abordadas pela NOS, os últimos três canais apresentam uma abordagem *Pull* pelo facto de serem as empresas a tomar a iniciativa de contactar a NOS.

O presente documento tem como foco os trabalhadores do canal Agentes, denominados daqui para a frente como delegados comerciais. Até 2019, era atribuída a cada delegado comercial no início de cada ciclo, constituído por 4 semanas, uma lista de trabalho com empresas (clientes e *prospects*) para contactar durante o período. Assim, o delegado comercial devia abordar, idealmente, todas as empresas da lista de forma a fechar contratos, quer seja de adição de serviços ou fidelização de clientes ou angariação de *prospects*.

1.2 Enquadramento do projeto e motivação

A reflexão estratégica *business to business* (B2B) de 2019 permitiu identificar uma série de conclusões relativamente ao posicionamento da NOS neste contexto. Entre elas destaca-se que apesar de entre 2016 e 2018 o mercado das telecomunicações *Business to business* (B2B) em Portugal ter apresentado um crescimento relevante, o crescimento da NOS foi consideravelmente inferior. Concluiu-se ainda que o mercado B2B era endereçado de forma pouco diferenciada e direcionada pelos canais comerciais, apresentando potencial de melhoria na componente de valor de cliente e de custo canal comercial.

Após a reflexão estratégica B2B de 2019 supramencionada, houve uma redefinição do *modus operandi* dos delegados comerciais do canal Agentes que passaram a trabalhar segundo um modelo de carteiras regionais, organizadas por entidades intermunicipais (NUTs). O modelo de

carteiras permite a gestão de um conjunto de empresas através de uma figura comercial dedicada, focada na consistência de atuação e na criação de relação de proximidade e confiança com o cliente, atuando numa lógica de criação de valor na carteira. Assim, este modelo garante uma maior responsabilização dos delegados comerciais e também uma proximidade superior com as empresas, assegurada por abordagens presenciais, estruturadas e com direcionamento.

Note-se que, na data de início do projeto, já existiam delegados comerciais com carteira atribuída, ainda que, de modo geral, apresentassem, por ciclo, um número muito pouco significativo de oportunidades trabalhadas presentes nas suas carteiras. A construção das mesmas apresentava, desta forma, potencial de otimização já que o processo adotado careceu de considerações importantes nomeadamente em termos de balanceamento do potencial e permanência das carteiras construídas em cada NUT. Estas duas características, potencial e permanência, são apresentadas com maior detalhe no Capítulo 3.

A desigualdade de potencial entre carteiras conduzia a que algumas delas não apresentassem um valor potencial atrativo para serem trabalhadas por uma figura comercial. Para além disso, o desequilíbrio do potencial de carteiras da mesma NUT gerava controvérsia na área comercial, que se traduzia na desconsideração do modelo por parte dos delegados comerciais e no contacto de empresas fora da própria carteira. Desta forma, os objetivos pretendidos pelo modelo, nomeadamente, a aproximação das empresas a uma única figura comercial e abordagens personalizadas, não eram concretizados.

No momento de atribuição de uma carteira a um delegado comercial, pretende-se que esta apresente um potencial e permanência média que reflita os da NUT, de forma a que exista equidade das carteiras aquando do momento da sua definição. Adicionalmente, este objetivo prende-se com a necessidade de diversificação do risco do ponto de vista da NOS, uma vez que a concentração de empresas de elevado potencial num pequeno número de carteiras pode ter efeitos negativos. Um delegado comercial que apresente uma concentração de empresas de elevado potencial na sua carteira não consegue cobrir todos os clientes e *prospects* de forma eficiente. Como consequência, a NOS pode perder oportunidades de venda chave. Para além disso, no caso do delegado comercial deixar de prestar serviços à NOS, as empresas da sua carteira deixam de ser trabalhadas até nova alocação a um delegado comercial.

Complementarmente, não existia um modelo que lidasse com novas empresas elegíveis para carteira e saída de empresas de carteiras, nem com fluxos de entrada e saída de delegados comerciais e como lidar com as empresas das carteiras destes últimos. Por conseguinte, não era garantida a manutenção do dimensionamento das carteiras existentes. Por último, todo o processo existente era realizado de forma manual, desenvolvido em folhas de cálculo.

1.3 Objetivos do projeto

A finalidade deste projeto prende-se com o desenvolvimento de um novo modelo de construção de carteiras e na distribuição orquestrada, a cada ciclo, de empresas não atribuídas a carteiras às carteiras existentes.

Hess and Samuels (1971) referem que a eficiência de um delegado comercial pode ser melhorada através da redução do tempo não produtivo despendido em viagens. Como se pretende que os delegados comerciais sejam dedicados e focados nas empresas da sua carteira, e estes tendem a concentrar o seu perímetro de trabalho numa pequena área, as carteiras devem ser construídas numa ótica de minimização da sua dispersão geográfica. A redução da dispersão da área geográfica de atuação dos delegados comerciais permite reduzir o tempo em deslocações e por conseguinte proporcionar um período de contacto com os consumidores mais alargado.

A alocação a cada ciclo pretende diminuir o risco de acumulação de oportunidades não trabalhadas nomeadamente por serem atribuídas a delegados comerciais sem capacidade para as trabalhar, por serem alocadas a carteiras cuja concentração geográfica das empresas seja distante da sua ou simplesmente por ficarem em reserva quando podiam ser alocadas a delegados comerciais com capacidade para as trabalhar. Complementarmente, pretende-se que este seja um momento de diferenciação dos delegados comerciais, através da atribuição de empresas de maior potencial a delegados comerciais que apresentem melhor desempenho. Com esta diferenciação, pretende-se aumentar a possibilidade de gerar receita, sem incorrer no risco de concentrar demasiadas oportunidades-chave na mesma carteira.

1.4 Metodologia

De forma a atingir os objetivos propostos, foi necessário definir uma metodologia a seguir ao longo do projeto. Começou-se por fazer uma análise ao parque de clientes e *prospects* endereçáveis pelo segmento *Mass Business* da NOS. Foi ainda realizado o levantamento do modelo de carteiras atual, mais especificamente o processo de criação das mesmas e analisadas as carteiras que existiam à data de início do projeto, no momento da sua definição. Para além disso realizou-se ainda uma análise aos delegados comerciais, mais especificamente, à sua taxa de abandono, antiguidade e capacidade de trabalho em cada ciclo.

Tratando-se de um canal que acarreta custos superiores aos outros, foi necessário, em seguida, redefinir critérios de elegibilidade para uma empresa ser trabalhada segundo o modelo de carteiras.

Para que seja possível o desenvolvimento de uma ferramenta de tomada de decisão que sugira as empresas a alocar a uma carteira, em cada ciclo, permitindo atingir objetivos anteriormente especificados, foi necessário definir previamente ao desenvolvimento do algoritmo, os requisitos para que uma carteira possa ser reforçada.

O projeto foi desenvolvido em *Python* e encontra-se dividido em duas componentes. A primeira diz respeito à elaboração de um modelo para construção de carteiras equilibradas em dimensão, potencial e permanência, minimizando a dispersão geográfica entre empresas da mesma carteira. Após cumprida esta fase, a segunda parte prende-se no desenvolvimento de um modelo que faça uma alocação, a cada ciclo, das empresas disponíveis e elegíveis para pertencer a carteira às diferentes carteiras aptas a serem reforçadas, tendo em conta o desempenho dos seus delegados comerciais.

1.5 Estrutura da dissertação

O presente documento encontra-se organizado da seguinte forma. No capítulo seguinte é apresentada a revisão de literatura, por forma a dar a conhecer o estado da arte relativamente a temas e conceitos teóricos considerados relevantes para o desenvolvimento do projeto e que serviram de suporte ao longo de toda a dissertação.

Com o Capítulo 3 pretende-se fazer uma contextualização dos conceitos internos fundamentais para a compreensão do problema. Neste capítulo é ainda apresentada a situação atual relativamente ao modelo de carteiras em vigor na data de início do projeto, incluindo o seu processo de construção, regras de manutenção e avaliação. O capítulo termina com uma breve análise às carteiras existentes no momento inicial, aos delegados comerciais e apresenta o parque de empresas que servirá como *input* do novo modelo de construção de carteiras.

Este modelo é abordado no Capítulo 4 como um problema de programação inteira que visa minimizar a dispersão geográfica das carteiras, tendo em conta restrições de dimensão, permanência e potencial. O capítulo introduz ainda um modelo cíclico de alocação de empresas às carteiras trabalhadas pelos diferentes delegados comerciais.

No Capítulo 5 são apresentados e discutidos os resultados do modelo de carteiras e apresentadas as ferramentas e linguagens de programação utilizadas no decorrer do projeto.

Por último, o Capítulo 6 foca-se na apresentação das devidas conclusões relativamente ao impacto do projeto desenvolvido na atividade comercial da NOS. Neste capítulo são ainda endereçadas as suas limitações e identificadas oportunidades para trabalho futuro.

Capítulo 2

Revisão de literatura

Neste capítulo, são apresentados tópicos relevantes para o projeto, de forma a situar a dissertação num contexto técnico e científico.

O capítulo começa com uma apresentação do *sales territory design problem* e do *generalized assignment problem*, que correspondem à base para o desenvolvimento dos modelos nesta dissertação, o modelo de construção de carteiras e o de manutenção cíclica das mesmas, respetivamente.

De seguida, são introduzidos os modelos de otimização, sendo também apresentada a formulação linear para o produto de duas variáveis binárias.

O capítulo termina com uma secção focada em meta-heurísticas, nomeadamente GRASP (greedy randomized adaptive search), por forma a considerar para um possível trabalho futuro.

2.1 *Sales territory design problem*

A importante, mas dispendiosa tarefa de definir territórios de venda é comum a todas as empresas que operam uma força de vendas e precisam de subdividir a área de mercado em regiões de responsabilidade (Kalcsics et al., 2005).

Zoltners and Lorimer (2000) atribuem a importância de uma boa divisão do território a vários fatores, nomeadamente por melhorarem a cobertura de clientes, aumentar as vendas, promoverem sistemas justos de avaliação e recompensa e diminuírem os custos de transporte.

O *territory design problem* (TDP) consiste em organizar um conjunto de unidades básicas em subconjuntos ou grupos de acordo com critérios de planeamento específicos. Dependendo do contexto, estes critérios podem estar relacionados com fatores económicos (potencial médio de vendas, número de clientes ou carga de trabalho) ou demográficos (número de habitantes, população com idade de voto). Na maioria dos casos as unidades básicas tratam-se de *city blocks* ou clientes individuais e os grupos resultantes designam-se territórios.

Este tipo de problemas é frequentemente aplicado na definição de territórios de vendas. O *sales territory alignment* pode ser visto como o problema de agrupar *sales covering units* (SCUs) em *clusters* geográficos maiores denominados território de vendas (Drexel and Haase, 1999). Nestes casos, os territórios devem, geralmente, ser compactos, conectados e balanceados em termos

de número de clientes e volume de vendas.

A compactação dos territórios é fundamental para garantir que os clientes dentro do mesmo território estão próximos uns dos outros. Na maioria da literatura existente sobre o problema, este é identificado como o critério mais importante. Por esta razão é frequentemente considerada como função objetivo, sendo os restantes critérios tratados como restrições. Como Shirabe (2005) afirma, não existe um consenso na literatura relativamente à forma mais adequada para medir a compactação. Frequentemente, são encontradas medidas de dispersão, que consiste no inverso da compactação, como *p-center* (Ríos-Mercado and Fernández, 2006; Elizondo-Amaya et al., 2014) ou *p-median* (Salazar-Aguilar et al., 2012; Ríos-Mercado and López-Pérez, 2013).

Os primeiros problemas que surgiram nesta ótica e que levaram ao uso de metodologias científicas estavam relacionados com a definição de distritos políticos gerados por processos imparciais (Mehrotra et al., 1998). Hess et al. (1965) foram os primeiros a propor um modelo de programação matemática que formula a definição dos distritos como um problema de localização-alocação.

Vargas-Suárez et al. (2005) conduziram um problema semelhante ao TDP sem considerar restrições de compactação, conectividade e atribuição conjunta. O objetivo focava-se na minimização do desequilíbrio entre territórios. Caballero-Hernández et al. (2007) abordam o problema recorrendo à meta-heurística *greedy randomized adaptive search procedure* (GRASP), introduzindo restrições de compactação, conectividade e de atribuição conjunto. Os resultados obtidos mostraram ser de boa qualidade para instâncias de grande dimensão e num tempo computacional razoável.

Ríos-Mercado and Fernández (2006) apresentaram uma solução baseada na meta-heurística GRASP reativa. O foco do problema não era a definição de territórios de venda para vendedores, mas sim a determinação de centros para o fornecimento de serviços aos clientes. Na abordagem conduzida procuraram balancear os territórios em termos de volume de clientes, vendas e carga de trabalho. Os resultados obtidos, em termos de dispersão e requisitos de balanceamento, revelaram-se bastante melhores do que os gerados anteriormente pela empresa proponente do estudo e com tempos computacionais relativamente rápidos.

Salazar-Aguilar et al. (2011a) apresentam duas contribuições para o TDP. A primeira corresponde a um procedimento de otimização exato para soluções com até 200 unidades básicas e 10 territórios. O algoritmo consiste na resolução iterativa de uma programação linear inteira mista (PLIM) através da relaxação de restrições de conectividade, até atingir um ótimo. A segunda concerne uma formulação de programação quadrática inteira programação quadrática inteira (PQI) que permite reduzir o número de variáveis binárias, de forma a alcançar uma solução para instâncias maiores às que são possíveis com a PLIM.

Ríos-Mercado and López-Pérez (2013) apresentam uma abordagem heurística para o TDP baseada na resolução iterativa de uma PLIM, através da relaxação das restrições de conectividade, de forma a obter soluções de boa qualidade para instâncias de maior dimensão.

Mais recentemente, Gliesch et al. (2018) estudam o TDP através da implementação da meta-heurística *tabu search*.

Salazar-Aguilar et al. (2011b) e Salazar-Aguilar et al. (2012) conduzem abordagens em que o

TDP é tratado como um problema multiobjectivo.

Uma das maiores dificuldades deste problema quando modelado como um problema de PLIM é o número exponencial de restrições de conectividade. Deste modo, quando é usado para instâncias de maior dimensão, torna-se praticamente intratável, mesmo para versões com um único objetivo. Por essa razão, o uso de métodos heurísticos revela-se uma alternativa melhor, quando o problema é usado com instâncias maiores, para obter soluções aproximadas viáveis em tempos computacionais aceitáveis.

2.2 Generalized assignment problem

O *generalized assignment problem* (GAP) pretende associar um conjunto de tarefas $J = (1, 2, \dots, n)$ a um conjunto de agentes $I = (1, 2, \dots, m)$, ao mínimo custo possível.

O termo GAP para este tipo de problemas foi introduzido, pela primeira vez por Ross and Soland (1975). No entanto, não foram os primeiros a abordá-lo. DeMaio and Roveda (1971) estudaram um problema de transportes em que, cada ponto de procura, deve ser atendido por um único ponto de fornecimento. Neste caso, os pontos de procura correspondem às tarefas e os pontos de recolha dizem respeito aos agentes e não é feita qualquer distinção entre os requisitos de cada ponto de procura em função do ponto de fornecimento.

No GAP com agentes e tarefas, cada agente apresenta uma quantidade limitada de um determinado recurso e cada tarefa exige o consumo r_{ij} de uma determinada quantidade desse recurso quando é processada por um agente em particular. Tal significa que a quantidade do recurso necessária para processar uma dada tarefa pode depender consoante o agente que a processa. Desta forma, cada tarefa deve ser alocada a um único agente de forma a minimizar o custo de processamento de todas as tarefas e garantindo que nenhum agente ultrapassa a sua capacidade do recurso.

O problema é formulado através de um modelo de programação inteira, existindo uma variável decisão binária x_{ij} que apresenta o valor 1 no caso da tarefa j ser alocada ao agente i e 0 caso contrário. A formulação matemática do problema é a seguinte:

$$\text{minimizar } \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \quad (2.1)$$

sujeito a:

$$\sum_{j=1}^n r_{ij} x_{ij} \leq b_i \quad i = 1, \dots, m \quad (2.2)$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = 1 \quad j = 1, \dots, n \quad (2.3)$$

$$x_{ij} \in \{0, 1\} \quad i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n \quad (2.4)$$

O coeficiente r_{ij} corresponde ao requisito de recurso que a tarefa j exige para o agente i e o parâmetro b_i corresponde à capacidade do recurso que o agente i possui.

A versão de maximização deste problema também pode ser encontrada na literatura, a título de

exemplo, em Savelsbergh (1997) e Fisher et al. (1986). Nestas circunstâncias, ao invés de existir um custo c_{ij} de associação de uma dada tarefa a um determinado agente existe um lucro p_{ij} obtido pela associação. Na verdade os dois são equivalentes já que, através da mudança $c_{ij} = -p_{ij}$, ou $p_{ij} = -c_{ij}$, para todos os $i \in M$ e $j \in N$, uma versão é facilmente transformada na outra.

As aplicações deste problema são vastas e podem ser encontradas no estudo de problemas de rotas, planeamento, *maximal covering location problem*, entre outros.

2.3 Modelos de otimização

A otimização, ou programação matemática, é uma área da matemática que lida com a análise e resolução de problemas de decisão. Nestes problemas, pretende-se minimizar ou maximizar uma determinada função objetivo, através da escolha sistemática dos valores das variáveis, dentro dos seus domínios (Zhang et al., 2015).

Um problema de otimização pode ser definido por (S, f) em que S representa o conjunto de soluções possíveis, e $f : S \rightarrow \mathbb{R}$ corresponde à função objetivo a otimizar (Talbi, 2009). A função objetivo atribui a cada solução $s \in S$ do espaço de soluções um número real que indica o seu potencial e permite definir uma relação entre qualquer par de soluções, nomeadamente identificar uma como sendo melhor do que outra.

Em qualquer problema de otimização, o objetivo principal é encontrar uma solução s^* que seja melhor do que todas as outras do espaço de soluções, o que, para problemas de minimização, significa $\forall s \in S, f(s^*) \leq f(s)$. Esta solução denomina-se ótimo global, sendo que, para o mesmo problema pode existir mais do que um.

Os problemas de otimização podem ser resolvidos através da implementação de algoritmos exatos ou aproximados. Os primeiros encontram as soluções ótimas, garantindo a otimalidade, pelo que, quando existe um método exato para obter uma solução ótima em tempo computacional razoável, esse algoritmo deve ser implementado. No entanto, estes algoritmos não existem para todos os problemas (Schneider and Kirkpatrick, 2006). Para além disso, com o aumento da complexidade do problema, o número de combinações possíveis cresce exponencialmente, tornando-se impossível obter uma solução ótima num período de tempo aceitável. Nestes casos, os algoritmos aproximados são frequentemente usados por forma a obter uma solução viável de boa qualidade dentro do período de tempo disponível.

A classificação de um problema de otimização depende das características da sua função objetivo, variáveis decisão e restrições, podendo os problemas ser de classe P ou $NP-hard$. Os primeiros são, por norma, resolvidos por algoritmos exatos, uma vez que se tratam de problemas mais simples e é possível obter soluções ótimas em tempo polinomial. Por outro lado, os problemas $NP-hard$ são de complexidade elevada e por isso, nestes casos, e em especial quando temos que lidar com instâncias de dimensão elevada, cinge-se à obtenção de uma solução aproximada.

A programação linear (PL) é uma classe de modelos de programação matemática e consiste na maximização ou minimização de uma função objetivo linear sujeita a um determinado número de restrições, que também se tratam de expressões lineares. Quando todas ou algumas variáveis da

PL são inteiras, estamos perante um modelo de programação inteira pura ou mista, respetivamente. Por outro lado, programação não linear (PNL) consiste igualmente na resolução de um problema de programação matemática mas no qual algumas das restrições e/ou a função objetivo não são lineares.

A PLIM é um método predileto entre os autores pela capacidade de usar variáveis inteiras por forma a simultaneamente, representar decisões discretas e atribuir valores contínuos que reflitam quantidades reais.

Quando todas as variáveis são inteiras, estamos perante um problema de programação inteira pura (PI). A maioria das variáveis inteiras em modelos de programação inteira práticos estão restritas a dois valores, 0 e 1 (Williams, 2009). Este tipo de variáveis binárias são frequentemente usadas por forma a representar decisões duais, do tipo sim/não.

2.3.1 Produto de variáveis binárias

Por vezes, é necessário modelar determinadas condições a partir de um produto de variáveis binárias (que tomam o valor 0 ou 1). Este produto pode ser transformado numa formulação linear equivalente através de uma dependência lógica das variáveis iniciais, já que o produto de variáveis binárias é uma variável binária (Watters, 1967).

Se um determinado modelo contém o produto $\delta_1 \delta_2$ de duas variáveis binárias, este passa a ser definido por uma nova variável binária, γ , sendo as restrições:

$$\delta_1 + \delta_2 - \gamma \leq 1 \quad (2.5)$$

$$\delta_1 - \gamma \geq 0 \quad (2.6)$$

$$\delta_2 - \gamma \geq 0 \quad (2.7)$$

A equação (2.5) força γ a ser 1 se δ_1 ou δ_2 forem ambas 1. As equações (2.6) e (2.7) obrigam γ a tomar o valor 0 se pelo menos uma das variáveis, δ_1 e δ_2 , forem nulas.

2.4 Meta-heurísticas

Os problemas de decisão reais são, geralmente, bastante complexos e apresentam muitas vezes um elevado número de dados, tornando-se difícil encontrar uma solução satisfatória num período de tempo razoável através de métodos exatos. Nestes casos, as heurísticas representam boas alternativas. No entanto, quando uma solução possível não é suficiente e é necessário encontrar uma boa solução, é importante usar métodos que permitam obter a melhor solução possível dentro do período de tempo disponível.

Ehr Gott and Gandibleux (2004) definem uma heurística como um algoritmo que procura encontrar soluções de boa qualidade a um custo computacional razoável, sem garantir a otimalidade. O facto das heurísticas serem orientadas ao problema, faz com que o mesmo método não possa ser usado para resolver problemas distintos.

Por outro lado, as meta-heurísticas tratam-se de técnicas poderosas que podem ser aplicadas, de forma geral, a um vasto leque de problemas. Originalmente, estas eram caracterizadas como métodos de solução que combinam interações entre procedimentos de melhoria local e estratégias de nível superior para criar um processo capaz de escapar ótimos locais e desempenhar uma procura robusta do espaço de soluções (Gendreau and Potvin, 2010). Estes métodos incluem qualquer tipo de procedimento que empregue estratégias para escapar ótimos locais em espaços de solução complexos, através do uso de estruturas de vizinhança que permitam definir movimentos possíveis para passar de uma solução para outra ou para criar e destruir soluções.

Voß et al. (1999) introduzem uma definição sucinta de meta-heurística como sendo um processo iterativo que guia e modifica as operações de uma heurística subordinada para produzir, com eficiência, soluções de elevada qualidade. Alguns exemplos da família das meta-heurísticas incluem algoritmos genéticos, *neural networks*, *simulated annealing*, *tabu search*, métodos evolucionários, GRASP, *variable neighbourhood search*.

2.4.1 *Greedy randomized adaptive search procedure (GRASP)*

O GRASP é uma meta-heurística introduzida por Feo and Resende (1989) que consiste num processo aleatório iterativo, em que cada iteração é composta por duas fases, uma fase construtiva e uma fase de pesquisa local. Na primeira fase, é construída uma solução inicial possível e na pesquisa local é realizado um processo de procura na vizinhança dessa solução de forma a alcançar um ótimo local. No fim, o resultado guardado corresponde à melhor solução geral encontrada.

A fase de construção é semelhante à heurística *semi-greedy* proposta por Hart and Shogan (1987). Em cada iteração da construção, o elemento selecionado é obtido pela ordenação de todos os elementos candidatos, isto é, aqueles que podem ser adicionados à solução, numa lista de candidatos relativamente a uma *greedy evaluation function*. A função mede o benefício (ou custo) de incorporar cada elemento na solução.

O GRASP é adaptativo uma vez que os benefícios associados a cada elemento são atualizados a cada iteração da construtiva por forma a refletir as mudanças introduzidas pela escolha do último elemento. Em contrapartida, a componente probabilística do método advém da seleção aleatória de um dos melhores candidatos na lista e não necessariamente do melhor. A esta lista dos melhores candidatos dá-se o nome de *restricted candidate list (RCL)*. Desta forma, é possível obter soluções diferentes em cada iteração sem comprometer o poder da componente *greedy* do GRASP (Feo and Resende, 1995).

A pesquisa local faz uma procura iterativa através da substituição da solução incumbente por uma melhor solução na sua vizinhança. Esta fase termina quando não é possível encontrar uma solução melhor na vizinhança da melhor solução encontrada até ao momento. A rapidez e eficácia da pesquisa local depende de vários aspetos, como a estrutura da vizinhança, a técnica da procura da vizinhança, a rápida avaliação dos vizinhos, e a própria solução inicial (Resende and Ribeiro, 2014).

Uma característica que torna esta metodologia atrativa é a facilidade na sua implementação, já que são poucos os parâmetros que precisam de ser definidos e ajustados. Desta forma, o desenvolvimento pode focar-se na implementação de estruturas de dados eficientes para assegurar iterações GRASP rápidas (Festa and Resende, 2004).

Capítulo 3

Descrição e contextualização do problema

Com este capítulo pretende-se fazer uma contextualização de aspetos considerados relevantes para a compreensão do projeto. O capítulo tem na sua constituição duas secções principais, a descrição do modelo de carteiras e a análise da situação *AS-IS*.

Depois da introdução das características das empresas endereçadas pelo segmento *Mass Business*, é descrito com maior pormenor o modelo de carteiras em vigor aquando a data de início do projeto, cuja reformulação é o foco do projeto. Além disso, é ainda realizada uma análise aos delegados comerciais, às carteiras existentes à data de início e ao parque de empresas do segmento em estudo que será elegível para ser alocado às novas carteiras.

3.1 Caracterização das empresas

As empresas do segmento em estudo apresentam diversas características que as distinguem, por exemplo, a sua natureza jurídica e enquadramento de IVA, setor/indústria em que se inserem, volume de negócio, potencial, número de colaboradores, entre vários outros.

Nesta secção são especificadas a permanência, mensalidade e segmento estratégico, e nível de integração dos clientes. Para além disso são ainda apresentados as diferentes naturezas jurídicas e enquadramento do IVA existentes nas empresas de *Mass Business* e o potencial de cada empresa.

Permanência

A permanência de um cliente corresponde ao período, em meses, restante para o contrato cessar, sendo que um cliente inicia, por norma, com 24 meses de permanência (2 anos). Clientes com permanência 0, isto é, sem permanência, correspondem a clientes cujo período de fidelização terminou e continuam com os serviços da NOS apesar de não terem refidelizado, através do estabelecimento de um novo contrato.

As carteiras devem, idealmente, ser constituídas por um leque diversificado de clientes com diferentes permanências uma vez que existem políticas internas que impedem o contacto com o cliente nos seus primeiros 6 meses de contrato. Adicionalmente, uma vez um cliente contactado, deve existir um período de pelo menos 3 meses até ao contacto seguinte. No entanto, os últimos 9 meses de permanência do cliente são os mais críticos, pois há uma preocupação em refidelizá-los o mais rapidamente possível.

Mensalidade e segmento estratégico

A mensalidade do cliente corresponde à receita que a NOS auferi a cada mês com esse cliente. Apesar desta característica ser própria dos clientes, é possível determinar a mensalidade potencial de cada *prospect* através da sua informação financeira, obtida a partir da base de dados da Informa D&B. A Informa D&B é uma empresa que, em Portugal e Espanha, fornece serviços de informação e conhecimento sobre o tecido empresarial.

O segmento estratégico do cliente *Mass Business* está diretamente relacionado com a sua mensalidade, podendo tratar-se de um cliente simples, intermédio ou avançado. O segmento estratégico do cliente é simples quando a sua mensalidade se encontra abaixo de 75€. No caso da mensalidade estar compreendida entre 75€ e 150€, o cliente pertence ao segmento intermédio. E, por último, clientes com mensalidade superior a 150€ são considerados avançados.

Nível de integração

O nível de integração, que está relacionado com o volume de *Revenue Generating Units* (RGUs) que o cliente possui, pode variar de 1P até 5P nas empresas do segmento em questão. Os *Ps* deste domínio são voz fixa, voz móvel, televisão, Internet fixa e Internet móvel. Com base no histórico do negócio, quanto maior o número de *Ps* do cliente, menor é a probabilidade deste deixar os serviços da NOS.

Natureza jurídica e enquadramento de IVA

As empresas são classificadas de acordo com a sua natureza jurídica em empresários em nome individual (ENI), sociedade unipessoal por quotas, sociedade em quotas, sociedade em nome coletivo, sociedade em comandita, cooperativa e associação, agrupamento complementar de empresas, etc.

No segmento *Mass Business* faz-se uma generalização em sociedades, ENIs com IVA, ENIs sem IVA, que estão isentos de IVA, e particulares, que não têm atividade aberta. Os dois últimos, por apresentarem padrões de consumo muito semelhantes ao segmento Residencial, não apresentando, portanto, um perfil empresarial como os primeiros, não são considerados para o modelo de carteiras.

Potencial

O potencial de uma empresa, cliente ou *prospect*, é uma métrica, que ainda pode sofrer pequenas transformações, que pretende traduzir a importância da empresa para a receita da NOS. Esta métrica tem por base, no caso dos clientes, a mensalidade atual ou, no caso dos *prospects*, quando possível, a informação relativa à sua mensalidade na concorrência.

À data do projeto, fatores como o volume de colaboradores, o volume de negócio e a área de negócio da empresa eram considerados para determinar a receita adicional que a NOS poderia auferir de cada empresa. O potencial de uma empresa é então determinado pela mensalidade atual e eventual receita adicional possível de auferir com essas empresa.

Cientes Alto Impacto

Deve ainda referir-se a existência de uma quantidade residual de clientes no parque *Mass Business* que apresentam uma abordagem diferente das restantes empresas do segmento, sendo eles Clientes de Alto Impacto (CAI) e Exóticos. Os CAI tratam-se de clientes VIP, embaixadores ou até mesmo clientes residenciais *premium* que apresentam uma oferta diferenciada.

3.2 Modelo de carteiras

Tal como foi referido previamente, à data de início do projeto, os delegados comerciais já tinham carteiras atribuídas.

O dimensionamento das carteiras teve por base características que garantiam a sustentabilidade e cumprimento de restrições económicas. Desta forma, foram construídos dois tipos de carteiras, carteiras mistas, constituídas por 350 clientes e 650 *prospects* e carteiras de prospecção que continham 1000 *prospects*. De referir que cada empresa, cliente ou *prospect*, apenas estava presente numa única carteira.

Este dimensionamento torna expectável que ao longo dos 13 ciclos do ano, os delegados comerciais contactem um determinado volume de empresas da sua carteira, que correspondem às oportunidades a trabalhar. Um contacto é considerado como finalizado, ou fechado, quando uma empresa recusa a proposta ou no momento em que um contrato é assinado. Se num dado ciclo o delegado comercial não é capaz de fechar os contactos das oportunidades criadas nesse ciclo, essas empresas passam para o ciclo seguinte, sendo esse número descontado das oportunidades a atribuir no novo ciclo ao delegado comercial.

3.2.1 Elegibilidade de empresas para pertencer a carteira

No modelo original, para serem elegíveis a pertencer a uma carteira, as empresas deviam ter o estatuto de sociedades ou ENI com IVA e pertencer ao segmento *Mass Business*, o que exclui clientes e *prospects* do segmento que fossem identificados como particulares ou ENIs sem IVA.

Para além disso, apenas foram considerados *prospects* que estivessem presentes na Informa D&B e com informação financeira de 2018 ou 2019.

CAI, Exóticos e com localização fora de Portugal continental, isto é, nas ilhas, também são deixados de parte por apresentarem o seu próprio modelo de trabalho.

Neste modelo de construção de carteiras apenas foram consideradas empresas cujo canal prioritário fosse Agentes, *Outbound* e Retalho.

3.2.2 Processo de construção de carteiras

O modelo de carteiras foi aplicado a Portugal continental, fazendo uso de uma heurística construtiva, sendo o princípio base para a construção de carteiras a NUT.

Em cada NUT, começou-se por construir carteiras mistas através da alocação de clientes com canal prioritário Agentes. As carteiras que nesta primeira fase não atingissem os 350 clientes, mas apresentassem um volume de pelo menos 125 clientes, eram reforçadas numa fase seguinte. Pelo contrário, carteiras que não atingissem esse valor eram desconsideradas.

Na fase de reforço eram incorporados clientes com canal prioritário retalho ou *outbound*, sendo que os clientes a seleccionar eram aqueles que minimizassem a dispersão geográfica da carteira. Desta forma, eram primeiro considerados clientes que estivessem presentes nos mesmos concelhos que os que já estavam alocados à carteira.

Por último, as carteiras que apresentassem o volume de clientes estipulado eram preenchidas com *prospects* até atingir um número de empresas próximo de 1000. Com o volume de *prospects* restante eram criadas carteiras de prosperação caso houvesse necessidade para tal. Os *prospects* eram seleccionados para as carteiras de acordo com a informação financeira mais recente.

Este processo manual careceu de rigor, nomeadamente na criação de carteiras tendencialmente equilibradas em potencial e permanência e assegurando uma minimização da dispersão geográfica das carteiras.

3.2.3 Regras de manutenção de carteiras

Apesar do modelo de carteiras visar uma maior proximidade entre o delegado comercial e as empresas da sua carteira, estas não são estáticas. Em primeiro porque, há empresas que migram, por exemplo, para o segmento grandes Empresas (GE) ou ENIs que passam a estar isentos de IVA e deixam, por isso, de cumprir os critérios de elegibilidade para estarem em carteira. Pelo contrário, também podem existir empresas do parque que passam a estar elegíveis. Ademais, os delegados comerciais não são obrigados a cingir-se a contactar apenas empresas que pertencem à sua carteira.

Desta forma, para garantir a estabilidade das carteiras e evitar que a mesma empresa esteja presente em diferentes carteiras, foram delineadas regras.

Entrada de clientes em carteira

Uma empresa passa a pertencer a uma determinada carteira que esteja a ser trabalhada por um delegado comercial num dos seguintes casos:

- Foi angariada pelo delegado comercial dessa carteira, independentemente de pertencer ou não a outra carteira. Isto pressupõe que a empresa se tratava de um *prospect* que estava ou não alocado a uma carteira e passa a ser cliente da nova carteira;
- No caso de se tratar de um cliente que pertença a uma carteira e for refidelizado por um delegado comercial que trabalhe outra carteira, apenas passa a integrar a carteira desse delegado comercial que a refidelizou mediante pedido e respetiva confirmação;
- Uma vez que quando o cliente tem 3 ou menos meses de fidelização o objetivo principal é refidelizá-lo, é incorporado na carteira do delegado comercial que o fizer, independentemente do cliente pertencer ou não à carteira dele.

Saída de clientes de carteira

Da mesma forma, também foram definidas regras para a saída de empresas de uma determinada carteira.

- Uma empresa sai de uma carteira no caso de migrar para o segmento GE ou passar a ser um ENI sem IVA, ou seja, se deixar de cumprir os critérios de elegibilidade para estar em carteira;
- No caso de ocorrência de reclamação contra o delegado comercial, a empresa também é imediatamente retirada da sua carteira.

De referir que findo o período de fidelização de um cliente que esteja em carteira e que opte por deixar os serviços da NOS, mantém-se na mesma carteira mas como *prospect*. Quando tal acontece, a empresa representa um *churn* da carteira.

3.2.4 Avaliação tricíclica de carteiras

De forma a garantir uma monitorização do desempenho das carteiras e serem tomadas decisões de movimentação de empresas das carteiras, definiu-se que estas seriam avaliadas a cada 3 ciclos com base em 4 indicadores-chave.

Os indicadores definidos correspondem ao número de oportunidades fechadas, que inclui fechados com e sem sucesso, a percentagem de clientes com período de fidelização inferior a 3 meses, a taxa de *churn* dos clientes e o valor da carteira, em termos de mensalidade dos seus clientes. Como foi referido anteriormente, um *churn* acontece quando um cliente deixa os serviços da NOS e se transforma num *prospect*. Desta forma, a taxa *churn* é obtida através do quociente do número de *churns* pelo número de clientes da carteira.

Cada um destes indicadores apresenta limites inferior e superior que guiam o sucesso ou insucesso da carteira, ou seja, do delegado comercial cuja carteira está atribuída. Estes limites encontram-se na Tabela 3.1.

Tabela 3.1: Indicadores-chave e respetivos limites da avaliação tricíclica das carteiras

Limite inferior	Indicador-Chave	Limite superior
< 30	Número de oportunidades fechadas	> 45
Crescimento 15%	% clientes com PF <= a 3 meses	Redução 10%
> 10%	Taxa <i>Churn</i>	< 7%
< 0%	Variação do valor da carteira	> 5%

Uma carteira que apresente 3 ou 4 indicadores abaixo do limite inferior considera-se que tem uma *performance* negativa e o delegado comercial não tem capacidade para a trabalhar na sua totalidade, sendo-lhe por isso retirada parte da carteira. Se possuir 3 indicadores abaixo do limite, é-lhe retirado 1/5 da carteira e se possuir 4 indicadores, a proporção retirada da carteira passa para 2/5. Em contrapartida, carteiras que apresentem 3 ou 4 indicadores acima do limite superior são reforçadas uma vez que se acredita que o delegado comercial tenha capacidade para trabalhar um volume de empresas superior. Neste caso, são empregues as mesmas proporções, respetivamente, mas para reforço da carteira.

Visto que o modelo foi implementado no terceiro trimestre de 2020 e estando numa fase embrionária, sendo que apenas em janeiro de 2021 todos os delegados comerciais tinham uma carteira atribuída, esta avaliação terá o seu primeiro momento em maio de 2021. Por conseguinte, existe espaço para uma redefinição quer dos indicadores quer dos limites definidos para os mesmos num futuro em que existam resultados da avaliação.

3.3 Carteiras no primeiro ciclo de 2021

No final do primeiro ciclo de 2021 existiam 206 698 empresas, 47 401 clientes e 159 297 *prospects*, distribuídas por 207 carteiras. Das carteiras construídas, 51 tratavam-se de carteiras de prospecção, apresentando um volume de clientes muito reduzido.

Como era de esperar, devido à maior densidade populacional nestas regiões, 59% das carteiras construídas pertenciam às Áreas Metropolitanas de Lisboa (Norte e Sul) e do Porto. De referir que, apesar do alvo de análise serem as carteiras existentes em janeiro de 2021, a análise que se segue é relativa ao momento aquando a sua definição por forma a evidenciar as discrepâncias existentes entre carteiras da mesma NUT em termos de potencial e permanência.

Em termos de potencial e permanência, são analisadas nesta secção as carteiras das Áreas Metropolitanas de Lisboa (Norte) e do Porto, uma vez que correspondem às regiões com maior volume de empresas e que, por isso é possível verificar-se a disparidade entre as carteiras no que diz respeito a estas características.

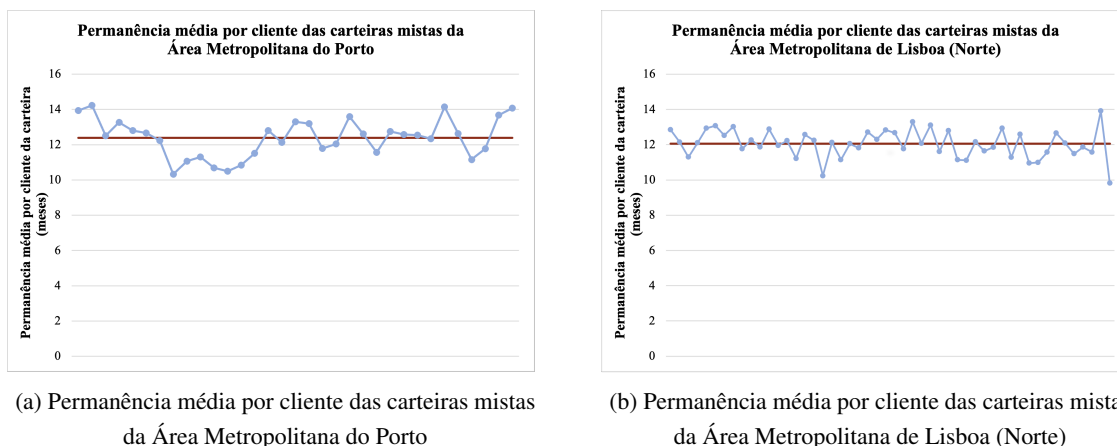


Figura 3.1: Permanência média, em meses, dos clientes das carteiras mistas das Áreas Metropolitanas do Porto (a) e de Lisboa (Norte) (b)

A permanência média por cliente das 33 carteiras mistas da Área Metropolitana do Porto corresponde a 12,38 meses. Para as 50 carteiras mistas de Lisboa (Norte), a permanência média dos clientes apresenta um valor de 12,86 meses. Estes valores são representados pelas linhas encarnadas da Figura 3.1.

As carteiras da Área Metropolitana do Porto apresentam, tendencialmente, um desvio superior em relação à média da região do que as carteiras da Área Metropolitana de Lisboa (Norte). Para a primeira região, o desvio médio é de 0,88 meses enquanto que para a segunda, corresponde a 0,62 meses. Estes valores consideram-se aceitáveis para a área comercial.

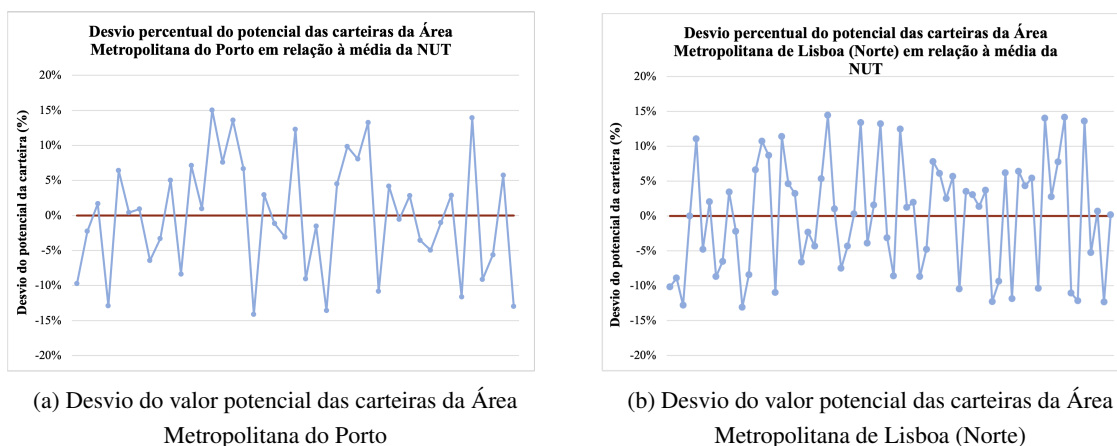


Figura 3.2: Desvio percentual do valor potencial das carteira das Áreas Metropolitanas do Porto (a) e de Lisboa (Norte) (b) relativamente à média de cada região

Os gráficos da Figura 3.2, demonstram a discrepância existente em termos de valor potencial entre carteiras da mesma região.

As linhas horizontais nos gráficos representam o potencial médio por carteira de cada uma das NUTs. O desvio máximo relativamente a este potencial médio por carteira é de 15 % para a Área

Metropolitana do Porto e de 14,5 % para a Área Metropolitana de Lisboa (Norte). O novo modelo pretende contrariar diferenças tão pronunciadas entre carteiras da mesma NUT relativamente a este aspeto.

Esta diferenciação, em termos de potencial das carteiras, introduz desentendimentos na área comercial e pode ser um dos fatores que esteja a contribuir para a reticência dos delegados comerciais a trabalhar segundo o modelo de carteiras.

Adicionalmente, verificou-se que, em média, o número de concelhos por carteira era 2,5 e que 10,1 % das carteiras apresentavam mais de 5 concelhos distintos. Relativamente às Áreas Metropolitanas do Porto e Lisboa (Norte), apresentavam, em média, 2,3 e 1,5 concelhos por carteira, respetivamente.

No Anexo A encontra-se uma tabela que resume as diferentes NUTs no que se refere a número de carteiras construídas, número médio de concelhos diferentes por carteira, desvio máximo, em percentagem, relativamente ao potencial médio por carteira e máxima diferença entre a permanência média de duas carteiras, aquando o momento da sua definição.

3.4 Análise dos delegados comerciais com atividade em 2020

A análise aos delegados comerciais visava tirar conclusões relativamente à sua taxa de abandono e perceber se havia alguma relação entre a antiguidade do delegado comercial, isto é, o número de ciclos com atividade, e a sua capacidade de trabalho. Como, à data de início do projeto, eram poucos os delegados comerciais que tinham uma carteira atribuída há mais de 3 meses, a análise que se segue concerne todos os delegados comerciais do canal Agentes que tiveram pelo menos um ciclo de atividade no ano de 2020.

3.4.1 Taxa de Abandono

No ano em que a análise foi conduzida estiveram presentes, em pelo menos um dos ciclos, 607 delegados comerciais diferentes. A primeira constatação identificada foi que a taxa de abandono de delegados comerciais nos primeiros 3 ciclos de atividade era 61%.

Sendo a criação de uma relação de maior proximidade entre o delegado comercial e as empresas presentes nas suas carteiras um dos propósitos do modelo, esta taxa de abandono elevada expõe a base de clientes a uma rotatividade de delegados comerciais indesejável. Para além disso, após a saída destes delegados comerciais, as empresas, em especial, os clientes, das suas carteiras deixam de ter ser acompanhados por uma figura comercial se não existir um novo delegado comercial para trabalhar a carteira. O modelo de manutenção cíclica das carteiras pretende que estas empresas sejam consideradas para alocação a uma nova carteira.

3.4.2 Capacidade de Trabalho

De seguida, foi analisada a capacidade de trabalho de delegados comerciais com diferentes antiguidades, nomeadamente em termos de receita fidelizada (RFP), receita adicionada e angariada

(RAA) e volume de oportunidades trabalhadas, de modo a perceber se existia alguma relação entre as variáveis.

A receita fidelizada está relacionada com a refidelização de clientes atuais enquanto que a receita adicionada e angariada diz respeito à angariação de *prospects* e adição de serviços de clientes. Entende-se como oportunidade trabalhada cada contacto que um delegado comercial tenha com uma empresa que inclui propostas de contratos realizadas a terminar com fechos, com ou sem sucesso.

De uma forma geral, conclui-se que delegados comerciais com mais experiência apresentam valores de RFP e RAA superiores. Para além disso, foi inferido que os valores de receita fidelizada são bastante superiores aos valores de receita angariada e adicionada, o que permite concluir que, em termos globais, os delegados comerciais apresentam mais facilidade em refidelizar clientes do que em adicionar serviços aos mesmos e angariar novos clientes.

Relativamente ao volume de oportunidades trabalhadas por ciclo por delegado comercial, os delegados comerciais com carteira atribuída foram classificados em três escalões de acordo com a sua antiguidade: até 3 meses de antiguidade, de 3 a 12 meses e mais de 12 meses de antiguidade. A Figura 3.3 permite frisar o que foi concluído anteriormente, que é expectável que delegados comerciais com mais experiência apresentem um volume de oportunidades trabalhadas por ciclo superior comparativamente a delegados comerciais menos experientes.

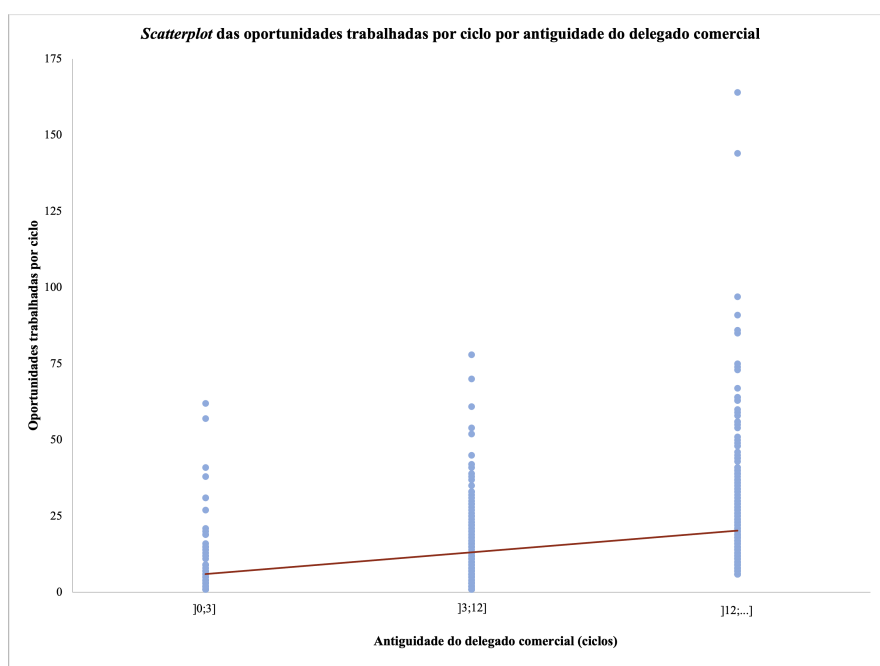


Figura 3.3: *Scatterplot* do volume de oportunidades trabalhadas por ciclo por antiguidade do delegado comercial

Adicionalmente, verificou-se que mais de 70% das oportunidades trabalhadas correspondiam a empresas que estavam fora da carteira, uma tendência que se pretendia contornar com o novo modelo através da proximidade geográfica das empresas da mesma carteira e da criação de carteiras

semelhantes em potencial.

É importante referir, que a precisão destes dados não é completamente garantida, uma vez que os delegados comerciais podem não registar a totalidade das oportunidades que trabalham.

3.5 Parque de empresas *Mass Business* elegível para carteira

Em maio de 2021, o parque da NOS do segmento em estudo, considerado na elaboração do novo modelo de carteiras, era constituído por um total de 642 770 empresas, 116 735 clientes e 526 035 *prospects*.

Deste volume, tal como no modelo de carteiras inicial desenvolvido pela NOS, foram desconsideradas empresas classificadas como ENI sem IVA e particulares, que representavam 10% do parque, já que se tratam, maioritariamente, de empresas simples em termos de segmento estratégico. Adicionalmente, também só foram tidas em conta empresas com canal prioritário Agentes, *Outbound* e *Retalho*.

Tratando-se de um canal que acarreta custos mais elevados, nem todas as empresas apresentam um potencial que justifique um tratamento presencial e direcionado através de uma figura comercial. Assim, foi estipulado que empresas com um valor potencial inferior a 50 € não seriam elegíveis para pertencer a carteira. Tal resultou num volume total de 281 079 empresas, 68 415 clientes e 212 664 *prospects* a considerar para a construção das novas carteiras.

Capítulo 4

Metodologia

Neste capítulo, são apresentados ambos os modelos desenvolvidos no decorrer do projeto e as respetivas formulações matemáticas.

Os modelos foram construídos em separado, já que o primeiro servirá para uma fase inicial de construção de carteiras para o volume de delegados comerciais existente. No entanto, deve recorrer-se a este modelo na eventualidade de haver necessidade de construir novas carteiras, por exemplo, por entrada de novos delegados comerciais. O modelo de manutenção cíclica das carteiras servirá, tal como o nome indica, para fazer uma alocação, a cada ciclo de empresas não atribuídas a carteiras, às diferentes carteiras dos delegados comerciais.

Assim sendo, o capítulo está dividido em duas secções. A primeira concerne o modelo de construção de carteiras e a segunda o modelo de alocação, a cada ciclo, de oportunidades de venda às carteiras dos diferentes delegados comerciais.

4.1 Modelo de construção de carteiras

O modelo desenvolvido pretende fazer uma alocação dinâmica de empresas, clientes e *prospects*, de uma dada NUT a um determinado número de carteiras de modo a que, cada delegado comercial dessa NUT tenha uma carteira para trabalhar. Esta alocação deve considerar um balanceamento das carteiras da mesma NUT em termos de volume de empresas, potencial e permanência.

A solução encontrada para este problema foi o desenvolvimento de um modelo de programação inteira de forma a tomar uma decisão fundamentada que minimize a dispersão geográfica de todas as carteiras a construir, isto é, que torne as carteiras geograficamente mais compactas.

4.1.1 Medição da dispersão das carteiras

Não existindo uma fórmula geral para a medição da dispersão foi necessário determinar, com os dados existentes, como seria obtido esse valor para cada carteira.

A informação relativamente à localização das empresas estava limitada à sua freguesia, concelho, distrito e NUT. Para além disso, havia informação relativamente às distâncias entre os centros geográficos, ou centróides, dos concelhos.

Deste modo, definiu-se que a dispersão geográfica, ou compactação, de uma carteira, seria obtida através do somatório das distâncias entre os centróides dos concelhos com empresas alocadas à carteira. Assim, pretende-se assegurar que as carteiras apresentam empresas no menor número possível de concelhos e que os centros geográficos desses concelhos são próximos.

4.1.2 Variáveis decisão

Neste problema existem dois tipos de variáveis decisão diferentes. A decisão principal refere-se à alocação ou não de uma determinada empresa a uma certa carteira, sendo representada por a variável binária X_{ik} que apresenta o valor de 1 em caso positivo e 0 caso a empresa i não seja alocada à carteira k . A segunda variável é necessária para a determinação do valor da função objetivo e é dependente da primeira, através das restrições (4.8) e (4.9). Esta variável, Y_{kc} , também é binária e assume o valor 1 se a carteira k operar no concelho c , isto é, se existirem empresas do concelho c na carteira k , e 0 caso contrário.

Os índices/conjuntos e parâmetros do modelo podem ser encontrados, respetivamente, nas tabelas 4.1 e 4.2.

Tabela 4.1: Índices e conjuntos do modelo de programação inteira para construção de carteiras

Notação	Descrição
i	Índice da empresa
k	Índice da carteira
c, j	Índice do concelho
a	Índice do atributo a ; $a \in A = \{1,2\}$
K_p	Conjunto de carteiras de prospeção
K_m	Conjunto de carteiras mistas
I_l	Conjunto de clientes

Tabela 4.2: Parâmetros do modelo de programação inteira para construção de carteiras

Notação	Descrição
E_{ik}	1 se a empresa i pertencer ao concelho c , 0 caso contrário
d_{cj}	Distância entre os centróides dos concelhos c e j
τ^e	Tolerância relativa ao volume de empresas na carteira; $\tau^e \in [0, 1]$
w_i^a	Valor da atributo a na empresa i
τ^a	Tolerância relativa ao atributo a ; $a \in A$, $\tau^a \in [0, 1]$
μ^a	(= $w^a(I)/I$) Valor médio do atributo a na NUT

Considere-se w_i^a o valor do atributo a da empresa i , em que $a = 1$ (potencial) e $a = 2$ (permanência), sendo que este último apenas existe para os clientes.

4.1.3 Função objetivo

Como já foi referido, a função objetivo pretende maximizar a compactação das carteiras, através da minimização da dispersão geográfica, cujo cálculo para cada carteira foi especificado na Secção 4.1.1. Logo, a função objetivo foi definida da seguinte forma:

$$\min \sum_k \sum_c \sum_{j>c} Y_{kc} Y_{kj} d_{cj} \quad (4.1)$$

De modo a linearizar a função objetivo, é considerada uma formulação equivalente através da substituição do produto das variáveis X_{ik} e Y_{kc} por uma variável Z_{kcj} , sendo definida uma nova função objetivo e 3 restrições que expressam a relação entre as variáveis iniciais e Z_{kcj} :

$$\min \sum_k \sum_c \sum_{j>c} Z_{kcj} d_{cj} \quad (4.2)$$

$$\text{sujeito a : } Y_{kc} + Y_{kj} - Z_{kcj} \leq 1 \quad \forall k, c, j \quad (4.3)$$

$$Y_{kc} - Z_{kcj} \geq 0 \quad \forall k, c, j \quad (4.4)$$

$$Y_{kj} - Z_{kcj} \geq 0 \quad \forall k, c, j \quad (4.5)$$

$$Z_{kcj} \in \{0, 1\} \quad (4.6)$$

4.1.4 Restrições

Adicionalmente, as restantes restrições do problema são as seguintes:

$$\sum_k X_{ik} \leq 1 \quad \forall i \quad (4.7)$$

$$MY_{kc} \geq \sum_i X_{ik} E_{ic}, \quad \forall k, c \quad (4.8)$$

$$\sum_i X_{ik} E_{ic} \geq Y_{kc}, \quad \forall k, c \quad (4.9)$$

A restrição (4.7) garante que cada empresa apenas pode ser alocada a uma única carteira. As restrições (4.8) e (4.9), como foi referido anteriormente são relativas à definição da variável Y_{kc} . Estas garantem que a variável assume o valor 1 apenas se existir pelo menos uma empresa no concelho c alocada à carteira k e o valor 0 se não existir nenhuma empresa no concelho alocada à carteira.

Dimensão das carteiras

$$\sum_i X_{ik} \geq 1000(1 - \tau^e), \quad \forall k \quad (4.10)$$

$$\sum_i X_{ik} \leq 1000(1 + \tau^e), \quad \forall k \quad (4.11)$$

$$\sum_{i \in I_l} X_{ik} \geq 350(1 - \tau^e), \quad \forall k \in K_m \quad (4.12)$$

$$\sum_{i \in I_l} X_{ik} \leq 350(1 + \tau^e), \quad \forall k \in K_m \quad (4.13)$$

$$\sum_{i \in I_l} X_{ik} = 0, \quad \forall k \in K_p \quad (4.14)$$

O balanceamento do volume de empresas atribuídas a cada delegado comercial é certificado pelas restrições (4.10) a (4.14). As restrições (4.10) e (4.11) garantem que qualquer carteira apresenta uma dimensão limitada por um intervalo, obtido pelo parâmetro de tolerância τ^e , à volta das 1000 empresas. Para além disso, uma vez que existia a necessidade de garantir que as carteiras mistas também apresentassem um volume de base semelhante, as restrições (4.12) e (4.13) representam esse balanceamento através do estabelecimento do número de clientes de cada carteira mista dentro de um limite (medido por τ^e) à volta dos 350. Finalmente, a restrição (4.14) estabelece que nenhum cliente é atribuído a uma carteira de prospecção.

Potencial das carteiras

$$\sum_i w_i^a X_{ik} \geq (1 - \tau^a) \mu^a \sum_i X_{ik}, \quad \forall k; a = 1 \quad (4.15)$$

$$\sum_i w_i^a X_{ik} \leq (1 + \tau^a) \mu^a \sum_i X_{ik}, \quad \forall k; a = 1 \quad (4.16)$$

De forma similar, as restrições (4.15) e (4.16) delineiam o balanceamento das carteiras em termos de potencial, devendo o potencial médio da carteira encontrar-se dentro de um intervalo (medido por τ^a) à volta do potencial médio de uma empresa da NUT.

Permanência das carteiras

$$\sum_{i \in I_l} w_i^a X_{ik} \geq (1 - \tau^a) \mu^a \sum_{i \in I_l} X_{ik}, \quad \forall k \in K_m, a = 2 \quad (4.17)$$

$$\sum_{i \in I_l} w_i^a X_{ik} \leq (1 + \tau^a) \mu^a \sum_{i \in I_l} X_{ik}, \quad \forall k \in K_m, a = 2 \quad (4.18)$$

As restrições (4.17) e (4.18) asseguram a semelhança em termos de permanência média das carteiras mistas. No entanto, na construção de carteiras futuras para novos delegados comerciais, os clientes disponíveis tornam-se mais escassos, por isso, o balanceamento da permanência média das carteiras mistas pode introduzir uma maior dispersão nas mesmas ou tornar impossível a construção de carteiras mistas. Desta forma e, uma vez que do ponto de vista da área comercial,

a semelhança das carteiras mistas em termos de permanência média não é crucial, estas restrições podem ser relaxadas. Porém, é necessário garantir que os delegados comerciais com carteiras mistas não apresentavam um volume avultado de clientes nos meses mais críticos (com permanência inferior a 9 meses). Se tal acontecesse o delegado comercial não conseguiria trabalhar todos estes clientes, podendo resultar em oportunidades perdidas. Assim, no futuro, caso a NOS ache relevante, as restrições (4.17) e (4.18) podem ser substituídas pela seguinte:

$$\sum_{i \in I_f} X_{ik} \leq \sigma^{perm} \sum_{i \in I_l} X_{ik}, \quad \forall k \in K_m \quad (4.19)$$

Em que I_f corresponde ao conjunto de clientes com permanência inferior a 9 meses e σ^{perm} um parâmetro computadorizado ($= I_f/I_l$), que representa a proporção de clientes da NUT com permanência inferior a 9 meses. Consequentemente, nenhuma carteira mista pode apresentar uma percentagem de clientes nos meses mais críticos da sua permanência superior à percentagem destes clientes na NUT.

Domínio das variáveis

$$X_{ik}, Y_{kc} \in \{0, 1\} \quad (4.20)$$

4.1.5 Carteiras de cada tipo a construir

Visto que a NOS pretende que a maioria da sua base de clientes esteja a ser trabalhada e que os delegados comerciais, por norma, apresentam melhor desempenho no trabalho sobre a base do que na angariação de novos clientes, o modelo deve, sempre que possível construir carteiras mistas e, apenas caso não seja possível, construir carteiras de prospecção.

Sendo assim e, considerando que o número de empresas de cada tipo a construir é fornecido como *input* ao modelo de programação inteira, foi desenvolvido um pequeno processo iterativo que garante a priorização da construção de carteiras mistas.

Uma vez que os *prospects* existem em abundância, o número de carteiras mistas a construir é dependente do número de clientes disponíveis na NUT para alocar a carteiras. Por conseguinte, define-se o número de carteiras mistas a construir como sendo o valor mínimo entre o número de carteiras que a construir na NUT e o número de carteiras mistas possíveis de construir na mesma. Este último é obtido através do quociente entre o número total de clientes da NUT e o volume mínimo possível de clientes numa carteira mista. O número de carteiras de prospecção a construir vem por associação como a diferença entre a quantidade de carteiras necessárias e o número de carteiras mistas definidas.

No entanto, pode não existir uma solução possível para os valores definidos, se, por exemplo, o número de clientes da NUT for muito semelhante ao número de clientes necessários para construir as carteiras pretendidas. Nestes casos em que é impossível encontrar uma solução, decrementa-se uma unidade no número de carteiras mistas e incrementa-se uma unidade no número de carteiras de prospecção a construir, executando o modelo com os novos valores de *input*. Na realidade, este

processo pretende salvaguardar situações esporádicas, já que na maioria das NUTs, existem menos delegados comerciais do que o número de carteiras mistas possível de construir. O pseudo-código relativo a este processo é o seguinte:

Pseudo-código 1: Modelo de construção de carteiras

Input: $n_{carteiras}$ (número de carteiras a construir na NUT), τ^e (tolerância relativamente ao volume de clientes das carteiras mistas)

$$n_{mistas} = \min\left(\text{int}\left(\frac{\text{total}_{clientes}}{350(1 - \tau^e)}\right); n_{carteiras}\right)$$

$$n_{prospecção} = \max(0; n_{carteiras} - n_{mistas})$$

While não existe solução possível para o problema:

Executar modelo de programação inteira para construção de carteiras

$$n_{mistas} = n_{mistas} - 1$$

$$n_{prospecção} = n_{prospecção} + 1$$

4.2 Alocação de empresas a carteiras

Uma vez as carteiras criadas, tornou-se necessário desenvolver um modelo que lidasse com os fluxos de empresas referidos previamente, inserindo um fator diferenciador das carteiras relacionado com a *performance* dos seus delegados comerciais. Tal advém do facto de existir um leque pouco homogéneo de delegados comerciais, tornando-se importante atribuir mais valor às carteiras dos delegados comerciais que apresentem melhores resultados.

A diferenciação das carteiras vem num sentido de estimular delegados comerciais que apresentem uma taxa de sucesso e capacidade de trabalho por ciclo superiores, através do crescimento do potencial das suas carteiras. Em contrapartida, não faz sentido alocar empresas a delegados comerciais que mostram não conseguir trabalhar o volume pretendido de empresas, a cada ciclo, da sua carteira. Para além disso, carteiras atribuídas a delegados comerciais com antiguidade inferior a 3 meses não são reforçadas por estes apresentarem uma taxa de abandono consideravelmente alta e uma capacidade de trabalho inferior. Esta decisão vem no sentido de reduzir a exposição da base de clientes à rotatividade de delegados comerciais.

Neste seguimento, apenas são consideradas carteiras de delegados comerciais com mais de 3 meses de antiguidade, que não apresentem uma *performance* negativa na avaliação tricíclica anterior e com uma dimensão inferior à definida como máximo.

Quando um delegado comercial deixa de prestar serviços, a menos que entre um novo delegado comercial para trabalhar as empresas da sua carteira, estas ficam novamente disponíveis para serem atribuídas a outra carteira, pelo que o modelo tem em consideração para além de empresas não alocadas a carteiras, empresas novas que entrem no parque e estejam elegíveis para pertencer a carteira e empresas que pertenciam às carteiras destes delegados comerciais.

O modelo de alocação de oportunidades de venda a cada ciclo às carteiras dos delegados comerciais foi abordado como um problema de programação inteira de maximização, que pretende atribuir empresas de maior valor a delegados comerciais que tenham uma capacidade superior na fidelização, adição e angariação e assim maximizar o lucro para a NOS.

4.2.1 Variável decisão

Neste problema existe apenas uma variável decisão que se refere à alocação ou não de uma certa empresa (cliente ou *prospect*) a uma determinada carteira. A variável decisão é binária e apresenta o valor 1 caso a empresa i seja alocada à carteira k e 0 caso contrário.

Os índices/conjuntos e parâmetros do modelo podem ser encontrados, respetivamente, nas tabelas 4.3 e 4.4.

Tabela 4.3: Índices e conjuntos do modelo de programação inteira para alocação de oportunidades de venda a cada ciclo

Notação	Descrição
i	Índice da empresa
k	Índice da carteira
c	Índice do concelho
K_p	Conjunto de carteiras de prospeção
K_m	Conjunto de carteiras mistas
I_l	Conjunto de clientes

Tabela 4.4: Parâmetros do modelo de programação inteira para alocação de oportunidades de venda a cada ciclo

Notação	Descrição
l_k	Número de clientes da carteira k
o_k	Número de <i>prospects</i> da carteira k
$potencial_k$	potencial da carteira k
pot_i	potencial da empresa i
s_k	taxa de sucesso do delegado comercial da carteira k
v_k	volume de empresas trabalhadas por ciclo pelo delegado comercial da carteira k
E_{ik}	1 se a empresa i pertencer ao concelho c , 0 caso contrário
R_{kc}	1 se a carteira k operar no concelho c , 0 caso contrário
μ_k	potencial médio das carteiras da NUT de k
τ^a	tolerância máxima relativamente ao potencial médio das carteiras da NUT; $\tau^a \in [0, 1]$
τ^e	Tolerância relativa ao volume de empresas na carteira; $\tau^e \in [0, 1]$

4.2.2 Função objetivo e restrições

A função objetivo pretende maximizar o potencial de receita angariada, fidelizada e adicionada, tendo em conta dois fatores relacionados com os delegados comerciais das carteiras. Em primeiro,

a taxa de sucesso dos delegados comerciais, isto é, a probabilidade que um delegado comercial tem de gerar receita, através de angariação, fidelização ou adição de serviços. Em segundo lugar, a capacidade de trabalho, a cada ciclo, dos delegados comerciais, de modo a garantir que as empresas que são alocadas tenham a possibilidade de ser trabalhadas com a regularidade necessária. Desta forma, foi definida a seguinte função objetivo:

$$\max \sum_k s_k v_k \sum_i X_{ik} pot_i \quad (4.21)$$

Seguem-se as restrições consideradas:

$$\sum_k X_{ik} \leq 1 \quad \forall i \quad (4.22)$$

$$\sum_i X_{ik} e_{ic} \leq MR_{kc}, \quad \forall k, c \quad (4.23)$$

$$l_k + \sum_{i \in I_l} X_{ik} \leq 350(1 + \tau^e), \quad \forall k \in K_m \quad (4.24)$$

$$l_k + \sum_{i \in I_l} X_{ik} \geq 350(1 - \tau^e), \quad \forall k \in K_m \quad (4.25)$$

$$l_k + o_k + \sum_i X_{ik} \leq 1000(1 + \tau^e), \quad \forall k \quad (4.26)$$

$$l_k + o_k + \sum_i X_{ik} \geq 1000(1 - \tau^e), \quad \forall k \quad (4.27)$$

$$\sum_{i \in I_l} X_{ik} = 0, \quad \forall k \in K_p \quad (4.28)$$

$$potencial_k + \sum_i pot_i X_{ik} < \tau^a \mu_k, \quad \forall k \quad (4.29)$$

$$X_{ik} \in \{0, 1\} \quad (4.30)$$

A restrição (4.22) garante que cada empresa apenas pode ser alocada, no máximo, a uma única carteira.

Uma vez que o volume de empresas a alocar, a cada ciclo, a uma carteira é relativamente reduzido comparativamente ao seu tamanho, a restrição (4.23) assegura que uma empresa apenas pode ser alocada a uma carteira se essa carteira já operar no mesmo concelho que a empresa. Tal significa que cada carteira apenas pode receber empresas que pertençam aos mesmos concelhos que as empresas existentes na carteira. A restrição foi definida por forma a não incorrer no risco de, ao introduzir novas localidades na carteira, o delegado comercial não as trabalhar por inexistência de um volume significativo que sustente a deslocação.

As restrições (4.24) a (4.27) estão relacionadas com o dimensionamento das carteiras e são semelhantes ao modelo apresentado anteriormente. Tal como na construção de carteiras, a restrição (4.26) assegura que não são alocados clientes às carteiras de prospecção.

A restrição (4.29) define um limite máximo no que concerne a diferenciação das carteiras em termos de potencial relativamente ao potencial médio das carteiras de cada NUT, de forma a que

não incorrer no risco de, a dada altura, uma carteira concentrar um grande volume de empresas de elevado potencial.

Capítulo 5

Implementação e Resultados

Este capítulo tem como objetivo explicar a implementação prática dos modelos desenvolvidos bem como os resultados obtidos para a construção do mesmo número de carteiras existentes aquando o início do projeto. A natureza do modelo de manutenção das carteiras dos delegados comerciais não permite a apresentação de resultados neste documento, já que ocorre numa fase posterior à implementação do primeiro e necessita de dados que ainda não existiam no momento.

O capítulo faz uma introdução à linguagem de programação usada no decorrer do projeto, seguida da apresentação e análise dos resultados obtidos na construção das carteiras.

5.1 Linguagem de programação

Depois da fase inicial descrita no Capítulo 3, tornou-se necessário o uso de ferramentas com um suporte superior em termos de escalabilidade e automatização dos processos.

A linguagem *Python 3* foi a selecionada para usar no projeto uma vez que demonstra grandes benefícios para o que se pretendia. Acima de tudo, era importante que a linguagem escolhida permitisse a obtenção de resultados durante o período disponível para a realização do projeto. Adicionalmente, devido ao elevado volume de dados a trabalhar e a necessidade de implementar modelos de otimização de grande consumo de recursos computacionais, era imperativo que a linguagem escolhida apresentasse uma boa capacidade de execução. Para além disso, o *Python* é uma linguagem flexível e com um leque variado de bibliotecas *open source* aceites pela comunidade.

O código foi desenvolvido com o auxílio de bibliotecas relacionadas com o tratamento e otimização dados. As bibliotecas *Pandas* e *Numpy* facilitam a manipulação de *datasets* e o *PuLP* que é utilizado para fins de otimização, são as bibliotecas mais importantes para a implementação do projeto.

A biblioteca *Pandas*, que fornece estruturas de dados e ferramentas de análise de dados fáceis de usar e de excelente desempenho, permitiu o uso de funções integradas que aumentam a eficiência do código. A biblioteca *Numpy* serviu de suporte quando foi necessário lidar com objetos *array* multidimensionais, fornecendo várias funções que tornaram a execução dos cálculos mais

fácil e rápida. Por último, a biblioteca *PuLP* consiste num pacote de programação linear *open source* que contém vários *solvers*.

O *solver* usado para endereçar os problemas é um ponto importante a referir. O elevado número de variáveis binárias usadas no modelo de construção de carteiras e, em particular, em regiões de maior densidade empresarial que implicam um maior número de empresas a considerar e carteiras a construir, pode aumentar a complexidade do problema e, conseqüentemente, o tempo computacional para a resolução do mesmo. Assim, foi necessário recorrer ao uso de um *solver* comercial mais potente. O *Gurobi* é um dos *solvers* mais conhecidos e poderosos, em particular para problemas de programação inteira mista complexos e apresenta uma interface de desenvolvimento em *Python*. As grandes vantagens que este *solver* apresenta na resolução de problemas complexos advêm do facto de, antes de testar, ter um função de pré-resolução que elimina parte das variáveis decisão e restrições. Desta forma, permite resolver o problema com uma complexidade menor e alcançar resultados mais rapidamente.

O modelo de alocação de oportunidades de venda, a cada ciclo, às diferentes carteiras dos delegados comerciais trata-se de um problema mais simples e que não necessita de grandes esforços computacionais, pelo que não se considerou necessário recorrer a um *solver* comercial potente. Deste modo, para o modelo em questão, foi usado o *solver default* da biblioteca *PuLP*, o *Coin-or Branch and Cut* (CBC).

5.2 Resultados computacionais

Os parâmetros, τ^a e τ^e , necessários para o modelo foram definidos pela equipa de Gestão de Segmento Empresas da NOS, numa perspectiva de que os resultados obtidos pudessem ser satisfatórios para a área comercial. Desta forma, definiu-se que o máximo desvio relativamente às 1000 empresas por carteira inicialmente definidas seria de 10 empresas. Tal significa que o parâmetro τ^e , que representa a tolerância relativa ao volume de empresas na carteira, apresenta o valor de 0,01. Complementarmente, o parâmetro τ^a relativo à tolerância dos atributos a (potencial e permanência) foi definido como 0,05. Os resultados obtidos advêm do uso das restrições (4.17) e (4.18).

Adicionalmente, não sabendo com precisão a quantidade de delegados comerciais para o qual o modelo será implementado, definiu-se que, para efeitos de comparação com o exercício desenvolvido *a priori* pela empresa, o modelo seria testado para a construção do mesmo número de carteiras que existiam no momento de início do projeto. No entanto, há que salientar, que o parque de empresas considerado sofreu alterações, até porque empresas com um potencial inferior a 50 € não foram consideradas para o novo modelo. Desta forma na Beira Baixa não seria possível construir todas as carteiras existentes em janeiro. Esta NUT não será, portanto, alvo de análise.

Os testes pretendiam aferir dois aspetos diferentes do modelo de programação inteira:

1. A qualidade e viabilidade do modelo para as necessidades de delegados comerciais de cada NUT (definidas com base nas carteiras existentes na data de início do projeto);

2. O *trade-off* entre a otimalidade do algoritmo e o tempo de processamento. Tal significa que o algoritmo deve produzir um *output* que possa ser usado, num período de tempo razoável.

Os resultados destes pontos vão caracterizar a consistência do modelo e a sua viabilidade prática.

De salientar que o tempo máximo definido para o *solver* encontrar a solução ótima foi de 1 hora (3600 segundos). No entanto, devido ao elevado volume de dados para as Áreas Metropolitanas de Lisboa (Norte) e Porto, o tempo definido para obter resultados nestas duas instâncias foi de 2 horas. A definição destes limites pretendia determinar a viabilidade do modelo no caso da quantidade de dados aumentar de tal forma que o *solver* não consiga fornecer uma solução ótima dentro do tempo definido para obter resultados.

O modelo desenvolvido conseguiu apresentar uma solução ótima para 12 das 22 NUTs, mais especificamente para o Alentejo Central, Alentejo Litoral, Alto Alentejo, Alto Minho, Área Metropolitana de Lisboa (Sul), Ave, Baixo Alentejo, Beiras e Serra da Estrela, Médio Tejo, Oeste, Região de Leiria e Terras de Trás-os-Montes. Para estas regiões, o modelo revelou-se bastante eficiente, atingindo a solução ótima em menos de 14 minutos. O tempo computacional necessário para atingir a solução ótima para cada região é apresentado na Tabela 5.1.

Tabela 5.1: Tempo computacional necessário para alcançar a solução ótima

NUT	Tempo computacional (segundos)
Alentejo Central	2,55
Alentejo Litoral	3,05
Alto Alentejo	17,1
Alto Minho	30,56
Área M.de Lisboa (Sul)	783,9
Ave	250,25
Baixo Alentejo	3,4
Beiras e Serra da Estrela	338,83
Médio Tejo	8,65
Oeste	58,43
Região de Leiria	56,09
Terras de Trás-os-Montes	8,25

A *gap* final para a solução ótima de cada uma das restantes regiões em que esta não foi atingida é apresentada no gráfico da Figura 5.1.

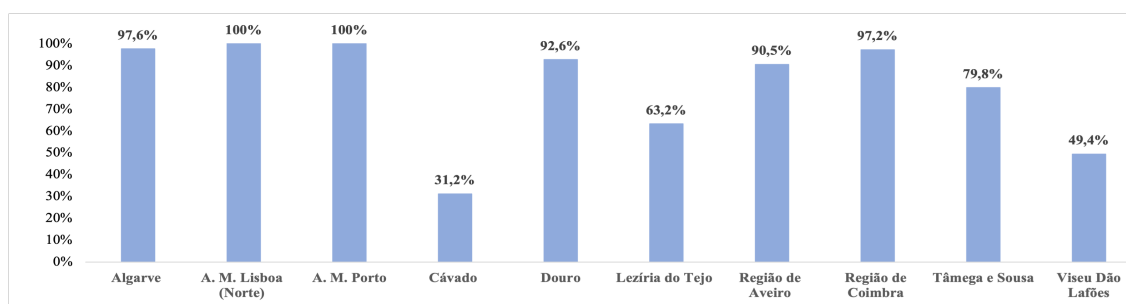


Figura 5.1: *Gap* final obtida para cada NUT

Apesar dos valores de *gap* substancialmente elevados para a maioria das NUTs, as soluções obtidas são viáveis para implementação prática, sendo também melhores do que as alcançadas com o modelo construtivo desenvolvido previamente pela empresa, com exceção das Áreas Metropolitanas de Lisboa (Norte) e Porto. Estas NUTs apresentam não só um volume de delegados comerciais bastante superior às restantes, como também uma elevada densidade empresarial. As carteiras resultantes da implementação do modelo para estas NUTs revelam uma dispersão das empresas da mesma carteira impraticável pelos delegados comerciais.

Por conseguinte, as Áreas Metropolitanas do Porto e Lisboa (Norte) foram divididas em três sub-regiões por forma a reduzir os esforços computacionais na execução do modelo e com a expectativa de obter melhores resultados do que os encontrados previamente. As sub-regiões foram definidas de modo a que apresentassem uma densidade empresarial e potencial total o mais semelhantes possível. O número de carteiras a construir em cada sub-região foi delineado de forma proporcional relativamente ao volume de empresas apresentado.

A Área Metropolitana do Porto foi dividida em três sub-regiões, A, B e C, com 18 013, 14 807 e 17 433 empresas, respetivamente. A sub-região A apresentava 36% do potencial da NUT, enquanto que a sub-região B abrangia 30% e a sub-região C comportava 35% do potencial das empresas da NUT.

Relativamente à Área Metropolitana de Lisboa (Norte), não foi possível a criação de sub-regiões tão semelhantes como na NUT anterior, já que somente o concelho de Lisboa apresentava 45% das empresas da região. Por conseguinte, o concelho de Lisboa, composto por 33 924 empresas e 47% do potencial da NUT, foi definido como uma única sub-região, denominada D. As sub-regiões E e F compreendiam, respetivamente, 22 982 e 17 706 empresas e 30% e 23% do potencial da Área Metropolitana de Lisboa (Norte).

Na Figura 5.2 são exibidas as sub-regiões consideradas para ambas as NUTs. Os dados relativos aos concelhos de cada NUT podem ser encontrados no Anexo B.

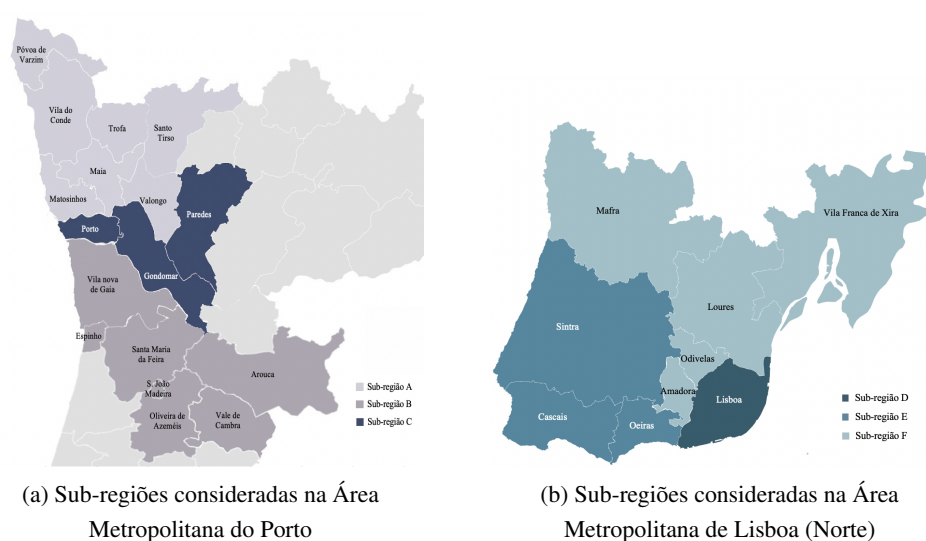


Figura 5.2: Mapa das sub-regiões consideradas nas Áreas Metropolitanas do Porto (a) e de Lisboa (Norte) (b)

Para cada sub-região, o tempo máximo definido para o *solver* encontrar a solução ótima foi de 1 hora (3600 segundos). O modelo conseguiu encontrar uma solução ótima em cerca de 26 minutos para a sub-região D, que corresponde ao concelho de Lisboa. Ademais, a qualidade das soluções encontradas para as restantes sub-regiões possibilitou a obtenção de resultados melhores para as Áreas Metropolitanas do Porto e Lisboa (Norte), apesar das *gaps* obtidas se revelarem superiores a 90 % para todas as sub-regiões. No Anexo C é apresentado um gráfico com as *gaps* obtidas para cada sub-região considerada.

Naturalmente, uma vez que o perímetro de empresas consideradas para o modelo pode sofrer alterações no futuro, deve ser realizado um pequeno estudo para avaliar a necessidade de redefinir as sub-regiões aquando da execução do modelo para a implementação prática.

A Tabela 5.2 apresenta a quantidade de empresas consideradas no modelo e o número de carteiras construídas para cada NUT, bem como a dispersão, em quilómetros, dos modelos executado e desenvolvido pela NOS. A dispersão diz respeito à função objetivo definida e que corresponde ao somatório das distâncias entre os centróides dos concelhos da mesma carteira. Complementarmente, é apresentado o número médio de concelhos por carteira em cada região para ambos os modelos.

Tabela 5.2: Resultados dos testes realizados

NUT	Carteiras construídas	Quantidade de empresas	Dispersão total (km)		Concelhos por carteira	
			Modelo novo	Modelo inicial	Modelo novo	Modelo inicial
Alentejo Central	2	4 529	668	773	5	6
Alentejo Litoral	1	2 577	195	231	4	5
Algarve	15	15 567	457	778	2,1	4,3
Alto Alentejo	1	2 786	770	972	6	7
Alto Minho	3	5 818	35	147	1,7	2,3
Área Metropolitana de Lisboa (Norte)	68	74 612	806	1 063	1,7	1,8
Área Metropolitana de Lisboa (Sul)	12	16 584	0	375	1	3,3
Área Metropolitana do Porto	43	50 253	308	3 178	1,4	3
Ave	6	11 589	8	119	1,2	2,3
Baixo Alentejo	1	3 169	4 077	4 077	13	13
Beiras e Serra da Estrela	3	5 088	147	492	2,3	4,3
Cávado	8	12 202	16	171	1,1	2,1
Douro	4	4 515	949	8 924	4,8	12,2
Lezíria do Tejo	5	5 840	152	310	2,4	3,4
Médio Tejo	1	5 326	15	99	2	5
Oeste	2	9 557	48	228	2,5	5
Região de Aveiro	7	8 636	179	477	2,4	3,1
Região de Coimbra	6	10 512	238	1 863	2,5	4,8
Região de Leiria	3	9 084	59	136	2	3,7
Tâmega e Sousa	7	10 115	104	323	1,9	4,7
Terras de Trás-os-Montes	2	2 690	288	1 251	3	5
Viseu Dão Lafões	5	6 000	405	1 510	3,2	5

Os resultados obtidos para as sub-regiões consideradas são especificados na Tabela 5.3.

Tabela 5.3: Resultados obtidos para as sub-regiões das Áreas Metropolitanas de Lisboa (Norte) e do Porto

NUT	Sub-Região	Carteiras construídas	Quantidade de empresas	Dispersão modelo novo (km)
Área Metropolitana do Porto	A	15	18 013	260
	B	13	14 807	24
	C	15	17 433	24
Área Metropolitana de Lisboa (Norte)	D	31	3 3924	0
	E	21	22 982	636
	F	16	17 706	170

A principal conclusão que se pode retirar dos resultados relativamente à dispersão geográfica das carteiras, prende-se no facto do modelo desenvolvido apresentar, de forma geral, resultados consideravelmente melhores que o procedimento elaborado previamente pela NOS. No entanto, é perceptível que o modelo apresenta uma baixa escalabilidade. Para NUTs com menor volume de empresas e carteiras a construir e, conseqüentemente, menor número de variáveis e restrições, o modelo desenvolvido apresenta uma solução ótima ou de boa qualidade, possível de ser usada pela NOS. No entanto, para as Áreas Metropolitanas de Lisboa (Norte) e Porto, que apresentam uma elevada densidade empresarial, a quantidade de variáveis e restrições são demasiado avultadas para que as carteiras resultantes no período de tempo definido possam ser implementadas na atividade comercial da NOS. Porém, com a definição de sub-regiões para estas duas NUTs, os resultados finais alcançados revelam-se bastante melhores do que os obtidos pela empresa.

O modelo permitiu reduzir a dispersão existente em todas as NUTs, com exceção do Baixo Alentejo, que apresentou um valor idêntico. Na realidade, foi possível reduzir em 64% a dispersão das carteiras consideradas. Complementarmente, o número médio de concelhos por carteira também reduziu de 2,5 para 1,9, equivalente a uma redução de cerca de 24%.

No entanto, posto que as diferenças de potencial entre carteiras devem ser alinhadas com a equipa comercial, há que ter em atenção que a dispersão destas pode ser afetada pela alteração dos valores de tolerância definidos. Adicionalmente, deve ter-se em consideração que os resultados apresentados são meramente indicativos, já que o perímetro de empresas considerado e o número de carteiras a construir podem sofrer alterações até ao momento de implementação.

Apesar do resultado da Beira Baixa não ser comparável com o desenvolvido previamente pela NOS, o modelo foi executado para esta NUT, de modo a perceber a viabilidade do mesmo para esta região. Assim, o *input* fornecido ao modelo relativamente ao número de carteiras a construir foi o máximo possível considerando a quantidade de empresas nessa região, que corresponde a 1. A solução ótima foi atingida rapidamente, tal como expectável, já que a quantidade de empresas consideradas era pouco significativa e apenas foi construída uma carteira.

Complementarmente, os atributos potencial e permanência das carteiras construídas também foram comparados com os obtidos inicialmente.

O gráfico da Figura 5.3 apresenta o desvio máximo, em percentagem, do potencial de uma carteira ao potencial médio da região para ambos os modelos.

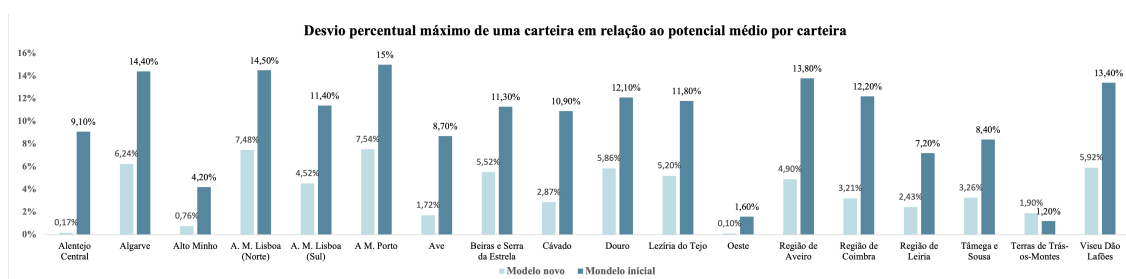


Figura 5.3: Comparação do desvio potencial máximo de uma carteira relativamente ao potencial médio por carteira da NUT

De modo geral, é perceptível o impacto que o novo modelo apresentou na eliminação das diferenças existentes entre os potenciais de carteiras da mesma NUT. O modelo possibilitou a redução do desvio máximo do potencial de uma carteira ao potencial médio por carteira da NUT para todas as regiões, com exceção de Terras de Trás-os-Montes. No entanto, para esta região, o desvio máximo obtido foi meramente de 1,9%, pelo que não corresponde a um valor significativo. Globalmente, foi possível reduzir este atributo em 61,6%.

O gráfico da Figura 5.4 apresenta a variação máxima entre a permanência de duas carteiras da mesma NUT para ambos os modelos.

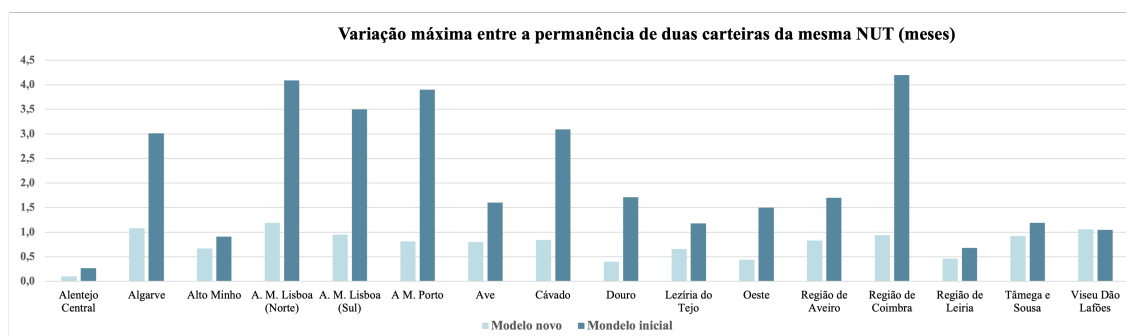


Figura 5.4: Comparação da variação máxima da permanência entre duas carteiras da mesma NUT

O modelo também se revelou eficaz na diminuição da disparidade das permanências de carteiras da mesma região. Apenas a NUT Visu Dão Lafões apresentou uma variação máxima superior no novo modelo, mas trata-se de uma diferença meramente residual.

De modo global, a variação máxima entre a permanência de duas carteiras da mesma NUT apresentou uma redução de 63,8%.

Capítulo 6

Conclusão e perspectivas de trabalho futuro

O contacto presencial e personalizado com os consumidores é importante na indústria das telecomunicações para a geração de receita, na medida em que um bom relacionamento entre o agente de vendas e o consumidor promove a fidelização e adição de serviços no caso de clientes e a angariação de novos clientes.

Esta dissertação, desenvolvida no segmento *Mass Business* de uma empresa de telecomunicações, pretendia endereçar o problema de definição do leque de empresas a atribuir a cada delegado comercial. Esta definição englobava diversos critérios de planeamento, nomeadamente o balanceamento em termos de dimensão, potencial e permanência média entre carteiras da mesma região. Adicionalmente, era importante que as empresas da mesma carteira fossem próximas umas das outras, para minimizar o tempo desperdiçado em deslocações.

No entanto, o parque de empresas não é estático, se por um lado existem novas empresas elegíveis para carteira, por outro lado, há empresas que deixam de ser elegíveis. Por isso, era igualmente importante que existisse um modelo que fizesse uma alocação dinâmica de oportunidades de venda às carteiras dos delegados comerciais, ao longo dos ciclos. Porém, os delegados comerciais apresentam capacidades de trabalho e taxas de sucesso diferentes, logo, é importante que a alocação das empresas às carteiras tenha estes fatores em consideração. Assim sendo, faz sentido aumentar o valor potencial das carteiras dos comerciais que apresentam melhores resultados e que mais contribuem para o crescimento da receita da NOS. Assim, foi desenvolvido um modelo complementar que deve ser usado a cada ciclo para as diferentes NUTs por forma a fazer esta alocação.

A insatisfação da área comercial relativamente às discrepâncias acentuadas em termos de potencial das carteiras aliadas à dispersão das localizações das empresas das suas carteiras, traduziam uma relutância dos delegados comerciais em trabalhar com o regime proposto. Desta forma, foi desenvolvido um modelo de programação inteira para nova construção das carteiras, com o objetivo de fornecer ao departamento comercial carteiras balanceadas em potencial e com uma área operacional que reduzisse as deslocações dos delegados comerciais. Assim, pretende-se que estes

fiquem mais satisfeitos com o novo modelo e atuem numa ótica de crescer a receita das suas carteiras. Num momento posterior, deve ser colocado em prática o modelo complementar desenvolvido para a manutenção das carteiras.

6.1 Principais resultados

O objetivo desta dissertação prendia-se no desenvolvimento de um algoritmo que otimizasse a alocação de oportunidades de venda a carteiras comerciais. Desta forma foram desenvolvidos dois modelos distintos, um para construção de carteiras e um segundo para a sua manutenção.

O modelo de construção de carteiras deve ser corrido num momento inicial, para cada NUT, de acordo com os delegados comerciais disponíveis nessa NUT. Deve igualmente recorrer-se a este modelo sempre que houver necessidade para tal, isto é, existirem delegados comerciais novos sem carteira atribuída. O modelo de manutenção das carteiras deve ser corrido todos os ciclos, para cada NUT, por forma a garantir um balanceamento da dimensão das carteiras e não acumular oportunidades de venda em reserva.

Determinadas conclusões podem ser retiradas no que concerne a construção das carteiras:

1. Apesar de ter sido usado um *solver* comercial, este não apresentou capacidade para lidar com o elevado volume de dados existente nas NUTs de maior densidade empresarial. Nestes casos é necessário fazer uma divisão das mesmas em áreas menores para a obtenção de dados viáveis.
2. Os resultados finais obtidos revelaram-se bastante superiores aos atingidos previamente pela NOS, com uma redução de 64% da dispersão das carteiras. O número médio de concelhos por carteira também apresentou uma redução de 24%.
3. O novo modelo permitiu ainda eliminar as diferenças existentes entre o potencial e permanência de carteiras da mesma NUT, apresentando uma redução de 61,6% no que concerne ao desvio máximo do potencial de uma carteira face ao potencial médio da região e de 31,2% relativamente à variação máxima entre a permanência de duas carteiras da mesma NUT.

6.1.1 Impacto na atividade comercial da NOS

Anteriormente ao início da dissertação, a construção de carteiras para os delegados comerciais ocorria de forma manual, através de um procedimento construtivo. A metodologia carecia de rigor relativamente à existência de carteiras balanceadas em potencial e permanência, não sendo garantida a proximidade das empresas de cada carteira. Para além disso, não existia nenhum modelo que lidasse com os fluxos de empresas nem com a manutenção do dimensionamento das carteiras. Os modelos desenvolvidos permitem à NOS fazer uma construção e manutenção cíclica de carteiras comerciais de forma eficaz, sem ter que despende recursos humanos para tal.

Apesar das novas carteira serem construídas numa ótica de garantir o equilíbrio em termos de

volumetria de empresas, potencial e permanência, há que frisar que este modelo deve ser acordado com a área comercial. De qualquer forma nesta secção são apresentadas as expectativas da implementação dos modelos. Acima de tudo, espera-se que o modelo de construção de carteiras permita aumentar a cobertura de empresas trabalhadas por delegado comercial, já que existe uma maior concentração geográfica das empresas de cada carteira.

Ademais, é garantida a diversificação do risco para a NOS, uma vez que oportunidades-chave, isto é, de elevado potencial, estarão distribuídas pelas diferentes carteiras. Tal significa que não existirão carteiras que apresentem uma concentração de empresas de elevado potencial nem, pelo contrário, carteiras com uma concentração de empresas de baixo potencial. Zoltners et al. (2004) referem que os gestores de vendas frequentemente atribuem uma *performance* pobre a vendedores, quando na realidade devia ser atribuído ao mau alinhamento do território de vendas. Consequentemente, os vendedores sentem-se frustrados quando não conseguem obter tanto lucro como os outros e acabam por sair da empresa. Apesar de não existir certezas relativamente a este aspeto no que concerne os delegados comerciais da NOS, é esperado que, ao atribuir carteiras balanceadas no momento inicial, seja possível reduzir a taxa de abandono nos primeiros três meses.

Em suma, presume-se que a concentração geográfica do leque de empresas da mesma carteira e a atribuição de carteiras semelhantes em volume e potencial, leve a uma dedicação dos delegados comerciais ao trabalho sobre as empresas das suas carteiras.

O modelo de manutenção de carteiras, permitirá atribuir responsabilidade acrescida aos delegados comerciais que apresentem melhores resultados em termos de capacidade de trabalho por ciclo e taxa de sucesso, através da alocação de empresas de maior potencial. Desta forma, pretende-se que oportunidades-chave sejam atribuídas a delegados comerciais que tenham um melhor histórico de geração de receita para a NOS. Adicionalmente, permite que empresas novas que entrem no parque elegíveis para pertencer a carteira e empresas que pertençam a carteiras e cujo delegado comercial deixe de prestar serviços, possam ser alocadas às carteiras existentes, sendo assim possível rentabilizar o volume de oportunidades trabalhadas.

6.2 Oportunidades para trabalho futuro

Relativamente ao modelo para a construção das carteiras, não é possível, para já, determinar com certeza o impacto que o novo alinhamento terá na área comercial. Desta forma, após discussão com os delegados comerciais, poderá ser necessário realizar alterações, nomeadamente em termos de semelhança do potencial das carteiras ou até mesmo da cobertura de concelhos das carteiras. Desta forma, é possível que exista necessidade de rever os valores de tolerância usados, para os atributos potencial e permanência. Esta última prende-se com o facto de ser aquela que apresenta menos impacto para o departamento comercial e que pode estar a introduzir um aumento não desejado da dispersão geográfica das carteiras.

Complementarmente, uma vez que o modelo original apresentou resultados não viáveis, tendo-se recorrido a um processo gradual da construção das carteiras para as Áreas Metropolitanas de Lisboa (Norte) e Porto, propõe-se que no futuro seja implementada uma meta-heurística, por forma

a determinar se esta consegue obter melhores resultados do que os que foram encontrados para estas NUTs. Esta meta-heurística pode ainda ser aplicada às NUTs em que a solução ótima não foi atingida e cujas *gaps* finais foram elevadas, de maneira a perceber se este método alcança melhores resultados.

Para além disso, pode ser interessante desenvolver um modelo preditivo para prever a saída de delegados comerciais da NOS, através de dados históricos da permanência de delegados comerciais e do desempenho em ciclos anteriores. Deste modo, pode antecipar-se a necessidade de delegados comerciais a cada ciclo e tomar medidas que garantam que todas as carteiras têm um delegado comercial atribuído, por forma a não incorrer no risco de *churn* de clientes por não estarem a ser trabalhados.

Por último, há espaço para conduzir uma análise às empresas do segmento, por forma a identificar se, por exemplo, empresas da mesma área de negócio apresentam necessidades semelhantes relativamente aos serviços prestados pela NOS. Desta forma, pode ser relevante a especialização dos delegados comerciais por forma a melhorar o seu desempenho, por ter um conhecimento mais profundo dos serviços que melhor se adequam às necessidades das empresas naquela área. Isto passaria pelo desenvolvimento de um modelo de classificação de empresas de acordo com as diferentes áreas de negócio para que, sem perder o foco atual da minimização da dispersão, se possa alocar empresas da mesma área de negócio e na mesma área geográfica a um delegado comercial. Esta alocação poderá evidenciar resultados positivos na produtividade dos delegados comerciais e traduzir-se em valores de receita fidelizada, adicionada e angariada superiores.

Bibliografía

- Caballero-Hernández, S. I., Ríos-Mercado, R. Z., López, F., and Schaeffer, S. E. (2007). Empirical evaluation of a metaheuristic for commercial territory desing with joint assignment constraints. In *Proceedings of the 12th Annual International Conference on Industrial Engineering Theory, Applications, and Practice (IJIE)*, pages 422–427.
- DeMaio, A. and Roveda, C. (1971). All zero- one algorithm for a certain class of transportation problems. *Operations Research*, 19(6):1406–1418.
- Drexl, A. and Haase, K. (1999). Fast Approximation Methods for Sales Force Deployment. *Management Science*, 45(10):1307–1323.
- Ehrgott, M. and Gandibleux, X. (2004). Approximative solution methods for multiobjective combinatorial optimization. *Top*, 12(1):1–63.
- Elizondo-Amaya, M., Ríos-Mercado, R., and Díaz, J. (2014). A dual bounding scheme for a territory design problem. *Computers and Operations Research*, 44:193–205.
- Feo, T. A. and Resende, M. G. (1989). A probabilistic heuristic for a computationally difficult set covering problem. *Operations Research Letters*, 8(2):67–71.
- Feo, T. A. and Resende, M. G. (1995). Greedy Randomized Adaptive Search Procedures. *Journal of Global Optimization*, 6(2):109–133.
- Festa, P. and Resende, M. G. (2004). An annotated bibliography of GRASP. *Operations Research Letters*, 8(1):67–71.
- Fisher, M. L., Jaikumar, R., and Van Wassenhove, L. N. (1986). A Multiplier Adjustment Method for the Generalized Assignment Problem. *Management Science*, 32(9):1095–1103.
- Gendreau, M. and Potvin, J.-Y. (2010). *Handbook of Metaheuristics*. Springer, 2 edition.
- Gliesch, A., Ritt, M., and Moreira, M. C. (2018). A multistart alternating tabu search for commercial districting. In *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, volume 10782 LNCS, pages 158–173. Springer Verlag.
- Hart, J. P. and Shogan, A. W. (1987). Semi-greedy heuristics: An empirical study. *Operations Research Letters*, 6(3):107–114.
- Hess, S. W. and Samuels, S. A. (1971). Experiences with a Sales Districting Model: Criteria and Implementation. *Management Science*, 18(4-part-ii):P-41–P-54.
- Hess, S. W., Weaver, J. B., Siegfeldt, H. J., Whelan, J. N., and Zitlau, P. A. (1965). Nonpartisan political redistricting by computer. *Operations Research*, 13(6):998–1006.

- Kalcsics, J., Nickel, S., and Schröder, M. (2005). Towards a unified territorial design approach — Applications, algorithms and GIS integration. *Top*, 13(1):1–56.
- Mehrotra, A., Johnson, E. L., and Nemhauser, G. L. (1998). An optimization based heuristic for political districting. *Management Science*, 44(8):1100–1114.
- Resende, M. G. and Ribeiro, C. C. (2014). GRASP: Greedy randomized adaptive search procedures. In *Search Methodologies: Introductory Tutorials in Optimization and Decision Support Techniques, Second Edition*, chapter 10, pages 287–312. Springer US.
- Ríos-Mercado, R. Z. and Fernández, E. (2006). A reactive GRASP for a commercial territory design problem with multiple balancing requirements. *Computers & Operations Research*, 36(3):755–776.
- Ríos-Mercado, R. Z. and López-Pérez, J. F. (2013). Commercial territory design planning with realignment and disjoint assignment requirements. *Omega (United Kingdom)*, 41(3):525–535.
- Ross, G. T. and Soland, R. M. (1975). A branch and bound algorithm for the generalized assignment problem. *Mathematical Programming*, 8(1):91–103.
- Salazar-Aguilar, M. A., Ríos-Mercado, R. Z., and Cabrera-Ríos, M. (2011a). New Models for Commercial Territory Design. *Networks and Spatial Economics*, 11(3):487–507.
- Salazar-Aguilar, M. A., Ríos-Mercado, R. Z., and González-Velarde, J. L. (2011b). A bi-objective programming model for designing compact and balanced territories in commercial districting. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 19(5):885–895.
- Salazar-Aguilar, M. A., Ríos-Mercado, R. Z., González-Velarde, J. L., and Molina, J. (2012). Multiobjective scatter search for a commercial territory design problem. *Annals of Operations Research*, 199(1):343–360.
- Savelsbergh, M. (1997). A branch-and-price algorithm for the generalized assignment problem. *Operations Research*, 45(6):831–841.
- Schneider, J. J. and Kirkpatrick, S. (2006). *Stochastic Optimization*. Springer.
- Shirabe, T. (2005). Classification of Spatial Properties for Spatial Allocation Modeling. *Geoinformatica*, 9(3):269–287.
- Talbi, E. G. (2009). *Metaheuristics: From Design to Implementation*. John Wiley and Sons.
- Vargas-Suárez, L., Ríos-Mercado, R. Z., and Lopez, F. (2005). Usando GRASP para resolver un problema de definición de territorios de atención comercial. *Proceedings of the IV Spanish Conference on Metaheuristics, Evolutionary and Bioinspired (MAEB)*, pages 609–617.
- Voß, S., Martello, S., Osman, I. H., and Roucairol, C. (1999). *Meta-Heuristics: Advances and Trends in Local Search Paradigms for Optimization*. Kluwer Academic Publishers.
- Watters, L. J. (1967). Letter to the Editor—Reduction of Integer Polynomial Programming Problems to Zero-One Linear Programming Problems. *Operations Research*, 15(6):1171–1174.
- Williams, H. P. (2009). Integer Programming. In *Logic and Integer Programming*, pages 25–70.
- Zhang, G., Lu, J., and Gao, Y. (2015). Optimization Models. In *Multi-Level Decision Making*, pages 25–46.

- Zoltners, A. A. and Lorimer, S. E. (2000). Sales Territory Alignment: An Overlooked Productivity Tool. *Journal of Personal Selling & Sales Management*, 20(3):139–150.
- Zoltners, A. A., Sinha, P., and Lorimer, S. E. (2004). Sales Territory Alignment. In *Sales Force Design For Strategic Advantage*, pages 269–309.

Anexo A

Resumo das carteiras em cada NUT no final do primeiro ciclo de 2021

Tabela A.1: Resumo das carteiras existentes em cada NUT no final do primeiro ciclo de 2021, aquando a sua definição

NUT	Nº de carteiras	Número médio de concelhos por carteira	Desvio máximo em relação ao potencial médio por carteira (%)	Δ máxima entra a permanência média de carteiras (meses)
Alentejo Central	2	4,5	9,1 %	0,27
Alentejo Litoral	1	4	-	-
Algarve	15	2,3	14,4 %	3,01
Alto Alentejo	1	3	-	-
Alto Minho	3	3	4,2 %	0,91
Área Metropolitana de Lisboa (Norte)	68	1,5	14,5 %	4,09
Área Metropolitana de Lisboa (Sul)	12	2,6	11,4 %	3,50
Área Metropolitana do Porto	43	2,3	15 %	3,90
Ave	6	1,7	8,7 %	1,66
Baixo Alentejo	1	13	-	-
Beira Baixa	2	6	2,6 %	-
Beiras e Serra da Estrela	3	3,3	11,3 %	-
Cávado	8	1,8	10,9 %	3,09
Douro	4	11	12,1 %	1,71
Lezíria do Tejo	5	2,6	11,8 %	1,18
Médio Tejo	1	3	-	-
Oeste	2	3,5	1,6 %	1,50
Região de Aveiro	7	2,7	13,8 %	1,70
Região de Coimbra	6	3,7	12,2 %	4,20
Região de Leiria	3	2,7	7,2 %	0,68
Tâmega e Sousa	7	4,3	8,4 %	2,12
Terras de Trás-os-Montes	2	4,3	1,2 %	1,19
Viseu Dão Lafões	5	4	13,4 %	1,05

Anexo B

Dados dos concelhos das Áreas Metropolitanas do Porto e Lisboa (Norte)

Tabela B.1: Dados dos concelhos da Área Metropolitana do Porto

Concelho	Quantidade de empresas	Percentagem do potencial da NUT	Sub-região
Matosinhos	5 226	10,3%	A
Póvoa De Varzim	1 830	3,6%	A
Maia	3 958	8,1%	A
Vila do Conde	2 196	4,3%	A
Trofa	1 218	2,5%	A
Valongo	2 001	3,9%	A
Santo Tirso	1 584	3,2%	A
Vila Nova De Gaia	7 056	13,7%	B
Santa Maria Da Feira	3 491	7,1%	B
Oliveira de Azeméis	1 588	3,3%	B
Vale de Cambra	500	1%	B
Arouca	572	1,2%	B
São João da Madeira	792	1,6%	B
Espinho	808	1,6%	B
Porto	12 154	24,3%	C
Paredes	2 077	4,1%	C
Gondomar	3 202	6,1%	C

Tabela B.2: Dados dos concelhos da Área Metropolitana de Lisboa (Norte)

Concelho	Quantidade de empresas	Percentagem do potencial da NUT	Sub-região
Lisboa	33 924	47%	D
Sintra	8 844	12%	E
Oeiras	6 172	8%	E
Cascais	7 966	10%	E
Loures	5 041	7%	F
Amadora	3 754	5%	F
Vila Franca de Xira	2 615	3%	F
Mafra	2 517	3%	F
Odivelas	3 779	5%	F

Anexo C

Gap final obtida para as diferentes sub-regiões consideradas

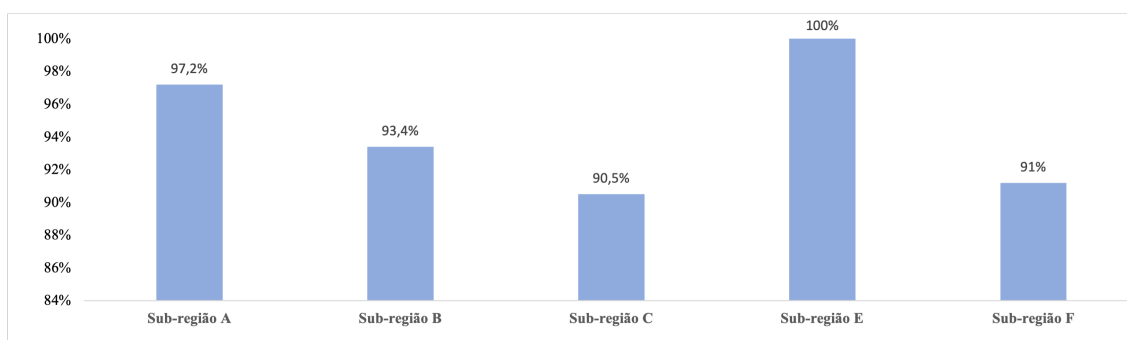


Figura C.1: *Gap* final obtida para cada sub-região