

**DEFINIÇÃO DE TERRITÓRIO DE VENDAS: ESTUDO  
APLICADO A UMA EMPRESA DE COMERCIALIZAÇÃO E  
DISTRIBUIÇÃO DE BEBIDAS**

Beatriz Cardoso de Almeida

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em  
Gestão dos Serviços e da Tecnologia

Orientador:

Prof. Doutora Ana Catarina Nunes, Prof. Auxiliar, ISCTE Business School,  
Departamento de Métodos Quantitativos para Gestão e Economia

setembro 2017

## RESUMO

A crescente necessidade de as empresas otimizarem os seus processos, tem levado a que a comunidade científica se dedique cada vez mais ao estudo dos processos logísticos, nomeadamente no que diz respeito à definição de territórios de vendas. Apesar dos estudos já existentes referentes a esta problemática, torna-se necessário que estes sejam cada vez mais desenvolvidos, de modo a que se obtenham mais soluções para serem aplicadas em casos reais, que se ajustem às características e necessidades próprias do problema em causa.

Nesse sentido, estudou-se a definição de territórios de vendas para o caso real de uma empresa de comercialização e distribuição de bebidas, cliente da *Wide Scope* (empresa da área de sistemas informáticos aliados à logística). Assim, foi desenvolvida uma heurística construtiva com o objetivo de definir territórios de venda equilibrados em termos de volume de vendas financeiro, mas também em termos de distância e tempo. Para isso foram estudados métodos já existentes na literatura para este tema, de forma a poderem ser alterados conforme as características do presente trabalho.

Os resultados obtidos permitiram concluir que a heurística constrói territórios de venda equilibrados, principalmente no que diz respeito ao volume de venda alocado a cada território. Deste modo, a empresa em estudo poderá pôr em prática territórios de vendas cujos vendedores tenham um trabalho equilibrado, permitindo assim a sua satisfação e a otimização do seu processo de vendas.

**Palavras-chave:** Logística; Territórios de Vendas; Heurística Construtiva; Equilíbrio

**JEL Classification System:**

**F60** – General

**R12** – Size and Spatial Distributions of Regional Economic Activity

## **ABSTRACT**

As companies thrive to optimize their processes, the study of the logistics processes, more specifically, the definition of sale territory, has been growing among the scientific community. Despite the past research regarding this problem, it is necessary to continue to address this issue, in order to develop solutions that can be adapted to the needs and characteristics of the problem concerned in real cases.

Therefore, the definition of sales territories was studied for a real case of a commercial and distribution of beverages company, customer of the company Wide Scope (an information system company tied to logistics). Thus, a constructive heuristic was developed with the objective of defining balanced territories of sales in terms of financial volume, distance and time. To do so, this research reviewed existent methods in the literature and adapted them accordingly to the characteristics of the present work.

The obtained results concluded that the heuristic creates balanced territory of sales, specially regarding the volume of sales allocated to each territory. Hence, the company presented in this study may implement sales territories whose sellers have a balanced work, and therefore allowing their satisfaction and the optimization of their sales process.

**Keywords:** Logistics; Sales Territories; Constructive Heuristics; Balance

**JEL Classification System:**

**F60** – General

**R12** – Size and Spatial Distributions of Regional Economic Activity

## AGRADECIMENTOS

A realização desta dissertação só se tornou possível devido ao apoio e cooperação de inúmeras pessoas, às quais gostaria de dirigir uma particular palavra de agradecimento.

Primeiramente, gostaria de agradecer à professora Tânia Ramos pelo auxílio dado na escolha do tema. A sua disponibilidade, acompanhamento e conselhos foram fulcrais para a consolidação do tema e dos conteúdos a abordar na dissertação.

É igualmente muito importante agradecer ao Dr. Filipe Carvalho, *CEO* da *Wide Scope*, pela maneira como facultou todos os dados necessários para o desenvolvimento da heurística. A sua total disponibilidade e conhecimento aprofundado da área em estudo foram importantes pilares para um melhor desenvolvimento do trabalho realizado.

À professora Ana Catarina Nunes expresse o meu profundo agradecimento por todo apoio e orientação constante no desenvolvimento da minha dissertação. Foi, sem dúvida, uma enorme ajuda para que eu tivesse conseguido terminar esta etapa com sucesso. Todos os conselhos, horas despendidas e palavras de incentivo foram um enorme *boost* para que eu conseguisse continuar focada e aplicada.

Aos meus amigos quero agradecer por todo o carinho e compreensão que tiveram para comigo nesta altura desafiante do meu percurso académico.

Ao meu namorado, obrigada por todo o apoio, carinho e paciência durante todo este desafiante período.

À minha família gostaria de deixar uma palavra de agradecimento por toda a força e paciência e mencionar ainda que sem eles não teria sido possível.

Quero também agradecer a todas as outras pessoas que não foram referidas anteriormente, mas que foram importantes direta ou indiretamente para a conclusão desta dissertação.

# ÍNDICE

1	Introdução.....	1
1.1	Enquadramento Geral e Motivação .....	1
1.2	Problemática.....	2
1.3	Objetivos de Estudo .....	2
1.4	Estrutura da Dissertação.....	3
2	Revisão de Literatura .....	5
2.1	<i>Territory Design Problem (TDP)</i> .....	5
2.1.1	Definição de TDP .....	5
2.1.2	Áreas de Aplicação do TDP .....	6
2.2	<i>Sales Territory Design Problem (STDP)</i> .....	6
2.2.1	Origem do STDP .....	6
2.2.2	Definição de STDP .....	7
2.2.3	Critérios Para a Avaliação da Solução.....	7
2.2.4	Importância do Estudo de STDP .....	11
2.2.5	Métodos de Solução.....	12
3	Metodologia.....	15
4	Heurística .....	17
4.1	Seleção de Vendedores .....	18
4.2	Classificação dos Clientes .....	20
4.3	Afetação dos Clientes <i>Non-Borderline</i> às Zonas.....	22
4.4	Remoção de Clientes das Zonas .....	23
4.5	Afetação dos Clientes <i>Borderline</i> às Zonas .....	25
4.6	Resumo da Heurística .....	28
5	Caso de Estudo .....	29
5.1	Empresa.....	29
5.2	<i>Wide Scope</i> .....	29

5.3	Características dos Dados.....	30
5.4	Aplicação da Heurística .....	31
5.4.1	Testes Preliminares .....	32
5.4.2	Testes Aplicados às Instâncias .....	39
5.4.3	Discussão de Resultados .....	45
6	Conclusões e Perspetivas Futuras.....	47
	Referências Bibliográficas .....	49
	Anexos.....	52
	Anexo 1 - Resultados da Heurística para Diferentes Valores de $\beta$ e $\alpha$ (Instância 1 com NVend=3) .....	52
	Anexo 2 – Outros Territórios de venda formados nos Testes Preliminares .....	53

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Territórios de venda formados pela aplicação da heurística (Elaboração própria a partir do Routyn) .....	35
Figura 2 - Melhoria dos territórios de venda para $\beta=0,3$ e $\alpha=0,6$ (Elaboração própria a partir do Routyn).....	38
Figura 3 - Melhoria dos territórios de venda para $\beta=0,4$ e $\alpha=0,8$ (Elaboração própria a partir do Routyn).....	38
Figura 4 - Territórios de venda formados pela aplicação da heurística às Instância 1, 2 e 3 (Elaboração própria a partir do Routyn) .....	40
Figura 5 - Alocação dos clientes da Instância 1 .....	42
Figura 6 - Cliente com possibilidade de mudar de zona .....	42
Figura 7 - Alocação dos clientes da Instância 3 .....	44
Figura 8 - Melhoria da alocação dos clientes da Instância 3.....	45
Figura 9 - Outros territórios de venda formados pela aplicação da heurística (Elaboração própria a partir do Routyn).....	53

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Os três elementos e o que cada um pretende da definição de Territórios de Vendas (adaptado de Zoltners & Sinha, 2005).....	12
Tabela 2 - Dados gerais das instâncias.....	31
Tabela 3 - Resumo dos resultados da heurística para diferentes valores de $\beta$ e $\alpha$ (Instância 1 com NVend=3) .....	34
Tabela 4 - Resumo dos resultados obtidos com a aplicação da heurística nas Instância 1, 2 e 3.....	39
Tabela 5 - Resultados da heurística para diferentes valores de $\beta$ e $\alpha$ (Instância 1 com NVend=3).....	52



# 1 INTRODUÇÃO

Parafraseando Salazar-Aguilar *et al.* (2011), as empresas de distribuição têm uma complexa rede de distribuição dos seus produtos, que é constituída, para além de outros elementos, por pontos de vendas. Nesta indústria existem muitos problemas, nas várias fases do processo de decisão, interessantes do ponto de vista logístico.

## 1.1 ENQUADRAMENTO GERAL E MOTIVAÇÃO

A logística é um sistema integrado de informação, embalamento, armazenamento e transporte que garante a entrega dos produtos certos, no tempo, quantidade, custo e local certos, garantindo assim a qualidade de serviço, tal como mencionado em Puertas Medina *et al.* (2013). O desempenho deste sistema é, assim, decisivo para a competitividade das organizações.

Porém, inicialmente o estudo da área da logística centrava-se principalmente no estudo da otimização dos processos de produção (Puertas Medina, *et al.*, 2013). Com a globalização do mercado e a sua modernização, as organizações viram-se obrigadas a proceder ao seu desenvolvimento e, conseqüentemente, à evolução das áreas nelas envolvidas, com o objetivo de se tornarem mais competitivas (Martí Selva, *et al.*, 2014).

Tal como exposto em Crespo de Carvalho *et al.* (2017), a logística aparece como uma área relevante na gestão das empresas e como uma nova forma destas encararem a competitividade, na medida em que ser-se competitivo é ser-se melhor do que a concorrência que se apresenta no mercado em algum aspeto ou área.

Segundo Engblom *et al.* (2012), os custos com as operações logísticas abrangem uma porção significativa dos custos das empresas, excedendo cerca de 10% do volume de negócio da empresa, dependendo do método aplicado e da indústria em questão. Torna-se assim importante trabalhar no sentido de reduzir estes custos.

Um dos âmbitos estudados na logística é a gestão da cadeia de abastecimento, fazendo parte desta área o processo das vendas (Crespo de Carvalho, *et al.*, 2017). Como tal, é necessário também reduzir os seus custos associados.

Zolterns & Lorimer (2013) afirmam que uma boa definição de territórios reduz os custos de transporte das empresas assim como os custos das forças de venda. Estes autores acreditam que, de acordo com a sua experiência, a definição de territórios de vendas seja uma das áreas mais negligenciadas no que diz respeito à produtividade da força de vendas,

fazendo assim com que estas estejam a perder elevadas quantias em dinheiro devido à desequilibrada e descuidada definição de territórios de vendas.

Segundo Lei *et al.* (2015), muitas empresas, como por exemplo a Coca-Cola, DHL e FedEx deparam-se com o seguinte problema: estas empresas necessitam de segmentar os seus clientes em *clusters* para que consigam obter decisões mais eficientes no que diz respeito, por exemplo, à distribuição dos seus produtos.

Assim sendo, é necessário que as organizações tenham meios que as permitam atingir estes objetivos. Para tal, torna-se cada vez mais importante incidir sobre a temática da definição de territórios de vendas para que esta seja cada vez mais eficiente e que permita às empresas melhorarem o seu desempenho.

Apesar dos estudos realizados e uma vez que cada instituição tem a suas especificidades, torna-se necessário estudar cada vez mais outras soluções de modelos e métodos para a definição dos territórios de vendas que se possam ajustar a essas realidades.

### **1.2 PROBLEMÁTICA**

Um dos problemas que as empresas enfrentam é a forma como poderão fazer a divisão dos seus clientes em territórios. O estudo desta definição de territórios precisa de estar constantemente em evolução uma vez que vai influenciar muitas decisões tomadas *a posteriori* em diversas áreas das organizações, como por exemplo a distribuição e a venda dos seus produtos (Salazar-Aguilar, *et al.*, 2013).

É, então, essencial numa empresa ter um bom alinhamento do território em várias vertentes, e uma delas é a vertente das vendas (Zoltners & Lorimer, 2013), onde estão incluídos vários fatores, sendo um deles o equilíbrio do volume de vendas.

Quando os territórios estão desequilibrados, as empresas tendem a dar mais atenção a fatores que não são tão importantes e descurem outros que o são. Consequentemente, tal como descrito anteriormente, as empresas podem perder muito dinheiro por não estarem a focar-se naquilo que deviam (Zoltners & Lorimer, 2013).

Assim sendo, este estudo incide sobre esta problemática.

### **1.3 OBJETIVOS DE ESTUDO**

Como objetivo global pretende-se com esta dissertação desenvolver um método para a obtenção de territórios de vendas equilibrados, que reflitam os critérios de desempenho

pretendidos pela empresa em estudo, que se destina à comercialização e distribuição de bebidas e que passará a ser designada por Empresa.

Baseado em métodos já existentes na literatura para problemas com características semelhantes, pretende-se com este estudo que o método e critérios utilizados construam territórios de vendas equilibrados no que diz respeito, principalmente, ao volume de vendas, mas também à área de cada território, à distância percorrida pelo vendedor alocado àquele território e ao tempo que este despende com os clientes (isto é, o tempo que está em cada cliente assim como a sua frequência de visita). Desta forma, está-se a contribuir para a diminuição dos custos da Empresa. Consequentemente, esta torna-se mais eficiente e, como tal, mais competitiva, um fator tão importante atualmente.

O objetivo principal decompõe-se nos seguintes objetivos parcelares:

- Ajustar um modelo de definição de território de vendas já utilizados na literatura à realidade deste estudo;
- Criar territórios de vendas equilibrados relativamente aos seguintes critérios:
  - Volume de vendas;
  - Área;
  - Distância percorrida pelo vendedor responsável por aquela zona;
  - Tempo despendido pelo vendedor com os clientes daquela zona.

### 1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A presente dissertação foi organizada através da seguinte estrutura:

**CAPÍTULO 2 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA:** revisão de conceitos, modelos, critérios e problemas teóricos desenvolvidos na literatura sobre o tema, com o intuito de o estudo desenvolvido ser suportado por uma base teórica. Esta revisão passará por rever conceitos como a logística, a sua importância, os problemas de definição de território de vendas, os custos associados aos mesmos, assim como os seus métodos e critérios de solução;

**CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA:** descrição das etapas percorridas ao longo do presente estudo, assim como dos métodos e sistemas utilizados para a resolução e análise do mesmo;

**CAPÍTULO 4 – HEURÍSTICA:** descrição detalhada do método heurístico ajustado: descrição de cada etapa da heurística, tanto a nível conceptual como a nível matemático

e análise dos parâmetros de valores variáveis da heurística e suas possíveis influências nos resultados da mesma;

**CAPÍTULO 5 – CASO DE ESTUDO:** caracterização da empresa em estudo e da empresa fornecedora dos dados; caracterização e análise dos dados fornecidos; aplicação da heurística às três instâncias; discussão dos resultados;

**CAPÍTULO 6 – CONCLUSÕES E PERSPETIVAS FUTURAS:** conclusões que foram retiradas do estudo a nível geral; apresentação de possíveis estudos a serem realizados de forma a aprofundarem o tema abordado nesta dissertação.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

O nível de competitividade do mercado tem vindo a aumentar e, por conseguinte, as empresas sentem a necessidade de pensar em novos métodos de trabalhar para conseguirem acompanhar ou até superar este crescimento, como mencionado anteriormente. Para tal, têm em conta diversas áreas de forma a otimizá-las. Assim, torna-se necessário que as empresas melhorem o seu desempenho em diversas vertentes, sendo uma delas a evolução dos sistemas de desenho do território, com o intuito de os desenvolver e fortalecer, tornando-os mais eficientes e eficazes.

### 2.1 *TERRITORY DESIGN PROBLEM (TDP)*

Diversas abordagens ao TDP têm vindo a ser desenvolvidas, para as quais vários autores apresentam métodos alternativos para a resolução do problema. A nível cronológico, foi principalmente a partir do início da década de 1960 que vários autores se dedicaram aos problemas de definição de território, sendo que um dos primeiros trabalhos sobre o tema foi realizado em 1965 por Hess *et al.* (1965).

#### 2.1.1 *DEFINIÇÃO DE TDP*

O *Territory Design Problem* ou o problema de desenho do território é definido como um problema em que pequenas áreas geográficas são agrupadas, dando assim origem a áreas geograficamente maiores, denominadas por territórios. Estes territórios serão somente aceites se cumprirem os critérios de planeamento relevantes definidos inicialmente (Salazar-Aguilar, González-Velarde, & Ríos-Mercado, A Divide-and-Coquer Approach to Commercial Territory Design, 2012). As pequenas áreas geográficas que posteriormente são agrupadas em territórios são denominadas por unidades básicas (unidades básicas) e podem ser bairros de uma cidade, códigos postais ou até clientes individuais (Salazar-Aguilar, Ríos-Mercado, & Cabrera-Ríos, 2011). Os critérios de planeamento são definidos por cada empresa, conforme os objetivos do problema que estiver a ser estudado.

Dependendo do contexto do problema, o conceito TDP pode ser utilizado como um conceito equivalente ao de *districting* que é uma área de investigação multidisciplinar que abrange diversas áreas do conhecimento, tais como a geografia, a ciência política, e a administração pública, assim como investigação operacional. (Ríos-Mercado & López-Pérez, 2013).

### 2.1.2 ÁREAS DE APLICAÇÃO DO TDP

O TDP é aplicado tipicamente em áreas como a definição de territórios escolares (Ferland & Guénette, 1990) ou de emergência e cuidados de saúde (Pezzela, Bonanno, & Nicoletti, 1981), de recolha de lixo (Kim, Kim, & Sahoo, 2003) e até de *districting* policial (D'Amico, Wang, Batta, & Rump, 2002). Contudo, uma grande fatia dos trabalhos publicados sobre o TDP refere-se à definição de territórios políticos ( Hess, Weaver, Siegfeldt, Whelan, & Zitlau, 1965), (Hojati, 1996) (Bozkaya, Erkut, & Laporte, 2003)) e à definição de territórios de vendas.

## 2.2 SALES TERRITORY DESIGN PROBLEM (STDP)

### 2.2.1 ORIGEM DO STDP

Durante a década de 60, a média do custo das vendas industrial duplicou e as despesas das vendas pessoais também tiveram uma taxa de crescimento bastante grande e preocupante. Segundo Shanker *et al.* (1975), este crescimento estava a mostrar a necessidade de começar a aplicar novos métodos mais rigorosos para diminuir o custo médio das vendas. Assim, uma possível resposta a este problema seria criar território de vendas, utilizando procedimentos matemáticos com o objetivo de agregar os vários clientes por territórios e, assim, definir a frequência com que cada um seria visitado pelos vendedores.

A primeira revisão de literatura sobre a definição de territórios de vendas foi apresentada por Zoltners e Sinha (1983), onde afirmam que, ao longo dos anos, as primeiras abordagens realizadas relativamente a este tema apareceram na literatura do marketing. Os investigadores da área do marketing desenvolveram inúmeros modelos para tomar variadas decisões a nível de gestão de vendas, relativamente, por exemplo, à repartição das forças de vendas nos vários produtos e mercados, ao desenho dos territórios de vendas e à seleção de vendedores.

É importante referir que as primeiras abordagens heurísticas realizadas para definir territórios de vendas foram propostas por Easingwood (1973), Lodish (1975) e Heschel (1977), e que as primeiras abordagens de programação matemática para esta mesma definição foram desenvolvidas por Hess e Samuels (1971), Shanker, Turner e Zoltners (1975), Segal e Weinberger (1977), Zoltners (1979) e Richardson (1979).

### 2.2.2 DEFINIÇÃO DE STDP

Sendo o STDP um problema de definição de territórios, então a sua definição vai ser idêntica, mas com a especificidade de ser relativo a territórios de vendas. Assim sendo, Ríos-Mercado e Fernández (2009) definem o *Sales Territory Design Problem* como um problema de desenho de território em que as pequenas áreas geográficas são pequenas unidades de vendas. Essas pequenas áreas de vendas são agrupadas em áreas geográficas maiores, os *clusters*, a que são chamadas de territórios de vendas. Neste processo, os territórios de vendas são aceites de acordo com critérios que sejam revelantes para a gestão do negócio em causa. É importante referir que municípios, áreas de código-postal, zonas de censos e áreas comerciais da empresa em estudo são exemplos das pequenas unidades de venda que posteriormente são agrupadas (Zoltners & Sinha, 1983).

Neste processo, a cada território de vendas é associado um vendedor. Esta associação pode ser feita de diversas formas, dependendo da estrutura e do contexto de força de vendas de cada empresa ou entidade. Existem empresas que atribuem vendedores a específicas áreas geográficas, dependendo por exemplo de moradas, assim como existem empresas que optam por definir os seus territórios de vendas segundo o perfil dos clientes (tamanho, tipo ou indústria), para além de ter em conta as áreas geográficas. Também há empresas que dividem os seus territórios de vendas por produtos ou atividades de venda, adicionando esta divisão às anteriores (isto é, divisão por perfil de cliente e por área geográfica) (Zoltners & Sinha, 2005).

Pode-se então concluir que a definição de territórios de vendas é um processo bastante complexo, pois depende de vários fatores, como a estrutura, o número de vendedores e as próprias vendas da empresa, adicionando ainda a sua localização geográfica. Deste modo, é importante definir-se critérios e métodos de solução para este processo, de modo a que a empresa tenha um impacto positivo com a definição ou redefinição dos seus territórios de vendas.

### 2.2.3 CRITÉRIOS PARA A AVALIAÇÃO DA SOLUÇÃO

Tal como já foi mencionado anteriormente, é necessário definir critérios para a avaliação da solução na definição de territórios de vendas para que o desempenho das empresas seja otimizado. No trabalho de Kalcsics *et al.* (2005) é apresentado um estado da arte sobre vários critérios que podem ser utilizados neste processo, dividindo-os em critérios

organizacionais, geográficos e relacionados com a atividade. Nas secções seguintes, será esta a abordagem utilizada para a apresentação destes critérios.

### 2.2.3.1 CRITÉRIOS ORGANIZACIONAIS

Os critérios organizacionais são aqueles que ajudam na contextualização do problema de definição de territórios de vendas, definindo certos aspetos importantes para o entendimento do mesmo e para a sua resolução. Assim sendo, serão apresentados de seguida os vários aspeto considerados neste tópico de critério:

**NÚMERO DE TERRITÓRIOS:** o número de territórios é definido pela empresa ou pelo gestor de vendas, baseando-se na força de vendas. Caso a força de vendas não seja suficiente para se tomar esta decisão, utilizam-se alguns métodos que ajudam a definir o número de territórios. Alguns autores, como por exemplo Drexler and Haase (1999), afirmam que existe uma relação de dependência entre a força de vendas e o desenho do território, e como tal apresentam modelos que assumem um número de territórios variável. Existe ainda a possibilidade de não se definir o número de territórios previamente, ou seja, constrói-se um território de cada vez, de acordo com outros critérios e só no final é que se sabe quantos territórios se definiram.

**ÁREAS BÁSICAS OU UNIDADES BÁSICAS:** os territórios de vendas na maioria dos casos não são clientes singulares. Primeiramente, os clientes são agregados e, assim, formam pequenas áreas geográficas (já anteriormente referidas). Estas pequenas áreas, as unidades básicas ou áreas básicas, que podem ser códigos postais assim como freguesias, vão servir como áreas de base para o processo do desenho do território. Assim sendo, a complexidade do problema diminui, visto que os dados ficam mais fáceis de ler e trabalhar, como por exemplo as distâncias entre as áreas básicas. Contudo, é possível trabalhar-se com os clientes individualmente, se for necessário para uma melhor resolução do problema.

**ALOCAÇÃO EXCLUSIVA DE ÁREAS BÁSICAS:** na maior parte dos casos, as áreas básicas têm que ser alocadas exclusivamente a um território, isto é, só fazem parte de um território. Este critério é bastante importante porque, desta forma, os vendedores ou os responsáveis pelas vendas, ficam a ter responsabilidades somente suas, sem serem partilhadas com outros vendedores. Isto permite que não se originem problemas entre os mesmos, assim como se melhora as relações dos vendedores com os seus clientes, tanto



a curto como a longo prazo. Assim, as tarefas de organização e de gestão dos territórios ficam mais simplificadas.

**LOCALIZAÇÕES DOS VENDEDORES:** Visto que os vendedores têm que visitar os seus territórios regularmente, a sua localização (como por exemplo a sua residência) torna-se um fator bastante importante para se considerar na definição dos territórios de vendas. No entanto, outros autores, tais como Fleishmann e Paraschis (1988) não querem utilizar este critério, visto que a sua morada pode mudar facilmente.

É importante referir que cada território de vendas tem somente alocado um vendedor, isto é, todos os clientes ou entidades que estejam inseridos no mesmo território são servidos pelo mesmo vendedor, mesmo que esse vendedor seja responsável por mais do que um território de vendas (Lei, Laporte, Liu, & Zhang, 2015).

#### 2.2.3.2 CRITÉRIOS GEOGRÁFICOS

Os critérios geográficos são bastante importantes visto que os vendedores têm que viajar dentro dos seus territórios, de cliente para cliente e, como tal, os seus trajetos têm que ser otimizados em vários sentidos.

**CONTIGUIDADE:** Este critério garante que os territórios estão ligados geograficamente (López, Ekin, Mediavilla, & Jimenez, 2015). Assim, cada par de unidades básicas, que pertença ao mesmo território, deve ser unido por um caminho que faça parte do território em causa (Belmán-Cano, Ríos-Mercado, & Salazar-Aguilar, 2012).

**ACESSIBILIDADE:** É necessário que haja uma boa acessibilidade dos territórios, entre territórios e dentro dos próprios territórios. A boa acessibilidade dos territórios relaciona-se, por exemplo, pela existência de autoestradas. A boa acessibilidade entre territórios e dentro deles próprios refere-se, por exemplo à existência de transportes públicos. Outro dos pontos relevantes para a acessibilidade das zonas, relaciona-se com a existência de rios ou serras entre ou dentro dos territórios em que não existam pontes ou túneis e também com as condições das estradas.

**COMPACIDADE:** Significa que os clientes pertencentes ao mesmo território têm que estar relativamente perto uns dos outros. Desta forma, os territórios que sejam compactos têm a sua atividade de vendas concentrada, os vendedores fazem viagens mais curtas entre os clientes assim como têm mais tempo de venda nos seus clientes e, conseqüentemente, têm um nível de serviço melhor, o que pode originar mais vendas (Hess & Samuels, 1971). Assim sendo, a compacidade garante a baixa dispersão dos territórios de vendas (Assis,

Franca, & Usberti, 2014). Por outras palavras, a compacidade expressa a necessidade de minimizar os tempos de deslocação totais. Em algumas aplicações, os tempos de deslocação dentro dos territórios de vendas são considerados parte dos critérios relacionados com a atividade, como por exemplo a carga de trabalho.

### 2.2.3.3 CRITÉRIOS RELACIONADOS COM A ATIVIDADE

Os critérios geográficos na definição de territórios de vendas, tal como foi mencionado anteriormente, focam-se nos aspetos das viagens dos vendedores (tempos de deslocação, distância, entre outros). No entanto, as viagens são feitas para atingir certos objetivos, como as vendas dos produtos ou a prestação de serviços. Assim sendo, é necessário ter em conta outros aspetos, como o equilíbrio dos territórios de vendas e a maximização do lucro.

**EQUILÍBRIO:** Na definição de territórios de vendas é necessário que os vários territórios estejam equilibrados, fazendo assim, com que exista uma relação entre os vários territórios de vendas. Para que exista este equilíbrio, são então equilibradas várias características dos territórios. Estas características são, geralmente, medidas de atividade, que podem ser, entre outros, a carga de trabalho (Salazar-Aguilar M. A., Ríos-Mercado, González-Velarde, & Molina, 2012), o número de clientes, o volume de vendas (Salazar-Aguilar, Ríos-Mercado, & González-Velarde, 2013) e a procura dos produtos pelos clientes.

Zoltners e Sinha (1983) dividem as medidas de atividade em carga de trabalho, potencial de vendas, tempos de deslocação, disrupção, ponderações combinadas de atributos das áreas básicas e atributo da distância ponderada. A carga de trabalho é considerado pelos autores o número de clientes existentes em cada território de vendas, o número de visitas aos clientes e o esforço e trabalho realizado em cada visita aos clientes. O potencial de vendas é dividido entre as vendas industriais e as vendas da própria empresa. A disrupção é definida como o número de áreas básicas que é realocado depois de haver um reajustamento da definição dos territórios de vendas. As ponderações combinadas de atributos são as ponderações das somas dos outros atributos das áreas básicas. E por fim, o atributo da distância ponderada é definido como um atributo singular, como por exemplo o potencial de vendas ou carga de trabalho, ponderado pela distância entre uma áreas básicas ao centro do território onde esta pertence.

As medidas de atividade podem ser utilizadas individualmente, isto é, o problema de desenho dos territórios de vendas só utiliza uma delas, como por exemplo o carga de trabalho, mas também pode utilizar mais do que uma em simultâneo, fazendo com que haja um equilíbrio dos territórios tendo em conta mais do que uma medida de atividade. É importante ainda referir que por vezes são dados limites superiores e inferiores, como por exemplo o número mínimo de clientes que pode existir dentro de um território ou até o próprio tamanho do território ter um limite máximo.

**MAXIMIZAÇÃO DO LUCRO:** o lucro é frequentemente considerado um dos aspetos mais importantes no processo de planeamento. Geralmente o que acontece é a existência de um recurso limitado, como por exemplo o tempo de visita num cliente e, como tal, tem que ser alocado para que se maximize o lucro do mesmo, tendo em conta o número de clientes que existem ou pelos quais um vendedor está responsável. Desde os anos 1970 que vários autores propuseram métodos para solucionar o problema de definição de territórios de vendas com maximização do lucro, de forma a também terem em conta a abordagem do equilíbrio (Skiera & Albers, 1998).

### 2.2.4 IMPORTÂNCIA DO ESTUDO DE STDP

Os gestores de vendas, tal como todos os gestores das várias áreas de negócio, têm vindo a sentir cada vez mais a pressão de “fazer mais com menos”. Assim, tentam recorrer a diversas iniciativas com o objetivo de melhorar a produtividade da força de vendas. Uma dessas iniciativas é o desenho do território, que tem um grande impacto na empresa se se conseguir baixar os seus custos associados. Os gestores de vendas dão constantemente conta do quanto os seus territórios de venda são desiguais e, quando os territórios não estão balanceados, são dispensados muitos esforços em clientes com pouco potencial e pouco esforço é dispensado em clientes com bastante potencial. Como tal, chega-se à conclusão que o estudo do STDP tem cada vez mais impacto na *performance* da empresa. (Zoltners & Lorimer, 2013)

As decisões tomadas neste processo têm um impacto direto nos vendedores, na sua atividade e, conseqüentemente, na satisfação do cliente e no desempenho e resultados da empresa. De seguida é apresentado um quadro que mostra o que cada elemento pretende da definição dos territórios de vendas.

VENEDORES	CLIENTES	EMPRESAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oportunidade de ter sucesso</li> <li>• Suficiente oportunidade de rendimento</li> <li>• Manter os seus clientes preferidos</li> <li>• Ter um trabalho equilibrado</li> <li>• Baixos tempos de deslocação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Receber atenção apropriada do vendedor</li> <li>• Manter o seu vendedor preferido</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vendedores motivados</li> <li>• Valor de vendas elevado</li> <li>• Valor de despesas baixo</li> <li>• Lucro elevado</li> </ul>

*Tabela 1 - Os três elementos e o que cada um pretende da definição de Territórios de Vendas (adaptado de Zoltners & Sinha, 2005)*

Se se conseguir equilibrar todos os fatores referidos anteriormente, então obtém-se uma definição de territórios de venda equilibrada e, como tal, a *performance* da empresa é afetada de uma forma positiva. Assim, tal como Zoltners e Sinha (2005) afirmam, uma boa definição de territórios afeta as empresas mantendo sob controlo os tempos de deslocação e os seus custos e, conseqüentemente, aumenta as vendas das empresas e o seu lucro.

É ainda possível afirmar que quanto melhor for o nível de satisfação relacionado com o desenho dos territórios de vendas, maior será o nível de eficácia das vendas da empresa, assim como maior será o nível de desempenho e o resultado das forças de vendas (Piercy, Cravens, & Morgan, 1999).

Conclui-se, então, que um bom desenho e alinhamento dos territórios de vendas melhora o atendimento ao cliente, aumenta as vendas, melhora os sistemas de avaliação do desempenho e reduz os custos de deslocação (Zoltners & Lorimer, 2013).

### 2.2.5 MÉTODOS DE SOLUÇÃO

Inicialmente é necessário clarificar que, visto que o *Sales Territory Design Problem* é um caso particular do *Territory Design Problem*, então os métodos de resolução deste último podem ser usados para o STDP, sendo que terá as suas especificações uma vez que está diretamente ligado a uma área particular – as vendas.

O estudo dos problemas de definição de territórios de vendas é frequentemente apresentado na literatura. Existem diversos métodos de resolução para este problema, em

que cada um tem a sua especificação, mas podem ser divididos em três tipos: os algoritmos exatos, as heurísticas e as meta-heurísticas.

Os algoritmos exatos são métodos que dão respostas ótimas aos problemas, mas o seu tempo de computação é geralmente elevado, tendendo ainda a aumentar com o número de medidas de atividade consideradas. Por este motivo, os algoritmos exatos não são tão utilizados quanto as heurísticas e meta-heurísticas (Crevier, Cordeau, & Laporte, 2007). As heurísticas são métodos aproximados que, apesar de não garantirem a obtenção de soluções ótimas, geralmente dão origem a decisões próximas das ótimas com tempos de computação bastante razoáveis, isto é, são rápidas e mais apropriadas e eficazes para resolver problemas do mundo real de grandes dimensões (Garfinkel & Nemhauser, 1970). É importante referir que a principal finalidade das heurísticas consiste em determinar, num tempo razoável, uma solução próxima da ótima, que em muitos dos casos é desconhecida (Duque, Ramos, & Surinach, 2007).

As meta-heurísticas são uma subclasse de métodos aproximados que foram sendo desenvolvidos desde os anos 1980. Este tipo de métodos de resolução foi desenhado para resolver problemas complexos de otimização onde as heurísticas clássicas e os métodos exatos de otimização não eram suficientemente eficientes (Osman & Laporte, 1996).

Diversos autores fazem abordagens diferentes no que diz respeito aos vários tipos de métodos para resolver o STDP. Assis *et al.* (2014) divide os métodos de solução de STDP em *tabu search*, algoritmos evolutivos, algoritmos básicos descendentes e GRASP (*Greedy Randomized Adaptive Search Procedures*). Drexler e Haase (1999) e Zoltners e Sinha (1983), por sua vez, mencionam duas abordagens diferentes: as heurísticas, propostas inicialmente por Heschel (1977), Easingwood (1973) e Lodish (1975) e as abordagens de programação matemática, primeiramente desenvolvidas por Hess e Samuel (1977) e posteriormente por Shanker *et al.* (1975), Segal e Weinberger (1977) e Zoltners (1973).

Duque *et al.* (2007) dividem as heurísticas em 4 tipos: heurísticas baseadas em algoritmos de agrupamento hierárquico; heurísticas em que cada território é iniciado a partir de uma área (a área semente), para que outras áreas vizinhas sejam adicionadas; heurísticas que começam a partir de uma solução inicial viável e são procuradas melhorias trocando áreas ou clientes entre territórios; e, por último, áreas baseadas na teoria gráfica.

Por fim, Tavares-Pereira *et al.* (2007) afirmam que, ao se resolver os problemas de TDPS há vários aspetos a serem considerados e, como tal os métodos de resolução dos mesmos podem ser divididos em três grupos. O primeiro grupo é referente às técnicas de definição dos territórios de vendas, sendo que podem ser divididas em duas grandes famílias: uma baseada no conceito de divisão (o território é considerado como um todo que posteriormente é dividido em várias partes – territórios) e outra baseada no conceito de aglomeração (o território é composto por um conjunto de áreas básicas que foram unidas, de forma a estarem todas ligadas e criarem um território). O segundo grupo é referente ao número de critérios considerado, isto é, existem métodos em que só é considerado um critério ou medida de atividade, portanto só existe um objetivo que o método pretende atingir; e existem métodos em que é considerado mais do que um critério ou medida de atividade, onde tem mais do que um objetivo (Tavares-Pereira, Figueira, Mousseau, & Roy, 2007). Por fim, o terceiro grupo definido por estes autores refere-se aos métodos que podem ser classificados como exatos ou não-exatos.

### 3 METODOLOGIA

Neste capítulo será descrita a abordagem metodológica utilizada na dissertação, com a finalidade de os objetivos mencionados anteriormente serem alcançados.

O presente trabalho tem como principal objetivo o desenvolvimento de um método heurístico que construa territórios de vendas ajustados aos objetivos e critérios de desempenho da Empresa, que também possa ser aplicado noutras realidades. Como tal, as etapas percorridas são as seguintes: formulação da heurística; aplicação da heurística; análise dos resultados.

#### DESENVOLVIMENTO DA HEURÍSTICA

A primeira etapa deste estudo consiste no ajustamento de um método heurístico já utilizado na literatura à realidade deste estudo. Esse método heurístico é da autoria de Ramos & Oliveira (2011) e aplica-se à área de logística inversa com múltiplos depósitos.

O algoritmo desenvolvido em Ramos & Oliveira (2011) tem como objetivo a formação de zonas equilibradas, no que diz respeito às características das suas rotas. Tal como se pode constatar, a finalidade deste algoritmo difere daquela existente para o presente trabalho. Assim sendo, esse algoritmo foi analisado com o objetivo de se perceber quais os pontos que poderiam ser aplicados à realidade da Empresa. No entanto, e no decorrer dessa análise, verificou-se que existiam pontos que teriam de ser modificados para que o algoritmo pudesse ser aplicado à realidade em estudo.

Posteriormente a essa adaptação, a heurística foi aplicada aos dados relativos à Empresa, fornecidos pela *Wide Scope*. Para tal, foi desenvolvida em *Visual Basic for Applications* (VBA), no Excel, uma macro capaz de aplicar a heurística a qualquer conjunto de dados, desde que devidamente tratados e adaptados.

#### APLICAÇÃO DA HEURÍSTICA

Depois de desenvolvida a macro em VBA, os dados fornecidos tiveram de ser tratados de forma a terem o *output* necessário para a sua implementação, isto é, tiveram de ser colocados no Excel nos campos certos para que pudessem ser lidos e utilizados pela macro do VBA.

Os dados fornecidos são relativos a três conjuntos de clientes, denominados por Instâncias, com a intenção de se verificar quais os resultados da aplicação da heurística em diferentes conjuntos de dados.

Primeiramente aplicou-se a heurística a uma só instância com um número de vendedores pré-determinado e utilizando diferentes valores para os parâmetros. Assim foram realizados vários testes com o objetivo de se escolher os conjuntos de parâmetros que resultassem em melhores soluções. Para uma demonstração geográfica dos resultados obtidos, utilizou-se o sistema fornecido pela *Wide Scope*, o *Routyn*.

### **ANÁLISE DOS RESULTADOS**

Depois de escolhidos os conjuntos de parâmetros acima referidos, a heurística foi aplicada às três instâncias. O *Routyn* foi de novo utilizado para as soluções encontradas serem demonstradas geograficamente.

Desta forma, para além de resultados numéricos, pôde-se analisar a distribuição dos clientes pelas zonas a nível visual, tendo assim uma noção diferente da resolução da heurística.

Os resultados finais foram analisados e foram retiradas conclusões acerca dos mesmos.



## 4 HEURÍSTICA

A heurística desenvolvida tem como finalidade formar territórios de vendas equilibrados no que respeita ao volume de vendas em termos financeiros, isto é, em Euros. No entanto, pretende-se também que os territórios de vendas fiquem o mais equilibrado possível a nível de distância e, como tal, o total da distância entre os clientes do mesmo território deve ser equilibrado entre os vários territórios formados.

A heurística presente neste trabalho foi desenvolvida baseando-se em Ramos & Oliveira (2011). Este trabalho tem dois principais objetivos, que são: a minimização dos custos variáveis relacionados com as distâncias percorridas pelos veículos alocados a determinadas rotas e o equilíbrio das várias zonas criadas no que diz respeito à carga de trabalho alocada aos depósitos dessas zonas.

Comparando os objetivos dos dois trabalhos, verifica-se que, apesar de ambos pretenderem o equilíbrio das zonas formadas, o foco desse equilíbrio não é o mesmo. Para tal, a heurística de Ramos & Oliveira (2011) teve de ser adaptada, por exemplo, em termos de critérios utilizados. Estas adaptações serão explicadas posteriormente.

Determinados critérios tendem a produzir determinadas características nos territórios de vendas formados que são apreciadas na prática, como por exemplo, territórios compactos, contíguos ou territórios equilibrados em certa característica. Testando esses critérios será possível apurar e produzir resultados aceitáveis para os objetos em estudo.

Assim sendo, para que os resultados obtidos possam ser considerados como aceitáveis, será necessário que o modelo heurístico tenha em consideração os critérios acima referidos, que sejam utilizados em diferentes e diversas fases da construção dos territórios e que os mesmos tenham diferentes ponderações entre si, com a finalidade de satisfazer o objetivo inicial.

Para tal, em termos gerais, a heurística será aplicada a três conjuntos de clientes, acerca dos quais se conhece o volume de vendas ( $Vol(Cli)$ ), as distâncias entre si ( $Dist(Cli, Clj)$ ) e a sua frequência de visita ( $Freq_{cli}$ ).

Neste capítulo pretende-se apresentar a heurística, descrevendo as várias etapas da mesma, sendo elas:

- Seleção de vendedores;
- Classificação dos clientes;

- Afetação dos clientes *Non-Borderline* às zonas;
- Remoção de clientes das zonas;
- Afetação dos clientes *Borderline* às zonas.

#### 4.1 SELEÇÃO DE VENDEDORES

A primeira etapa da heurística é a escolha do número de vendedores. Pretende-se ter o menor número possível de vendedores, sempre garantindo que todos os clientes são satisfeitos, tendo em conta as suas condições – o número de visitas semanais e o tempo de serviço necessário em cada visita ao cliente.

A expressão de cálculo apresentada irá permitir chegar a uma estimativa do número de vendedores a ser utilizado na heurística ( $NVend$ ). Tal como o nome indica, o valor é apenas uma estimativa e, como tal, poderá ser modificado.

O objetivo desta expressão de cálculo é saber qual o número mínimo de vendedores necessários para satisfazer todos os clientes existentes, tendo em conta o número total de horas de trabalho semanal de cada vendedor e o tempo necessário para a visita a cada cliente (distância entre os vários clientes, número de visitas semanais e tempo de serviço em cada cliente).

Assim, a expressão considera o seguinte:

- Para todos os clientes:
  - Calcular  $Dist(Cli, Cli + 1)$ , isto é, a distância do cliente  $Cli$  ao cliente  $Cli + 1$ , onde:
    - $Cli$  é o número do cliente na base de dados;
    - $Cli + 1$  é o cliente seguinte a cliente  $Cli$ , de acordo com a numeração presente na base de dados fornecida.
  - Calcular o tempo despendido na visita presencial ao cliente  $Cli$  ( $TServ_{Cli} * Freq_{Cli}$ ), onde:
    - $TServ_{Cli}$  é o tempo dispensado no cliente  $Cli$  quando cada visita;
    - $Freq_{Cli}$  é o número de visitas semanais do cliente  $Cli$ .
- Calcular o número de horas de trabalho semanal de cada vendedor.

A expressão para calcular o número de vendedores necessários é então a seguinte:

$$NVend = \frac{\sum_{Cli=1}^{NCli} Dist(Cli, Cli + 1) + \sum_{Cli=1}^{NCli} TServ_{Cli} * Freq_{Cli}}{N^{\circ} \text{ horas de trabalho semanal de cada vendedor}} \quad (1)$$

Onde:

- $NCli$  é o número de clientes do problema.

Como estamos perante um problema de definição de território de vendas, o número de vendedores determina o número de zonas que deverão existir. Partindo deste pressuposto, o passo seguinte será saber onde vão estar estas zonas geograficamente. Noutros problemas, como por exemplo a definição de rotas, é necessário definir-se o depósito ou o local do armazém para posteriormente se determinar a rota de cada veículo a partir desse ponto. Como no presente caso de estudo não é necessário nenhum ponto de armazenamento, visto que os vendedores se deslocam aos clientes apenas para recolher as encomendas, considera-se que o ponto de partida de cada zona coincide com algum dos clientes já existentes. A esse ponto de partida dar-se-á o nome de semente. A geração da zona basear-se-á nela, isto é, as sementes são escolhidas (sendo que fazem parte do conjunto de clientes do problema) e a partir de cada uma delas, os clientes vão-lhes sendo alocados, formando assim as várias zonas. Torna-se importante referir que é dada a mesma importância à semente de uma determinada zona como aos restantes clientes – a única diferença é que a semente é o primeiro cliente a ser escolhido para a formação de determinada zona.

No início do problema, ainda não existe zonas definidas, como tal, torna-se importante ter alguns critérios e cuidados na formação das mesmas.

Para que as zonas formadas estejam relativamente distantes umas das outras, ou, pelo menos, para que não se sobreponham, a escolha das sementes é relevante, uma vez que são elas que irão dar origem às zonas. Assim, os dois primeiros pontos selecionados serão os mais distantes entre si, e cada um deles representará os vendedores das duas primeiras zonas e o ponto de partida para a construção das mesmas. Desta forma, estamos a garantir que estas duas zonas estão o mais afastadas possível.

De seguida será necessário escolher as sementes das restantes zonas. Com o objetivo de se obter uma melhor distribuição das sementes e, conseqüentemente das zonas, utilizar-se-á a regra MaxDist (distância máxima). Esta regra maximiza as distâncias mínimas entre as sementes anteriormente escolhidas e as sementes novas (Mourão, Nunes, & Prins, 2009).

Como tal, a expressão utilizada será a seguinte:

$$S_z = \arg \max \left\{ \min_{z=1, \dots, Z-1} \{DistT(Cli, S_z)\} : Cli \in C \text{ e } Cli \neq S_1, \dots, S_{z-1} \right\} \quad (2)$$

Onde:

- $DistT$  representa a distância de ida e volta entre os clientes  $Cli$  e  $Clj$ , isto é,  $Dist(Cli, Clj) + Dist(Clj, Cli)$ . Repare-se que  $Dist(Cli, Clj) + Dist(Clj, Cli)$  poderá ser diferente de  $Dist(Cli, Clj) * 2$ , pois a distância de  $Cli$  a  $Clj$  poderá ser diferente da de  $Clj$  a  $Cli$  devido a vários fatores, como por exemplo, ruas com sentido único;
- $C$  representa o conjunto de todos os cliente;
- $S_z$  representa a semente da zona  $Z$ .

Após ter definidas as sementes de todas as zonas, significa que já estão alocados tantos clientes quantas as zonas existentes. Assim, já é possível determinar  $Vol(Z)$ ,  $C(Z)$  e  $B$ .  $Vol(Z)$  é o volume de vendas da zona  $Z$  e é calculado através do somatório do volume de vendas dos clientes que pertencem à zona  $Z$ , ou seja:

$$Vol(Z) = \sum_{cu \in C(Z)} Vol(Cli) \quad (3)$$

- $Vol(Cli)$  é o volume de vendas semanal do cliente  $Cli$ ;
- $C(Z)$  representa o conjunto de cliente pertencentes à zona  $Z$  e, conseqüentemente, visitados pelo vendedor  $Z$ ;
- $B$  representa os clientes ainda classificados como *Borderline*, ou seja, clientes que ainda não estão afetos a nenhuma zona. Esta classificação irá ser explicada no subcapítulo seguinte.

## 4.2 CLASSIFICAÇÃO DOS CLIENTES

Depois de determinadas as sementes das zonas, será necessário alocar-lhes os clientes. Para que as zonas sejam contíguas e para que se tente evitar que elas fiquem sobrepostas, os clientes deverão, tanto quanto possível, ser alocados às zonas mais próximas.

Tal como está referido em Ramos & Oliveira (2011), existem casos em que o cliente  $Cli$  está muito mais próximo de uma determinada zona  $Z$  do que de qualquer outra zona (e, portanto, deve ser alocado a essa zona  $Z$  de forma a diminuir as distâncias totais percorridas pelo vendedor). Mas existem outros casos em que o cliente  $Cli$  não tem

nenhuma zona a que esteja mais próximo, ou seja, a distância que o separa a diferentes zonas é semelhante. Deste modo, o cliente não tem uma zona específica para ser afetado e, como tal, poderá ser alocado posteriormente, possibilitando o equilíbrio entre as zonas já formadas até então (em termos de volume vendas ou de distância percorrida pelos vendedores).

Assim, surgem os conceitos de *Borderline* e *Non-Borderline*, introduzidos na literatura por Golden *et al.* (1977). Os clientes considerados *Borderline* são aqueles que não têm nenhuma zona específica para serem afetados, enquanto que os clientes *Non-Borderline* são aqueles que estão mais próximos de uma determinada zona do que de qualquer outra. Resultante desta classificação, os clientes vão ser alocados às zonas em diferentes fases da heurística, isto é, os clientes *Non-Borderline* vão ser alocados primeiramente, uma vez que só têm uma zona à escolha na sua afetação e os *Borderline* vão ser alocados posteriormente.

Esta classificação é sustentada em Ramos & Oliveira (2011), que se baseia no rácio  $r(Cli)$  proposto por Gillet and Johnson (1976). Tal como aí descrito, o valor obtido através do rácio  $r(Cli)$  será comparado com o valor do parametro  $\beta \in [0,1]$  previamente definido.

Para este caso de estudo específico, teve de se adaptar o cálculo de  $r(Cli)$  às especificidades e aos objetivos do mesmo. Assim sendo, fizeram-se as seguintes modificações relativamente à proposta de Ramos & Oliveira (2011):

- Distâncias consideradas: o objetivo deste cálculo é saber se o cliente *Cli* está mais próximo de uma zona *Z* do que de qualquer outra zona. Como tal, é necessário saber se a distância à zona mais próxima tem uma relevância significativa comparando com a distância à segunda zona mais próxima. A distância utilizada neste cálculo é a *DistT* multiplicada pela frequência de visita do cliente *Cli*, sendo assim denominada como *DistF*: como os clientes têm diferentes níveis de frequência de visita, a distância percorrida pelos vendedores será influenciada por essa frequência, pois faz com que o cliente *Cli* seja mais ou menos atrativo, conforme o número de vezes que é visitado por semana. Assim sendo, o cálculo do rácio  $r(Cli)$  calcula-se da seguinte forma:

$$r(Cli) = \frac{MinDistF_{Cli}^1}{MinDistF_{Cli}^2} \quad (4)$$

Onde:

- $MinDistF_{Cli}^1$  representa a distância  $DistF$  do cliente  $Cli$  à semente da zona mais próxima;
- $MinDistF_{Cli}^2$  representa a distância  $DistF$  do cliente  $Cli$  à semente da segunda zona mais próxima.

A classificação de um cliente  $Cli$  como *Borderline* ou *Non-Borderline* é feita da seguinte forma:

- Caso  $r(Cli) \geq \beta$ , então o cliente  $Cli$  é *Borderline* e, como tal, passa a fazer parte do conjunto  $B$ ;
- Caso contrário ( $r(Cli) < \beta$ ), então o cliente  $Cli$  é *Non-Borderline* e, como tal, é alocado à zona  $Z$  mais próxima.

### 4.3 AFETAÇÃO DOS CLIENTES *NON-BORDERLINE* ÀS ZONAS

Tal como referido anteriormente, os clientes *Non-Borderline* são aqueles que estão muito mais próximos de uma zona do que de qualquer outra. Desta forma, a partir do momento em que se classifica um cliente como *Non-Borderline*, já é possível alocá-lo a uma zona. Assim sendo, os passos para afetar os clientes *Non-Borderline* são os seguintes:

- Determinar a zona  $Z$  mais próxima, usando a distância  $DistF$ ;
- Inserir o cliente  $Cli$  na zona  $Z$ ;
- Atualizar  $C(Z)$ ,  $Vol(Z)$ ,  $DistC(Z)$ ,  $DistC_Z^{Cli}$  e  $DistC(Cli)$ .

A  $DistC$  representa a distância entre dois pontos, multiplicando-a pela frequência de visita do primeiro ponto selecionado.

A  $DistC(Z)$  é a  $DistC$  da zona  $Z$  e é calculada através dos somatórios das  $DistC$  dos clientes pertencentes à zona  $Z$ . Sendo que  $DistC(Cli, Clj) = Dist(Cli, Clj) * Freq_{Cli}$ , a  $DistC(Z)$  calcula-se da seguinte forma:

$$DistC(Z) = \sum_{cli \in C(Z)} \sum_{clj \in C(Z)} DistC(Cli, Clj) \quad (5)$$

A  $Dist(Cli, Clj)$  é a distância do cliente  $Cli$  ao cliente  $Clj$ .

A  $DistC_Z^{Cli}$  é a  $DistC$  do cliente  $Cli$  à zona  $Z$ , ou seja, é o somatório da  $DistC$  do cliente  $Cli$  a todos os clientes da zona  $Z$  com a  $DistC$  de todos os clientes da zona  $Z$  ao cliente  $Cli$ :

$$DistC_Z^{cli} = \sum_{clj \in C(Z)} DistC(Cli, Clj) + DistC(Clj, Cli) \quad (6)$$

A  $DistC(Cli)$  é a  $DistC$  do cliente  $Cli$  a todas as zonas, ou seja, é o somatório das  $DistC_Z^{cli}$  do cliente  $Cli$  a todas as zonas:

$$DistC(Cli) = \sum_{cli \in C(Z)}^{Z=NVend} DistC_Z^{cli} \quad (7)$$

É importante referir que, apesar destas distâncias calculadas não serem totalmente reais (uma vez que são calculadas as distâncias de todos os clientes a todos os clientes de cada zona e depois somadas essas distâncias), estas são calculadas da mesma forma para todos clientes e para todas as zonas e, portanto, são comparáveis.

#### 4.4 REMOÇÃO DE CLIENTES DAS ZONAS

Com o objetivo de se formar territórios equilibrados, principalmente em termos de volume de vendas, na afetação dos clientes às zonas tem que se ter em atenção que a gestão desse equilíbrio está a ser feita. Para tal, é necessário definir um limite para o volume de vendas alocado a cada zona, para que nenhum vendedor seja responsável por um valor de volume de vendas mais elevado que esse limite definido.

Como tal, definiu-se o limite para esse fator:

$$\mu * (1 + \delta) \quad (8)$$

Onde:

- $\mu = \frac{\sum_{cli=1}^{Ncli} Vol_{cli}}{NVend}$  é o valor de referência para o volume de cada zona (volume médio por zona);
- $\delta \in [0,1]$  representa a tolerância relativa ao volume.

Tal como referido anteriormente, os clientes *Non-Borderlines* são aqueles que estão mais próximos de uma certa zona do que de qualquer outra. Assim sendo, devem ser alocados a essa mesma zona no sentido de minimizar a distância percorrida pelos vendedores. No entanto, o somatório do volume de vendas dos clientes *Non-Borderline* alocados à zona  $Z$  pode exceder o limite de capacidade exposto acima. Como tal, tem de ser feita uma seleção de clientes para que alguns deles sejam removidos da zona em questão e, para isso, calcula-se a urgência de cada cliente  $Cli$ .

O cálculo de  $u(Cli)$  baseia-se em Ramos & Oliveira (2011), onde é explicada a sua importância: permite decidir que clientes se deve retirar das zonas com excesso de volume de vendas.

A urgência é uma forma de definir uma ordem na escolha desses clientes relativamente a uma zona, de forma a se saber qual a ordem que os clientes vão ser retirados da zona  $Z$ , até o limite de capacidade dessa zona não estar a ser excedido.

Na alocação dos clientes *Non-Borderline* às zonas mais próximas, pode acontecer o caso em que as zonas fiquem com excesso de horas de trabalho ou de volume de vendas, neste caso. Por exemplo, um vendedor só pode ficar responsável por um volume de vendas financeiro de 30.000€ e, com a afetação de todos os clientes *Non-Borderline* da zona correspondente, o volume de vendas alocado a esse vendedor excede o limite permitido. Neste caso, é necessário remover clientes dessa zona, de forma a que o limite de capacidade do vendedor não seja ultrapassado. Assim, os clientes a serem escolhidos para serem removidos serão os que têm menos urgência.

Nesta heurística, o cálculo da urgência calcula-se da seguintes forma:

$$u(Cli) = MinDistF_{Cli}^2 - MinDistF_{Cli}^1 \quad (9)$$

O parâmetro  $\delta$ , utilizado na expressão (8), permite fazer com que o volume de vendas de cada zona não exceda  $\mu$  em  $\delta * 100$  por cento. Visto que o objetivo deste trabalho é equilibrar os territórios de vendas em distância percorrida pelos vendedores mas principalmente em termos de volume de vendas, então pretende-se que, com o cálculo e utilização do parâmetro  $\delta$ , a diferença entre volume de vendas entre as várias zonas não seja muito díspar. Para tal, o valor utilizado para  $\delta$  foi de 0,1, para que não seja permitido que as zonas excedam em dez por cento o limite do volume de vendas de cada zona. Este valor foi escolhido com base no estudo feito por Ríos-Mercado & Fernández (2009), onde se conclui que os melhores resultados em termos de viabilidade e qualidade média da solução se encontram com valores de  $\delta$  iguais ou inferiores a 0,1.

Assim sendo, depois de serem alocados os clientes *Non-Borderline* às respetivas zonas, calcula-se  $\mu * (1 + \delta)$  para cada zona. Enquanto  $Vol(Z) > \mu * (1 + \delta)$ :

- Calcular a urgência  $u(Cli)$ ;
- Remover da zona  $Z$  o cliente  $Cli \in C(Z)$  menos urgente (com menor  $u(Cli)$ );
- Classificar  $Cli$  como *Borderline*;



- Atualizar  $B$ ,  $C(Z)$ ,  $Vol(Z)$ ,  $DistC(Z)$ ,  $DistC_Z^{cli}$  e  $DistC(Cli)$ .

#### 4.5 AFETAÇÃO DOS CLIENTES *BORDERLINE* ÀS ZONAS

Depois de as zonas já não terem excesso de volume de vendas, resta alocar os clientes *Borderline* às zonas.

Tal como referido anteriormente, o cliente *Borderline* é aquele que não tem nenhuma zona de preferência para ser alocado, isto porque a diferença de distância entre o cliente e a semente da zona mais próxima e entre o cliente e a semente da segunda zona mais próxima é muito idêntica e, como tal, é indiferente a que zona vai ser alocado, em termos de distâncias.

Tendo em conta que um dos objetivos da heurística é equilibrar os vendedores de acordo com o volume de vendas, o primeiro passo desta fase da heurística é selecionar qual das zonas tem menor volume de vendas. Depois de determinada essa zona, escolhe-se o cliente *Borderline* mais atrativo para ela.

A atratividade para este caso de estudo considera não só o volume de vendas, mas também a distância. A medida de atratividade utilizada neste estudo é uma adaptação da que está descrita em Ramos & Oliveira (2011), com as seguintes diferenças:

- Em Ramos & Oliveira (2011), primeiramente seleciona-se o depósito com menor volume de trabalho e verifica-se se existe algum cliente para ser alocado a esse depósito, segundo a medida de atratividade. Se não houver, então passa-se para o depósito com segundo menor volume de trabalho e assim sucessivamente. Neste caso de estudo, primeiramente seleciona-se a zona de venda com menor volume de vendas e, posteriormente, verifica-se qual dos clientes tem maior atratividade para aquela zona, alocando esse cliente àquela zona. Assim, existe sempre um cliente a ser alocado à zona selecionada;
- A medida de atratividade utilizada nesta heurística considera que já há zonas definidas em vez de rotas definidas e, como tal, as distâncias utilizadas para este cálculos são as  $DistC$ , já apresentadas anteriormente;
- Para além de todos os pontos mencionados acima, o próprio cálculo da medida de atratividade teve de ser adaptado às características do presente problema:
  - As distâncias utilizadas são entre o cliente que está a ser analisado e todos os pontos já alocados à zona em questão;

- O volume de trabalho considerado para este problema é o volume de vendas de cada cliente e de cada zona.

De seguida será apresentado o cálculo da medida de atratividade do cliente  $Cli$  à zona  $Z$ :

$$A(Cli, Z) = 1 - \left[ \alpha * \frac{DistC_Z^{Cli}}{DistC(Cli)} + (1 - \alpha) * \frac{Vol(Z)}{Vol_{Cli} + \sum_{Z \in NVend} Vol(Z)} \right] \quad (10)$$

Em que:

- $\frac{DistC_Z^{Cli}}{DistC(Cli)}$  pondera a distância do cliente  $Cli$  à zona  $Z$  relativamente à soma das distâncias do cliente  $Cli$  a todas as zonas. Assim, quanto maior for a distância de  $Cli$  a  $Z$ , maior será o valor desta ponderação. Pretende-se que o cliente mais atrativo seja aquele com menor distância relativa à zona  $Z$ . Como tal, o cliente torna-se mais atrativo quanto menor for o valor desta ponderação;
- $\frac{Vol(Z)}{Vol_{Cli} + \sum_{Z \in NVend} Vol(Z)}$  pondera o volume de vendas da zona  $Z$  relativamente à soma do volume de vendas do cliente  $Cli$  com o total de volume de vendas alocado a todas as zonas. Tendo em conta que calculamos a medida de atratividade para uma zona de cada vez, o que vai fazer variar o valor desta ponderação é o volume de vendas do cliente  $Cli$ . Assim, quanto maior for o volume de vendas do cliente  $Cli$ , menor será o valor desta ponderação. Pretende-se alocar primeiramente os clientes com volume de vendas mais elevado, uma vez que será mais fácil alocar no final clientes com volume de vendas mais pequenos. Como tal, esta ponderação favorece o cliente com maior volume de vendas. Consequentemente, o cliente torna-se mais atrativo quanto menor for o valor desta ponderação.

Assim, pode-se constatar que quanto menor for o valor das componentes distância e volume, maior será a atratividade do cliente  $Cli$  à zona  $Z$ . Como tal, subtrai-se este valor a 1 para que o cliente  $Cli$  seja tanto mais atrativo quanto mais próximo de 1 estiver o valor de  $A(Cli, Z)$ .

Já apresentadas as diferenças da medida de atratividade e o seu cálculo, entre o artigo científico Ramos & Oliveira (2011) e este trabalho, resta expor os passos para se alocar os clientes às zonas.

Resumindo o que foi explicado até agora: enquanto existirem clientes *Borderline*, seleciona-se a zona  $Z$  com menor volume. Para essa zona  $Z$ , considerando-se apenas os clientes pertencentes ao conjunto  $B$ , calcula-se a atratividade desses clientes à zona  $Z$ , através da medida de atratividade descrita anteriormente. De seguida, seleciona-se o cliente  $Cli$  mais atrativo, isto é, com maior  $A(Cli, Z)$ . Por fim, insere-se o cliente  $Cli$  na zona  $Z$  e atualiza-se  $B$ ,  $C(Z)$ ,  $Vol(Z)$ ,  $DistC(Z)$ ,  $DistC_Z^{Cli}$  e  $DistC(Cli)$ . Repete-se este processo até deixar de existir clientes *Borderline*.

Assim sendo, serão realizados testes variando a ponderação das várias componentes referidas anteriormente, usando os parâmetros  $\alpha$  e  $\beta$ .

#### 4.6 RESUMO DA HEURÍSTICA

$B = \emptyset$ ;

$Vol(Z)$ ;

$C(Z)$ .

1. Calcular o número de zonas a criar
2. Selecionar uma semente para cada zona  $Z = 1, \dots, NVend$  e atualizar  $B$ ,  $C(Z)$  e  $Vol(Z)$
3. Classificar cliente como *Borderline* ou *Non-Borderline*
  - a. Para cada cliente  $Cli \in C$  fazer
    - i. Calcular  $r(Cli)$
    - ii. Se  $r(Cli) \geq \beta$  então
      1.  $Cli$  é *Borderline* e atualizar  $B$
    - iii. Se não, então
      1.  $Cli$  é *Non-Borderline*
      2. Determinar a zona  $Z$  mais próxima, usando  $DistF$
      3. Inserir  $Cli$  na zona  $Z$  e atualizar  $C(Z)$ ,  $Vol(Z)$  e  $DistC(Z)$
      4. Calcular a urgência  $\mu(Cli)$
4. Remover clientes das zonas cujo volume de vendas seja excessivo
  - a. Para cada zona  $Z = 1, \dots, NVend$ 
    - i. Enquanto  $Vol(Z) > \mu * (1 + \delta)$  fazer
      1. Remover da zona  $Z$  o cliente  $Cli \in C(Z)$  menos urgente
      2.  $Cli$  passa a ser *Borderline*
      3. Atualizar  $B$ ,  $C(Z)$ ,  $Vol(Z)$  e  $DistC(Z)$
5. Afetar os clientes *Borderline* às zonas
  - a. Enquanto existirem clientes *Borderline*
    - i. Selecionar zona  $Z$  com menor volume de vendas
    - ii. Para cada cliente  $Cli \in B$ , calcula a atratividade  $A(Cli, Z)$  à zona  $Z$
    - iii. Selecionar o cliente  $Cli$  mais atrativo
    - iv. Inserir  $Cli$  na zona  $Z$  e atualizar  $B$ ,  $C(Z)$ ,  $Vol(Z)$  e  $DistC(Z)$

## 5 CASO DE ESTUDO

Neste capítulo será enquadrado o caso de estudo, apresentando a empresa para a qual se desenvolveu a heurística, assim como a empresa fornecedora dos dados a serem trabalhados. Posteriormente serão expostas as características dos dados do problema e, por fim, serão demonstrados os resultados obtidos com as aplicações da heurística. Para isso, foram testados vários parâmetros primeiramente numa só instância com o objetivo de se analisar quais desses valores se deveriam aplicar em todas elas.

### 5.1 EMPRESA

Tal como referido anteriormente, a Empresa dedica-se à comercialização e distribuição de bebidas. Esta empresa tem um vasto leque de clientes os quais precisam de ser satisfeitos. Para isso são visitados uma ou mais vezes por semana, pelos vendedores da Empresa, de forma a estes recolherem as suas encomendas. Posteriormente, os colaboradores responsáveis pela distribuição, percorrem os vários clientes entregando a cada um as suas encomendas.

A Empresa pretende, neste momento, que os seus vendedores tenham a seu cargo um número de clientes que lhes permita ter equidade a nível de volume de vendas financeiro, isto é, esta empresa pretende que haja um equilíbrio entre os seus vendedores, em termos de volume de vendas. No entanto, não pretende descuidar a distância que cada um tem que percorrer e, como tal, pretende também que a distância percorrida pelos vendedores seja equilibrada. Por fim, a empresa pretende também que seja necessário o menor número possível de vendedores para atingir os objetivos expostos anteriormente.

### 5.2 WIDE SCOPE

A *Wide Scope* é uma empresa de sistemas de informação que desenvolve novos produtos no seu ramo de atividade, com o objetivo de otimizar e inovar as atividades logísticas de um determinado caso, minimizando os seus custos e melhorando a sua eficiência operacional ([www.widescope.pt](http://www.widescope.pt), 2017). A *Wide Scope* tem, como clientes, empresas de vários ramos de atividades, tais como, os ramos financeiro, de fabrico, alimentação e bebidas, telecomunicações e prestadores de serviços. A Empresa é um destes clientes.

A *Wide Scope* forneceu três conjuntos de dados referentes à Empresa, para os quais se desenvolveu a heurística anteriormente descrita. Para além dos dados, ainda foi disponibilizado um dos sistemas informáticos desenvolvidos pela empresa, o *Routyn*, que

permite visualizar as zonas de vendas produzidas e, como tal, é uma ferramenta útil para aferir a qualidade das soluções produzidas.

### 5.3 CARACTERÍSTICAS DOS DADOS

Os três conjuntos de dados foram denominados como Instância 1, Instância 2 e Instância 3.

Assim os dados fornecidos para cada instância são os seguintes:

- DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DOS CLIENTES: nome, referência e morada (rua, código postal, cidade e país)
- VOLUME DE VENDAS FINANCEIRO ( $Vol(Cli)$ ): volume de vendas, em milhares de Euros, que cada cliente encomenda em produtos semanalmente;
- FREQUÊNCIA DE VISITA ( $Freq_{Cli}$ ): número de visitas que cada vendedor terá de fazer a cada cliente semanalmente. De frisar que a frequência de visita é definida por cada cliente;
- TEMPO DE VISITA ( $TServ_{Cli}$ ): tempo, em minutos, que cada vendedor tem de despender em cada visita a cada cliente. O tempo de visita de cada cliente pode variar entre os 15 e os 30 minutos;
- DISTÂNCIA ( $Dist(Cli, Clj)$ ): distância, em minutos, entre os clientes;
- HORÁRIO: horário de trabalho dos vendedores. Os vendedores têm de trabalhar 8 horas por dia, 5 dias por semana (de segunda-feira a sexta-feira), sendo que têm que fazer 1 hora de almoço (não incluída nas 8 horas). Partindo deste pressuposto, depois podem trabalhar desde as 07:00 até às 19:00, e podem fazer a sua hora de almoço como lhes for mais conveniente.

Na *Tabela 2* são apresentados os dados gerais das instâncias. Assim, para cada zona, será mostrado:

- O número total de clientes;
- O número total de serviços;
- O volume total de vendas;
- As distâncias máximas e mínimas entre clientes;
- O volume de vendas máximo, médio e mínimo por cliente;
- A frequência de visita semanal máxima, média e mínima por cliente.

Torna-se importante esclarecer que o número de serviços corresponde à soma da frequência de visita de todos os clientes.

		Instância 1	Instância 2	Instância 3
Nº de Clientes		92	77	68
Nº de Serviços		114	98	100
Volume Total de Vendas (k€ <sup>1</sup> )		410,00	367,00	319,00
Distâncias entre Clientes (Minutos)	Máxima	41	102	24
	Mínima	0	0	0
Volume de Vendas por Cliente (k€)	Máximo	11,00	13,00	12,00
	Médio	4,46	4,77	3,71
	Mínimo	1,00	1,00	1,00
Frequência de Visita Semanal por Cliente	Máxima	3	3	3
	Média	1,24	1,28	1,16
	Mínima	1	1	1

*Tabela 2 - Dados gerais das instâncias*

Conforme exposto na *Tabela 2*, o número de clientes entre as três instâncias varia entre sessenta e oito e noventa e dois cliente, o número de serviços varia entre os noventa e oito e os cento e catorze e o volume total de vendas varia entre 319.000€ e 410.000€. O volume de vendas por clientes varia, em média, entre os 3.710€ e os 4.770€, sendo que a média mais elevada pertence às Instância 2 e a frequência de visita varia entre uma visita e três visitas por semana a cada cliente, nas três instâncias.

#### 5.4 APLICAÇÃO DA HEURÍSTICA

A heurística foi implementada em linguagem de programação VBA (*Visual Basic Application*) e os testes computacionais foram executados com o auxílio do programa Excel do Microsoft Office.

Para tal ter sido possível, a linguagem mencionada no parágrafo anterior foi estudada. Posteriormente, a heurística foi escrita no VBA considerando que os dados fornecidos tinham de ser lidos e trabalhados. Assim, também os dados da Empresa foram tratados no sentido de terem o *layout* necessário para que a heurística os pudesse ler.

Durante o processo de implementação da heurística, tornou-se necessário fazer várias alterações ao *layout* dos dados bem como à escrita da heurística no VBA, na medida em

<sup>1</sup> Milhares de Euros, segundo a Lista de Prefixos do Sistema Internacional de Unidades (Sistema Internacional de Unidades SI, 2017)

que se detetaram erros que tinham de ser alterados e pontos que poderiam ser melhorados na própria heurística.

Por fim, os resultados obtidos foram aplicados no sistema *Routyn*, com o objetivo de serem analisados na vertente geográfica.

Tal como referido anteriormente, a escolha de valores para os parâmetros envolvidos na heurística poderá influenciar os resultados obtidos com a sua aplicação. Assim sendo, foram testados vários valores para os parâmetros da heurística. Com estes testes pretendeu-se identificar qual o impacto que cada um deles tem na solução final, contribuindo assim para se selecionar quais os valores desses parâmetros que permitem, no geral, obter melhores soluções. Para este efeito, foi usada a Instância 1, considerando a existência de 3 vendedores ( $NVend = 3$ ).

#### 5.4.1 TESTES PRELIMINARES

Os valores utilizados para o parâmetro  $\beta$  foram: 0; 0,3; 0,4 e 0,6. Os valores do parâmetro  $\alpha$  utilizados foram: 0,2; 0,4; 0,6 e 0,8. Os valores de  $\alpha$  foram os mesmos utilizados para os vários valores de  $\beta$ .

Na *Tabela 3*, encontram-se os valores máximo e mínimo assim como a sua diferença, para cada elemento de comparação das conjugações de valores para os parâmetros  $\beta$  e  $\alpha$ .

Os elementos de comparação de resultados são os seguintes: número de serviços, distância, tempo no cliente, volume de vendas e área dos territórios de vendas. Os valores apresentados são os obtidos por zona e representam os valores máximo, mínimo e diferença entre o máximo e o mínimo correspondentes à zona a que dizem respeito.

Torna-se importante esclarecer o que cada elemento representa:

- O número de serviços corresponde à soma da frequência de visita de todos os clientes;
- O tempo no cliente corresponde ao tempo dispensado semanalmente em visitas aos clientes daquela zona, isto é, o tempo de cada visita de cada cliente alocado à zona  $Z$  multiplicado pela frequência de visita e está expresso em minutos;
- A distância corresponde à  $DistC$  de cada zona, isto é, corresponde à soma das distâncias de cada cliente, pertencente à zona  $Z$ , a todos os clientes pertencentes a essa zona, multiplicando-a pela sua frequência de visita. É importante lembrar que esta distância é medida em tempo e não em metros. Apesar de os valores não serem reais, isto é, não corresponderam à verdadeira distância que o vendedor terá de percorrer



em cada zona, o cálculo é efetuado da mesma forma para todas as zonas e, como tal, é possível comparar as zonas utilizando estes valores;

- O volume de vendas corresponde ao somatório do volume de vendas financeiro dos clientes pertencentes àquela zona e está expresso em milhares de Euros;
- A área dos territórios de venda corresponde à dimensão territorial de cada zona e está expressa em Km<sup>2</sup>. Este elemento foi calculado com recurso ao sistema *Routyn*.

Os mapas correspondentes aos testes efetuados são apresentados na *Figura 1*. Nestes mapas encontra-se a solução da divisão territorial dos clientes pelos vendedores, determinada pela heurística desenvolvida. É possível verificar o posicionamento dos clientes e da semente de cada zona (primeiro cliente a ser escolhido para determinada zona). Assim será possível avaliar a distribuição dos clientes pelas áreas, a dimensão das áreas, a sua contiguidade e se estas estão sobrepostas.

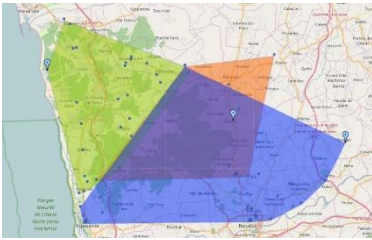
$\beta$	$\alpha$	Valores	Nº de Serviços	Distância (minutos)	Tempo no Cliente (minutos)	Volume de Vendas (k€)	Área (Km2)
0	0,2	Mínimo	36	5.479	570	135,00	46,75
		Máximo	41	14.428	780	138,00	178,35
		Diferença	5	8.949	210	3,00	131,60
	0,4	Mínimo	36	6.203	570	136,00	46,77
		Máximo	40	13.497	765	137,00	178,35
		Diferença	4	7.294	195	1,00	131,58
	0,6	Mínimo	36	6.203	570	136,00	46,77
		Máximo	40	13.497	765	137,00	178,35
		Diferença	4	7.294	195	1,00	131,58
	0,8	Mínimo	36	5.863	570	134,00	46,77
		Máximo	41	14.061	810	140,00	178,35
		Diferença	5	8.198	240	6,00	131,58
0,3	0,2	Mínimo	36	6.153	570	136,00	95,47
		Máximo	40	13.058	765	137,00	178,35
		Diferença	4	6.905	195	1,00	82,88
	0,4	Mínimo	36	6.130	570	136,00	42,28
		Máximo	40	13.058	765	137,00	178,35
		Diferença	4	6.928	195	1,00	136,07
	0,6	Mínimo	37	6.130	570	136,00	89,84
		Máximo	40	12.102	765	138,00	97,88
		Diferença	3	5.972	195	2,00	8,04
	0,8	Mínimo	37	6.130	570	136,00	89,84
		Máximo	40	12.102	765	138,00	97,88
		Diferença	3	5.972	195	2,00	8,04
0,4	0,2	Mínimo	36	6.152	570	135,00	46,77
		Máximo	38	13.152	765	138,00	178,35
		Diferença	2	7.000	195	3,00	131,58
	0,4	Mínimo	36	6.152	570	135,00	46,77
		Máximo	38	13.152	765	138,00	178,35
		Diferença	2	7.000	195	3,00	131,58
	0,6	Mínimo	37	6.152	570	135,00	89,84
		Máximo	40	12.199	765	138,00	115,60
		Diferença	3	6.047	195	3,00	25,76
	0,8	Mínimo	36	6.371	570	136,00	89,84
		Máximo	40	11.956	765	138,00	96,11
		Diferença	4	5.585	195	2,00	6,27
0,6	0,2	Mínimo	35	8.084	585	129,00	25,69
		Máximo	42	11.868	750	150,00	171,75
		Diferença	7	3.784	165	21,00	146,05
	0,4	Mínimo	36	8.084	570	128,00	25,69
		Máximo	42	11.557	750	150,00	222,47
		Diferença	6	3.473	180	22,00	196,77
	0,6	Mínimo	36	8.084	570	128,00	25,69
		Máximo	42	11.557	750	150,00	222,47
		Diferença	6	3.473	180	22,00	196,77
	0,8	Mínimo	36	8.084	570	129,00	25,69
		Máximo	42	11.543	750	150,00	237,10
		Diferença	6	3.459	180	21,00	211,41

Tabela 3 - Resumo dos resultados da heurística para diferentes valores de  $\beta$  e  $\alpha$  (Instância 1 com NVend=3)

1) Territórios de venda para  $\beta=0$



2) Territórios de venda para  $\beta=0,3$



a)  $\alpha=0,2$



b)  $\alpha=0,4$



c)  $\alpha=0,6$

3) Territórios de venda para  $\beta=0,4$



a)  $\alpha=0,2$



b)  $\alpha=0,6$



c)  $\alpha=0,8$

4) Territórios de venda para  $\beta=0,6$



a)  $\alpha=0,2$





b)  $\alpha=0,4$



c)  $\alpha=0,8$

**Figura 1** - Territórios de venda formados pela aplicação da heurística (Elaboração própria a partir do Routyn)

**Legenda:** Zona 1 – Azul; Zona 2 – Verde; Zona 3 – Laranja;  - Semente da Zona;  - Clientes

Analisando a *Tabela 3*, verifica-se que os valores obtidos com  $\beta=0,6$  resultam em territórios desequilibrados, isto é, a diferença existente em alguns elementos de comparação, nomeadamente o volume de vendas e a área, entre a zona com maior valor e zona com menor valor é mais elevada quando comparada com a diferença existente nos testes com outros valores de  $\beta$ . Analisando com mais pormenor o fator mais relevante para a análise da solução da heurística, o volume de vendas, apura-se que para  $\beta=0,6$  as zonas não estão equilibradas uma vez que existe uma diferença de 21.000€ para o teste com  $\alpha=0,2$  e de 22.000€ para os restantes testes, entre as zonas com menor e maior valor.

Também se pode aferir o desequilíbrio das zonas formadas observando a *Figura 1*, o ponto 4) *Territórios de venda para  $\beta=0,6$* , em que se verifica que o resultado obtido por estes conjuntos de valores forma duas zonas completamente sobrepostas (das três existentes). Sabendo que um dos critérios de avaliação de territórios de venda é a sua não sobreposição, então não se deverá considerar esta solução como uma possível resposta ao problema estudado. Os territórios, estando sobrepostos, fazem com que os vendedores tenham rotas que se intercetam e, portanto, as distâncias percorridas pelos vendedores serão maiores do que poderiam ser, caso as zona não se sobrepussem. É importante referir que na *Figura 1* não está representada a solução da heurística para o conjunto de valores  $\beta = 0,6$  e  $\alpha = 0,6$ , uma vez que o resultado é exatamente o mesmo que com  $\alpha = 0,4$ .

Se se analisar a Equação 4, verifica-se que quanto mais próximo estiver o valor de  $\beta$  de 1, maior o número de clientes classificados como *Non-Borderline*. Veja-se que se  $\beta = 1$ , só seriam considerados *Borderline* os clientes que tivessem a mesma distância à semente da zona mais próxima e à semente da segunda zona mais próxima. Consequentemente o número de clientes alocados a zonas na fase inicial da heurística tenderia a ser mais elevado do que com outros valores de  $\beta$ .

Assim, os resultados apresentados apontam para que o valor 1 não seja considerado para o parâmetro  $\beta$ .

Analisando os resultados obtidos com o parâmetro  $\beta = 0$  com os diferentes valores para  $\alpha$ , constata-se que existe equilíbrio do volume de vendas para  $\alpha = 0,4$  e para  $\alpha = 0,6$ . No entanto, analisando a *Figura 1*, ponto 1) *Territórios de venda para  $\beta=0$* , verifica-se que os territórios formados usando estes valores ficam sobrepostos. Para além disso, ainda

é possível apurar que a compacidade da Zona 1 atinge um nível baixo: a dimensão da área é demasiado extensa para o número de serviços que lhe foram alocados.

De notar que, para  $\beta = 0$  só está representada uma solução, pois graficamente o resultado obtido era semelhante. A única diferença é na afetação dos clientes que estão na área sobreposta entre as zonas 1 e 3: os clientes mudam de zona, nos diferentes testes, mas a zona de sobreposição mantem-se (*Anexo 2 – Outros Territórios de venda formados nos Testes Preliminares - Figura 9*).

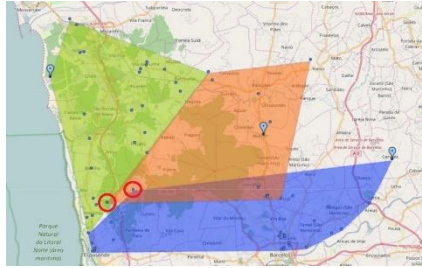
Assim sendo, o valor 0 não deve ser considerado para  $\beta$  devido aos motivos expostos acima.

Analisando  $\beta = 0,3$ , apura-se que o maior equilíbrio no volume de vendas foi obtido com os valores de 0,2 e 0,4 para  $\alpha$ . No entanto existe uma discrepância no que respeita às áreas dos territórios, facto que se pode comprovar na *Figura 1*, ponto 2) *Territórios de venda para  $\beta=0,3$* . Para além de as áreas serem bastantes díspares, ainda têm uma área de sobreposição bastante elevada.

No cálculo da atratividade do cliente  $Cli$  à zona  $Z$ , Equação 9, o parâmetro  $\alpha$  determina o peso relativo que os componentes distância e volume de vendas têm na atratividade do cliente  $Cli$  à zona  $Z$ . Assim, quanto maior for o valor da componente distância, menor a atratividade do cliente  $Cli$ ; assim como quanto maior for o valor do componente volume, menor a atratividade desse mesmo cliente. Assim, poderá estar explicado o facto de as zonas formadas para  $\beta = 0,3$  e  $\alpha = 0,2$  e para  $\beta = 0,3$  e  $\alpha = 0,4$  terem áreas tão extensas e díspares.

Observando os resultados contidos na *Tabela 3*, verifica-se que, para  $\beta = 0,3$ , os valores obtidos para  $\alpha = 0,6$  e para  $\alpha = 0,8$  são iguais, por este motivo não está representado o mapa para  $\alpha = 0,8$  na *Figura 1*. Os resultados para estes dois testes resultam em territórios de vendas equilibrados no que diz respeito ao volume de vendas, à área e ao número de serviços dos territórios.

Verifica-se ainda que, apesar de a Zona 1 estar sobreposta à Zona 3 e de a Zona 3 estar sobreposta à Zona 2, se os clientes assinalados com um círculo vermelho na *Figura 2* pertencessem à Zona 3, então as zonas tinham maior probabilidade de não se sobreporem.

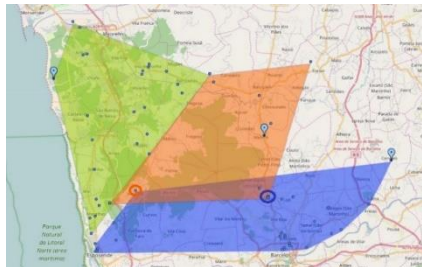


**Figura 2** - Melhoria dos territórios de venda para  $\beta=0,3$  e  $\alpha=0,6$  (Elaboração própria a partir do Routyn)

**Legenda:** Zona 1 – Azul; Zona 2 – Verde; Zona 3 – Laranja; - Semente da Zona; - Clientes

Analisando os resultados obtidos nos testes computacionais com  $\beta = 0,4$ , verifica-se que para  $\alpha = 0,2$  e  $\alpha = 0,4$  os resultados são iguais, motivo pelo qual a demonstração da divisão dos territórios de vendas para  $\alpha = 0,4$  não constar na *Figura 1*. Observa-se também que a dispersão assume valores elevados em todos os elementos constantes na *Tabela 3*.

Observando-se a *Figura 3*, que demonstra os territórios de vendas aplicando  $\beta = 0,4$  e  $\alpha = 0,8$ , verifica-se que se os clientes assinalados a azul pertencessem à zona 1 e se o cliente assinalado a laranja pertencesse à zona 3 então as zonas mencionadas não estariam sobrepostas.



**Figura 3** - Melhoria dos territórios de venda para  $\beta=0,4$  e  $\alpha=0,8$  (Elaboração própria a partir do Routyn)

**Legenda:** Zona 1 – Azul; Zona 2 – Verde; Zona 3 – Laranja; - Semente da Zona; - Clientes

Considerando os resultados obtidos nos testes, para os diferentes valores atribuídos aos parâmetros integrantes na heurística, verifica-se que se obtêm melhores resultados se se der mais importância à componente distância. O componente volume de vendas não fica comprometido, uma vez que no primeiro passo da fase da heurística em que se alocam os clientes *Borderline* às zonas, se equilibra as zonas relativamente a este componente, visto que se escolhe primeiramente a zona com menor volume de vendas.

Concluindo esta secção, depois de terem sido analisados os resultados obtidos com a aplicação da heurística através do processo computacional, comparando os valores dos

vários componentes, optou-se pelas seguintes conjugações de valores dos parâmetros  $\alpha$  e  $\beta$  nos testes posteriores com as instâncias 1, 2 e 3:

- $\beta = 0,3$  e  $\alpha = 0,6$ ;
- $\beta = 0,4$  e  $\alpha = 0,8$ .

#### 5.4.2 TESTES APLICADOS ÀS INSTÂNCIAS

Nesta secção serão apresentados os resultados da aplicação da heurística às instâncias 1, 2 e 3, com  $\beta = 0,3$  e  $\alpha = 0,6$  e com  $\beta = 0,4$  e  $\alpha = 0,8$ .

A heurística foi implementada a cada uma das instâncias e o número de vendedores considerado foi o seguinte:

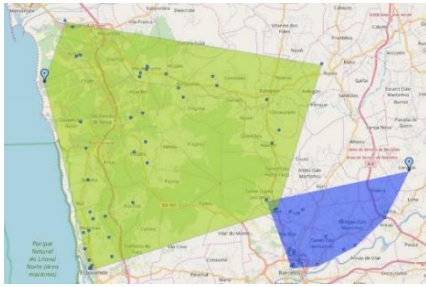
- Instância 1: dois vendedores;
- Instância 2: dois vendedores;
- Instância 3: dois vendedores.

Na *Tabela 4* encontram-se os valores máximo e mínimo assim como a sua diferença, para cada elemento de comparação das conjugações de valores escolhidos para os parâmetros  $\beta$  e  $\alpha$  e a representação geográfica dos territórios de vendas construídos são apresentados na *Figura 4*.

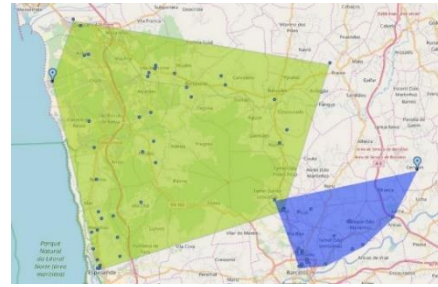
Instância	$\beta$	$\alpha$	Valores	Nº de Serviços	Distância (minutos)	Tempo no Cliente (minutos)	Volume de Vendas (k€)	Área (Km <sup>2</sup> )
1	0,3	0,6	Mínimo	56	11.664	1.050	205,00	35,06
			Máximo	58	39.429	945	205,00	219,05
			Diferença	2	27.765	105	0,00	183,99
	0,4	0,8	Mínimo	57	12.219	1.065	205,00	35,06
			Máximo	57	37.572	930	205,00	218,35
			Diferença	0	25.353	135	0,00	183,28
2	0,3	0,6	Mínimo	53	29.246	900	185,00	282,99
			Máximo	45	23.909	840	182,00	249,29
			Diferença	8	5.337	60	3,00	33,70
	0,4	0,8	Mínimo	53	29.246	900	185,00	282,99
			Máximo	45	23.909	840	182,00	249,29
			Diferença	8	5.337	60	3,00	33,70
3	0,3	0,6	Mínimo	53	16.180	960	160,00	76,84
			Máximo	47	1.360	840	159,00	48,61
			Diferença	6	3.820	120	1,00	28,23
	0,4	0,8	Mínimo	53	16.180	960	160,00	76,84
			Máximo	47	12.360	840	159,00	48,61
			Diferença	6	3.820	120	1,00	28,23

*Tabela 4* - Resumo dos resultados obtidos com a aplicação da heurística nas Instância 1, 2 e 3

1) Territórios de venda da Instância 1



a)  $\beta=0,3$  e  $\alpha=0,6$

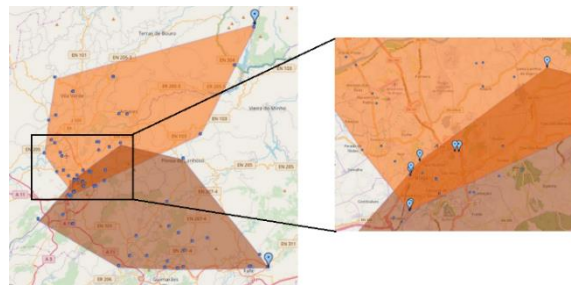


b)  $\beta=0,4$  e  $\alpha=0,8$

2) Territórios de venda da Instância 2

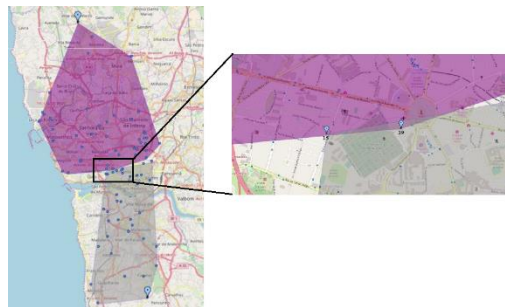


a)  $\beta=0,3$  e  $\alpha=0,6$



b)  $\beta=0,4$  e  $\alpha=0,8$

3) Territórios de venda da Instância 3



a)  $\beta=0,3$  e  $\alpha=0,6$

**Figura 4** - Territórios de venda formados pela aplicação da heurística às Instância 1, 2 e 3 (Elaboração própria a partir do Routyn)

**Legenda:** Instância 1: Zona 1 – Azul; Zona 2 – Verde

Instância 2: Zona 1 – Laranja; Zona 2 – Castanho

Instância 3: Zona 1 - Roxo; Zona 2 – Cinzento

 - Semente da Zona

 - Clientes



Com  $\beta = 0,3$  e  $\alpha = 0,6$ , a Instância 1 fica com um ótimo equilíbrio do volume de vendas, uma vez que os vendedores das zonas 1 e 2, as únicas existentes, ficam responsáveis pelos mesmos montantes financeiros.

No entanto, as áreas dos territórios são bastante díspares, o que significa que um dos vendedores terá de percorrer uma maior distância para alcançar o mesmo volume de vendas. Isto pode dever-se ao facto de a Zona 2 (cuja área é de 219,05 Km<sup>2</sup>) conter clientes muito distantes entre si. Consequentemente, esta zona não será tão compacta como o desejável. Deverá acontecer o contrário na Zona 1.

Se se observar o número de clientes existente nos territórios de vendas para estes valores de  $\beta$  e  $\alpha$ , chega-se à conclusão de que o volume de vendas dos clientes inseridos na Zona 1 deverá ser, por cliente e em média, mais elevado do que o da Zona 2. Isto porque o vendedor atribuído à Zona 1 tem de percorrer uma menor distância e um inferior número de clientes para alcançar o mesmo volume financeiro de vendas que o vendedor atribuído à Zona 2.

Apesar disso, também se pode verificar que o tempo gasto pelo vendedor da Zona 1 nas visitas aos clientes (que simboliza o tempo de tráfego mais o tempo de visita nos clientes) é superior ao gasto pelo vendedor 2.

Como se pode verificar na *Figura 4*, no ponto 1) *Territórios de venda da Instância 1*, a Zona 1 é muito mais pequena do que a Zona 2. Geograficamente, pode-se observar que as zonas se sobrepõem, sendo que essa sobreposição não alcança uma área muito extensa.

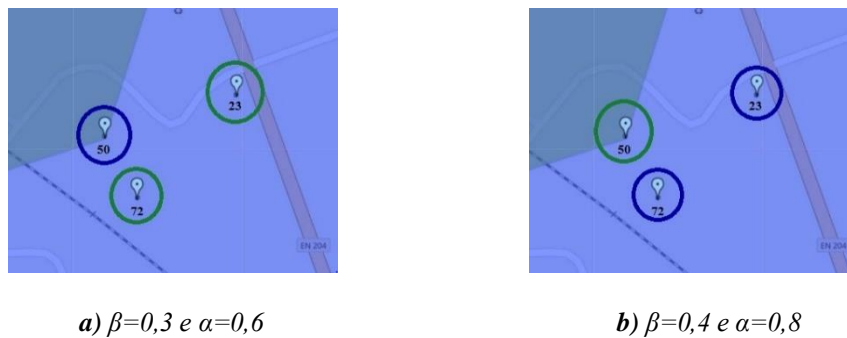
Para os parâmetros  $\beta = 0,4$  e  $\alpha = 0,8$ , relativos à Instância 1, verifica-se que o volume de vendas continua equilibrado entre as duas zonas.

Observando as restantes componentes presentes na tabela, verifica-se que a diferença da componente distância, entre os dois testes efetuados para a Instância 1, diminui em 2.412 minutos, o que poderá significar que os clientes escolhidos para cada uma das zonas estarão mais próximos entre si para  $\beta = 0,4$  e  $\alpha = 0,8$ , contribuindo assim para zonas mais compactas.

No entanto, os valores da componente área não são muito distintos entre os dois testes aplicados a esta instância, o que significa que, em termos de dimensão, os territórios de vendas não sofreram grandes alterações.

Pode-se também constatar que o número de serviços realizados pelos vendedores, com a realização deste teste, ficou mais equilibrado, assim como o número de clientes alocado a cada zona. Pelo contrário, o tempo dispensado pelos vendedores para as visitas aos clientes não ficou tão uniforme.

Aparentemente, a distribuição das zonas é idêntica para  $\beta = 0,3$  e  $\alpha = 0,6$  e para  $\beta = 0,4$  e  $\alpha = 0,8$ , na Instância 1. No entanto, se a imagem for aproximada verifica-se o seguinte:



*Figura 5 - Alocação dos clientes da Instância 1*

**Legenda:** - Clientes em análise

A azul estão assinalados os clientes alocados à Zona 1 e a verde estão assinalados os clientes alocados à Zona 2.

Verifica-se que as zonas dos clientes 23, 50 e 72 foram alteradas do teste com  $\beta = 0,3$  e  $\alpha = 0,6$  para o teste com  $\beta = 0,4$  e  $\alpha = 0,8$ .

Se analisarmos a distribuição dos clientes pelas duas zonas com mais detalhe verificamos o seguinte:



*Figura 6 - Cliente com possibilidade de mudar de zona*

**Legenda:** - Clientes em análise

Se o cliente assinalado a laranja, pertencesse à Zona 2 em vez de pertencer à Zona 1, então as zonas deixariam de estar sobrepostas. Esta seria uma melhoria que poderia ser

feita se, posteriormente à execução da heurística descrita nesta dissertação, se aplicasse uma heurística de melhoria.

Examinando a *Tabela 4*, afere-se que a diferença do volume existente entre os dois territórios de vendas da Instância 2 para  $\beta = 0,3$  e  $\alpha = 0,6$  é de 3.000€. Sendo que este é o elemento mais importante para apurar a qualidade da solução, uma vez que o objetivo principal do modelo heurístico presente na dissertação é o equilíbrio do volume de vendas, consegue-se chegar à conclusão de que o valor mencionado anteriormente não é completamente favorável. No entanto, a diferença de 3.000€ não é assim tão significativo num universo se 367.000€, uma vez que corresponde a 0,82% do valor total de vendas dos clientes patentes na Instância 2.

No que diz respeito à divergência de valores relativos ao tempo de cada zona, pode-se afirmar que é relativamente pequena, uma vez que um vendedor da Zona 1 só despende mais uma hora por semana com clientes do que o da segunda zona. Isto pode dever-se ao facto de a dimensão das áreas de ambos os territórios não serem muito desproporcionais.

O número de serviços assim como o número de clientes existentes na Zona 1 é superior ao da outra zona, estando assim em concordância com os outros itens exibidos na *Tabela 4*.

Considerando a *Figura 4*, na demonstração 2) *Territórios de venda da Instância 2*, constata-se que as zonas não se sobrepõem mas que, por sua vez, são contíguas, visto estarem próximas uma da outra. Assim, pode afirmar-se que, analisando o resultado geográfico, este conjunto de valores para os parâmetros  $\beta$  e  $\alpha$  contribui de uma forma positiva para a qualidade da solução.

Sendo que os resultados apresentados na *Tabela 4*, apesar de não serem os melhores já alcançados, também demonstram que estes valores, para os parâmetros acima referidos, contribuem positivamente para a qualidade de solução da heurística, então pode-se concluir que a utilização de  $\beta = 0,3$  e  $\alpha = 0,6$  para esta instância produz bons resultados.

Verifica-se também que os resultados obtidos para  $\beta = 0,3$  e  $\alpha = 0,6$  e para  $\beta = 0,4$  e  $\alpha = 0,8$  são os mesmos. Esta igualdade de resultados obtidos para diferentes valores de parâmetros, pode estar a ser influenciado pelo baixo número de zonas existente. Nesta instância, tal como na Instância 1, só existem dois vendedores e, conseqüentemente, a alocação dos clientes aos territórios de vendas está limitada.

Com a aplicação da heurística aos dados da Instância 3, constata-se de novo que as soluções obtidas com os dois conjuntos de valores para os parâmetros  $\beta$  e  $\alpha$  são as mesmas. Analisando os resultados presentes na *Tabela 4*, é possível apurar-se o seguinte:


- A diferença de valores existente entre a zona com maior e menor volume de vendas é baixa, uma vez que a diferença representa 0,31% do volume de vendas total existente na Instância 3;
- A componente distância tem um valor relativamente baixo no que respeita à sua diferença;
- O elemento tempo, tal como os elementos referidos nos pontos anteriores, também se encontra equilibrado, na medida em que a diferença existente entre as duas zonas é de 6,67% relativamente ao tempo total percorrido nesta instância;
- A disparidade de valores relativa aos componentes número de serviços e número de cliente assume-se reduzida;
- A área da Zona 1 é superior à da Zona 2, tal como acontece com os elementos distância e tempo.

Analisando a *Figura 4*, o ponto 3) *Territórios de venda da Instância 3*, verifica-se que, em termos geográficos, os territórios de vendas assumem localizações diferentes, não deixando de estar próximos um do outro, garantindo assim o cumprimento do critério de contiguidade.

No entanto, as zonas têm uma pequena sobreposição. De forma a se poder estudar esta condição com mais pormenor, serão apresentadas seguidamente duas imagens.



**Figura 7 - Alocação dos clientes da Instância 3**

**Legenda:**  - Clientes em análise


A roxo estão assinalados os clientes alocados à Zona 1 e a cinzento estão assinalados os clientes alocados à Zona 2.

Como se pode observar, o cliente 15 foi alocado à Zona 2 e o cliente 19 foi alocado à Zona 1 e, é por este motivo que as zonas se sobrepõem. Se o vendedor do território de

vendas da Zona 1 estivesse responsável pelo cliente 15 e o vendedor do território de vendas da Zona 2 fosse encarregue de visitar o cliente 19, então as zonas não se sobreporiam. Veja-se a *Figura 8*.



**Figura 8** - Melhoria da alocação dos clientes da Instância 3

**Legenda:**  - Clientes em análise

Visto esta heurística ser construtiva, então este ajustamento não pode ser efetuado pela mesma. No entanto, seria interessante aplicar uma heurística de melhoria a este resultado.

### 5.4.3 DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Ao longo das secções anteriores foram apresentados os resultados da aplicação da heurística às três instâncias e estes foram analisados. Um dos pontos a ser referido é o facto de em alguns casos, como por exemplo na Instância 3, os resultados obtidos através da aplicação computacional da heurística aos conjuntos de dados fornecidos pela *Wide Scope* serem os mesmos para diferentes valores de  $\beta$  e  $\alpha$ .

Tal como já referido anteriormente, o número de zonas a serem formadas é baixo. Repare-se que em todas as instâncias este número é dois. Isto acontece porque os conjuntos de dados fornecidos não são de grande dimensão e, como tal, não são necessários muito vendedores para atenderem os clientes apresentados.

Consequentemente, sabendo que o número de zonas existentes é dois, então percebe-se que cada cliente só tem duas hipóteses de alocação. Iniciando pelo facto de parte dos clientes serem classificados à partida *Non-Borderline*, por ficarem mais próximos de uma zona do que de qualquer outra, então só os clientes *Borderline* farão a diferença nas zonas. Como essa afetação só tem duas hipóteses, os resultados não poderão variar muito, a não ser nos clientes que estão mais próximos do limite que separa as duas zonas, tal como verificado nos testes realizados.

No entanto, verifica-se que, com a aplicação de certos parâmetros às instâncias, os resultados obtidos vão de encontro aos objetivos deste problema: territórios de venda equilibrados principalmente em termos de volume de vendas. Considerando as análises

efetuadas nas secções 5.4.1 e 5.4.2, verifica-se que existe um conjunto de parâmetros que obtém resultados favoráveis em todos os testes aplicados às três instâncias:  $\beta = 0,4$  e  $\alpha = 0,8$ . Com isto, poderá assumir-se que estes sejam valores a serem considerados em testes futuros. No entanto, cada caso é um caso e, por isso mesmo, diferentes *inputs* poderão necessitar de diferentes ponderações.

## 6 CONCLUSÕES E PERSPETIVAS FUTURAS

As empresas têm cada vez mais necessidade de otimizar os seus processos. Não só com o objetivo de reduzirem os custos, mas também para conseguirem dar aos seus clientes produtos e serviços de qualidade, satisfazendo, desta forma, os sete certos da logística: “gerir um conjunto de atividades que permitem fazer chegar o produto certo, ao cliente certo, na quantidade certa, na condição certa, no lugar certo, no tempo certo e no custo certo” (Crespo de Carvalho, *et al.*, 2017).

Sendo a logística um dos fatores mais influenciadores para o sucesso de uma empresa, torna-se necessário estudar os conceitos subjacentes à mesma, de modo a que os processos logísticos se tornem cada vez mais otimizados e mais ajustáveis à realidade, realidade essa que está em constante mudança.

Assim, foram analisados alguns critérios e métodos utilizados no problema da definição de territórios de vendas. A heurística desenvolvida foi baseada num estudo realizado por Ramos & Oliveira (2011), que por sua vez estuda um caso de definição de zonas com o objetivo de as equilibrar no que respeita às rotas formadas. Visto que o objetivo deste trabalho é o de equilibrar territórios mas em termos de volume de vendas financeiro, então foram necessárias adaptações desse estudo à realidade do tema desta dissertação.

De modo a fazer uma nova alocação dos clientes da empresa Empresa aos seus vendedores, a heurística foi desenvolvida baseando-se nos critérios relevantes para a mesma, disponibilizados pela *Wide Scope*. Assim, a heurística foi desenvolvida com dados da Empresa. Apesar de este método ter sido implementado para a Empresa, poderá vir a ser implementado por outras empresas que se insiram em contextos idênticos com objetivos semelhantes.

As soluções obtidas através dos testes às três instâncias sugerem que o objetivo de se alcançar territórios de vendas equilibrados principalmente em termos de volume de vendas financeiro, mas também relativamente às distâncias, área e tempo associado a cada zona, foi alcançado.

Este trabalho teve algumas limitações que, de alguma forma, poderão ter influenciado a abrangência e validade das conclusões.

Uma das limitações foi o facto de a heurística ter sido aplicada a um reduzido número de conjuntos de dados e estes serem de dimensões semelhantes. As dimensões também

foram uma limitação, na medida em que tornaria as conclusões retiradas mais robustas caso tivesse sido aplicada a conjuntos de clientes mais extensos. No entanto, tudo indica que os resultados obtidos, nesses casos, serão razoavelmente bons no que respeita aos critérios subjacentes.

Em problemas complexos, como é o caso em estudo, torna-se geralmente necessário adaptar e desenvolver heurísticas, de forma a obter soluções próximas das ótimas que contenham os critérios impostos para os problemas em causa.

Como tal, e no sentido de melhorar o equilíbrio das distâncias, das áreas e do tempo dos territórios de vendas construídos, mantendo a qualidade do equilíbrio do volume de vendas, poderia ser aplicada uma heurística melhorativa às soluções obtidas. Para tal, essa heurística teria de ser desenvolvida com base nos pressupostos e critérios do problema em estudo.

Para futuros trabalhos, também seria interessante estudar uma estimativa mais real do tempo associado ao vendedor de cada zona de vendas. Para tal, existem vários problemas na literatura que estudam os tempos de deslocação dos vendedores ou dos distribuidores aos seus clientes, como por exemplo o *Vehicle Routing Problem* (VRP). Nestes problemas, poderão também ser desenvolvidos algoritmos que programem as rotas dos vendedores, utilizando diversas restrições, tais como os horários dos clientes e dos vendedores ou o número de visitas semanal por cliente.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (2017). Obtido de [www.widescope.pt](http://www.widescope.pt): <https://www.widescope.pt/products/>
- Assis, L. S., Franca, P. M., & Usberti, F. L. (2014). A redistricting problem applied to meter reading in power distribution networks. *Computers & Operations Research*, *41*, 65-75.
- Belmán-Cano, J., Ríos-Mercado, R. Z., & Salazar-Aguilar, M. A. (2012). Commercial Territory Design for a Distribution Firm with New Constructive and Destructive Heuristics. *International Journal of Computational Intelligence Systems*, *5*, 126-147.
- Bozkaya, B., Erkut, E., & Laporte, G. (2003). A tabu search heuristic adaptive memory procedure for political districting. *European Journal of Operational Research*, *144*, 14-26.
- Crespo de Carvalho, J., Guedes, A., Martins, A., Póvoa, A. B., Luís, C. A., Dias, E. B., . . . Ramos, T. (2017). *Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento*. Lisboa: EDIÇÕES SÍLABO, LDA.
- Crevier, B., Cordeau, J.-F., & Laporte, G. (2007). The Multi-Depot Vehicle Routing Problem with Inter-Depot Routes. *European Journal of Operational Research*, *176*, 756-773.
- D'Amico, S. J., Wang, S.-J., Batta, R., & Rump, C. M. (2002). A simulated annealing approach to police district design. *Computers & Operations Research*, *29*, 667-684.
- Drexl, A., & Haase, K. (1999). Fast Approximation Methods for Sales Force Deployment. *Management Science*, *45*, 1307-1323.
- Duque, J. C., Ramos, R., & Surinach, J. (2007). Supervised regionalization methods: a survey. *International Regional Science Review*, *30*, 195-220.
- Easingwood, C. (1973). A Heuristic Approach to Selecting Sales Regions and Territories. *Operational Research Quarterly*, *24*, 527-534.
- Engblom, J., Solakivi, T., Toyli, J., & Ojala, L. (2012). Multipli-method analysis of logistics costs. *Int. J. Production Economics*, *137*, 29-35.
- Ferland, J. A., & Guénette, G. (1990). Decision Support System for the School Districting Problem. *Operations Research*, *38*, 15-21.
- Fleischmann, B., & Paraschis, J. (1988). Solving a Large Scale Districting Problem: A Case Report. *Computers and Operations Research*, *15*, 521-533.
- Garfinkel, R. S., & Nemhauser, G. L. (1970). Optimal political districting by implicit enumeration techniques. *Management Science*, *16*, 494-508.
- Gillet, B., & Johnson, J. (1976). Multi-terminal vehicle-dispatch algorithm. *Omega*, 711-718.
- Heschel, M. S. (1977). Effective Sales Territory Development. *Journal of Marketing*, *41*, 39-43.
- Hess, S. W., & Samuels, S. A. (1971). Experiences with a Sales Districting Model: Criteria and Implementation. *Management Science*, *18*, 41-54.

- Hess, S. W., Weaver, J. B., Siegfeldt, H. J., Whelan, J. N., & Zitlau, P. A. (1965). Nonpartisan political redistricting by computer. *Operations Research*, 13, 998-1006.
- Hojati, M. (1996). Optimal political districting. *Computers & Operations Research*, 23, 1147-1161.
- Kalcsics, J., Nickel, S., & Schroder, M. (2005). Towards a Unified Territorial Design Approach - Applications, Algorithms and GIS Iteration. *Sociedad de Estadística e Investigación Operativa*, pp. 1-74.
- Kim, B.-I., Kim, S., & Sahoo, S. (2003). Waste collection vehicle problem with time windows. *Computers & Operations Research*, 33, 3624-3642.
- Lei, H., Laporte, G., Liu, Y., & Zhang, T. (2015). Dynamic design of sales territories. *Computers & Operations Research*, 56, 84-92.
- Lodish, L. M. (1975). Sales Territory Alignment to Maximize Profit. *Journal of Marketing Research*, 12, 30-36.
- López, F., Ekin, T., Mediavilla, F. A., & Jimenez, J. A. (2015). Hybrid Heuristic for Dynamic Location-Allocation on Micro-Credit Territory Design. *Computación y Sistemas*, 19, 783-804.
- Martí Selva, M., Puertas Medina, R., & Garcia, L. (2014). Importance of the logistics performance index in international trade. *Applied Economics*, 1-11.
- Mourão, M., Nunes, A., & Prins, C. (2009). Heuristic methods for the sectoring arc routing problem. *European Journal of Operational Research*, 856-868.
- Osman, I. H., & Laporte, G. (1996). Metaheuristics: A bibliography. *Annals of Operations Research*, 63, 513-623.
- Pezzela, F., Bonanno, R., & Nicoletti, B. (1981). A system approach to the optimal health-care districting. *European Journal of Operational Research*, 35, 139-146.
- Piercy, N. F., Cravens, D. W., & Morgan, N. A. (1999). Relationships between Sales Management Control, Territory Design, Salesforce Performance and Sales Organization Effectiveness. *British Journal of Management*, 95-111.
- Puertas Medina, R., Martí Selva, M., Garcia Menendez, & L. (2013). Logistics performance and export competitiveness: european experience. *Empirica Journal of European Economics*, 1-14.
- Ramos, T., & Oliveira, R. (2011). Delimitation of services areas in reverse logistics networks with multiple depots. *Journal of the Operational Research Society*, 1198-1210.
- Richardson, R. (1979). A Territory Realignment Model - MAPS. *New Orleans ORSA/TIMS Meeting*.
- Ríos-Mercado, R. Z., & Fernández, E. (2009). A reactive GRASP for a commercial territory design problem with multiple balancing. *Computers & Operations Research*, pp. 755-776.
- Ríos-Mercado, R. Z., & López-Pérez, J. F. (2013). Commercial territory design planning with realignment and disjoint assignment requirements. *Omega*, 41, pp. 525-535.

- Salazar-Aguilar, M. A., Ríos-Mercado, R. Z., & Cabrera-Ríos, M. (2011). New Models for Commercial Territory Design. *Networks and Spatial Economics*, *11*, 487-507.
- Salazar-Aguilar, M. A., Ríos-Mercado, R. Z., & González-Velarde, J. L. (2013). GRASP strategies for a bi-objective commercial territory design problem. *Journal of Heuristics*, *19*, 179-200.
- Salazar-Aguilar, M. A., Ríos-Mercado, R. Z., González-Velarde, J. L., & Molina, J. (2012). Multiobjective scatter search for a commercial territory design problem. *Annals of Operations Research*, *199*, 343-360.
- Salazar-Aguilar, M., González-Velarde, J., & Ríos-Mercado, R. Z. (2012). A Divide-and-Conquer Approach to Commercial Territory Design. *Computación y Sistemas*, *16*, 309-320.
- Salazar-Aguilar, M., Ríos-Mercado, R. Z., & Gonzalez-Velarde, J. (2011). A bi-objective programming model for designing compact and balanced territories. *Transportation Research Part C*.
- Segal, M., & Wenberger, D. (1977). Turfing. *Operations Research*, *25*, 367-386.
- Shanker, R. J., Turners, R. E., & Zoltners, A. A. (1975). Sales Territory Design: an integrated approach. *Management Science*, *22*, 309-320.
- Sistema Internacional de Unidades SI*. (2017). Obtido de Instituto Português da Qualidade.
- Skiera, B., & Albers, S. (1998). COSTA: Contribution Optimizaing Sales Territory Alignment. *Marketing Science*, *17*, 196-213.
- Tavares-Pereira, F., Figueira, J. R., Mousseau, V., & Roy, B. (2007). Multiple criteria districting problems. The public transportation network pricing system of the Paris region. *Annals of Operations Research*, *154*, 69-92.
- Zoltners, A. A. (1979). A Unified Approach to Sales Territory Alignment. pp. 360-376.
- Zoltners, A. A., & Lorimer, S. E. (2013). Sales Territory Alignment: An Overlooked Productivity Tool. *Journal of Personal Selling & Sales Management*, *20*, 139-150.
- Zoltners, A. A., & Sinha, P. (1983). Sales Territory Alignment: a Review and Model. *Management Science*, *29*, 1237-1256.
- Zoltners, A. A., & Sinha, P. (1983). Toward a unified territory alignment: a review and model. *Management Science*, 1237-1256.
- Zoltners, A. A., & Sinha, P. (2005). Sales Territory Design: Thirty Years of Modeling and Implementation. *Marketing Science*, 313-331.

## ANEXOS

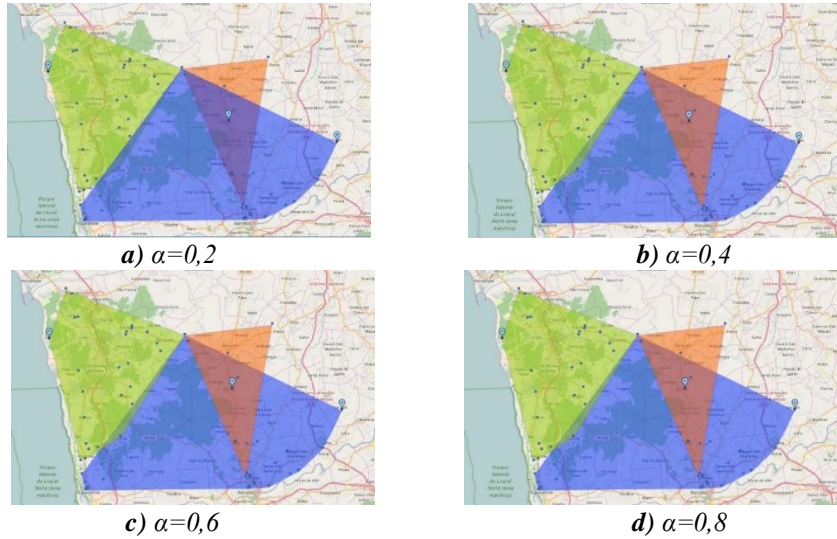
**ANEXO 1 - RESULTADOS DA HEURÍSTICA PARA DIFERENTES VALORES DE  $\beta$   
E  $\alpha$  (INSTÂNCIA 1 COM NVEND=3)**

$\beta$	$\alpha$	Nº da Zona	Nº da Semente	Nº de Serviços	Distância (minutos)	Tempo no Cliente (minutos)	Volume de Vendas (M€)	Área (Km2)
0	0,2	1	62	41	14428	780	138,00	178,35
		2	67	36	11382	570	137,00	92,57
		3	64	37	5479	645	135,00	46,75
	0,4	1	62	40	13497	765	137,00	178,35
		2	67	36	11382	570	136,00	92,57
		3	64	38	6203	660	137,00	46,77
	0,6	1	62	40	13497	765	137,00	178,35
		2	67	36	11382	570	136,00	92,57
		3	64	38	6203	660	137,00	46,77
	0,8	1	62	41	14061	810	140,00	178,35
		2	67	36	11382	570	136,00	92,57
		3	64	37	5863	615	134,00	46,77
0,3	0,2	1	62	40	13058	765	137,00	178,35
		2	67	38	11337	570	137,00	95,47
		3	64	36	6153	660	136,00	95,81
	0,4	1	62	40	13058	765	137,00	178,35
		2	67	36	11382	570	137,00	92,57
		3	64	38	6130	660	136,00	42,28
	0,6	1	62	40	12102	765	136,00	97,88
		2	67	37	12077	570	138,00	89,84
		3	64	37	6130	660	136,00	95,81
	0,8	1	62	40	12102	765	136,00	97,88
		2	67	37	12077	570	138,00	89,84
		3	64	37	6130	660	136,00	95,81
0,4	0,2	1	62	40	13152	765	138,00	178,35
		2	67	36	11382	570	137,00	92,57
		3	64	38	6152	660	135,00	46,77
	0,4	1	62	40	13152	765	138,00	178,35
		2	67	36	11382	570	137,00	92,57
		3	64	38	6152	660	135,00	46,77
	0,6	1	62	40	12199	765	137,00	97,88
		2	67	37	12077	570	138,00	89,84
		3	64	37	6152	660	135,00	115,60
	0,8	1	62	40	11731	765	138,00	96,11
		2	67	38	11956	570	136,00	89,84
		3	64	36	6371	660	136,00	89,99
0,6	0,2	1	62	35	10213	660	129,00	171,75
		2	67	37	11868	585	131,00	74,36
		3	64	42	8084	750	150,00	25,69
	0,4	1	62	36	11557	675	132,00	222,47
		2	67	36	10851	570	128,00	71,64
		3	64	42	8084	750	150,00	25,69
	0,6	1	62	36	11557	675	132,00	222,47
		2	67	36	10851	570	128,00	71,64
		3	64	42	8084	750	150,00	25,69
	0,8	1	62	36	11543	675	131,00	237,10
		2	67	36	10899	570	129,00	71,42
		3	64	42	8084	750	150,00	25,69

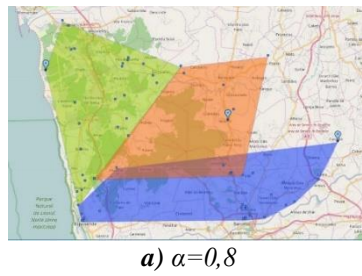
Tabela 5 - Resultados da heurística para diferentes valores de  $\beta$  e  $\alpha$  (Instância 1 com NVend=3)

**ANEXO 2 – OUTROS TERRITÓRIOS DE VENDA FORMADOS NOS TESTES  
PRELIMINARES**

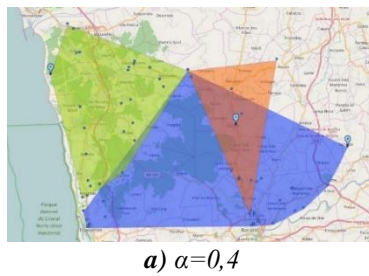
1) Territórios de venda para  $\beta=0$



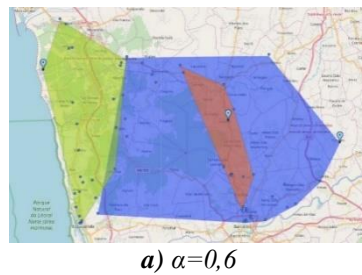
2) Territórios de venda para  $\beta=0,3$




3) Territórios de venda para  $\beta=0,4$



4) Territórios de venda para  $\beta=0,6$



**Figura 9** - Outros territórios de venda formados pela aplicação da heurística (Elaboração própria a partir do Routyn)

**Legenda:** Zona 1 – Azul; Zona 2 – Verde; Zona 3 – Laranja;  - Semente da Zona; • - Clientes