

ANA MARIA DOS SANTOS CARNASCIALI

**DETERMINAÇÃO DE ÁREAS DE ABRANGÊNCIA DE PONTOS PELO
DIAGRAMA DE VORONOI COM OBSTÁCULOS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ciências Geodésicas.

Orientadora:

Prof^ª. Dra. Luciene Stamato Delazari

Co-orientador:

Prof. Dr. Daniel Rodrigues dos Santos

CURITIBA

2010

Carnasciali, Ana Maria dos Santos

Determinação de áreas de abrangência de pontos pelo diagrama de voronoi com obstáculos / Ana Maria dos Santos Carnasciali. – Curitiba, 2010.

156 f. : il.

Orientador: Luciene Stamato Delazari

Co-orientador: Daniel Rodrigues dos Santos

Tese (doutorado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências da Terra, Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas.

1. Voronoi, Diagramas de I. Delazari, Luciene Stamato. II. Santos, Daniel Rodrigues dos. III. Título.

CDD 519.536

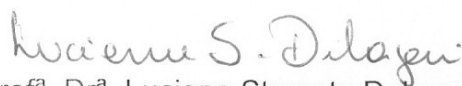
TERMO DE APROVAÇÃO

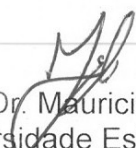
ANA MARIA DOS SANTOS CARNASCIALI

"DETERMINAÇÃO DE ÁREAS DE ABRANGÊNCIA DE PONTOS
PELO DIAGRAMA DE VORONOI COM OBSTÁCULOS"

Tese nº 70 aprovada como requisito parcial do grau de Doutor no Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, Setor de Ciências da Terra da Universidade Federal do Paraná, pela seguinte banca examinadora:

Orientadora:

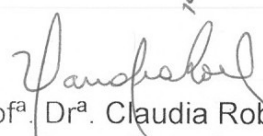

Prof^a. Dr^a. Luciene Stamato Delazari
Departamento de Geomática, UFPR


Prof. Dr. Mauricio Galo
Universidade Estadual Paulista, UNESP


Prof. Dr. Hélio Pedrini
Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP


Prof. Dr. Henrique Firkowski
Departamento de Geomática, UFPR


Prof. Dr. Quintino Dalmolin
Departamento de Geomática, UFPR


Prof^a. Dr^a. Claudia Robbi Sluter
Departamento de Geomática, UFPR

Curitiba, 24 de junho de 2010.

Aos meus amados pais Geraldo e Clery e
ao meu filho Guilherme, pelo carinho,
incentivo e amor incondicional.

DEDICO.

À Deus, pela força e coragem, presente nos momentos de alegria e de dificuldade.

Em especial, ao meu grande amigo Fernando Carnasciali, pelo carinho e apoio durante todo o percurso.

À minha amiga, Prof^a. Dra. Luciene Stamato Delazari, pela orientação e pela renovada confiança na minha capacidade.

Ao amigo Prof^o Dr. Daniel Rodrigues dos Santos, por aceitar a co-orientação e por todas as sugestões.

À Prof^a Dra. Claudia Robbi Sluter e ao Prof^o Dr. Hélio Pedrini, membros da Banca de Qualificação, por suas importantes sugestões e considerações.

Ao caro Prof^o Dr. Arinei Carlos Lindbeck da Silva, por todo o aprendizado, fundamental para o desenvolvimento desta pesquisa e pelo valioso auxílio na implementação computacional.

Ao Prof^o Dr. Pedro José Steiner Neto pela atenção, disponibilidade, auxílio nas análises estatísticas e inestimável colaboração.

Aos demais professores e colegas do Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, por compartilharem seus conhecimentos.

Ao Sr. Reginaldo Mendes, por acreditar e viabilizar novamente o desenvolvimento desta pesquisa junto ao HSBC.

Aos amigos Oscar Schmeiske e Evemar Wernick, pela colaboração sempre prestativa no trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas (PPGCG) da Universidade Federal do Paraná (UFPR) pela acolhida.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior do Ministério da Educação (CAPES) pela concessão da bolsa no período de março de 2007 a fevereiro de 2009.

AGRADEÇO.

RESUMO

Os diagramas de Voronoi permitem a subdivisão das regiões em um conjunto de áreas de abrangência, a fim de estabelecer relações de proximidades, por exemplo, de uma empresa com seus concorrentes. Vários estudos foram realizados para a determinação de áreas de abrangência de instituições de ensino, lojas de varejo, rede de supermercados e setor de telefonia com o uso dos diagramas de Voronoi. Entretanto, ainda é necessário aprofundar as investigações com o desenvolvimento de novas proposições, com vistas à determinação de áreas de abrangência que se aproximem da realidade topográfica das cidades. Para tal é necessário que sejam considerados os obstáculos, isto é, barreiras lineares como rodovias e rios e barreiras fechadas como parques, bosques e lagos. De acordo com a literatura consultada, não existem pesquisas que tenham avançado nesse sentido, o que enfatiza a sua importância. Nesta pesquisa, é proposta a determinação de áreas de abrangência com o uso do diagrama de Voronoi considerando as barreiras lineares e fechadas, concomitantemente. Foi realizada a implementação computacional dos diagramas de Voronoi ordinário e por potência (*power Voronoi*) com a consideração dos obstáculos. A construção do diagrama de Voronoi ordinário depende apenas das distâncias entre os pontos, denominados pontos geradores, como por exemplo, agências bancárias e *shopping centers*. O diagrama de Voronoi por potência faz uso de pesos, que refletem a propriedade variável dos pontos geradores. Diversos autores apontam como limitações em seus estudos o fato de utilizarem somente uma variável como fator de ponderação ou análise estatística por meio de componentes principais. A fim de contornar essas limitações foram utilizados métodos estatísticos multivariados. Os dados utilizados são referentes às agências do HSBC Bank Brasil S/A - Banco Múltiplo do município de Curitiba (PR) e as agências corresponderam aos pontos geradores dos diagramas de Voronoi. Foram realizadas análises espaciais a partir do diagrama de Voronoi ordinário e por potência sem e com a consideração das barreiras lineares e fechadas, estabelecendo-se relações de proximidades com os bancos concorrentes e postos de atendimento eletrônico (PAE's) do HSBC. A partir dos resultados verificou-se que a inclusão das barreiras modificou sensivelmente as fronteiras dos diagramas de Voronoi e que, com o método proposto, evita-se conclusões incorretas pelos usuários, uma vez que as áreas de abrangência determinadas com a consideração das barreiras lineares e fechadas se incorporam à realidade topográfica das cidades.

Palavras-chave: localização, diagrama de Voronoi e áreas de abrangência.

ABSTRACT

Voronoi diagrams allow the subdivision of a set of coverage areas in order to establish proximity relation, for example, of a company with its competitors. Several studies have been conducted to determine coverage areas of educational institutions, retail stores, supermarket chain and telephone sector by using Voronoi diagrams. However, it is still necessary to undertake further research with the development of new proposals objecting the determination of coverage areas which take into account real topography of cities. This will require the considering of obstacles, ie, linear barriers such as highways and rivers as well as closed ones such as parks, forests and lakes. According to the literature, there are no studies that have advanced in that direction, what emphasizes the importance of this research. This paper proposes to determine coverage areas by using the Voronoi diagram considering linear and closed barriers simultaneously. A computational implementation of ordinary and power Voronoi diagrams considering obstacles was performed. For ordinary Voronoi diagram, the construction depends only on the distances between points, named generator points, such as bank branches and shopping malls. Power Voronoi diagrams demand the use of weights and they reflect the variable characteristic of generator points. Several authors point out limitations to their studies the use of only one variable as a weighting factor or statistical analysis through main components. In order to overcome these limitations, multivariate statistical methods were used in this study. Data for branches of HSBC Bank Brazil S/A – a commercial bank in Curitiba (PR) – were used, corresponding to the generator points of the Voronoi diagrams. Spatial analysis were conducted from ordinary and power Voronoi diagrams with and without the consideration of linear and closed barriers, establishing proximity relationships with HSBC's sites of electronic services (SES) and branches of competitor banks. From the results it was found that the inclusion of barriers noticeably change the boundaries of Voronoi diagrams and that the proposed method avoids incorrect conclusions, since the coverage areas determined considering linear and closed barriers indeed approached the real topography of cities.

Keywords: location, Voronoi diagram and coverage areas.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – EXEMPLO DE ÁREA DE ABRANGÊNCIA - VORONOI MULTIPLICATIVAMENTE PONDERADO PARA O BANCO HSBC.....	17
FIGURA 2 – DIAGRAMA DE VORONOI	22
FIGURA 3 – DIAGRAMA DE VORONOI E TRIANGULAÇÃO DE DELAUNAY.....	22
FIGURA 4 – CÍRCULOS VAZIOS DA TRIANGULAÇÃO DE DELAUNAY	23
FIGURA 5 – DIAGRAMA DE VORONOI MULTIPLICATIVAMENTE PONDERADO.....	26
FIGURA 6 – DIAGRAMA DE VORONOI POR POTÊNCIA (<i>POWER VORONOI</i>)	27
FIGURA 7 – DIAGRAMA DE VORONOI ORDINÁRIO E BARREIRAS LINEARES E FECHADAS	28
FIGURA 8 – DISTÂNCIA DO CAMINHO MAIS CURTO	29
FIGURA 9 – POLÍGONO DE VISIBILIDADE.....	30
FIGURA 10 – GRAFO.....	31
FIGURA 11 – GRAFO E GRAFO DE VISIBILIDADE.....	31
FIGURA 12 – CAMINHO MAIS CURTO ENTRE P E P_1	32
FIGURA 13 – SP-DIAGRAMA DE VORONOI COM OBSTÁCULOS	33
FIGURA 14 – A OCUPAÇÃO DO SOLO (VON THÜNEN)	35
FIGURA 15 – USO DO SOLO AGRÍCOLA EM HAMBURGO.....	35
FIGURA 16 – USO DO SOLO AGRÍCOLA NO URUGUAI.....	36
FIGURA 17 – TRIÂNGULO LOCACIONAL DE WEBER	37
FIGURA 18 – A HIERARQUIA DOS LUGARES CENTRAIS	42
FIGURA 19 – DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA PROBABILIDADE DE UM MORADOR TORNAR-SE CLIENTE DE UMA LOJA	43
FIGURA 20 – CÍRCULOS DE VARREDURA	49
FIGURA 21 – DISTÂNCIA EUCLIDIANA E PONDERADA.....	50
FIGURA 22 – ENVOLTÓRIO CONVEXO.....	55
FIGURA 23 – PASSO INICIAL DO ALGORITMO <i>QUICKHULL</i>	56
FIGURA 24 – CONSTRUÇÃO DE TRIÂNGULOS NO ALGORITMO <i>QUICKHULL</i>	57
FIGURA 25 – EXEMPLO DE ALGORITMO DE DIJKSTRA.....	58
FIGURA 26 – VORONOI SOBRE A MALHA	59
FIGURA 27 – EXEMPLO DE DISTÂNCIA DO CAMINHO MAIS CURTO CONSIDERANDO BARREIRAS FECHADAS.....	60
FIGURA 28 – EXEMPLO DE GRAFO DE VISIBILIDADE NA PRESENÇA DE OBSTÁCULOS.....	61
FIGURA 29 – EXEMPLO DE DISTÂNCIA DO CAMINHO MAIS CURTO ENTRE PONTOS NÃO VISÍVEIS ENTRE SI.....	62
FIGURA 30 – ETAPAS DA METODOLOGIA.....	66
FIGURA 31 – BARREIRAS LINEARES E FECHADAS CONSIDERADAS NO MUNICÍPIO DE CURITIBA (PR)	68
FIGURA 32 – EXEMPLO DE PONTO DE PASSAGEM - VIADUTO SOBRE A RODOVIA BR-116	69

FIGURA 33 – BARREIRAS LINEARES, FECHADAS E PONTOS DE PASSAGEM	69
FIGURA 34 – EXEMPLO DE GEOCODIFICAÇÃO PARA UMA AGÊNCIA	70
FIGURA 35 – AGÊNCIAS DO BANCO HSBC.....	71
FIGURA 36 – FLUXOGRAMA DO CÁLCULO DO DIAGRAMA DE VORONOI COM AS DISTÂNCIAS DOS CAMINHOS MAIS CURTOS AOS PONTOS GERADORES	78
FIGURA 37 – TELA DO PROGRAMA DIAGRAMA DE VORONOI COM OBSTÁCULOS (DVO).....	79
FIGURA 38 – VORONOI ORDINÁRIO GERADO NO <i>SOFTWARE</i> ARCGIS 9.3..	81
FIGURA 39 – DIAGRAMA DE VORONOI GERADO COM ELEMENTOS QUADRADOS DE (A) 25 METROS, (B) 50 METROS, (C) 100 METROS E (D) 200 METROS	83
FIGURA 40 – REGIÕES COM PONTOS RETIRADOS DOS CÁLCULOS DAS DISTÂNCIAS	85
FIGURA 41 – PONTO INTERNO E EXTERNO AO ENVOLTÓRIO CONVEXO..	86
FIGURA 42 – GRAFO DE VISIBILIDADE GERADO A PARTIR DE QUATRO BARREIRAS FECHADAS.....	87
FIGURA 43 – FRONTEIRAS DO DIAGRAMA DE VORONOI COM OS ENVOLTÓRIOS CONVEXOS	88
FIGURA 44 – ÁREAS DE ABRANGÊNCIA DETERMINADAS COM O DIAGRAMA VOSB E AGÊNCIAS DOS BANCOS CONCORRENTES.....	89
FIGURA 45 – ÁREAS DE ABRANGÊNCIA DETERMINADAS COM O DIAGRAMA VOCB E AGÊNCIAS DOS BANCOS CONCORRENTES	90
FIGURA 46 – LOCALIZAÇÃO DA AGÊNCIA BRADESCO DA RUA GRA NICCO	92
FIGURA 47 – ÁREAS DE ABRANGÊNCIA DETERMINADAS COM O DIAGRAMA VOSB E PAE’S HSBC	93
FIGURA 48 – ÁREAS DE ABRANGÊNCIA DETERMINADAS COM O DIAGRAMA VOCB E PAE’S HSBC	94
FIGURA 49 – PAE’S FESP E <i>SHOPPING</i> MÜLLER COM ÁREA DE ABRANGÊNCIA HSBC 9.....	96
FIGURA 50 – ÁREAS DE ABRANGÊNCIA DETERMINADAS COM O DIAGRAMA VPSB E AGÊNCIAS DOS BANCOS CONCORRENTES	98
FIGURA 51 – ÁREAS DE ABRANGÊNCIA DETERMINADAS COM O DIAGRAMA VOCB E AGÊNCIAS DOS BANCOS CONCORRENTES	99
FIGURA 52 – LOCALIZAÇÃO DA AGÊNCIA ITAÚ DA AVENIDA DESEMBARGADOR HUGO SIMAS	101
FIGURA 53 – ÁREAS DE ABRANGÊNCIA DETERMINADAS COM O DIAGRAMA VPSB E PAE’S HSBC	102
FIGURA 54 – ÁREAS DE ABRANGÊNCIA DETERMINADAS COM O DIAGRAMA VPCB E PAE’S HSBC.....	103
FIGURA 55 – PAE’S FESP E <i>SHOPPING</i> MÜLLER COM ÁREA DE ABRANGÊNCIA HSBC 5.....	105

FIGURA 56 – COMPARATIVO DAS ÁREAS DE ABRANGÊNCIA PELOS DIAGRAMAS VPSB E VPCB	107
FIGURA 57 – COMPARATIVO DAS ÁREAS DE ABRANGÊNCIA COM OS DIAGRAMAS VPSB E VPCB PARA A AGÊNCIA COMENDADOR ARAÚJO..	108
FIGURA 58 – LOCALIZAÇÃO DA AGÊNCIA ITAÚ DA RUA IZAAC FERREIRA DA CRUZ.....	111
FIGURA 59 – LOCALIZAÇÃO DO PAE HSBC OSTEN FERRAGENS DA RUA JOÃO BETTEGA.....	113
FIGURA 60 – ÁREA DE ABRANGÊNCIA DAS AGÊNCIAS HSBC 5 E 7 COM OS DIAGRAMAS VOSB E VPCB COM BANCOS CONCORRENTES E PAE’S HSBC	116
FIGURA 61 – ÁREA DE ABRANGÊNCIA DA AGÊNCIA HSBC 4 E 25 COM O DIAGRAMA VOSB E VPCB COM BANCOS CONCORRENTES E PAE’S HSBC	117
FIGURA 62 – COMPARATIVO DAS ÁREAS DE ABRANGÊNCIA COM OS DIAGRAMAS VOSB E VPCB	119
FIGURA 63 – COMPARATIVO DAS ÁREAS DE ABRANGÊNCIA COM OS DIAGRAMAS VOSB E VPCB PARA A AGÊNCIA HAUER.....	121
FIGURA 64 – DIAGRAMA DE VORONOI COM A SEM A CONSIDERAÇÃO DOS PONTOS DE PASSAGEM.....	122

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – RESUMO DO DESENVOLVIMENTO DOS ESTUDOS DE LOCALIZAÇÃO.....	54
QUADRO 2 – BARREIRAS LINEARES E FECHADAS CONSIDERADAS NO MUNICÍPIO DE CURITIBA (PR)	67
QUADRO 3 – VARIÁVEIS QUE CARACTERIZAM OS PONTOS GERADORES.....	72
QUADRO 4 – MATRIZ DE DADOS FINAL DOS PONTOS GERADORES	73
QUADRO 5 – COMPONENTES PRINCIPAIS DAS VARIÁVEIS EMPREGADAS NO ESTUDO.....	74
QUADRO 6 – FATORES ROTACIONADOS DAS VARIÁVEIS EMPREGADAS NO ESTUDO.....	75
QUADRO 7 – ESCORES BRUTOS PARA OS PONTOS GERADORES	75
QUADRO 8 – PESOS DOS PONTOS GERADORES	76
QUADRO 9 – COORDENADAS UTM DO RETÂNGULO ENVOLVENTE.....	77
QUADRO 10 – ÁREAS DE ABRANGÊNCIA DAS 19 AGÊNCIAS GERADAS COM O <i>SOFTWARE</i> ARCGIS E O PROGRAMA DVO	84
QUADRO 11 – AGÊNCIAS DOS BANCOS CONCORRENTES COM MUDANÇA DE ÁREAS DE ABRANGÊNCIA COM OS DIAGRAMAS VOSB E VOCB	92
QUADRO 12 – QUANTITATIVOS DAS ÁREAS DE ABRANGÊNCIA DAS AGÊNCIAS HSBC, AGÊNCIAS CONCORRENTES E PAE’S HSBC COM OS DIAGRAMAS VOSB E VOCB.....	97
QUADRO 13 – AGÊNCIAS DOS BANCOS CONCORRENTES COM MUDANÇA DE ÁREAS DE ABRANGÊNCIA COM OS DIAGRAMAS VPSB E VPCB.....	101
QUADRO 14 – QUANTITATIVOS DAS ÁREAS DE ABRANGÊNCIA DAS AGÊNCIAS HSBC, AGÊNCIAS CONCORRENTES E PAE’S HSBC COM O DIAGRAMA VPSB E VPCB	106
QUADRO 15 – AGÊNCIAS DOS BANCOS CONCORRENTES COM MUDANÇAS DE ÁREAS DE ABRANGÊNCIA COM OS DIAGRAMAS VOSB E VPCB	111
QUADRO 16 – PAE’S HSBC COM MUDANÇAS DE ÁREAS DE ABRANGÊNCIA COM OS DIAGRAMAS VOSB E VPCB	112
QUADRO 17 – DIFERENÇAS PERCENTUAIS DAS ÁREAS DE ABRANGÊNCIA COM OS DIAGRAMAS VOSB E VPCB	114
QUADRO 18 – QUANTITATIVOS DAS ÁREAS DE ABRANGÊNCIA DAS AGÊNCIAS HSBC, AGÊNCIAS CONCORRENTES E PAE’S HSBC COM OS DIAGRAMAS VOSB E VPCB	118
QUADRO 19 – DESLOCAMENTO LINEAR DAS FRONTEIRAS DO DIAGRAMA DE VORONOI POR POTÊNCIA DA AGÊNCIA HAUER.....	120

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 DEFINIÇÃO DOS OBJETIVOS	15
1.1.1 Objetivo Geral	15
1.1.2 Objetivos Específicos	15
1.2 JUSTIFICATIVA	16
1.3 CONTRIBUIÇÃO DO ESTUDO	18
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO	19
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	20
2.1 DIAGRAMAS DE VORONOI	20
2.1.1 Conceitos Básicos.....	21
2.1.2 Diagrama de Voronoi Ordinário.....	23
2.1.3 Generalizações do Diagrama de Voronoi.....	24
2.1.3.1 Diagrama de Voronoi multiplicativamente ponderado	25
2.1.3.2 Diagrama de Voronoi por potência (<i>power Voronoi</i>)	26
2.1.4 Diagrama de Voronoi com obstáculos	27
2.1.4.1 Polígonos de visibilidade.....	29
2.1.4.2 Grafos de visibilidade.....	30
2.2 TEORIAS DA LOCALIZAÇÃO	33
2.2.1 A localização da atividade agrícola: von Thünen (1826).....	33
2.2.2 A localização da indústria: Weber (1909).....	36
2.2.3 O modelo de Hotelling (1929).....	39
2.2.4 O modelo gravitacional: Reilly (1929).....	40
2.2.5 A teoria do lugar central: Christaller (1933)	41
2.2.6 O modelo gravitacional: Huff (1964).....	43
2.3 DESENVOLVIMENTO DOS ESTUDOS SOBRE LOCALIZAÇÃO	44
2.4 ALGORITMOS.....	55
2.4.1 Algoritmo <i>Quickhull</i>	55
2.4.2 Algoritmo de Dijkstra.....	57
2.5 MÉTODO DA MALHA SOBRE UMA REGIÃO	59
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	63
3.1 MATERIAIS	63
3.1.1 Dados.....	63
3.1.2 <i>Softwares</i>	63
3.1.3 Equipamento.....	64
3.2 MÉTODOS	64
3.2.1 Barreiras lineares e fechadas	67
3.2.2 Geocodificação	70
3.2.3 Variáveis que caracterizam os pontos geradores.....	72
3.2.4 Ponderação dos pontos geradores.....	72
3.2.5 Implementação do diagrama de Voronoi com obstáculos (DVO)	77
4 EXPERIMENTOS E ANÁLISES DOS RESULTADOS.....	80
4.1 EXPERIMENTOS.....	80
4.2 ANÁLISES DOS RESULTADOS.....	87
4.2.1 Voronoi ordinário sem e com barreiras	88

4.2.2 Voronoi por potência sem e com barreiras.....	97
4.2.3 Voronoi ordinário sem barreiras e por potência com barreiras	108
5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	123
5.1 CONCLUSÕES.....	1233
5.2 RECOMENDAÇÕES.....	127
REFERÊNCIAS	129
APÊNDICE A – ENDEREÇOS DAS AGÊNCIAS DO BANCO HSBC EM CURITIBA (PR)	134
APÊNDICE B – LOCALIZAÇÃO DOS BANCOS CONCORRENTES NAS ÁREAS DE ABRANGÊNCIA DAS AGÊNCIAS HSBC PELO DIAGRAMA DE VORONOI ORDINÁRIO SEM E COM BARREIRAS	135
APÊNDICE C – LOCALIZAÇÕES DOS PAE’S HSBC NAS ÁREAS DE ABRANGÊNCIA DAS AGÊNCIAS HSBC PELO DIAGRAMA DE VORONOI ORDINÁRIO SEM E COM BARREIRAS.....	139
APÊNDICE D – LOCALIZAÇÃO DOS BANCOS CONCORRENTES NAS ÁREAS DE ABRANGÊNCIA DAS AGÊNCIAS HSBC PELO DIAGRAMA DE VORONOI POR POTÊNCIA SEM E COM BARREIRAS	140
APÊNDICE E – LOCALIZAÇÕES DOS PAE’S HSBC NAS ÁREAS DE ABRANGÊNCIA DAS AGÊNCIAS HSBC PELO DIAGRAMA DE VORONOI POR POTÊNCIA SEM E COM BARREIRAS.....	144
APÊNDICE F – LOCALIZAÇÃO DOS BANCOS CONCORRENTES NAS ÁREAS DE ABRANGÊNCIA DAS AGÊNCIAS HSBC PELO DIAGRAMA DE VORONOI ORDINÁRIO SEM BARREIRAS E POR POTÊNCIA COM BARREIRAS.....	145
APÊNDICE G – LOCALIZAÇÕES DOS PAE’S HSBC NAS ÁREAS DE ABRANGÊNCIA DAS AGÊNCIAS HSBC PELO DIAGRAMA DE VORONOI ORDINÁRIO SEM BARREIRAS E POR POTÊNCIA COM BARREIRAS	150
APÊNDICE H – CONCEITOS PARA ANÁLISE ESTATÍSTICA	151
APÊNDICE I – DESLOCAMENTO LINEAR DAS FRONTEIRAS DO DIAGRAMA DE VORONOI POR POTÊNCIA	153
APÊNDICE J – GRAFO DE VISIBILIDADE	155
ANEXO A – MATRIZ DE DADOS DOS PONTOS GERADORES.....	156

1 INTRODUÇÃO

Apesar dos estudos sobre localização terem começado no início do século XIX, o interesse pela Economia da Localização e das regiões é relativamente recente, concentrada nos últimos quarenta anos. Fürst, Klemmer e Zimmermann (1983) destacam a existência de uma tradição de pesquisa regional citando von Thünen em 1826, mas complementam ao afirmar que a maioria dos cientistas econômicos pouco interesse demonstravam pelas questões teóricas da economia espacial.

A teoria econômica tradicional ignorava os aspectos espaciais, o tempo era considerado como dimensão crítica na análise econômica. Richardson (1975, p. 15) cita que “embora os economistas clássicos escrevessem sobre a sequência evolutiva da atividade econômica, sua análise formal se relacionava principalmente com um mundo estático, não espacial. (...) Eles reconheceram explicitamente o significado do elemento tempo na análise econômica, mas o reconhecimento dos fatores espaço e distância ficou implícito. (...) a análise dos problemas espaciais foi negligenciada durante muitas décadas”.

Disciplinas como Geografia, Sociologia e Demografia desenvolveram interesse pelos problemas espaciais antes da Economia. De acordo com Richardson (1975, p. 16-18) o desenvolvimento de um novo campo de estudos denominado “Ciência Regional” reflete as vantagens de uma abordagem interdisciplinar no estudo dos problemas locais e regionais.

Muitos são os desdobramentos a partir das teorias da localização. Os modelos clássicos de von Thünen, Alfred Weber, Christaller, Reilly, Huff e Hotelling definem e sistematizam os conceitos básicos necessários para o entendimento das decisões de localização, que são cruciais para o desempenho e a sobrevivência das empresas em qualquer setor. Devido à diversidade de fatores que envolvem a questão da localização, seus estudos são considerados complexos. As diversas pesquisas, nas mais variadas áreas, como Engenharia, Administração e Economia, destacam a sua importância.

Lopes (2001) afirma que nada se localiza por acaso, seja a cidade, a fábrica, a habitação, o supermercado, o cinema. Toda e qualquer localização é objeto de um

processo de decisão que, não raro, procura maximizar um valor, um rendimento, ou uma utilização; outras vezes pretende minimizar esforços, despesas e custos. Contudo, esse processo decisório é abordado por Lopes como extremamente complexo, devido a fatores de origens diversas como, por exemplo, indivíduos, empresas e governos.

Um tópico importante no estudo da localização geográfica de um ponto é a determinação de sua área de abrangência. As áreas de abrangência podem ser definidas através de estruturas geométricas denominadas diagramas de Voronoi, também chamados de polígonos de Thiessen. Os diagramas de Voronoi permitem a subdivisão das regiões em um conjunto de áreas de abrangência, a fim de estabelecer relações de proximidades, por exemplo, de uma empresa com seus clientes, fornecedores e concorrentes. Diversos estudos foram realizados com a utilização dos diagramas de Voronoi para a determinação de áreas de abrangência de supermercados, hospitais, escolas e telecomunicação, o que comprovam suas amplas possibilidades de aplicação (BOOTS; SOUTH, 1997; REZENDE *et al.*, 2000; LOBO, 2003; ARAGÃO, 2005; SUBRATA; ZOMAYA, 2003). A determinação de áreas de abrangência com os diagramas de Voronoi ainda requer estudos que considerem os obstáculos, isto é, barreiras lineares como rodovias e rios e barreiras fechadas como parques, bosques e lagos, concomitantemente.

Se áreas de abrangência forem determinadas considerando o diagrama de Voronoi com obstáculos lineares e fechados, concomitantemente, então as mesmas corresponderão à realidade topográfica das cidades, porque de acordo com Galvão (2003), uma área que contenha alguma forma de barreira, como uma grande avenida que impeça o cruzamento em determinados pontos, um parque onde normalmente não exista passagem para veículos, um lago dentro de uma região ou mesmo um rio que cruze uma região, as mesmas devem ser tratadas através de distâncias que compensem seu contorno ou transposição. Se tais barreiras forem consideradas, as fronteiras do diagrama de Voronoi se modificam sensivelmente.

Na década de 70, foram feitas algumas generalizações do diagrama de Voronoi que incluem pesos. Com os diagramas de Voronoi generalizado é definida uma distância, denominada distância ponderada (OKABE; BOOTS; SUGIHARA, 1992). Novaes *et al.* (2009) citam que a utilização de diagramas generalizados

apresenta vantagens quando comparados a divisões tradicionais como o diagrama de Voronoi ordinário, que não faz uso de pesos. Os autores ainda destacam que as possibilidades de aplicações dos diagramas generalizados em problemas reais são amplas.

Diversos estudos determinaram áreas de abrangência com a utilização de diagramas de Voronoi generalizados (BOOTS; SOUTH, 1997; REZENDE *et al.*, 2000; GONÇALVES; MENDES, 2002; GALVÃO, 2003; SILVA, 2004; ARAGÃO, 2005; GALVÃO *et al.*, 2006; CONTRI, 2007; NOVAES *et al.*, 2009). Contudo, os autores apontam como limitações em seus estudos o fato de utilizarem somente uma variável como fator de ponderação ou análise estatística por meio de componentes principais. A fim de contornar essa limitação, é possível utilizar métodos estatísticos multivariados, que constituem um conjunto de procedimentos utilizados em situações nas quais várias características são medidas simultaneamente em cada ponto de interesse, como por exemplo, instituições bancárias, supermercados e escolas.

O que se propõe nesta pesquisa é a determinação de áreas de abrangência de pontos pelo diagrama de Voronoi com obstáculos. Será feito um estudo das variáveis que caracterizam esses pontos e a sua ponderação por meio de técnicas de análise multivariada.

1.1 DEFINIÇÃO DOS OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Determinar áreas de abrangência de pontos com o diagrama de Voronoi considerando barreiras lineares e barreiras fechadas, concomitantemente, a fim de que as mesmas correspondam à realidade topográfica das cidades.

1.1.2 Objetivos Específicos

- a) Determinar as variáveis que caracterizam os pontos geradores;
- b) Ponderar os pontos geradores por meio de técnicas de análise multivariada;

- c) Implementar computacionalmente o diagrama de Voronoi utilizando dados reais e considerando barreiras lineares e fechadas;
- d) Efetuar análise espacial das áreas de abrangência a partir do diagrama de Voronoi ordinário e por potência (*power* Voronoi) comparando os mapas gerados com e sem as barreiras lineares e fechadas;
- e) Analisar os resultados obtidos.

1.2 JUSTIFICATIVA

Atualmente, os estudos que visam à determinação de áreas de abrangência apresentam limitações, pois não consideram os obstáculos. Entenda-se por obstáculos, as barreiras lineares (rodovias e rios) e as barreiras fechadas (parques, bosques, lagos entre outras). As barreiras correspondem às feições geográficas que se encontram entre uma linha reta que une um ponto de origem e um ponto de destino, que não podem ser transpostas por meio de caminhada ou com a utilização de veículos de transporte motorizado ou não. Qualquer barreira deve ser tratada através de distâncias que compensem o seu contorno ou transposição.

A não consideração das barreiras lineares e fechadas na determinação de áreas de abrangência pode comprometer as análises espaciais com respeito à prospecção de novos clientes, proximidades com concorrentes, ampliação ou redução da rede de atendimento, bem como na escolha da melhor localização de um novo ponto comercial (CARNASCIALI, 2007). Por outro lado, a determinação de áreas de abrangência com a consideração das mesmas, aprimoram as análises espaciais, pois evitam conclusões incorretas pelos usuários, bem como os auxilia na tomada de decisões.

De maneira a exemplificar o problema apresentado, mesmo sem considerar toda a sua complexidade, foram determinadas as áreas de abrangência das agências do Banco HSBC do município de Curitiba (PR) pelo diagrama de Voronoi multiplicativamente ponderado (VMP) FIGURA 1. Para traçar esse diagrama foi utilizado o *software* WVD20 (MU, 2008) disponibilizado pela Dra. Lan Mu da Universidade da Georgia (USA). O *software* WVD20 determina as áreas de

abrangência sem a consideração das barreiras lineares e fechadas. Adotou-se como variável de ponderação a área das agências em m². Essa variável foi usada para uma primeira avaliação de áreas de abrangência.

A área de abrangência da Agência Comendador Araújo, destacada em azul na FIGURA 1 indica que clientes localizados até mesmo nos extremos do município se deslocariam para ser atendidos por essa agência, o que de fato não acontece na prática, pois o cliente considera os obstáculos, bem como as possibilidades de contorno e transposição dos mesmos, visando percorrer a menor distância.

Por exemplo, o cliente representado pelo símbolo pontual (estrela), precisaria contornar ou transpor o rio e a rodovia para se dirigir até a Agência Comendador Araújo, considerados esses obstáculos a agência mais próxima corresponderia a Agência Ceasa Curitiba e não a Agência Comendador Araújo.

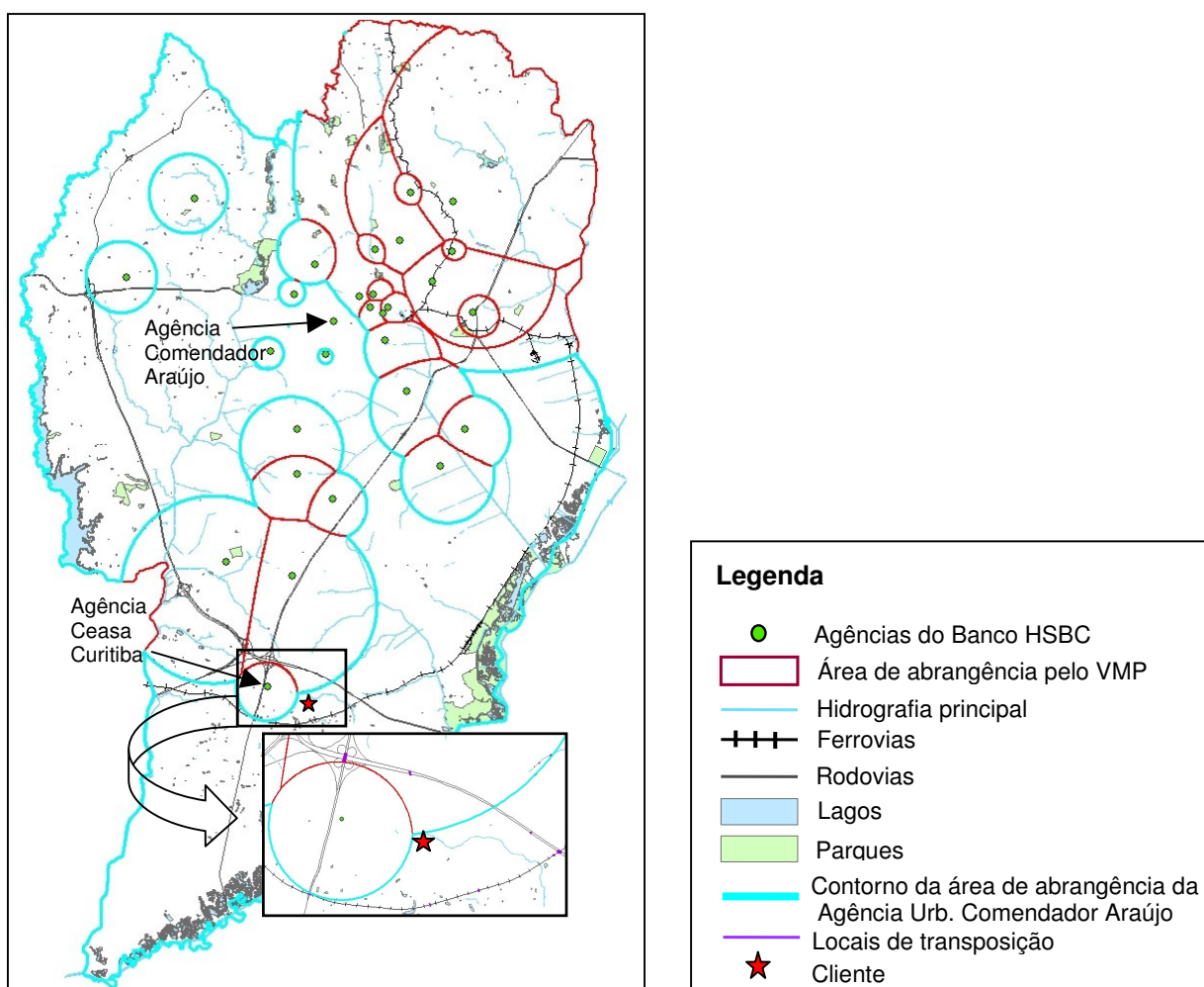


FIGURA 1 – EXEMPLO DE ÁREA DE ABRANGÊNCIA - VORONOI MULTIPLICATIVAMENTE PONDERADO PARA O BANCO HSBC
FONTE: A autora (2008)

1.3 CONTRIBUIÇÃO DO ESTUDO

Para gerar as contribuições desta pesquisa foi necessário estudar a literatura de diferentes áreas de conhecimento como Cartografia (Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e análise espacial), Economia Regional (modelos clássicos de localização), Estatística (análise multivariada), Matemática (técnicas de otimização) e Geometria Computacional (diagramas de Voronoi e fechos convexos).

Diversos estudos apresentam como proposta a determinação de áreas de abrangência de lojas de varejo, hospitais públicos, unidades de educação entre outros. Os autores destacam a importância da consideração das barreiras lineares e fechadas, entretanto as mesmas não são por eles consideradas (BOOTS; SOUTH, 1997; REZENDE *et al.*, 2000; GONÇALVES; MENDES, 2002; LOBO, 2003; GALVÃO, 2003; SILVA, 2004; ARAGÃO, 2005; GALVÃO *et al.*, 2006; CONTRI, 2007; NOVAES *et al.*, 2009).

Diante dessa constatação, esta pesquisa contribui no aprimoramento das análises espaciais com respeito às relações de proximidades por exemplo, de uma empresa com seus clientes, fornecedores e concorrentes, pois considera as barreiras lineares e fechadas, concomitantemente.

Tanto os *softwares* comerciais como os acadêmicos, que possibilitam a determinação de áreas de abrangência pelo diagrama de Voronoi, não consideram as barreiras lineares e fechadas. Diante disso, nesta pesquisa, destaca-se também como contribuição a implementação computacional do diagrama de Voronoi ordinário e por potência com e sem a consideração das barreiras lineares e fechadas.

Ainda como contribuições para a sociedade, isto é, empresas de qualquer setor, tais como, instituições bancárias e de ensino, hospitais, *shopping centers* e agências de correio, destaca-se o auxílio nas estratégias e tomada de decisão.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

No capítulo 2 é feita uma revisão sobre o conceito de diagramas de Voronoi, incluindo o ordinário, o multiplicativamente ponderado, por potência (*power* Voronoi) e com obstáculos, bem como os modelos clássicos da teoria da localização e o desenvolvimento dos estudos sobre localização. Finalizando o capítulo, são apresentados os algoritmos *Quickhull* e de Dijkstra e o método da malha sobre uma região. No capítulo 3 constam os materiais e os métodos empregados para a realização da pesquisa, com considerações sobre as barreiras lineares e fechadas, o processo de geocodificação, a seleção das variáveis que caracterizam os pontos geradores, a ponderação dos mesmos por meio de técnicas de análise multivariada e a implementação do diagrama de Voronoi com obstáculos. No capítulo 4 são apresentados os experimentos e as análises dos resultados. O capítulo 5 consiste das conclusões e recomendações para trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A fundamentação teórica aborda os conceitos básicos sobre os diagramas de Voronoi, as suas generalizações, bem como o diagrama de Voronoi com obstáculos. Na sequência são apresentadas as teorias da localização e o desenvolvimento dos estudos sobre localização. O capítulo finaliza com os algoritmos *Quickhull* e de Dijkstra e com o método da malha sobre uma região para a determinação do diagrama de Voronoi ordinário e por potência (*power Voronoi*).

2.1 DIAGRAMAS DE VORONOI

O diagrama de Voronoi para um conjunto de pontos de interesse (pontos geradores) é um conjunto de células, uma para cada ponto gerador, de modo que cada célula contém todos os pontos mais próximos de seu ponto gerador do que de qualquer outro ponto gerador (PREPARATA; SHAMOS, 1985; AURENHAMMER, 1991).

Um breve histórico sobre os diagramas de Voronoi é apresentado em Okabe, Boots e Sugihara (1992). Segundo os autores, Descartes utilizou diagramas, com os quais o de Voronoi se assemelha, para demonstrar a disposição do Sistema Solar e seus arredores. Seus trabalhos *Le Monde de Mr Descartes* (escrito entre 1629 e 1633) e a Parte III do livro *Principia Philosophiae*, foram publicados em 1644.

Os primeiros estudos que exibiram polígonos na forma do diagrama foram realizados pelos matemáticos Dirichlet e Voronoi em 1850 e 1908, respectivamente. Dirichlet apresentou o conceito do que viria a ser o diagrama de Voronoi para duas e três dimensões. Voronoi generalizou o conceito para m dimensões.

Os diagramas de Voronoi foram desenvolvidos em duas outras áreas, além da Matemática. Na Meteorologia, em 1911, quando Thiessen empregou o diagrama para estimar com melhor precisão as médias regionais de precipitação de chuva e a segunda, que envolve a estimação de reservas de depósitos de minério, a partir de informações obtidas de perfurações do solo (OKABE; BOOTS; SUGIHARA, 1992).

Em 1917, Horton, ao apreciar o trabalho de Thiessen, reivindica o desenvolvimento independente do procedimento, exatamente no mesmo contexto.

Todavia, em 1929, Whitney refere-se ao procedimento como método de Thiessen e desde então o termo polígono de Thiessen é o mais utilizado em aplicações nas áreas de Meteorologia e Geografia (OKABE; BOOTS; SUGIHARA, 1992).

As primeiras aplicações de diagramas de Voronoi ocorreram nas áreas de Cristalografia, Meteorologia, Mineralogia e Química. Paralelamente, foram utilizados para determinar áreas de fronteiras entre centros comerciais (OKABE; BOOTS; SUGIHARA, 1992).

Apesar das aplicações em campos bastante diversos, o uso da metodologia de diagramas de Voronoi era limitado devido à dificuldade de construção usando régua e compasso (AICHHOLZER; AURENHAMMER, 2002). Com o avanço da computação científica algoritmos foram desenvolvidos para permitir a construção dos diagramas de Voronoi. Para maiores detalhes sobre os algoritmos, pode-se consultar Okabe, Boots e Sugihara (1992).

2.1.1 Conceitos Básicos

Dado um conjunto finito de dois ou mais pontos distintos no plano Euclidiano, e dado um ponto fixo qualquer, será assumido que toda localização desse ponto no plano está associada ao elemento mais próximo no conjunto de pontos (OKABE; BOOTS; SUGIHARA, 1992; BAILEY; GATRELL, 1995).

A definição acima pode ser exemplificada com a FIGURA 2. Considerando-se o conjunto $P = \{p_1, p_2, p_3, p_4, p_5, p_6\}$, o ponto p é associado ao conjunto da figura geométrica que forma um pentágono. O pentágono é um polígono fechado e corresponde a uma célula do diagrama de Voronoi. Essa célula contém todos os pontos mais próximos de p_1 do que de qualquer outro ponto (p_2, p_3, p_4, p_5 e p_6).

Ainda, de acordo com a FIGURA 2, p_1, p_2, p_3, p_4, p_5 e p_6 são denominados pontos geradores do diagrama de Voronoi, v_1, v_2, v_3, v_4 e v_5 correspondem aos vértices do mesmo. Por definição, de acordo com Aurenhammer (1991), uma linha entre duas células de Voronoi é equidistante a dois pontos geradores.

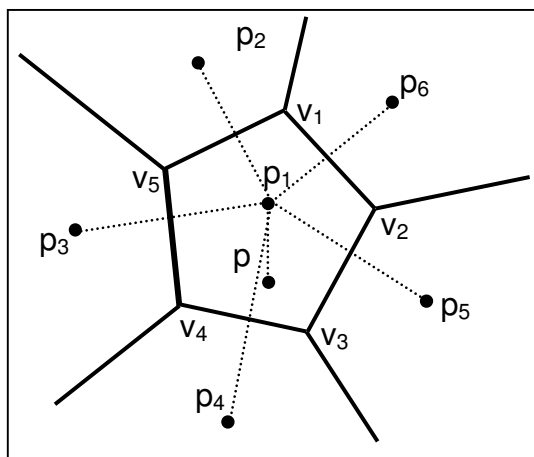


FIGURA 2 – DIAGRAMA DE VORONOI

FONTE: Adaptado de OKABE; BOOTS; SUGIHARA (1992)

Segundo Preparata e Shamos (1985), Okabe, Boots e Sugihara (1992) e Shah (2001), o diagrama de Voronoi e a triangulação de Delaunay são duais, isto é, o diagrama pode ser construído a partir dessa triangulação e vice-versa. Os pontos geradores do diagrama de Voronoi correspondem aos vértices dos triângulos de Delaunay, e os vértices de cada célula de Voronoi correspondem aos baricentros dos triângulos de Delaunay (FIGURA 3).

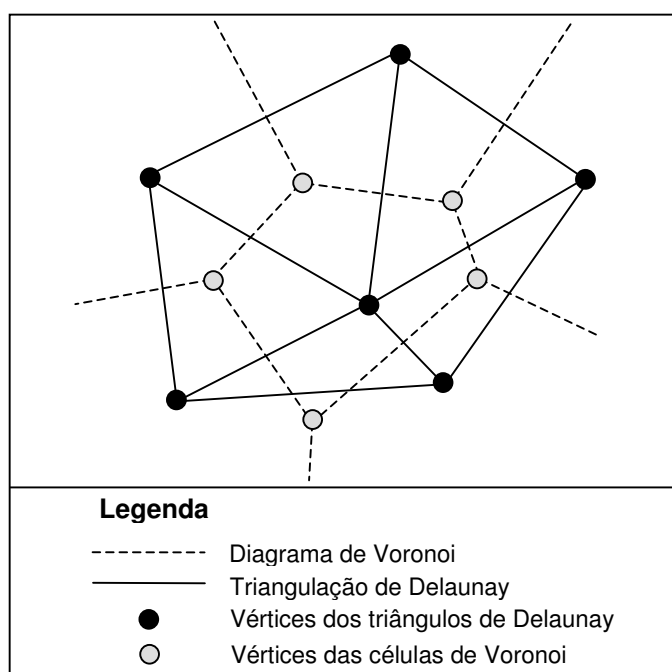


FIGURA 3 – DIAGRAMA DE VORONOI E TRIANGULAÇÃO DE DELAUNAY

FONTE: Adaptado de WORBOYS; DUCKHAM (2004)

Uma linha, na triangulação de Delaunay, faz conexão dos vértices com as células de Voronoi adjacentes. Na triangulação de Delaunay todos os triângulos são definidos por três pontos, de tal forma que um círculo passando por estes três pontos não inclua nenhum outro ponto (exceto no caso de pontos cocirculares) (FIGURA 4). Esta propriedade é denominada de propriedade do círculo vazio (AURENHAMMER, 1991; WORBOYS, 1995).

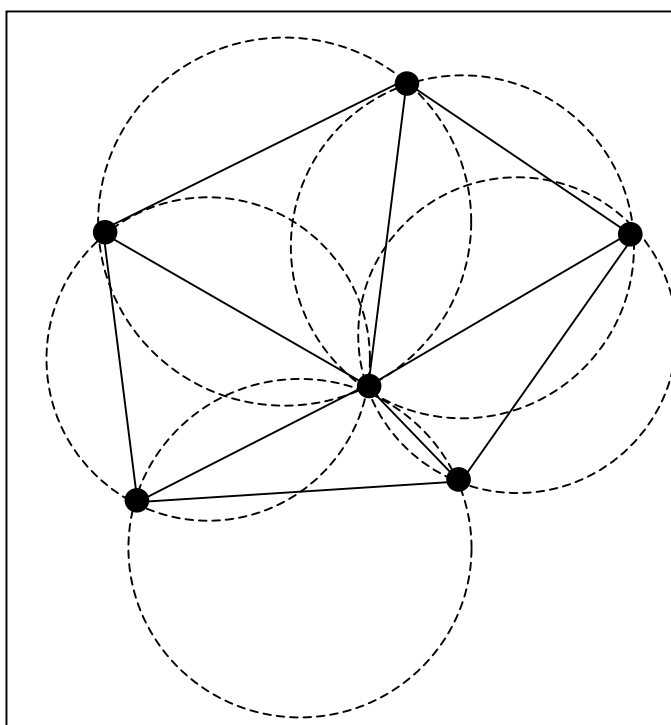


FIGURA 4 – CÍRCULOS VAZIOS DA TRIANGULAÇÃO DE DELAUNAY
 FONTE: Adaptado de WORBOYS; DUCKHAM (2004)

Nesta pesquisa, a construção dos diagramas de Voronoi é feita independentemente da triangulação de Delaunay. Para um aprofundamento dos conceitos sobre a triangulação, ver Aurenhammer (1991) e Suzuki e Okabe (1995).

2.1.2 Diagrama de Voronoi Ordinário

O diagrama de Voronoi ordinário é o mais simples e muitas vezes é chamado apenas de diagrama de Voronoi. De acordo com Okabe, Boots e Sugihara (1992), a formulação matemática para este conceito é:

Seja $P = \{p_1, p_2, p_3, p_4, \dots, p_n\}$ um conjunto de pontos no plano euclidiano, com $2 \leq n < \infty$. Cada ponto p_i tem coordenadas cartesianas (x_i, y_i) e $p_i \neq p_j$ para $i \neq j$, i e $j \in \{1, 2, \dots, n\}$. Toma-se um ponto p qualquer do plano Euclidiano com coordenadas (x, y) . A distância euclidiana de p até p_i é dada por:

$$d(p, p_i) = \sqrt{(x_i - x)^2 + (y_i - y)^2} = \|p - p_i\| \quad (2.1)$$

Se $d(p, p_i) \leq d(p, p_j)$, com $j \neq i$, o ponto p é designado para p_i e a região $V(p_i)$ chamada região de Voronoi associada ao ponto p_i é definida por:

$$V(p_i) = \{p \text{ tal que } d(p, p_i) \leq d(p, p_j), \text{ para } j \neq i\} \quad (2.2)$$

Ao diagrama V gerado por P chama-se diagrama de Voronoi, dado por:

$$V = \{V(p_1), V(p_2), \dots, V(p_n)\} \quad (2.3)$$

Denomina-se p_i de ponto gerador e o conjunto $P = \{p_1, p_2, p_3, p_4, \dots, p_n\}$ corresponde ao conjunto gerador do diagrama de Voronoi V . No diagrama de Voronoi ordinário assume-se que os pontos geradores têm o mesmo peso e sua construção depende apenas da distância entre eles.

2.1.3 Generalizações do Diagrama de Voronoi

Na década de 70, foram feitas algumas generalizações do diagrama de Voronoi que incluem pesos (OKABE; BOOTS; SUGIHARA, 1992). Em algumas aplicações práticas, é mais apropriado assumir que os pontos geradores tenham pesos diferentes, que refletem a propriedade variável dos mesmos, como por exemplo, o tamanho da população de um povoado (GALVÃO, 2003).

A concepção do diagrama de Voronoi ponderado é análoga à do diagrama ordinário. Parte-se do conjunto de pontos geradores $P = \{p_1, p_2, p_3, p_4, \dots, p_n\} \subset \mathbb{R}^m$, com $2 \leq n < \infty$ e um peso (item 3.2.4) associado a cada p_i . Esse peso é representado

por um conjunto de parâmetros $W = \{w_1, w_2, \dots, w_n\}$. Com esse peso é definida uma distância $d_w(p, p_i)$ de p para p_i , denominada distância ponderada. A região de domínio de p_i sobre p_j , com a distância ponderada é escrita como:

$$Dom(p_i, p_j) = \{p \text{ tal que } d_w(p, p_i) \leq d_w(p, p_j), \text{ com } i \neq j\} \quad (2.4)$$

e a região de Voronoi ponderada $V(p_i)$ associada ao ponto p_i é a interseção das regiões de domínio de p_i sobre todos os p_j , ou seja,

$$V(p_i) = \bigcap_{\forall j \neq i} Dom(p_i, p_j) \quad (2.5)$$

Existem diferentes formas de calcular a distância ponderada o que resulta em variações nas formas das regiões de domínio associadas a p_i . Para cada uma das diferentes formas, o diagrama recebe um nome, como por exemplo, diagrama de Voronoi multiplicativamente ponderado e Voronoi por potência (*power Voronoi*) apresentados a seguir.

2.1.3.1 Diagrama de Voronoi multiplicativamente ponderado

De acordo com Okabe, Boots e Sugihara (1992), esse diagrama é caracterizado pela distância ponderada $d_{mw}(p, p_i)$ dada por:

$$d_{mw}(p, p_i) = \frac{1}{w_i} d(p, p_i) \quad w_i > 0 \quad (2.6)$$

onde $d(p, p_i)$ é a distância euclidiana do ponto p ao ponto gerador p_i e w_i é o peso associado ao ponto gerador p_i (item 3.2.4).

A região de Voronoi multiplicativamente ponderado $V_{mw}(p_i)$ associada ao ponto p_i é definida como segue:

$$V_{mw}(p_i) = \{p \text{ tal que } d_{mw}(p, p_i) \leq d_{mw}(p, p_j), \text{ com } j \neq i, j \in \{1, 2, \dots, n\}\} \quad (2.7)$$

e a região de domínio $Dom_{mw}(p_i, p_j)$ do ponto gerador p_i ao ponto gerador p_j é definida pelo conjunto de pontos que está mais próximo de p_i do que de p_j , considerando-se a d_{mw} , ou seja

$$Dom_{mw}(p_i, p_j) = \{p \text{ tal que } d_{mw}(p, p_i) \leq d_{mw}(p, p_j), \text{ com } j \neq i\} \quad (2.8)$$

De acordo com a FIGURA 5, é possível observar algumas propriedades geométricas desse diagrama. Os números entre parênteses representam os pesos associados aos pontos geradores p_i . Tem-se então que $V(p_1)$ não é convexo, $V(p_2)$ está contido em $V(p_3)$ ou $V(p_3)$ tem um *hole* (abertura) e $V(p_4)$, indicado pela região sombreada, não é conectado.

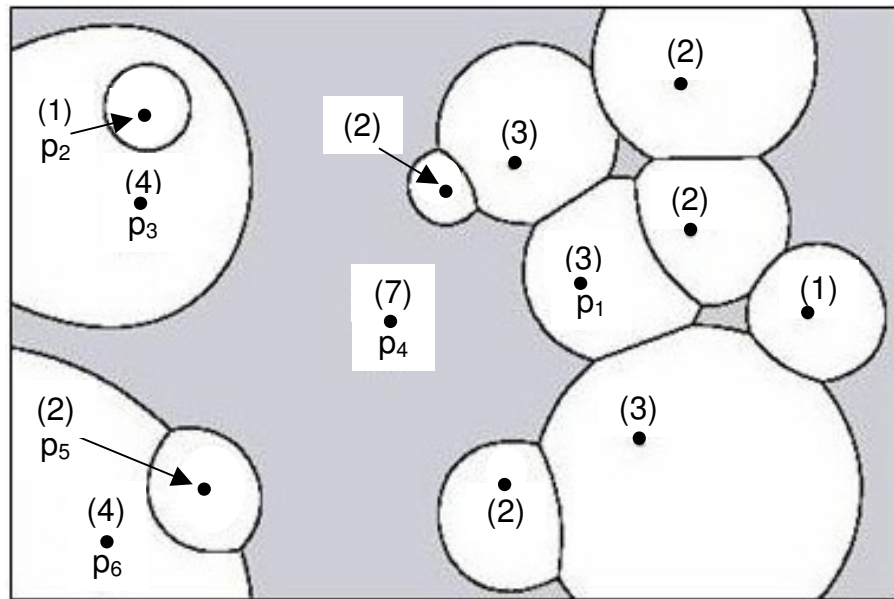


FIGURA 5 – DIAGRAMA DE VORONOI MULTIPLICATIVAMENTE PONDERADO

FONTE: Adaptado de OKABE; BOOTS; SUGIHARA (1992)

2.1.3.2 Diagrama de Voronoi por potência (*power Voronoi*)

Segundo Okabe, Boots e Sugihara (1992), esse diagrama é caracterizado pela distância ponderada dada por:

$$d_{pw}(p, p_i) = \|p - p_i\|^2 - w_i \quad (2.9)$$

A região de domínio de p_i sobre p é escrita como segue:

$$Dom_{pw}(p_i, p_j) = \{p \text{ tal que } \|p - p_i\|^2 - w_i \leq \|p - p_j\|^2 - w_j \mid j \neq i\} \quad (2.10)$$

Quando w_i e w_j são iguais a zero, a fronteira entre as duas regiões de Voronoi coincide com a mediatriz da reta que une os dois pontos geradores. Ao variar w_i e w_j , há um deslocamento linear em direção ao mais baixo valor de w (SILVA, 2004).

Na FIGURA 6 é mostrado um exemplo de diagrama de Voronoi por potência. Os números entre parênteses representam os pesos associados aos pontos geradores p_i . Pode-se observar que as linhas que delimitam as regiões não são mais as mediatrizes dos segmentos que unem os pontos geradores de Voronoi, o tamanho da região varia conforme varia o peso dos pontos geradores. Nesse diagrama, as regiões de Voronoi associadas a cada ponto gerador são sempre convexas.

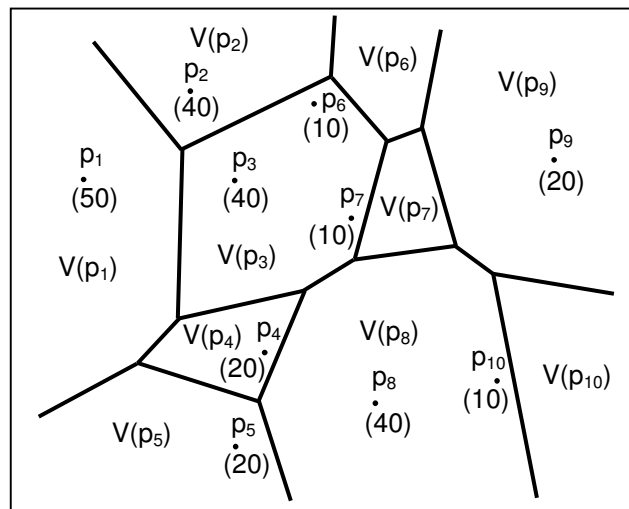


FIGURA 6 – DIAGRAMA DE VORONOI POR POTÊNCIA (POWER VORONOI)
FONTE: Adaptado de OKABE; BOOTS; SUGIHARA (1992)

2.1.4 Diagrama de Voronoi com obstáculos

O diagrama de Voronoi é definido em função da distância Euclidiana, assumindo-se, com isso, que seja sempre possível fazer uma ligação em linha reta entre quaisquer dois pontos do plano. Porém, em muitas aplicações reais isto não é aceitável. Por exemplo, uma região com obstáculos como parques e lagos, que não

possam ser atravessados. Se esses obstáculos se encontram entre a linha reta que une uma origem e um destino, pode-se presumir que exista uma maneira de contorná-lo. Quando isso ocorre, diz-se que o problema é com obstáculos (OKABE; BOOTS; SUGIHARA, 1992).

A FIGURA 7 ilustra o diagrama de Voronoi ordinário gerado a partir das agências do Banco HSBC no município de Curitiba (PR). Pode-se observar que não foram consideradas as barreiras lineares como rodovias (1) e rios (2), bem como as barreiras fechadas que correspondem aos parques Barigui (3) e Tingui (4), as fronteiras do diagrama sobrepõem tais barreiras. Com isso é possível constatar que a área de abrangência das agências não corresponde à realidade topográfica da cidade.

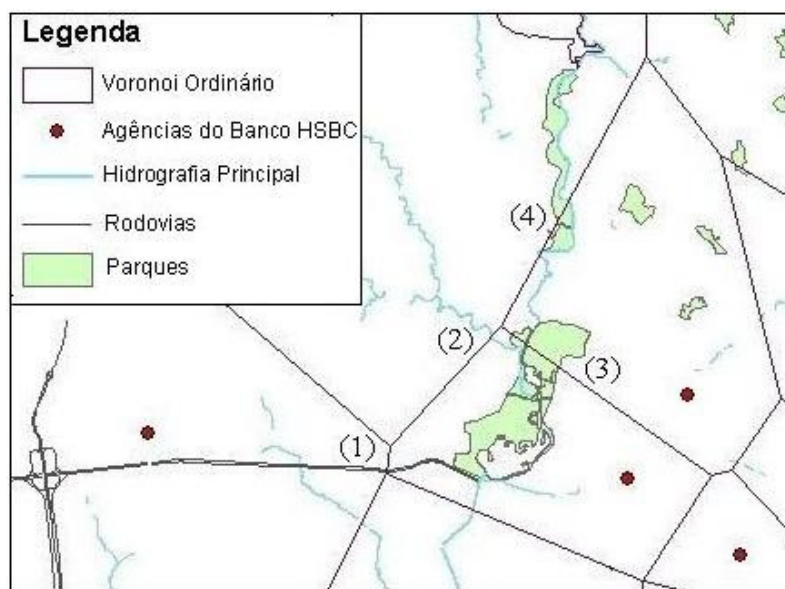


FIGURA 7 – DIAGRAMA DE VORONOI ORDINÁRIO E BARREIRAS LINEARES E FECHADAS

FONTE: A autora (2008)

Seja o conjunto de pontos geradores $P = \{p_1, p_2, p_3, p_4, \dots, p_n\} \subset \mathbb{R}^2$, com $2 \leq n < \infty$ e o conjunto de obstáculos $O = \{o_1, o_2, o_3, o_4, \dots, o_{n_o}\} \subset \mathbb{R}^2$, $1 \leq n < \infty$, que não podem ser transpostos diretamente. Assume-se que os obstáculos não podem ser sobrepostos ($o_i \cap o_j = \emptyset$, $i \neq j$), bem como que os pontos de P não podem situar-se sobre os obstáculos ($p_i \cap o_j = \emptyset$, $\forall j$). Os obstáculos são fechados e não contêm *holes* (aberturas), assume-se que os obstáculos são polígonos, não necessariamente convexos. A não existência de aberturas nos obstáculos pode ser relaxada, pois se uma região tem uma abertura e um único ponto gerador está contido nele, todos os pontos

que estiverem nele contidos serão designados a esse ponto gerador. Se existir mais de um ponto gerador alocado na abertura, o problema de Voronoi é resolvido internamente ao obstáculo (OKABE; BOOTS; SUGIHARA, 1992).

De acordo com a FIGURA 8 define-se a distância entre o ponto p e o ponto p_1 , pertencente ao conjunto gerador $P = \{p, p_1, p_2, p_3\}$, pelo comprimento do menor caminho contínuo possível que os conecte sem interceptar os obstáculos pertencentes ao conjunto $O = \{o_1, o_2\}$. Essa distância é denominada de *shortest-path* (distância do caminho mais curto) entre p e p_1 e denota-se por d_{sp} .

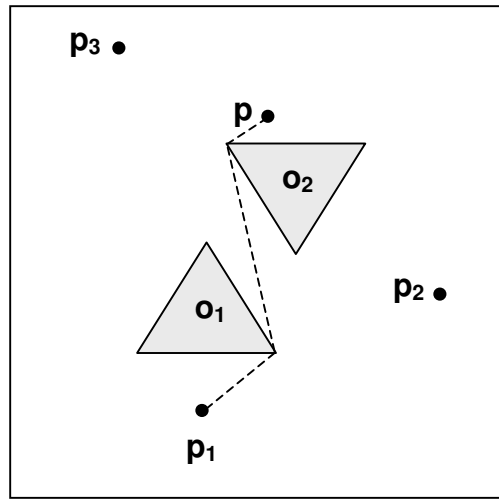


FIGURA 8 – DISTÂNCIA DO CAMINHO MAIS CURTO
FONTE: Adaptado de OKABE; BOOTS; SUGIHARA (1992)

A distância do caminho mais curto é obtida com os polígonos de visibilidade e com os grafos de visibilidade apresentados a seguir.

2.1.4.1 Polígonos de visibilidade

De acordo com Okabe, Boots e Sugihara (1992), um polígono de visibilidade, denotado por $VIS(p_i)$, com respeito a p_i , corresponde ao conjunto de pontos que são visíveis por p_i . $VIS(p_i)$ é definido pela expressão:

$$VIS(p_i) = \{p \text{ tal que } \overline{p_i p} \cap [O_j \setminus \partial O_j] = \emptyset, p \in R^2, j \in In_o\} \quad (2.11)$$

no qual:

$\overline{p_i p}$ = segmento;

$[O_j \setminus \partial O_j]$ = objeto restrito à fronteira, não ao interior do polígono; e

In_o = índice de nós do grafo.

A FIGURA 9 ilustra um polígono de visibilidade, representado pela área com hachuras, que está relacionada ao ponto gerador p_1 . Devido ao conjunto de obstáculos $O = \{o_1, o_2\}$, os pontos p e p_3 não são visíveis por p_1 . Já p_2 é visível por p_1 , pois não existem obstáculos entre eles, e ainda nesse caso a distância do caminho mais curto será dada diretamente pela distância euclidiana.

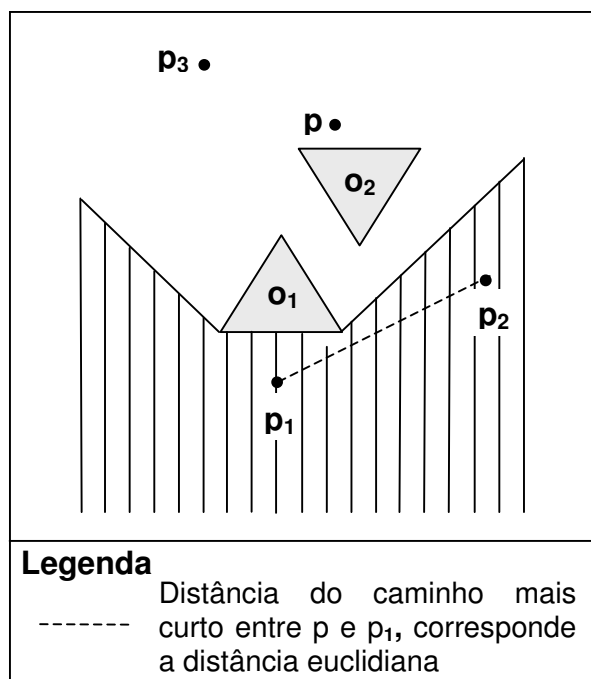


FIGURA 9 – POLÍGONO DE VISIBILIDADE

FONTE: Adaptado de OKABE; BOOTS; SUGIHARA (1992)

2.1.4.2 Grafos de visibilidade

Um grafo, denominado $G(Q, L)$, corresponde a um conjunto de nós Q , e arcos L (HOROWITZ; SAHNI, 1987; VILLAS *et al.*, 1993). Na FIGURA 10, os nós estão representados pelo conjunto $Q = \{q_1, q_2, q_3\}$ e os arcos pelo conjunto $L = \{L_1, L_2, L_3\}$.

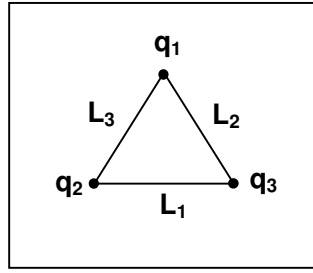


FIGURA 10 – GRAFO
FONTE: A autora (2008)

De acordo com Okabe, Boots e Sugihara (1992), o grafo de visibilidade é definido sobre um grafo. A FIGURA 11 ilustra o grafo (A) e o grafo de visibilidade (B) e assume-se que o conjunto $O = \{o_1, o_2\}$ não é transparente, ou seja, não permite visibilidade, por exemplo, entre p_1 e q_1 .

Considera-se que o arco visível L_{vis} é igual ao conjunto de segmentos de reta $\overline{q_i q_j}$ de tal modo que q_j seja visível por q_i , isto é:

$$L_{vis} = \{\overline{q_i q_j} \text{ tal que } q_j \in VIS(q_i), i < j; i, j \in In_o\} \quad (2.12)$$

a expressão (2.12) simboliza todas as linhas representadas na FIGURA 11 (B), sendo o conjunto de nós $Q = \{q_1, q_2, q_3, q_4, q_5, q_6, p_1, p\}$. Note-se que os segmentos em L_{vis} podem se interceptar.

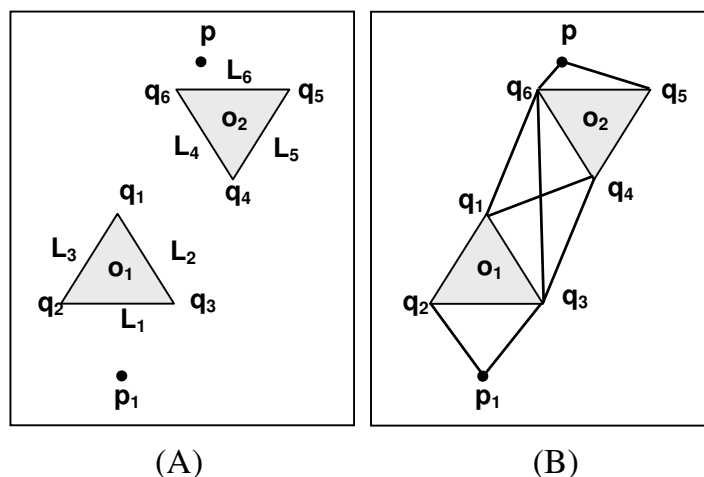


FIGURA 11 – GRAFO E GRAFO DE VISIBILIDADE
FONTE: Adaptado de OKABE; BOOTS; SUGIHARA (1992)

O grafo de visibilidade de $G(Q, L)$ é definido como um grafo composto de Q e L_{vis} e é denotado por $G(Q, L_{vis})$. Com o auxílio do grafo de visibilidade procura-se o

caminho mais curto entre pontos (OKABE; BOOTS; SUGIHARA, 1992). A FIGURA 12 ilustra o caminho mais curto entre p e p_1 .

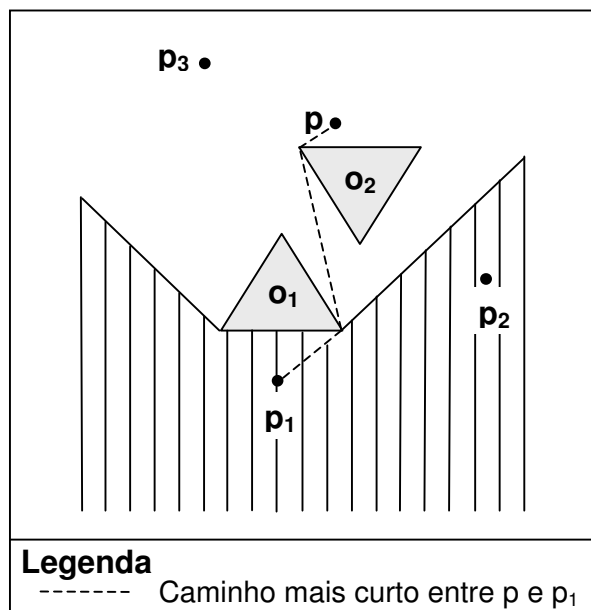


FIGURA 12 – CAMINHO MAIS CURTO ENTRE P E P_1
 FONTE: Adaptado de OKABE; BOOTS; SUGIHARA (1992)

Para facilidade de entendimento de como a distância do caminho mais curto é obtida com os polígonos de visibilidade e com os grafos de visibilidade, apresenta-se a sequência descrita em Okabe, Boots e Sugihara (1992):

- Considera-se o grafo $G(Q, L)$, o conjunto Q dado pelos nós dos obstáculos de O e pelos pontos de P e L , sendo L dado pelos arcos dos obstáculos (FIGURA 11 (A));
- Constrói-se o grafo de visibilidade $G(Q, L_{vis})$ (FIGURA 11 (B));
- Resolve-se o problema do caminho mais curto (utilizando-se um algoritmo como o de Dijkstra (CHRISTOFIDES; MINGOZZI; TOTH, 1979; CORMEN *et al.*, 2002), detalhado no item 2.4.2.

Assim, conhecida a definição da distância do caminho mais curto (d_{sp}), detalhada no item 2.1.4, define-se a região de Voronoi associada ao ponto gerador p_i :

$$V(p_i) = \{p \text{ tal que } d_{sp}(p, p_i) \leq d_{sp}(p, p_j) \text{ } j \neq i; j \in In_o\} \quad (2.13)$$

a qual é denominada região de Voronoi de caminho mais curto associada a p_i , ou simplesmente SP-região de Voronoi de p_i . O diagrama de Voronoi de caminho mais curto corresponde ao conjunto das SP-regiões de Voronoi e é dado por:

$$V(P, d_{sp}, R^2 \setminus O) = V_{sp} = \{V(p_1), V(p_2), \dots, V(p_n)\} \quad (2.14)$$

A FIGURA 13 ilustra um SP-diagrama de Voronoi gerado por p_1 , p_2 e p_3 considerando os obstáculos O_1 e O_2 .

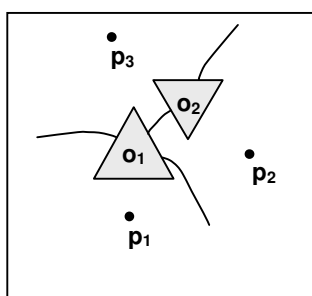


FIGURA 13 – SP-DIAGRAMA DE VORONOI COM OBSTÁCULOS
FONTE: Adaptado de OKABE; BOOTS; SUGIHARA (1992)

2.2 TEORIAS DA LOCALIZAÇÃO

Os modelos dos autores clássicos da teoria da localização são marcos teóricos importantes. Essas teorias buscam basicamente a resposta sobre onde um novo empreendimento tende a se localizar (NIJKAMP; MILLS, 1986). De acordo com Lemos (1998) para responder a essa questão, a teoria recorre ao paradigma neoclássico de equilíbrio. Nesse paradigma, a localização ótima para um empreendimento é aquela na qual há uma minimização dos custos e uma maximização dos lucros. Dentre as teorias de localização serão apresentadas as de von Thünen, Alfred Weber, Hotelling, Reilly, Christaller e Huff.

2.2.1 A localização da atividade agrícola: von Thünen (1826)

As idéias desenvolvidas pelo economista Johann-Heinrich von Thünen correspondem às primeiras preocupações sobre a influência da distância na organização espacial, com relação à localização da atividade agrícola. Seu trabalho

publicado em 1826 procura explicar a formação dos preços dos produtos agrícolas, bem como as leis que associam as variações nos preços aos padrões espaciais de utilização do solo. Lopes (2001, p. 160), ainda com respeito a essa questão esclarece

Admitindo-se que os produtos agrícolas são oferecidos no mercado em situação de concorrência, a produtividade, os custos de transporte e a procura, determinarão em conjunto, uma sucessão no espaço, não arbitrária, das áreas cultivadas. Como os custos de transporte aumentam com a distância, o afastamento do mercado determina a seleção das culturas, ou seja, as culturas com os menores custos de transporte, mão-de-obra e utilização menos extensiva do solo, estarão situadas mais longe do mercado. Por outro lado, produtos agrícolas com elevada produtividade por hectare, que não possam ser transportados facilmente ou se deterioreem com relativa facilidade, disputarão entre si o espaço que rodeia o mercado, tornando a renda desse solo naturalmente elevada dada a melhor acessibilidade ao local de venda.

O modelo teórico de von Thünen trata, portanto, da desconcentração das atividades agrícolas no espaço, supondo o espaço homogêneo quanto à fertilidade do solo e a facilidade de movimentação e que os agricultores produzem para abastecer um único mercado. O que determina a localização da produção em torno do mercado é a relação entre os custos de transporte e o valor atribuído ao uso da terra. De acordo com Souza (2002) a concorrência entre os agricultores para produzir mais próximo do centro, devido ao custo de transporte, provocará a elevação do preço da terra, o que faz com que se localizem perto do centro urbano as culturas que puderem pagar maior renda fundiária¹. Devido à homogeneidade que se considera do espaço econômico, serão formados anéis concêntricos de produção denominados “Anéis de Thünen”. De acordo com a FIGURA 14, os anéis mais próximos do centro (a e b) produzirão os bens de maior renda fundiária, ou seja, de maior rendimento físico por unidade de área e menor custo de transporte. No limite do último anel, a renda fundiária será zero. Estes estudos foram sintetizados na Teoria da Renda da Terra denominada “Anéis de Thünen”.

¹ Para maior esclarecimento ver FLICHMAN, G. **Sobre a teoria da renda fundiária**. *Estudos CEBRAP*, São Paulo, (20): 29-73, abr/jun.1977.

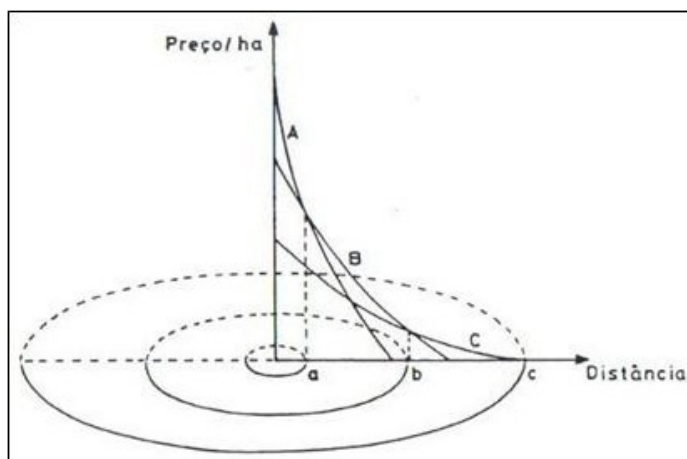


FIGURA 14 – A OCUPAÇÃO DO SOLO (VON THÜNEN)
 FONTE: LOPES (2001)

De acordo com Lopes (2001), os padrões de utilização do solo com regularidade concêntrica não são frequentes ou fáceis de encontrar. Por outro lado, existem casos em que a ocupação do solo apresenta comportamentos que, de forma geral, correspondem às conclusões de Thünen, como por exemplo, o uso do solo agrícola de Hamburgo em 1950 (FIGURA 15) e o uso do solo agrícola no Uruguai (FIGURA 16). Nessas figuras pode-se notar um padrão circular ao redor do centro das cidades.

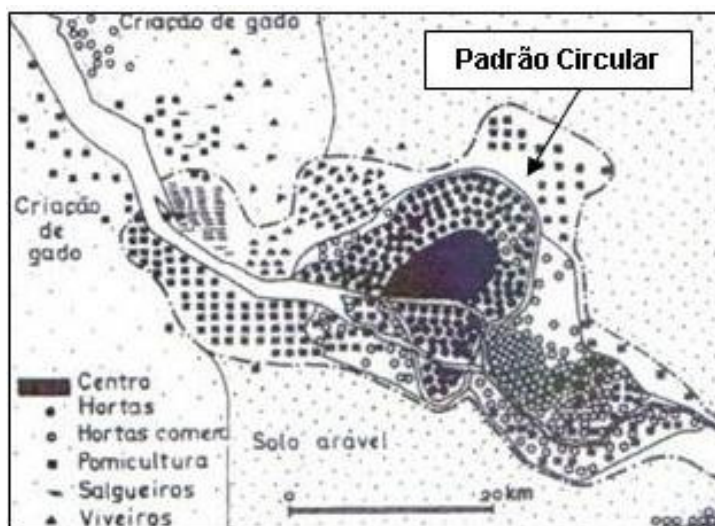


FIGURA 15 – USO DO SOLO AGRÍCOLA EM HAMBURGO
 FONTE: STAMER² (1952) *apud* LOPES (2001)

² STAMER, H. H. *Die standortsorientierung der landwirtschaft um den grossmarkt hamburg*, Kiel, 1952.

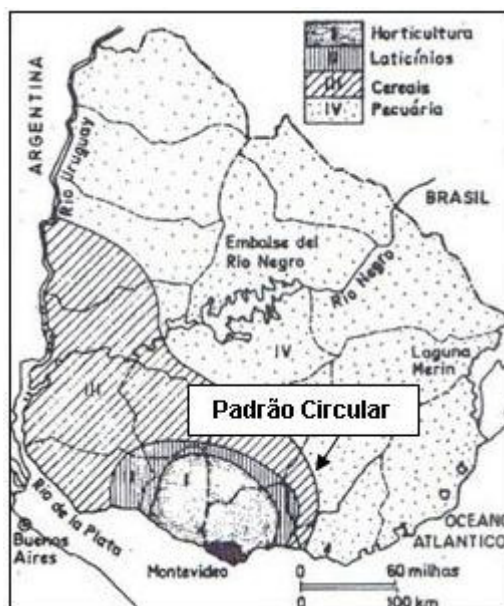


FIGURA 16 – USO DO SOLO AGRÍCOLA NO URUGUAI
FONTE: GRIFFIN (1973)

Entretanto, a consideração da existência de um ou mais mercados, vias de tráfego, diferenças de fertilidade dos solos, fatores que levam a uma aproximação da realidade, poderia alterar o padrão teórico dos anéis, afastando-se da configuração geométrica dos círculos concêntricos. Souza (2002) cita que o problema presente na teoria de Thünen refere-se ao fato de que o autor, ao fechar o modelo num centro urbano isolado, desenvolveu um modelo desaglomerativo incompatível com a idéia de aglomeração urbana.

2.2.2 A localização da indústria: Weber (1909)

Alfred Weber ao estudar a influência dos custos de transporte para a determinação da localização ótima de uma indústria, foi um dos primeiros a tentar desenvolver uma teoria geral da localização³. Segundo Richardson (1975), a teoria geral da localização se preocupa em saber por que os indivíduos vivem e trabalham em determinados lugares, por que as fábricas e os estabelecimentos de serviços são construídos em um local e não em outro e por que os centros populacionais de diferentes tamanhos se desenvolvem em determinado lugar e não em outro.

³ Weber publicou seu trabalho intitulado *Über den Standort der Industrien* em 1909, em alemão. Foi traduzido para o inglês vinte anos depois.

Na teoria da localização de Weber, os custos de transporte constituem a única influência sobre a localização. A determinação da localização ótima se reduz a encontrar o ponto que minimiza os custos de transporte. Essa localização pode ser obtida por meios geométricos, através do triângulo locacional de Weber (FIGURA 17), sendo M_1 e M_2 as localizações das matérias-primas, C a do mercado e F a da fábrica, o conhecimento dos custos de transporte por unidade de peso e de distância, as quantidades de matérias-primas necessárias e o peso do produto final resultante permitem a solução do problema da localização.

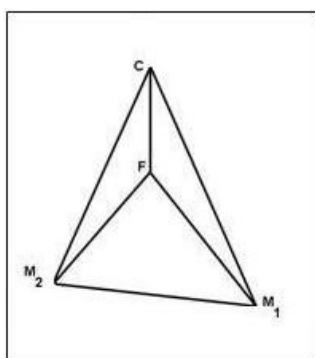


FIGURA 17 – TRIÂNGULO LOCACIONAL DE WEBER
FONTE: Adaptado de LOPES (2001)

No modelo, há pressupostos condicionadores, tais como, as matérias-primas se encontram num número limitado de localizações; admite-se a hipótese de funcionamento da economia em concorrência perfeita, ou seja, os preços das mercadorias são homogêneos; os custos de transporte são uniformes e os mercados consumidores quanto à sua localização e dimensão são em número finito (LOPES, 2001; LEMOS, 1998).

Com base nesses pressupostos, a melhor localização para a instalação de uma indústria será aquela que minimize o custo total de transporte. Isso significa minimizar a soma do custo de transporte da matéria-prima e do produto final, sendo o custo de transporte medido em função da distância e do peso das mercadorias. Logo, a localização que definir o menor custo total de transporte será a responsável pelo lucro máximo. Assim, como na indústria o objetivo é maximizar o lucro, sua localização ocorrerá onde o custo de transporte for mínimo.

Segundo a conceituação de Weber, se as matérias-primas forem divididas em obiquidades (obtidas em qualquer ponto), não influenciam a escolha do local; quando

localizadas (disponíveis em alguns lugares e não em outros), influenciam a escolha do local. Weber estabelece o termo índice material (M), definido como a relação entre o peso das matérias-primas localizadas e o peso do produto final. O autor utiliza o conceito de peso locacional (L), definido como o peso do produto mais o peso das matérias-primas localizadas por unidade de produto. L tem valor mínimo igual a 1, quando M é igual a zero, ou seja, quando somente são utilizadas obiquidades. O peso locacional se eleva paralelamente ao índice material, para $M = \frac{1}{2}$, $L = 1 \frac{1}{2}$; $M = 1$, $L = 2$. Em geral, as indústrias com L elevado são atraídas pelas matérias-primas, as com L baixo são atraídas pelo mercado consumidor. Para $M < 1$ a tendência é localizar-se no centro de consumo. No que se refere à orientação no sentido da matéria-prima, somente no caso em que exista perda de peso é que haverá influência locacional. Para que a produção se localize junto as fontes de matérias-primas é preciso que haja perda de peso, isto é, que seja $M > 1$ e $L > 2$, e que o peso da matéria-prima seja maior ou igual ao peso do produto acrescido do peso de todas as outras matérias-primas localizadas. Nesses casos limites, a localização é determinada no local de consumo ou em uma das fontes de matérias-primas, não se fazendo necessária a utilização do triângulo de peso. Em casos intermediários em que $M > 1$, mas não há fonte de matéria-prima dominante com perda de peso, o triângulo de peso é útil (RICHARDSON, 1975).

Lopes (2001) cita que a crítica feita à teoria de Weber se deve ao fato de a mesma se afastar da realidade, dada aos seus pressupostos simplificadores, mas que esses pressupostos não invalidam seu trabalho, cujo objetivo era desencadear e incentivar os estudos relacionados a questões de localização da indústria. Hoover⁴ (1937, 1948) citado por Lopes (2001) e Matos (1999) imprimiu ao trabalho de Weber maior realismo ao considerar que os custos de transporte são variáveis em função da distância e do peso, além de considerar que os fatores institucionais podem influenciar, de modo relevante, as decisões de localização.

⁴ HOOVER, E. M. **Location theory and the shoe and leather industries**. Cambridge, 1937.

_____. **The location of economic activity**. New York, 1948.

2.2.3 O modelo de Hotelling (1929)

De acordo com Haddad (2005, p. 9), o modelo de Hotelling oferece alguns *insights* sobre a localização das firmas no espaço econômico. A diferença conceitual em relação aos outros modelos refere-se à decisão locacional como forma de se ganhar vantagem competitiva em relação à concorrência. Enquanto no modelo de Weber as firmas definem sua localização ótima baseada em informações sobre os parâmetros do mercado, independentemente da localização da concorrência, no caso do modelo de Hotelling a decisão de onde produzir é fundamental para que se defina o padrão de distribuição das atividades, como esclarece a seguir

Em termos gerais, na impossibilidade de engajamento em concorrência via preço, o resultado dominante do modelo é a localização de concorrentes aglomerados no espaço. A expectativa em relação às possibilidades de expansão de sua área de mercado, a partir de avanços sobre o mercado em demanda (e a expectativa em relação ao comportamento passivo por parte dos concorrentes) gera um resultado extremamente rico para o entendimento de fenômenos de concentração espacial de atividades similares. A possibilidade de engajamento em concorrência via preços, contudo, favorece um padrão disperso das atividades afins.

Hotelling considerou que cada firma age como se suas rivais não reagissem. Mas se ambas escolhessem localizações simétricas ao mesmo tempo, e em qualquer ponto ao longo de uma linha, praticando preços idênticos, nenhuma delas se moveria em direção ao centro, pois as duas firmas compreenderiam que a sua rival reagiria passando por cima, instalando-se do outro lado.

A aglomeração só se dá se as firmas, ao fixarem os preços, admitirem que o mercado deve ser dividido. Um duopolista (duas pessoas que atuam em comum), ameaçado pelo rival que se movimenta em direção a ele para cobrir uma parte maior do mercado, pode revidar reduzindo os preços, possivelmente com o objetivo de expulsar completamente o competidor. No fim, a competição de preços será melhor evitada por meio da dispersão (RICHARDSON, 1975).

Richardson (1975) cita que apesar do modelo de Hotelling ilustrar de maneira simplificada o problema da interdependência locacional, o mesmo serve para acentuar o fato de que uma firma, ao tomar uma decisão locacional, deve levar em consideração

a existência de outras firmas do mesmo ramo, suas localizações e suas possíveis respostas às ações que serão empreendidas pela nova firma.

2.2.4 O modelo gravitacional: Reilly (1929)

Os modelos gravitacionais têm por base a Lei da Gravitação de Newton que determina que dois corpos se atraem na proporção direta de suas massas e na proporção inversa ao quadrado da distância entre eles. Reilly, inspirado nessa lei, propõe a Lei da Gravitação do Varejo de 1929. Em 1931, apresenta a seguinte versão revisada, que diz que uma cidade atrai o comércio varejista, em relação a um consumidor localizado no seu *hinterland* [área distante de um centro urbano]⁵, na proporção direta de seu tamanho (medido pela população) e inversa do quadrado da distância que separa o indivíduo do centro da cidade (REILLY, 1931). Richardson (1975, p. 140) esclarece essa lei com o seguinte texto

Num contexto varejista (...) a interação potencial entre um consumidor e vários pontos varejistas (uma loja individual ou, mais provavelmente, um centro comercial) dentro de uma área urbana varia diretamente com o poder de atração (ou tamanho) de cada ponto, inversamente em relação à distância que separa o consumidor do ponto de origem. Um modelo gravitacional desse tipo poderia, portanto, ser utilizado para explicar o fato de que grandes centros varejistas atraem mais consumidores do que pequenos centros e para mostrar como o poder de atração de cada centro é reduzido com o aumento da distância.

O modelo de Reilly é limitado, pois considera apenas o tamanho das populações e a distância para calcular o ponto de equilíbrio, isto é, o ponto onde as forças de atração exercidas por dois centros comerciais sobre os consumidores são anuladas. De acordo com Ribeiro *et al.* (2002), além da distância e do tempo de acesso, podem incluir-se os atributos e as estratégias comerciais dos pontos de venda, o número de trabalhadores, a qualidade dos serviços, a imagem da organização e a diversidade dos produtos oferecidos.

Entretanto, a não inclusão do papel dos meios de transporte, a ausência de concorrentes, a não incorporação dos hábitos de consumo e o casuísmo associado à

⁵ Tradução da autora.

estimação do parâmetro que mede a sensibilidade do comportamento do consumidor constituem falhas apontadas a esse modelo.

2.2.5 A teoria do lugar central: Christaller (1933)

As formulações desenvolvidas pelo geógrafo Walter Christaller em 1933 e pelo economista August Lösch em 1940 ficaram conhecidas, conjuntamente, como a teoria do lugar central (BECKMANN; THISSE, 1986). Segundo Richardson (1975), a teoria do lugar central é a mais amplamente difundida sobre o crescimento urbano e o seu conteúdo é econômico. De acordo com essa teoria, o crescimento da cidade depende de sua especialização em vários tipos de serviços urbanos, ao passo que o nível da demanda de serviços urbanos sobre a área atendida determina o ritmo de crescimento dos lugares centrais.

A teoria de Christaller procurava justificar a dimensão, a distribuição e o número dos centros (cidades), e apoia-se na lei da oferta e da procura de forma que a maximização do lucro visada pelos empresários se conciliasse com a minimização do esforço e do custo almejada pelos consumidores. Dessas considerações, decorrem dois conceitos básicos da teoria, o limiar da procura e o alcance do bem, isto é, qual é a mínima procura que justifica a iniciativa da oferta do bem e qual a distância e o custo máximo que o comprador está disposto a se sujeitar (LOPES, 2001).

De acordo com Brown (1989), os consumidores estarão mais dispostos a percorrer maiores distâncias para dirigir-se a um centro varejista (uma loja ou grupo de lojas) que possua um maior sortimento de produtos em detrimento de outros centros com oferta mais limitada de produtos.

No modelo há pressupostos condicionadores, tais como, a população é homogênea; a oferta se localiza espacialmente num sistema de pontos, ou lugares centrais; a procura dos bens e serviços é assegurada pela população que vive nos centros ou nas regiões complementares; os bens e serviços são de ordens de importância variáveis, avaliados de acordo com a frequência com que são necessários; a ordem dos bens e serviços oferecidos num centro está associada à própria ordem de importância do centro (conceito de centralidade); um centro desempenhando funções

de ordem superior também desempenha funções de ordem inferior (LOPES, 2001).

A hierarquia dos lugares centrais, representada pelos modelos hexagonais, não resulta de fatores acidentais ou arbitrários, mas de relações definidas, baseadas no tamanho e nas funções dos centros e nas distâncias interurbanas (RICHARDSON, 1975; OKABE; BOOTS; SUGHIARA, 1992). Na FIGURA 18, constata-se que as regiões complementares se enquadram dentro das regiões de ordem superior. Por exemplo, a região hexagonal definida pelos centros M se enquadram dentro da região hexagonal definida pelos centros A, e assim sucessivamente para os demais centros.

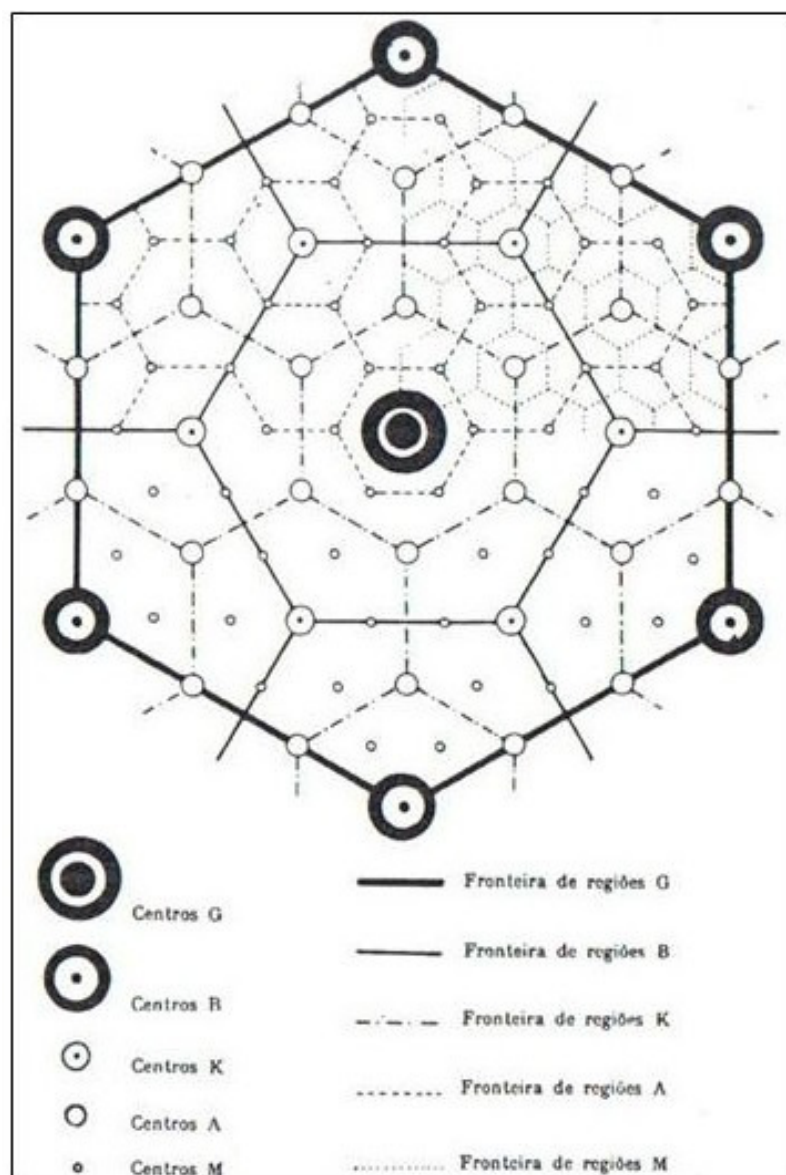


FIGURA 18 – A HIERARQUIA DOS LUGARES CENTRAIS
FONTE: CHRISTALLER⁶ (1933) *apud* LOPES (2001)

⁶ CHRISTALLER, W. *Die Zentralen Orte in Süddeutschland*. 1933.

2.2.6 O modelo gravitacional: Huff (1964)

O modelo original de Huff é um modelo de interação espacial utilizado para medir a probabilidade de consumidores serem atraídos para um centro comercial específico. De acordo com o modelo, a decisão de um consumidor optar entre uma loja ou um conjunto de lojas é o resultado de um complexo processo decisório, e ainda que o número e a importância dada aos atributos usados nesse processo varia de consumidor para consumidor (ARANHA; FIGOLI, 2001).

O modelo estabelece que a probabilidade de um consumidor realizar suas compras em um determinado centro comercial é função do seu tamanho, bem como do tempo de deslocamento do seu ponto de partida até ele, ponderada pela classe de produtos que irá comprar (GRAIG; GHOSH; McLAFFERTY, 1984).

Aranha e Figoli (2001) citam que o modelo permite o mapeamento das áreas que identificam a probabilidade de um morador tornar-se cliente de uma loja. O mapeamento não mostra um único círculo ao redor da loja ou um polígono, mas uma superfície de probabilidades ou um *grid*. Esse *grid* de probabilidades pode ser circundado de forma a produzir regiões com diferentes índices de probabilidade de compras, considerando a sobreposição entre as áreas de influência (FIGURA 19).

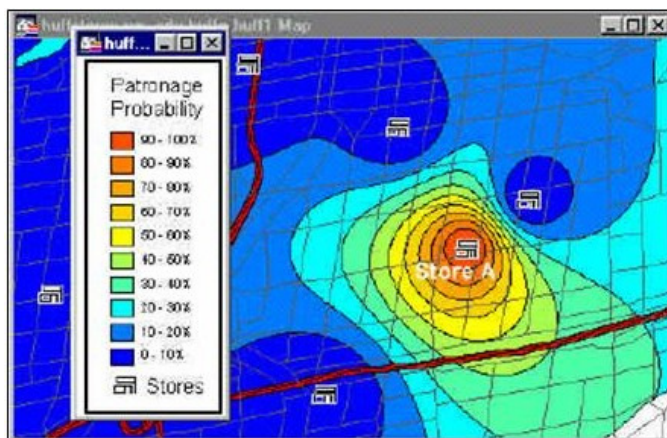


FIGURA 19 – DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA PROBABILIDADE DE UM MORADOR TORNAR-SE CLIENTE DE UMA LOJA
FONTE: ARANHA; FIGOLI (2001)

É possível perceber algumas semelhanças entre os modelos de Reilly e Huff. No primeiro, o fator de atração é representado pelo tamanho da população e o fator de repulsão é representado pelo quadrado da distância. No segundo, o fator de atração é

caracterizado pelo tamanho do centro comercial e o fator de repulsão é caracterizado pelo tempo de viagem elevado a um parâmetro λ a ser estimado (ARANHA; FIGOLI, 2001).

De acordo com Huff e Batsell⁷ (1975) *apud* Dion e Cliquet (2006), ainda que o seu modelo incluía somente duas variáveis, distância e tamanho do centro comercial, deve-se considerar a possibilidade da inclusão de outras variáveis, como condições de acesso, qualidade dos produtos e serviços oferecidos.

2.3 DESENVOLVIMENTO DOS ESTUDOS SOBRE LOCALIZAÇÃO

A partir dos modelos dos autores clássicos da teoria da localização, várias pesquisas foram desenvolvidas no sentido de determinar a melhor localização de um ponto. É importante destacar que essas pesquisas avançaram com a utilização dos diagramas de Voronoi, o que é possível constatar pelos estudos relacionados a seguir.

Boots e South (1997) utilizaram uma combinação do diagrama de Voronoi multiplicativamente ponderado com diagramas de Voronoi de ordem k e diagramas de Voronoi ordenados de ordem k . Segundo Okabe, Boots e Sugihara (1992), um diagrama de Voronoi de ordem k é formado por polígonos que constituem o lugar geométrico dos pontos do plano cujos k vizinhos mais próximos são os locais p_{i1} , p_{i2} , p_{i3} , ..., p_{ik} , em qualquer ordem, ou seja, os pontos não estão ordenados, não interessa qual ponto é o primeiro ponto mais próximo. Nos diagramas de Voronoi ordenados de ordem k , a ordem é considerada explicitamente.

Esse estudo foi realizado com a rede de supermercados Zehrs na cidade de Kitchener-Waterloo, em Ontário, Canadá. De acordo com o modelo, o consumidor faz compras em mais de uma loja. Os pontos geradores correspondem às lojas, e foram definidas as variáveis: tamanho da loja, tamanho do centro comercial em que a loja está localizada, ano de abertura da loja, número de lojas do centro comercial, número de lojas âncora do centro comercial, horário de atendimento, número de facilidades, como correio e máquinas de auto-atendimento, número de seções das lojas, como

⁷ HUFF, D. L.; BATSEL, R. Conceptual and operational problems with market share models of consumer spatial behavior. **Advances in Consumer Research**. v. 2, p. 165-172, 1975.

vinho e flores. A partir das mesmas foi realizada a análise estatística (componentes principais) para geração dos pesos. Os autores apresentam como resultado que o diagrama de Voronoi multiplicativamente ponderado combinado com o diagrama de Voronoi ordenado de ordem k possibilita identificar a preferência do consumidor por determinada loja. Como limitações, os autores citam a não inclusão de barreiras, que partiram de uma distribuição uniforme do potencial de vendas, bem como não foram considerados a densidade demográfica nem o poder aquisitivo da população.

Rezende *et al.* (2000) utilizaram o diagrama de Voronoi ordinário e o diagrama de Voronoi multiplicativamente ponderado para definir áreas de abrangência de hospitais públicos no município do Rio de Janeiro (RJ). Os pontos geradores corresponderam aos hospitais públicos. Os autores citam que diversas variáveis poderiam ser empregadas para a determinação dos pesos, tais como o número de profissionais de saúde lotados na unidade, número de leitos disponíveis na unidade, capacidade instalada e oferta anual de internações. A opção foi pela variável oferta anual de internações, referentes a cada um dos hospitais selecionados, supondo que a mesma pode alterar o poder de atração.

Ainda, segundo os autores, a determinação de áreas de abrangência com o diagrama de Voronoi multiplicativamente ponderado apresentou melhor resultado, porque além da distância entre os pontos geradores (hospitais públicos), foi considerado o peso. Destacam que as áreas de abrangência determinadas pelos diagramas de Voronoi possibilitaram a divisão da área de estudo sem recorrer a critérios geopolíticos ou empíricos.

Os autores citam também que as barreiras geográficas e urbanas quando não incorporadas aos modelos, podem acarretar em áreas de abrangência de baixa praticidade, como por exemplo, a Avenida Brasil, via pública que cruza o município da região Central à região Oeste e que dificulta o acesso a alguns hospitais. As áreas de abrangência podem ser associadas à densidade demográfica da região ou prevalência de agravo específico. Segundo os autores, após a construção das mesmas, torna-se possível o cálculo de população adscrita para cada unidade de saúde, empregando-se, para isto, os setores censitários e mapas dos diagramas de Voronoi ponderado.

Gonçalves e Mendes (2002) descreveram uma metodologia para a caracterização de áreas de influência de lojas de varejo de produtos alimentares de pequeno e médio porte, nas áreas metropolitanas de Lisboa e do Porto, com base nos diagramas de Voronoi ordinário e multiplicativamente ponderado. Os pontos geradores correspondem às lojas de produtos alimentares. O estudo apresenta como limitação a utilização de apenas a área de vendas das lojas como fator de ponderação. Os autores citam que outras variáveis poderiam ser empregadas para a determinação dos pesos, tais como, área do centro comercial, ano de abertura da loja e horário de atendimento. Apesar de subjetivos e de difícil mensuração, poderiam também ser considerados fatores como o comportamento do consumidor em relação a uma loja em particular. Como resultados afirmam que os consumidores frequentam mais de uma loja de produtos alimentares, e que a utilização de diagramas de Voronoi de ordem k pode ser mais adequada. Os autores destacam que os modelos podem incluir barreiras geográficas e vias, mas as mesmas não são por eles consideradas.

Lobo (2003), através de seus estudos, procura determinar um dimensionamento adequado para as unidades de ensino fundamental do município de Cascavel (PR), e posteriormente encontrar uma boa localização para as mesmas. O autor utiliza o diagrama de Voronoi ordinário, porque o mesmo permite que todas as crianças sejam alocadas às unidades de educação mais próximas. Não são consideradas as barreiras lineares e fechadas.

Galvão (2003) apresenta um método para dimensionar um sistema de distribuição de materiais em que uma frota homogênea de veículos faz entregas a partir de um depósito central para atender clientes que estão geograficamente dispersos na cidade de São Paulo (SP). Tomando como base o depósito central é feita a determinação dos distritos (zonas) onde cada caminhão irá fazer a distribuição. A construção das zonas baseia-se em uma distribuição polar cujo centro é o depósito. Na distribuição polar, cada zona é limitada entre dois raios R_1 (limite inferior) e R_2 (limite superior), bem como entre dois ângulos A_1 e A_2 . Sobre essa distribuição polar foi aplicado o diagrama de Voronoi multiplicativamente ponderado, sendo o peso a área de cada zona. Segundo o autor, as fronteiras obtidas com o diagrama de Voronoi multiplicativamente ponderado têm uma forma mais apropriada. Os resultados obtidos

não contemplam algumas formas de dimensionamento de sistemas de distribuição, tais como, múltiplos depósitos, frota não homogênea de veículos e áreas que contenham alguma forma de barreira.

Subrata e Zomaya (2003) geraram um algoritmo para processamento de diagrama de Voronoi combinados com distribuição múltipla, a fim de reduzir o tempo de operação. Os autores definem distribuição múltipla (*multiple broadcasting*) como um modelo computacional paralelo usado para divisão de tarefas, sendo aplicado para determinação do diagrama de Voronoi ordinário. Através do processamento paralelo foi possível reduzir o tempo na determinação do diagrama de Voronoi. Como limitação destaca-se que foi considerado o diagrama apenas para pontos e círculos, não trata de linhas nem de áreas. No caso do círculo, o processamento é feito considerando-se o seu centro, ou seja, é feita uma simplificação.

Silva (2004) propõe a determinação de um conjunto de zonas de entrega a partir de um depósito central na cidade de São Paulo (SP), com a determinação do diagrama de Voronoi por potência (*power Voronoi*). Os pontos geradores não são fixos, são gerados aleatoriamente (denominado pelo autor de centros pseudo-aleatórios). Os mesmos são gerados dentro da região de estudo, avaliando-se a densidade dos pontos de entrega (demanda), de modo a não criar muitos centros em locais de baixa densidade ou poucos centros em locais de alta densidade. O processo é realizado de maneira iterativa. Ao se definir o número de centros define-se a quantidade de veículos necessária para o atendimento. O peso, dos pontos geradores, é determinado em função do tempo de trajeto e da carga.

O estudo apresenta como limitações a consideração de um único depósito e frotas homogêneas de veículos. Foram consideradas apenas as barreiras lineares, correspondentes aos rios Tietê e Pinheiros. O autor cita que alguns parques considerados como barreiras tiveram tratamento linear e devido às suas extensões não serem representativas. Para regiões fechadas como lagos e parques não houve um tratamento específico. Silva (2004, p. 1) afirma que “o enfoque estratégico acaba deixando de lado importantes informações relativas aos bloqueios naturais e artificiais (rios, lagos, parques, vias expressas de difícil transposição, entre outros) que levam, necessariamente, a uma resposta distorcida do resultado”.

Como resultados são destacados que o diagrama de Voronoi por potência com e sem barreiras, possibilitou determinar as zonas de entrega. Não foi realizada análise espacial comparando os diagramas de Voronoi por potência com e sem barreiras.

Aragão (2005) realizou um estudo de caso no setor de telefonia. Utilizou o diagrama de Voronoi multiplicativamente ponderado, para uma possível realocação de assinantes entre diversas caixas terminais, em busca da geração automática de áreas de atendimento. O objetivo foi minimizar o custo de alocação de assinantes aproveitando a infra-estrutura já instalada e a demanda de mercado na região. Os pontos geradores correspondem às caixas de terminais. O peso foi definido em termos da capacidade da caixa terminal e da sua ocupação. O autor cita que as áreas geradas possibilitam determinar como os assinantes deverão ser realocados para suprir uma necessidade futura de crescimento da demanda. O autor cita que pode ser empregada a variável demanda para compor o peso e que métodos estatísticos podem ser utilizados na sua avaliação. O modelo não inclui barreiras lineares e fechadas.

Galvão *et al.* (2006) definiram distritos de logística com a utilização do diagrama de Voronoi multiplicativamente ponderado. Os autores definem distritos como parcelas do território que são divididas em unidades, sujeitas a algumas limitações comuns, através de critérios. Esses critérios podem ser, por exemplo, o mesmo número de habitantes, mesma área e mesmo tempo de percurso. Os autores acrescentam que os critérios são diferentes para a determinação de áreas de abrangência de escolas, distritos policiais, áreas de vendas, de emergência, assistência de saúde e logística.

Primeiramente é definida uma distribuição polar. Em seguida, localiza-se o centro de gravidade de cada área de abrangência e calcula-se a distância multiplicativamente ponderada. Essa distância ponderada é determinada através da impedância deduzida da via. O peso é definido em função das condições de tráfego (volume de tráfego, capacidade das vias e condições de mobilidade) de cada área da distribuição polar. Os pontos geradores correspondem aos centros de gravidade de cada área da distribuição polar. Os autores destacam que o estudo abre a possibilidade de incorporação das barreiras físicas no modelo (rodovias, rios, reservatórios), entretanto, o trabalho não evolui nesse sentido.

Contri (2007) propôs uma metodologia para determinar o número necessário de estações de emergência do Corpo de Bombeiros do município de Curitiba (PR). Foi utilizado o diagrama de Voronoi multiplicativamente ponderado para determinar as áreas de abrangência. Os pontos geradores correspondem às estações de emergência e os pesos foram obtidos proporcionalmente ao número de chamadas para cada região, com seus respectivos tempos de deslocamentos. De acordo com a autora, o diagrama de Voronoi permitiu dividir e otimizar a área de estudo. Como limitação destaca que a distribuição da população foi considerada uniforme. O modelo não inclui barreiras lineares e fechadas.

Schueller (2007) apresentou um algoritmo de varredura circular do vizinho mais próximo para embasar a construção de redes centroidais de Voronoi (*centroidal Voronoi tessellations*). O algoritmo se caracteriza pela expansão incremental de círculos, chamados de círculos de varredura. A varredura inicia no centro do *cluster*. Porter (1999) define *cluster* (grupos, agrupamentos ou aglomerados) como concentrações geográficas de empresas de determinado setor de atividade e companhias correlatas. A varredura prossegue até que o vizinho procurado seja abrangido pelo círculo (FIGURA 20).

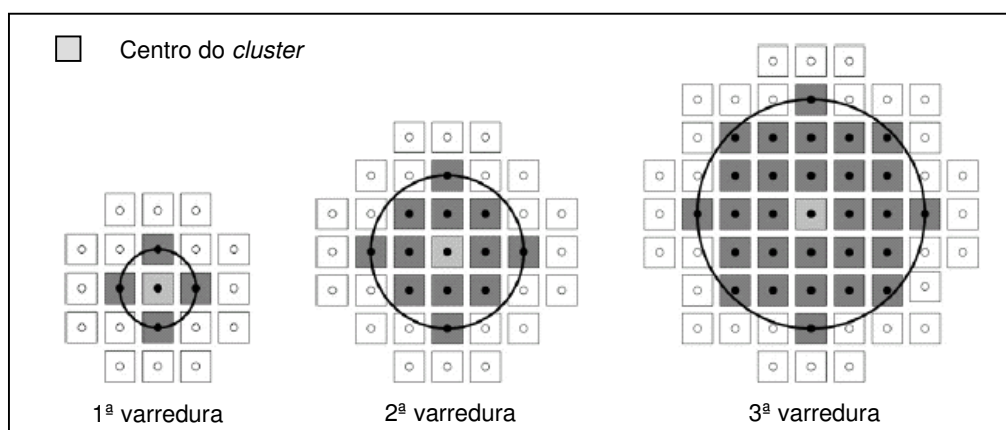


FIGURA 20 – CÍRCULOS DE VARREDURA
 FONTE: Adaptado de SCHUELLER (2007)

O autor cita que o custo computacional depende apenas da geometria da vizinhança e do número de vizinhos, independe do número de centros de *clusters*, e não inclui a geração do diagrama de Voronoi, limita-se a apresentar um método para identificar o vizinho mais próximo. O autor cita que o diagrama pode ser gerado a partir do vizinho mais próximo, contudo não apresenta a delimitação do diagrama.

Dong (2008) desenvolveu a integração de diagramas de Voronoi e Sistema de Informações Geográficas (SIG) a partir de imagem matricial (*raster*). O autor criou uma extensão para o *software* ArcGIS que permite a geração dos diagramas de Voronoi ordinário e multiplicativamente ponderado. Na imagem matricial, o ponto gerador corresponde ao *pixel* de maior intensidade ou menor intensidade (quando usada a imagem em negativo). Quando $w_a = w_b$ é calculada a distância Euclidiana, quando $w_a \neq w_b$ é calculada a distância ponderada, entre o vértice de um cone e o limite da célula, sendo que o cone representa a superfície de varredura de distância para o ponto gerador do diagrama (FIGURA 21).

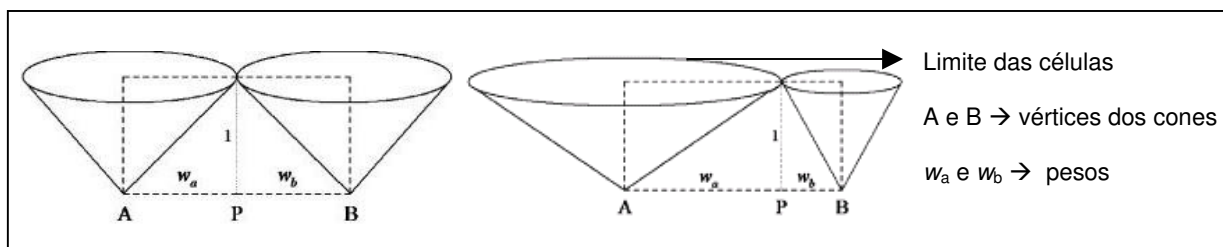


FIGURA 21 – DISTÂNCIA EUCLIDIANA E PONDERADA

FONTE: Adaptado de DONG (2008)

O autor destaca que, se houver um grande número de células, a geração do diagrama de Voronoi multiplicativamente ponderado torna-se lenta, bem como alguma área de abrangência pode não ser gerada se uma célula estiver muito próxima de outra ou não for pequena o suficiente. O autor cita que é possível a partir do vetor (diagrama de Voronoi) gerar a imagem, contudo não detalha esse processo.

Novaes *et al.* (2009) procuraram resolver problemas de divisão de distritos (zonas). Os autores efetuam uma aplicação que parte de um centro de distribuição e 6.632 pontos de entrega. Esses pontos representam a demanda. Os mesmos são plotados em uma malha reticulada, a fim de determinar os pontos geradores iniciais. A determinação desses pontos geradores é feita através de um procedimento denominado Monte Carlo (procedimento de otimização iterativo) que considera o número de clientes e a área de atendimento de cada ponto. A partir daí é gerado o primeiro diagrama de Voronoi, e para os próximos diagramas o centro de massa das regiões de Voronoi são utilizados como pontos geradores. São gerados os diagramas de Voronoi por tentativa e erro até uma solução satisfatória que atenda a três condições básicas:

minimizar os custos de entrega, balancear os esforços entre os veículos e respeitar as limitações de capacidade.

De acordo com os autores, em muitas aplicações as localizações são caracterizadas por coordenadas cartesianas e as distâncias são calculadas de maneira Euclidiana com aplicação de um fator de rota. Essa é uma simplificação que atende a muitos casos, principalmente quando se analisa diversas ocorrências de um mesmo evento. Entretanto, em casos específicos de eventos mais isolados ou casos onde a simplificação produz visões distorcidas, a mesma pode comprometer o modelo. Nesses casos, a avaliação e ponderação de cada barreira válida seria desejável.

Como resultado foi determinado o diagrama de Voronoi por potência (*power Voronoi*) numa aplicação de logística com barreiras lineares, correspondentes a duas marginais da cidade de São Paulo (SP). Novaes *et al.* (2009) citam que a utilização de diagramas de Voronoi abre caminho para a resolução de problemas com barreiras geográficas, tais como, vias públicas, rodovias, rios, reservatórios e parques. De acordo com os mesmos, a utilização de diagramas generalizados (com pesos) apresenta vantagens quando comparados a divisões tradicionais como o diagrama de Voronoi ordinário, que não faz uso de pesos. As possibilidades de aplicações dos diagramas generalizados em problemas reais são amplas.

Os trabalhos citados são importantes porque contribuem para o entendimento do espaço geográfico, desde os clássicos, como os de von Thünen, Weber, Christaller, Reilly, Huff e Hotelling até os mais recentes, da primeira década do século XXI. Constatou-se que os mais recentes fazem uso de estruturas geométricas denominadas de diagramas de Voronoi, que possibilitam determinar áreas de abrangência de pontos de interesse, a fim de estabelecer relações de proximidades, por exemplo, com clientes, fornecedores e concorrentes e são aplicados em diferentes áreas, como supermercados, hospitais, escolas e telecomunicações.

Os autores destacam a importância da consideração de barreiras lineares e fechadas na determinação de áreas de abrangência, mas somente os estudos de Silva (2004) e Novaes *et al.* (2009) incluíram as barreiras lineares. No modelo de Silva, as barreiras referem-se apenas a dois rios. No modelo de Novaes *et al.* referem-se apenas a duas marginais. Em ambos não foram consideradas as barreiras fechadas.

No QUADRO 1 é apresentado um resumo do desenvolvimento dos estudos de localização, no qual são destacadas as propostas, os resultados e as limitações dos estudos dos diferentes autores.

Ano	Autor (es)	Proposta	Resultados	Limitações
1826	Johann-Heinrich von Thünen	Explicar a formação dos preços dos produtos agrícolas e as leis que associam as variações nos preços aos padrões espaciais de utilização do solo.	Anéis concêntricos de produção denominados “Anéis de Thünen”.	Considera o espaço homogêneo quanto à fertilidade do solo e a facilidade de movimentação, os agricultores produzem para abastecer um único mercado. Não considera a existência de vias de tráfego, diferenças de fertilidade dos solos, fatores que levariam a uma aproximação da realidade.
1909	Alfred Weber	Estudar a influência dos custos de transporte para a determinação da localização ótima de uma indústria.	Teoria geral da localização. A melhor localização para a instalação de uma indústria será aquela que minimize o custo total de transporte.	Os custos de transporte constituem a única influência sobre a localização. As matérias-primas se encontram num número limitado de localizações. Economia em concorrência perfeita (os preços das mercadorias são homogêneos). Os custos de transporte são uniformes e os mercados consumidores quanto à sua localização e dimensão são em número finito. Devido as limitações o modelo se afasta da realidade.
1929	Hotelling	Tomar uma decisão locacional como forma de se ganhar vantagem competitiva em relação à concorrência.	Trata o problema da interdependência locacional de maneira simplificada, pois considera que cada firma age como se suas rivais não reagissem.	Richardson (1975) cita que deve se levar em consideração a existência de outras firmas do mesmo ramo, suas localizações e suas possíveis respostas às ações que serão empreendidas pela nova firma.
1929	Reilly	Explicar o fato de que grandes centros varejistas atraem mais consumidores do que pequenos centros e mostrar como o poder de atração de cada centro é reduzido com o aumento da distância.	Lei da Gravitação do Varejo. Estabelece que uma cidade atrai o comércio varejista, em relação a um consumidor localizado na sua área de influência, na proporção direta de seu tamanho (medido pela população) e inversa do quadrado da distância que separa o indivíduo do centro da cidade.	Considera apenas o tamanho das populações e a distância para calcular o ponto onde as forças de atração exercidas por dois centros comerciais sobre os consumidores são anuladas. Ribeiro <i>et al.</i> (2002) citam que a não inclusão dos meios de transporte, a ausência de concorrentes, a não incorporação dos hábitos de consumo e o casuísmo associado à estimação do parâmetro que mede a sensibilidade do comportamento do consumidor constituem falhas apontadas a esse modelo.
1933	Christaller	Justificar a dimensão, a distribuição e o número dos centros (cidades), apoiando-se na lei da oferta e da procura.	Teoria do lugar central. Hierarquia dos lugares centrais, representada por modelos hexagonais.	A população é considerada homogênea. A oferta se localiza espacialmente num sistema de lugares centrais. A procura dos bens e serviços é assegurada pela população que vive nos centros ou nas regiões complementares. A ordem dos bens e serviços oferecidos num centro está associada à própria ordem de importância do centro. Um centro que desempenha funções de ordem superior também desempenha funções de ordem inferior.

continua

continuação

1964	Huff	Medir a probabilidade de consumidores serem atraídos para um centro comercial específico.	Modelo de interação espacial. Estabelece que a probabilidade de um consumidor realizar suas compras em um determinado centro comercial é função do seu tamanho, bem como do tempo de deslocamento do seu ponto de partida até ele, ponderada pela classe de produtos que irá comprar.	O modelo inclui somente duas variáveis, distância e tamanho do centro comercial. Huff e Batsell (1975) <i>apud</i> Dion e Cliquet (2006) citam que deve ser considerada a possibilidade de inclusão de outras variáveis como condições de acesso, qualidade dos produtos e serviços oferecidos.
1997	Boots e South	Determinar áreas de abrangência das lojas de uma rede de supermercados.	Determinado o diagrama de Voronoi multiplicativamente ponderado, combinado com os diagramas de Voronoi de ordem k e ordenados de ordem k. Citam que o diagrama de Voronoi multiplicativamente ponderado combinado com o diagrama de Voronoi ordenados de ordem k possibilita identificar a preferência do consumidor por determinada loja.	Potencial de vendas das lojas foi considerado uniforme. Não foram considerados a densidade demográfica nem o poder aquisitivo da população. Os autores citam como limitação a não inclusão de barreiras.
2000	Rezende <i>et al.</i>	Definir áreas de abrangência de hospitais públicos.	Determinados os diagramas de Voronoi ordinário e multiplicativamente ponderado. Apontado o diagrama de Voronoi multiplicativamente ponderado como de melhor resultado, porque além da distância é considerado o peso.	Considerada apenas a oferta anual de internações como peso. Os autores citam que poderiam ser empregadas outras variáveis, como o número de profissionais de saúde lotados na unidade, número de leitos disponíveis na unidade, capacidade instalada. Destacam que a não incorporação de barreiras geográficas e urbanas, podem acarretar em áreas de abrangência de baixa praticidade. As mesmas não foram consideradas pelos mesmos.
2002	Gonçalves e Mendes	Caracterizar áreas de influência de lojas de varejo de produtos alimentares de pequeno e médio porte.	Determinados os diagramas de Voronoi ordinário e multiplicativamente ponderado. Citam que a utilização de diagramas de Voronoi de ordem k pode ser mais adequada.	Considerada apenas a área de vendas das lojas como peso. Os autores citam que poderiam ser empregadas outras variáveis, como área do centro comercial, ano de abertura da loja, horário de atendimento e comportamento do consumidor. Destacam que os modelos podem incluir barreiras geográficas e vias, mas as mesmas não são por eles consideradas.
2003	Lobo	Dimensionar e otimizar a localização de unidades de educação.	Determinado o diagrama de Voronoi ordinário. Cita que a utilização desse diagrama permite que todas as crianças sejam alocadas às unidades mais próximas.	Não considera barreiras lineares e fechadas.
2003	Galvão	Dimensionar um sistema de distribuição de materiais.	Determinado o diagrama de Voronoi multiplicativamente ponderado. Cita que as fronteiras obtidas com o diagrama de Voronoi têm uma forma mais apropriada.	O modelo não considera múltiplos depósitos, frota não homogênea de veículos. O autor destaca a importância das barreiras lineares e fechadas, entretanto as mesmas não são por ele consideradas.
2003	Subrata e Zomaya	Gerar um algoritmo para processamento de diagrama de Voronoi combinados com distribuição múltipla.	Determinado o diagrama de Voronoi ordinário. Através do processamento paralelo foi possível reduzir o tempo na determinação do diagrama.	Foi considerado o diagrama apenas para pontos e círculos, não trata de linhas nem de áreas. No caso do círculo o processamento é feito considerando-se o centro do mesmo, ou seja, é feita uma simplificação.

continua

continuação

2004	Silva	Determinar um conjunto de zonas de entrega.	Determinado o diagrama de Voronoi por potência (<i>power Voronoi</i>) com e sem barreiras lineares. Cita que o diagrama de Voronoi por potência com e sem barreiras possibilitou determinar as zonas de entrega. Não foi realizada análise espacial comparando os diagramas com e sem barreiras.	O modelo considera um único depósito e frotas homogêneas de veículos. São consideradas apenas barreiras lineares, correspondentes a dois rios. Não são consideradas as barreiras fechadas como lagos e parques.
2005	Aragão	Delimitar áreas de influência para o setor de telefonia.	Determinado o diagrama de Voronoi multiplicativamente ponderado. Cita que as áreas geradas possibilitam determinar as zonas de assinantes deverão ser realocados para suprir uma necessidade futura de crescimento da demanda.	O autor destaca que pode ser empregada a variável demanda para compor o peso e que métodos estatísticos podem ser utilizados na sua avaliação. Não considera barreiras lineares e fechadas.
2006	Galvão <i>et al.</i>	Definir distritos de logística.	Determinado o diagrama de Voronoi multiplicativamente ponderado.	O estudo abre a possibilidade de incorporação das barreiras físicas no modelo (rodovias, rios, reservatórios), entretanto, o trabalho não evolui nesse sentido.
2007	Contri	Determinar o número necessário de estações de emergência do Corpo de Bombeiros.	Determinado o diagrama de Voronoi multiplicativamente ponderado. Cita que o diagrama de Voronoi permitiu dividir e otimizar a área de estudo.	Distribuição da população foi considerada uniforme. Não considera barreiras lineares e fechadas.
2007	Schueller	Apresentar um algoritmo de varredura circular do vizinho mais próximo.	O custo computacional depende apenas da geometria da vizinhança e do número de vizinhos. Independe do número de centros de <i>clusters</i> .	Não inclui a geração do diagrama de Voronoi, limita-se a apresentar um método para identificar o vizinho mais próximo. Cita que o diagrama pode ser gerado a partir do vizinho mais próximo, contudo não apresenta a delimitação do mesmo.
2008	Dong	Desenvolver a integração de diagramas de Voronoi e Sistema de Informações Geográficas (SIG) a partir de imagem matricial (<i>raster</i>).	Criado uma extensão para o <i>software</i> ArcGIS que permite a geração dos diagramas de Voronoi ordinário e multiplicativamente ponderado a partir de imagem matricial (<i>raster</i>).	Se houver um grande número de células (matricial) a geração do diagrama de Voronoi multiplicativamente ponderado torna-se lenta. Nos processos baseados nas imagens <i>raster</i> pode acontecer de alguma área de abrangência não ser gerada.
2009	Novaes <i>et al.</i>	Resolver problemas de divisão de distritos (zonas).	Determinado o diagrama de Voronoi por potência (<i>power Voronoi</i>) numa aplicação de logística com barreiras lineares. Citam que a utilização de diagramas generalizados (com pesos) apresenta vantagens quando comparados a divisões tradicionais como o diagrama de Voronoi ordinário, que não faz uso de pesos. As possibilidades de aplicações dos diagramas generalizados em problemas reais são amplas.	São consideradas apenas barreiras lineares, correspondentes a duas marginais. Não são consideradas as barreiras fechadas como lagos e parques.

QUADRO 1 – RESUMO DO DESENVOLVIMENTO DOS ESTUDOS DE LOCALIZAÇÃO

FONTE: A autora (2008)

2.4 ALGORITMOS

A seguir serão apresentados os algoritmos *Quickhull* e de Dijkstra utilizados nesta pesquisa para a determinação do envoltório convexo e distância do caminho mais curto, respectivamente.

2.4.1 Algoritmo *Quickhull*

O algoritmo *QuickHull* calcula o fecho (polígono) convexo de um conjunto de pontos no plano (PREPARATA; SHAMOS, 1985). Determinar o envoltório convexo (*convex hull*) desse conjunto de pontos corresponde a circular seus vértices, sendo que cada vértice é um ponto extremo do conjunto. Denota-se o envoltório convexo de um conjunto de pontos Q por $CH(Q)$.

De acordo com a FIGURA 22, dado o conjunto de pontos $Q = \{q_1, q_2, q_3, q_4, \dots, q_{31}\}$ que correspondem aos vértices do obstáculo, o envoltório convexo é determinado a partir dos pontos extremos de Q , ou seja, pelo conjunto de pontos $CH(Q) = \{q_1, q_3, q_{11}, q_{13}, q_{14}, q_{19}, q_{20}, q_{24}, q_{25}, q_{29}, q_{30}\}$, sendo que os ângulos internos do envoltório são menores que 180° .

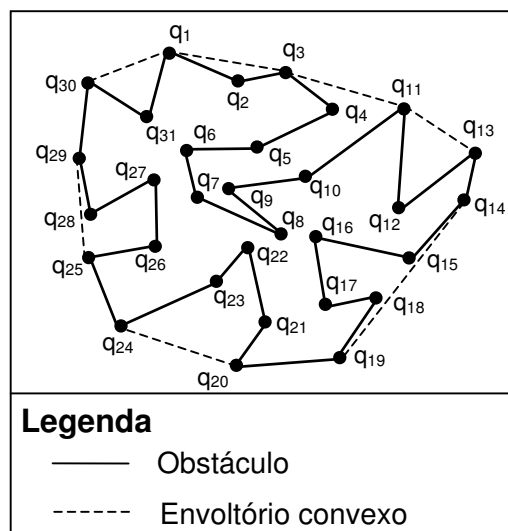


FIGURA 22 – ENVOLTÓRIO CONVEXO
FONTE: Adaptado de WORBOYS (1995)

Para explicar o algoritmo *QuickHull*, serão utilizadas as FIGURAS 23 e 24. O algoritmo inicialmente divide o plano em cinco regiões, a partir de quatro pontos

extremos, isto é, determina quais são os quatro pontos com as máximas e mínimas ordenadas e abscissas, que conectados resultam em um quadrilátero. Os pontos do interior do quadrilátero são descartados, pois são pontos interiores (FIGURA 23).

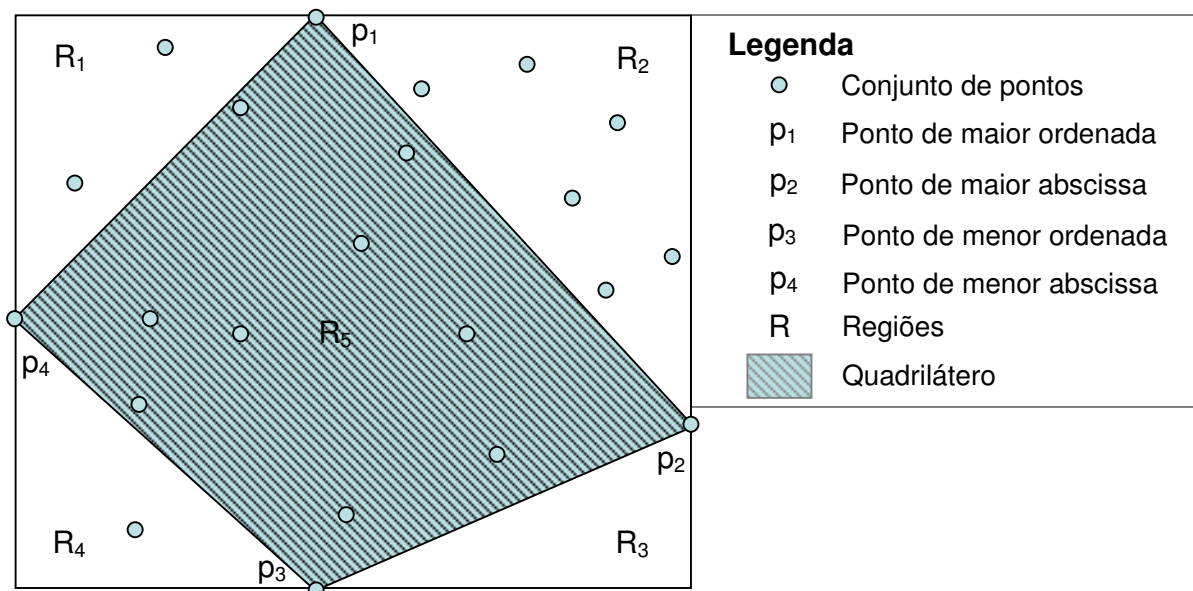


FIGURA 23 – PASSO INICIAL DO ALGORITMO *QUICKHULL*
 FONTE: Adaptado de ESPERANÇA; CAVALCANTI (2002)

Os pontos não descartados pertencem às regiões triangulares R_1 , R_2 , R_3 e R_4 . O próximo passo consiste em determinar quais são os pontos extremos nos quatro triângulos. Cada um dos triângulos está associado a uma aresta do quadrilátero, portanto dois pontos pertencentes ao polígono convexo são conhecidos. Deve-se então, determinar qual é o ponto contido no triângulo que está mais distante da aresta do quadrilátero, e que forma um novo triângulo.

Na FIGURA 24 a região triangular R_2 definida pelo passo inicial contém seis pontos. O ponto c é o ponto mais distante da aresta p_1p_2 . Os pontos do interior do novo triângulo são descartados e as novas arestas do triângulo servem de base para a construção de novos triângulos, recursivamente, até que não seja mais encontrado qualquer ponto interior ou exterior.

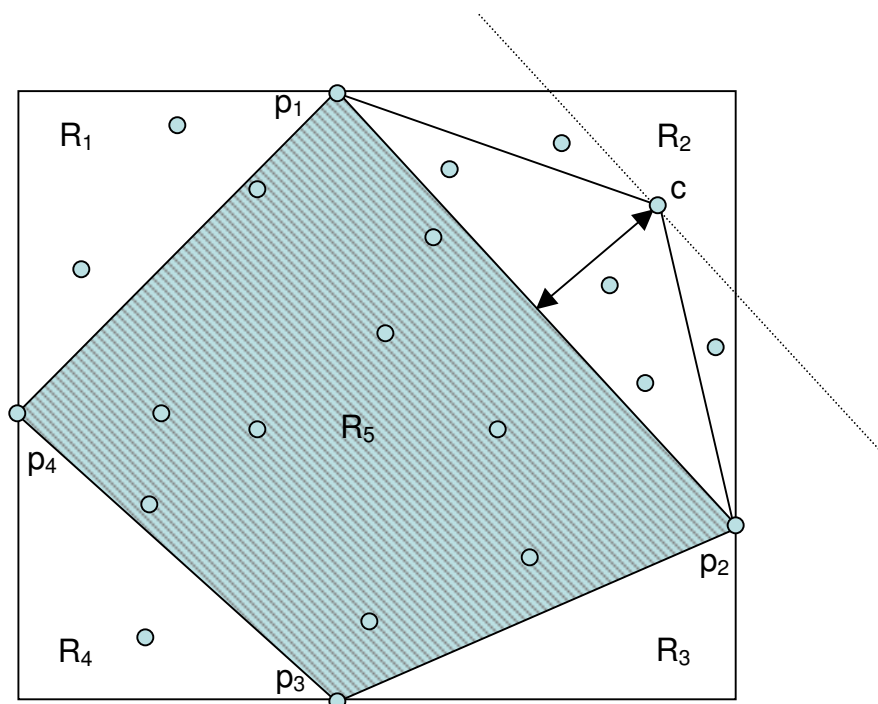


FIGURA 24 – CONSTRUÇÃO DE TRIÂNGULOS NO ALGORITMO *QUICKHULL*
 FONTE: A autora (2008)

Nos anos 60, uma aplicação da *Bell Labs* necessitava computar o fecho convexo de aproximadamente 10.000 pontos no plano e os algoritmos de complexidade de tempo $O(n^2)$ foram considerados muito lentos. Tendo essa aplicação como motivação, no começo dos anos 70, Graham projetou o primeiro algoritmo de complexidade de tempo $O(n \log n)$ (PREPARATA; SHAMOS, 1985). De acordo com Esperança e Cavalcanti (2002) e Silva (2004) a complexidade de tempo esperada para o algoritmo *QuickHull* é $O(n \log n)$, portanto, optou-se por esse algoritmo porque ele apresenta um bom desempenho computacional.

2.4.2 Algoritmo de Dijkstra

O algoritmo de Dijkstra resolve o problema de caminhos mais curtos e pode ser usado sobre grafos orientados, ou não, e parte do pressuposto que todas as arestas possuem pesos não negativos. A partir de um vértice escolhido como raiz da busca, o algoritmo realiza o cálculo do custo mínimo desse vértice para todos os demais vértices do grafo (CORMEN *et al.*, 2002).

Para auxiliar o entendimento do algoritmo de Dijkstra, será utilizada a FIGURA 25. Ela ilustra um grafo orientado (a), com vértices denominados S, U, V, X

e Y, com arestas de pesos não negativos e a origem S como o vértice raiz. As estimativas de caminhos mais curtos são mostradas dentro dos vértices, e as arestas tracejadas indicam valores de predecessores. Os vértices pretos estão no conjunto S de vértices cujos pesos finais de caminhos mais curtos desde a origem s já foram determinados, e os vértices brancos estão na fila de prioridade mínima.

Então, a partir de s (b) consulta-se os vértices adjacentes a ele, que são u = 10 e x = 5, e escolhe-se aquele de menor distância, no caso o vértice x. A partir de x (c) consulta-se os vértices adjacentes a ele, que são u = 8, v = 14 e y = 7, pois a partir do vértice x = 5 soma-se 3 resultando u = 8, soma-se 9 resultando v = 14, soma-se 2 resultando y = 7. Dos vértices y = 7, u = 8 e v = 14, escolhe-se aquele de menor distância, no caso o vértice y = 7. A partir de y (d) consulta-se os vértices adjacentes a ele. O vértice adjacente corresponde ao v = 13, que a partir do vértice y = 7 soma-se 6. Dos vértices u = 8 e v = 13, escolhe-se aquele de menor distância, no caso u = 8 (e). O vértice adjacente corresponde ao v = 9, que a partir do vértice u = 8 soma-se 1. A FIGURA 25 (f) ilustra os caminhos mais curtos representados pelas setas mais largas.

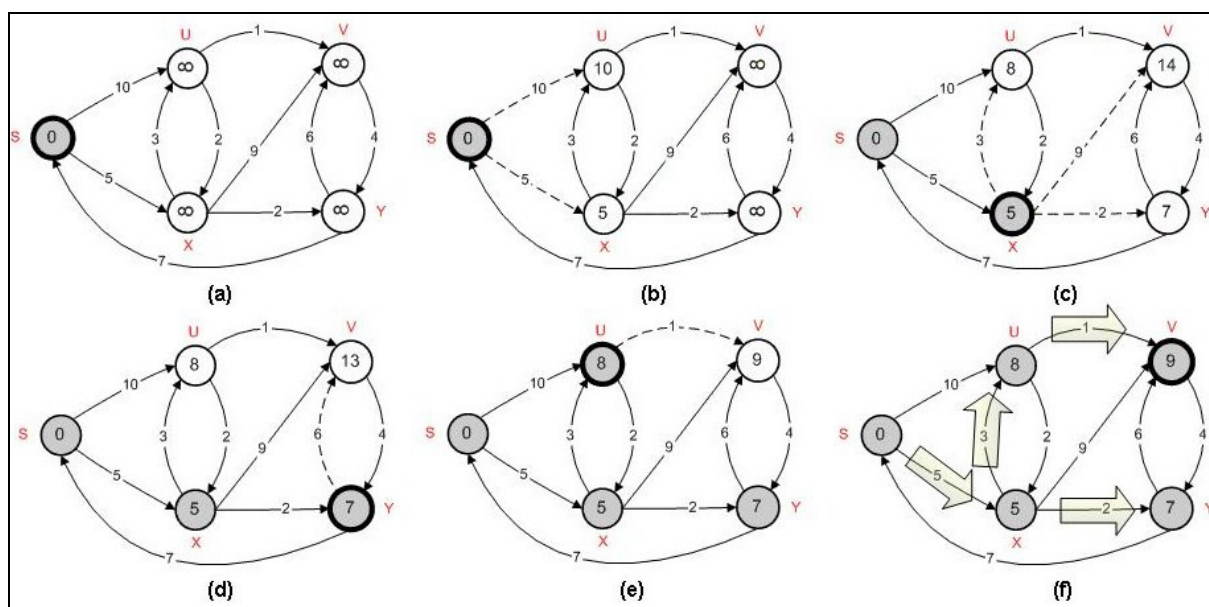


FIGURA 25 – EXEMPLO DE ALGORITMO DE DIJKSTRA
FONTE: Extraído de CORMEN *et al.* (2002)

2.5 MÉTODO DA MALHA SOBRE UMA REGIÃO

O método da malha definida sobre uma região é aplicado para resolver problemas onde a resolução analítica do diagrama de Voronoi é difícil (SILVA, 2004). Possivelmente, devido a essa dificuldade, é que não existam estudos que tenham determinado analiticamente os diagramas de Voronoi considerando os obstáculos. A geração analítica dos diagramas de Voronoi se torna difícil pelo fato de fazer uso de equações de retas e círculos.

O método da malha sobre uma região foi idealizado por Silva (2004) em sua Tese de Doutorado intitulada “Estratégia para Divisão de Áreas de Estudo em Problemas Logísticos: uso do diagrama de Voronoi com obstáculos” e, posteriormente, utilizado por Contri (2007). Silva (2004) considerou como obstáculos apenas duas barreiras lineares correspondentes aos rios Tietê e Pinheiros, da cidade de São Paulo (SP).

Segundo o autor, o procedimento para determinar a divisão do diagrama de Voronoi baseia-se em verificar a qual ponto gerador cada nó da malha está mais próximo. Convenciona-se, por exemplo, o vértice superior esquerdo de cada elemento que forma a malha como sua identificação. Assim, se esse ponto está mais próximo do ponto gerador i , todos os pontos desse elemento da malha também estão. Para efeito de ilustração, na FIGURA 26 a região em vermelho, a região em verde e a região em amarelo correspondem aos pontos geradores 1, 2 e 3, respectivamente.

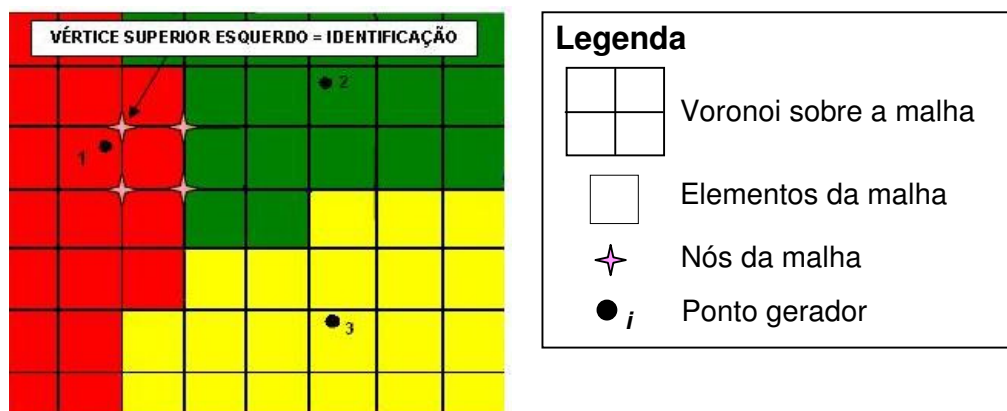


FIGURA 26 – VORONOI SOBRE A MALHA
FONTE: Adaptado de SILVA (2004)

Entretanto, é imprescindível destacar que o método da malha definida sobre uma região foi modificado nesta pesquisa para resolver problemas com obstáculos, não apenas lineares, mas também fechados.

Para as barreiras fechadas foi utilizado o conceito de envoltório convexo (item 2.4.1). Como as barreiras fechadas não podem ser transpostas, foram desconsideradas as diagonais internas do envoltório convexo que as circula, pois essas diagonais podem resultar em uma distância do caminho mais curto (item 2.4.2) que não deve ser opção de transposição.

A FIGURA 27 ilustra uma barreira fechada cuja distância do caminho mais curto é dada por d_1 (a partir do vértice superior esquerdo, passando por q_{30} , q_{29} , q_{25} , q_{24} até o ponto gerador p_1). A distância d_2 (a partir do vértice superior esquerdo, passando por q_1 , q_{24} até o ponto gerador p_1) apesar de mais curta, deve ser desconsiderada, pois passa por uma diagonal interna do envoltório convexo.

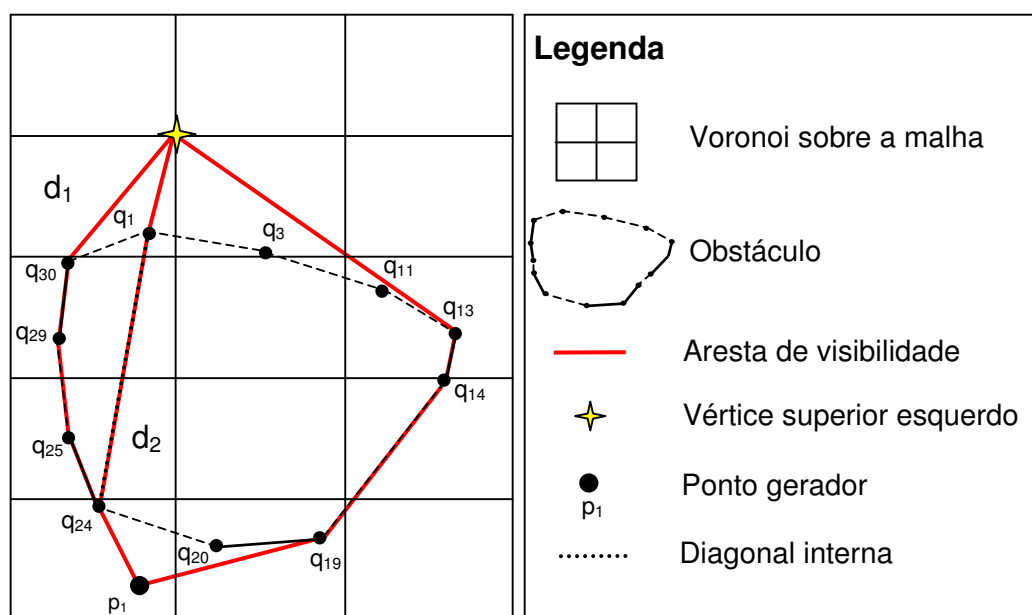


FIGURA 27 – EXEMPLO DE DISTÂNCIA DO CAMINHO MAIS CURTO CONSIDERANDO BARREIRAS FECHADAS
FONTE: A autora (2008)

Para a determinação da distância do caminho mais curto, foram utilizados os conceitos de visibilidade entre dois pontos e grafo de visibilidade, descritos nos itens 2.1.4.1 e 2.1.4.2, respectivamente. A FIGURA 28 ilustra um exemplo de grafo de visibilidade representado pelas linhas pontilhadas.

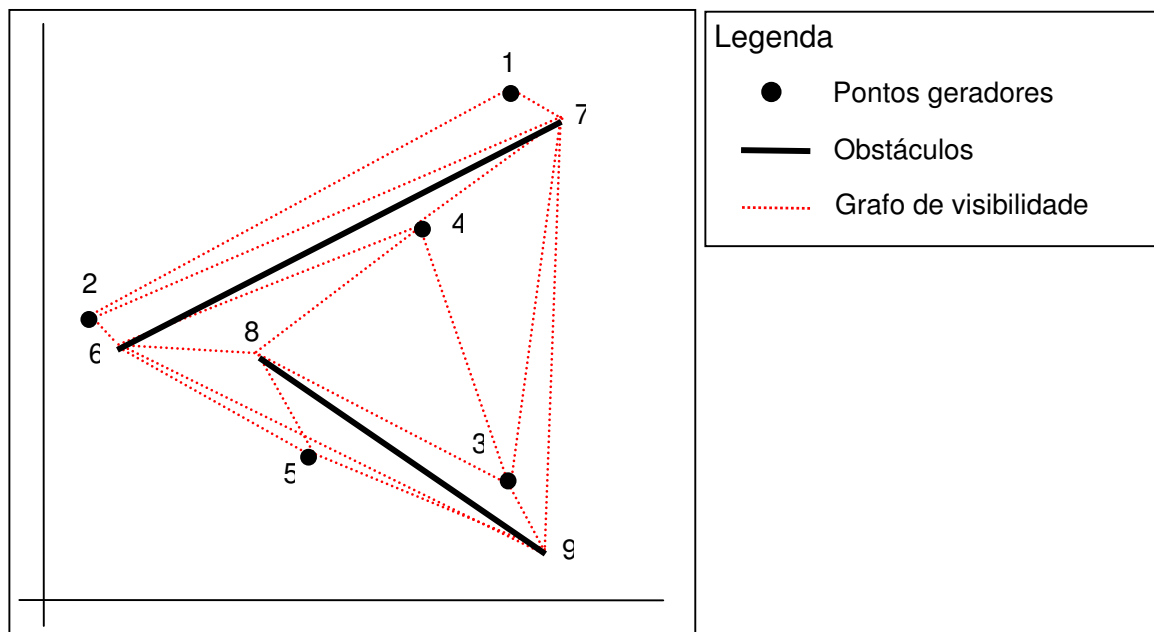


FIGURA 28 – EXEMPLO DE GRAFO DE VISIBILIDADE NA PRESENÇA DE OBSTÁCULOS
FONTE: Adaptado de SILVA (2004)

Para a determinação das distâncias dos caminhos mais curtos entre os vértices superiores esquerdos dos elementos da malha aos pontos geradores, deve-se levar em consideração que alguns desses vértices podem não ser visíveis ao ponto gerador devido a algum obstáculo. Deve-se, portanto, determinar a distância dos vértices superiores esquerdos dos elementos da malha a todos os nós do grafo de visibilidade (vértices dos obstáculos e pontos geradores), desde que estes nós sejam visíveis a esse vértice (FIGURA 29).

A distância do caminho mais curto é dada pela menor soma das distâncias entre o vértice e o nó visível, e esse nó e o ponto gerador considerado. De acordo com a FIGURA 29, a distância d_1 corresponde à distância entre o vértice superior esquerdo até o nó visível do obstáculo e a distância d_2 corresponde à distância entre esse mesmo nó visível do obstáculo e o ponto gerador. A distância do caminho mais curto é dada pela soma das distâncias d_1 e d_2 .

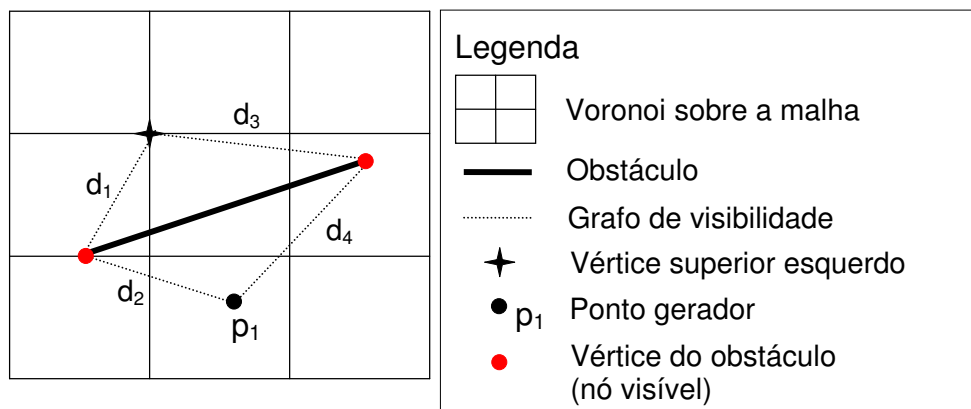


FIGURA 29 – EXEMPLO DE DISTÂNCIA DO CAMINHO MAIS CURTO ENTRE PONTOS NÃO VISÍVEIS ENTRE SI
 FONTE: A autora (2008)

Uma vez determinadas as distâncias dos caminhos mais curtos é possível efetuar a divisão do Voronoi ordinário. Para a determinação do diagrama de Voronoi com obstáculos, o método empregado é o mesmo utilizado para a se efetuar a divisão do diagrama de Voronoi ordinário, trocando-se a distância euclidiana (item 2.1.2) pela distância do caminho mais curto em um grafo (item 2.1.4).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 MATERIAIS

A seguir serão apresentados os dados, os *softwares* e o equipamento utilizados nesta pesquisa.

3.1.1 Dados

A base cartográfica digital do município de Curitiba (PR) foi adquirida junto ao Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba (IPPUC) edição 2005, em formato de arquivo com extensão *shapefile*. Esta base é classificada, de acordo com as Normas Técnicas da Cartografia Nacional (1984) – Decreto nº 89.817 de 20 de junho de 1984, segundo a sua exatidão, como Classe A, ou seja, obedece ao Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC) – Planimétrico igual a 0,5 mm na escala da carta. Como a escala da carta corresponde a 1:10.000, o erro padrão esperado é igual a 3 m.

Os endereços das agências e dos postos de atendimento eletrônico (PAE's) do HSBC, foram fornecidos pelo Departamento de Administração de Imóveis (DAI). Os endereços das agências dos bancos concorrentes foram obtidos junto ao Banco Central do Brasil (BC) através da Divisão de Gestão de Sistemas de Informações Cadastrais, Contábeis e Econômico-Financeiras (DINFO). Tanto os endereços fornecidos pelo DAI – HSBC, como os obtidos pela DINFO apresentavam-se em formato de arquivo *Microsoft Excel* (XLS) e são referentes a maio de 2009.

3.1.2 *Softwares*

Para a determinação do diagrama de Voronoi multiplicativamente ponderado foi utilizado o *software* WVD20. Para a determinação dos diagramas de Voronoi ordinário e por potência (*power* Voronoi) pelo método da malha sobre uma região, foi utilizado o programa desenvolvido nesta pesquisa denominado Diagrama de Voronoi com Obstáculos (DVO). O mesmo foi desenvolvido em *Visual Basic* 6.0.

Para a tabulação dos dados foi utilizado o *software Microsoft Excel* (2003). Na geocodificação das agências e PAE's do HSBC e as agências dos bancos concorrentes, foi utilizado o *software ArcGIS 9.3* (ESRI). O *software ArcGIS 9.3* também foi utilizado para a geração do diagrama de Voronoi ordinário.

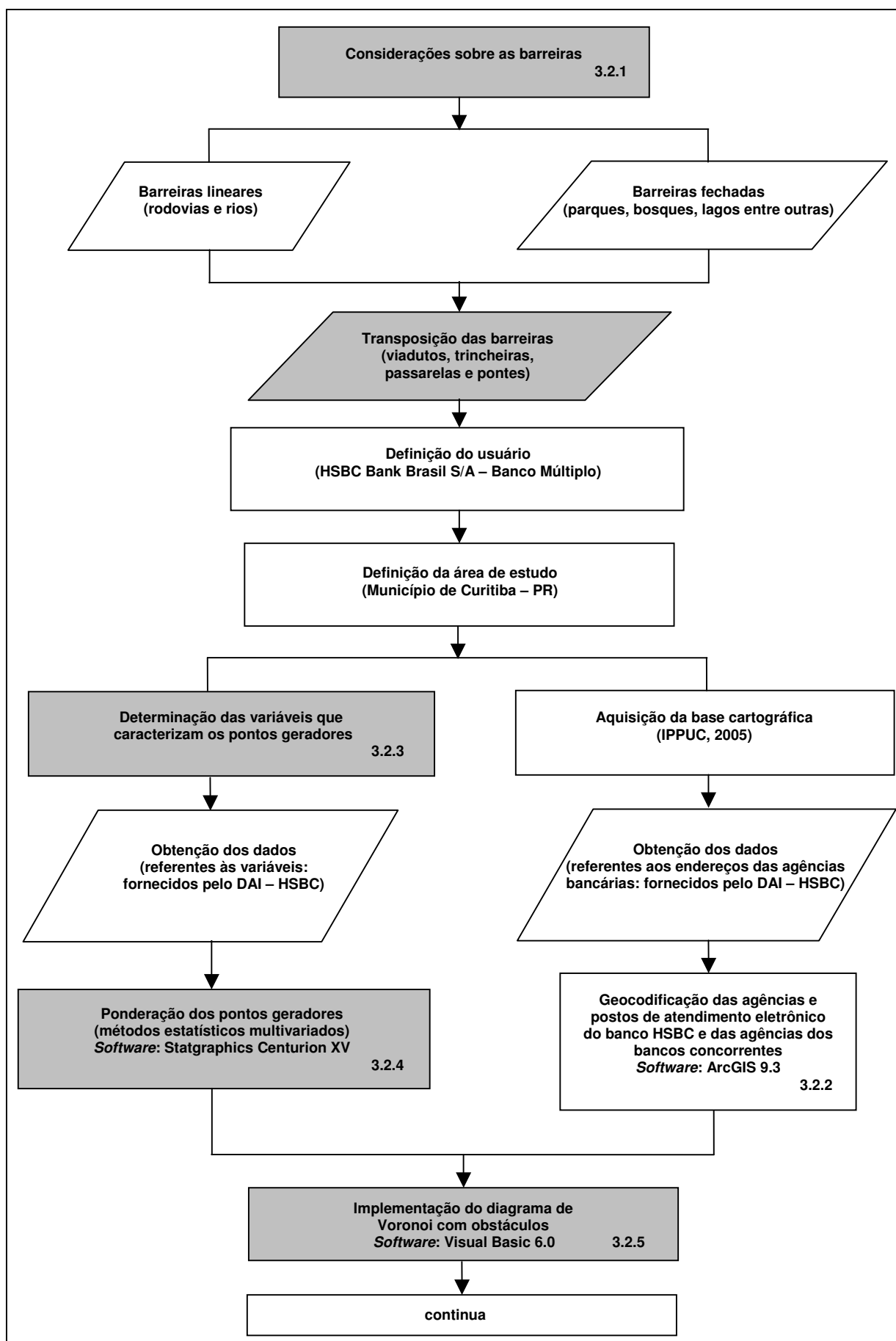
Para a extração dos fatores utilizou-se o *software Statgraphics Centurion XV*. Todos os *softwares* anteriormente citados estão disponíveis na Universidade Federal do Paraná (UFPR).

3.1.3 Equipamento

Foi utilizado um computador Pentium core 2 duo T8400, 4 Gb de RAM, Windows Vista 64 bits.

3.2 MÉTODOS

A seguir serão apresentados os métodos empregados para a realização da pesquisa, que inicia com considerações sobre as barreiras lineares e fechadas e as possibilidades de transposições das mesmas, bem como o processo de geocodificação. Em seguida são apresentadas as etapas de seleção das variáveis que caracterizam os pontos geradores, a sua ponderação e a implementação do diagrama de Voronoi com obstáculos. A FIGURA 30 ilustra as etapas da metodologia. A proposta desta pesquisa concentra-se nos itens destacados.



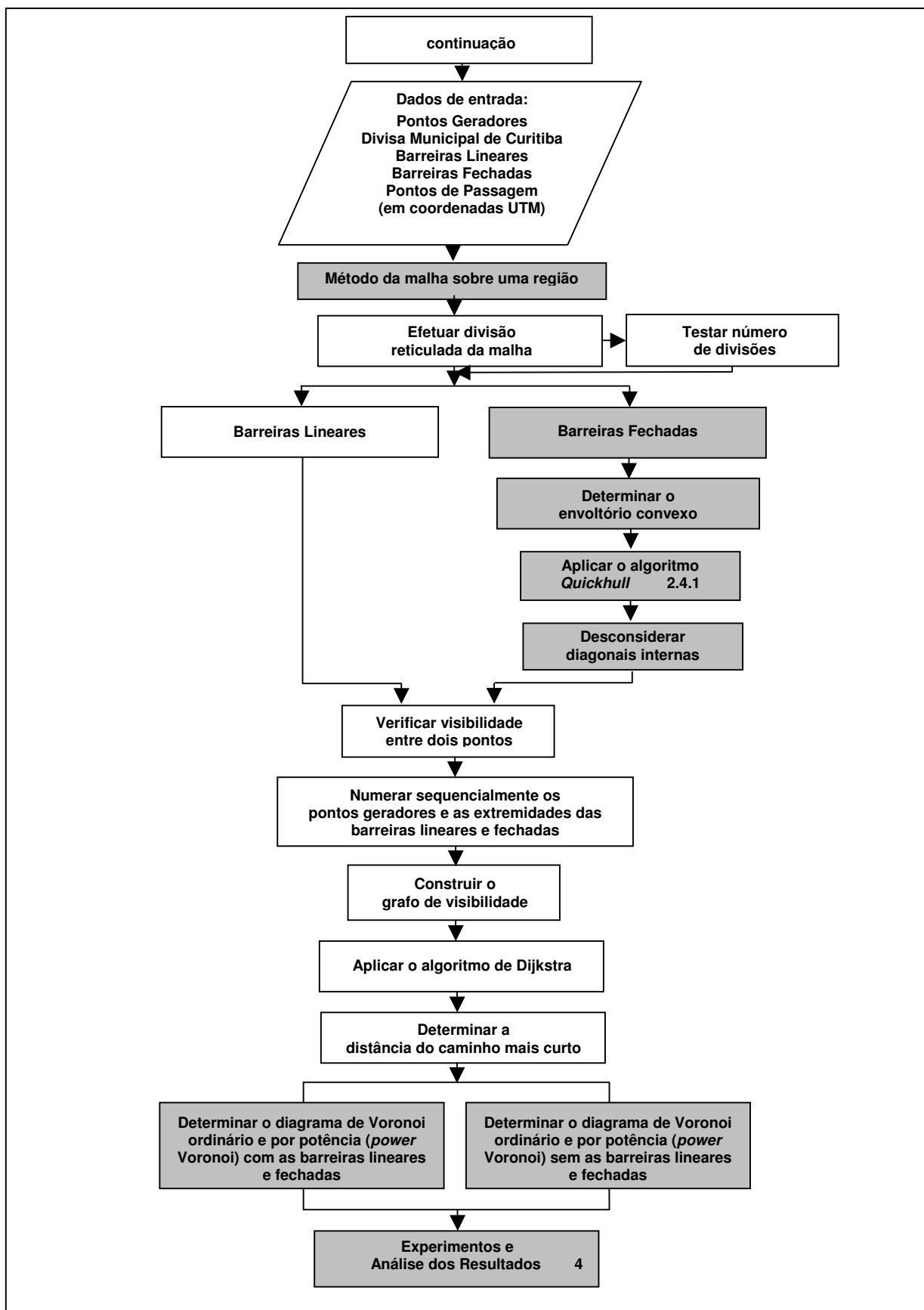


FIGURA 30 – ETAPAS DA METODOLOGIA
FONTE: A autora (2008)

3.2.1 Barreiras lineares e fechadas

As feições geográficas que constituem barreiras lineares e fechadas correspondem a obstáculos que se encontram entre uma linha reta que une um ponto de origem e um ponto de destino, que não podem ser transpostas por meio de caminhada ou com a utilização de veículos de transporte motorizado ou não.

Para o município de Curitiba (PR) identificou-se como barreiras lineares as rodovias e os rios. Como barreiras fechadas, os cemitérios, clubes/associações recreativas, condomínios/loteamentos fechados, glebas/terrenos vagos, instalações comerciais (*shoppings* e atacadistas), instalações de transportes (aeroportos, terminais rodoviários e ferroviários), instalações educacionais/culturais (campi universitários, escolas), instalações esportivas (estádios de futebol), instalações hospitalares, instalações industriais, instalações militares (quartéis), bosques, parques, Jardim Botânico Francisca Maria Garfunkel Rischbieter, Passeio Público, Setor Esportivo Peladeiros, lagos e ferrovias (cercada) (QUADRO 2).

Tipos de Barreiras	Nº	Barreiras
Lineares	1	Rodovias
	2	Rios
Fechadas	1	Cemitérios
	2	Clubes/Associações Recreativas
	3	Condomínios/Loteamentos Fechados
	4	Glebas/Terrenos Vagos
	5	Instalações Comerciais
	6	Instalações de Transportes
	7	Instalações Educacionais/Culturais
	8	Instalações Esportivas
	9	Instalações Hospitalares
	10	Instalações Industriais
	11	Instalações Militares
	12	Bosques
	13	Parques
	14	Jardim Botânico F. M ^a G. Rischbieter
	15	Passeio Público
	16	Setor Esportivo Peladeiros
	17	Lagos
	18	Ferrovias (cercada)

QUADRO 2 – BARREIRAS LINEARES E FECHADAS CONSIDERADAS NO MUNICÍPIO DE CURITIBA (PR)

FONTE: A autora (2009)

Com exceção dos bosques, parques, Jardim Botânico, Passeio Público, Setor Esportivo Peladeiros e os lagos, as demais barreiras fechadas foram identificadas e delimitadas. As principais barreiras lineares também foram identificadas e traçados os seus eixos. A FIGURA 31 ilustra as barreiras lineares e fechadas.

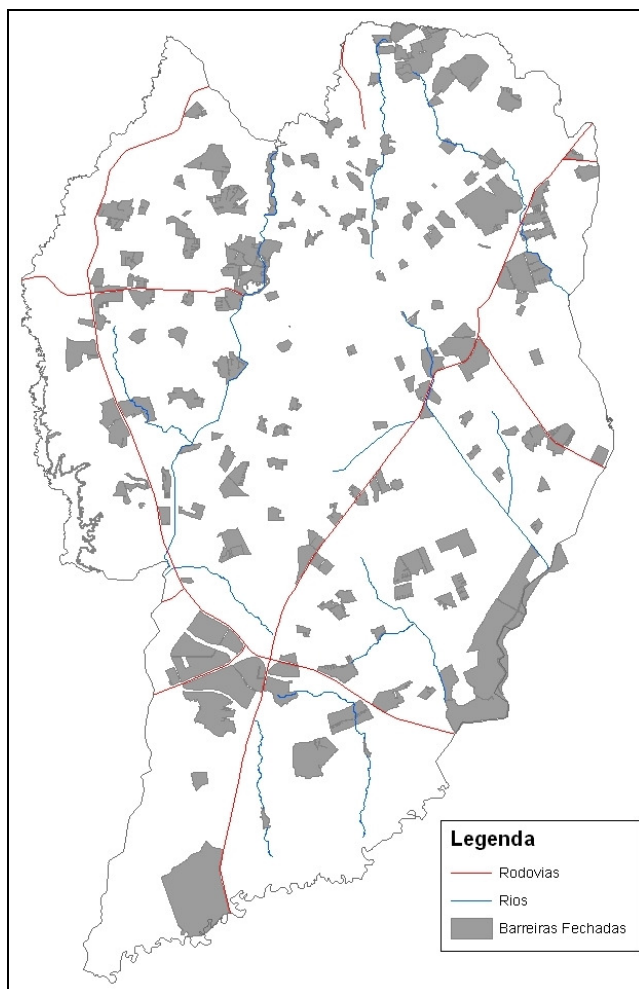


FIGURA 31 – BARREIRAS LINEARES E FECHADAS CONSIDERADAS NO MUNICÍPIO DE CURITIBA (PR)

FONTE: A autora (2009)

As barreiras podem ser transpostas apenas em pontos específicos, que não correspondem, portanto, à totalidade de suas extensões. Elas podem ser transpostas por viadutos, trincheiras, passarelas e pontes, que foram denominados de pontos de passagem. Os pontos de passagem das rodovias e dos rios foram identificados e representados por símbolos pontuais. A FIGURA 32 ilustra um viaduto que corresponde a um ponto específico de transposição da rodovia BR-116.

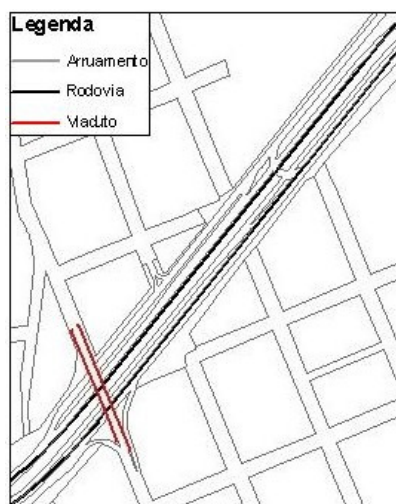


FIGURA 32 – EXEMPLO DE PONTO DE PASSAGEM - VIADUTO SOBRE A RODOVIA BR-116

FONTE: A autora (2008)

A FIGURA 33 ilustra uma parte do município de Curitiba (PR) nas proximidades do Jardim Botânico Francisca Maria Garfunkel Rischbieter, que corresponde a uma das barreiras fechadas, além dos condomínios/loteamentos fechados (3), glebas/terrenos vagos (4), instalações de transportes (6), instalações educacionais/culturais (7), instalações hospitalares (9) e instalações industriais (10). Também ilustra as barreiras lineares correspondentes a um rio e a uma rodovia, bem como os seus respectivos pontos de passagem.

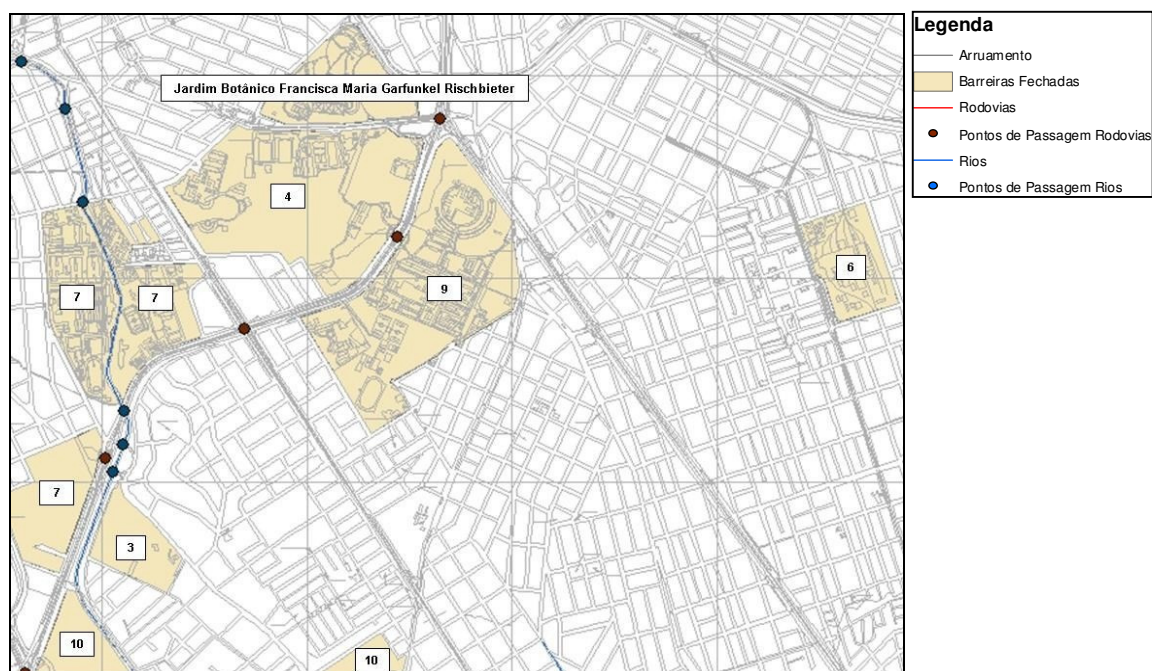


FIGURA 33 – BARREIRAS LINEARES, FECHADAS E PONTOS DE PASSAGEM

FONTE: A autora (2009)

A partir da FIGURA 34 pode-se explicar o processo de geocodificação utilizado nesta pesquisa. De acordo com Davis Jr., Fonseca e Borges (2006) uma localização pode ser estabelecida pela interpolação ao longo dos trechos de logradouro, observando-se as faixas de numeração predial associadas a cada trecho. A Agência Marechal Deodoro com número predial igual a 320, foi geocodificada (por interpolação) no trecho de logradouro cujas numerações prediais iniciais e finais são 185 e 370, respectivamente. A base cartográfica digital do IPPUC contém um campo chamado TRECHO_RUA que foi utilizado para a geocodificação. Nele está incluída além da numeração predial inicial e final de cada trecho, a denominação e codificação oficiais das ruas. Além das agências do HSBC (FIGURA 35), foram geocodificados os PAE's dos HSBC, bem como as agências dos bancos concorrentes no *software* ArcGIS 9.3 (ESRI), utilizando-se a função *geocode*.

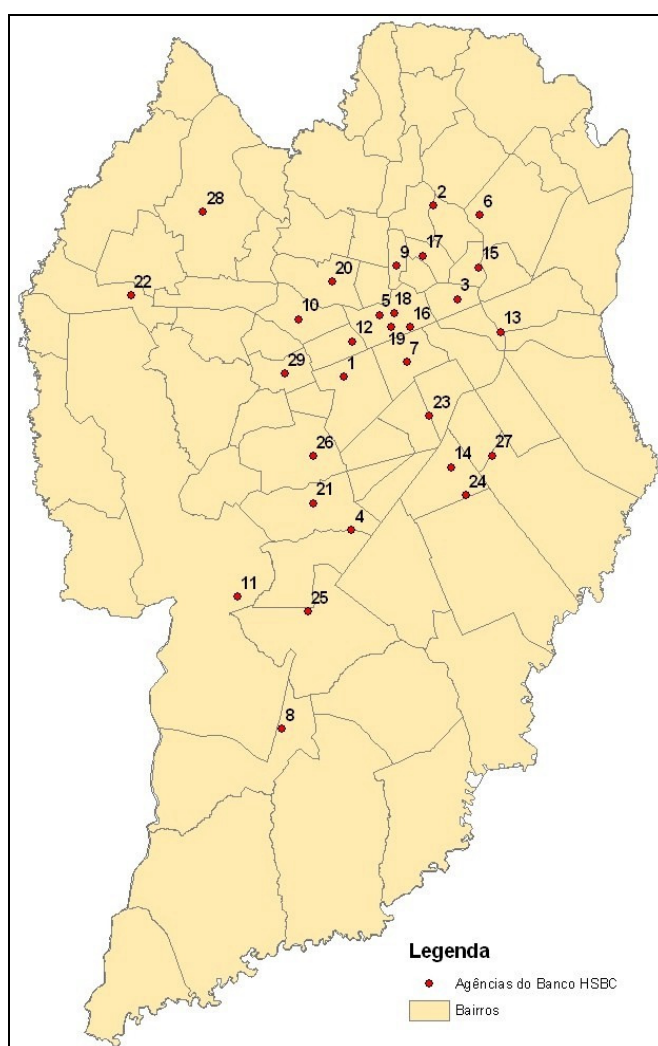


FIGURA 35 – AGÊNCIAS DO BANCO HSBC
 FONTE: A autora (2008)

3.2.3 Variáveis que caracterizam os pontos geradores

Para esta pesquisa os pontos geradores referem-se às agências do HSBC Bank Brasil S/A – Banco Múltiplo. Os pontos geradores são utilizados para a determinação das áreas de abrangência. Nas áreas de abrangência determinadas pelo diagrama de Voronoi ordinário, os pontos geradores possuem o mesmo peso e sua construção depende apenas da distância entre eles. Nos diagramas de Voronoi ponderados, os pontos geradores podem assumir pesos diferenciados, então, torna-se necessária a determinação de variáveis que os caracterizem.

Conjuntamente com os especialistas do Departamento de Administração de Imóveis (DAI – HSBC) e especialistas dos Bancos Bradesco e do extinto Bamerindus, foram selecionadas as variáveis: categoria, vigência, horário, área, caixas, auto-atendimento, publicidade, vagas de estacionamento, sanitários e acesso a portador de deficiência física/mobilidade reduzida, porque permitem comparar as agências bancárias em termos de serviços, facilidades para os clientes e publicidade/apoio (QUADRO 3).

Variáveis	Descrição	Valor
Categoria	Categoria da agência	Standard (1), Premier (2)
Vigência	Vigência da agência em meses	-
Horário	Número de horas de atendimento por dia	-
Área	Área da agência em m ²	-
Caixas	Número de guichês de caixa na agência	-
Auto-atendimento	Número de equipamentos de auto-atendimento na agência	-
Publicidade	Número de peças de publicidade, totem (T) e fachada (F)	-
Vagas de estacionamento	Número de vagas no estacionamento	-
Sanitários	Sanitários adaptados para o público	Não (0), Sim (1)
Acesso D. Física/M. Red.	Condições de acesso para portador de deficiência física/mobilidade reduzida	Não (0), Sim (1)

QUADRO 3 – VARIÁVEIS QUE CARACTERIZAM OS PONTOS GERADORES
FONTE: Especialista (2009)

3.2.4 Ponderação dos pontos geradores

A comparação entre as agências do Banco HSBC permite classificá-las, isto é, permite que sejam atribuídos pesos às mesmas através de métodos estatísticos multivariados (APÊNDICE H).

A partir da análise da matriz de dados dos pontos geradores (ANEXO A) foram descartadas as variáveis sanitários e acesso portador de deficiência física/mobilidade reduzida, pelo fato das mesmas não apresentarem variações para Curitiba (PR). O QUADRO 4 ilustra a matriz de dados final dos pontos geradores.

Nº	Categoria	Vigência (meses)	Horário	Área m²	Caixas	Auto-atend.	Public.	Vagas estac.
1	2	78	7	514	3	8	3	20
2	1	81	6	513	4	6	2	20
3	1	75	6	1479	3	7	3	24
4	1	104	6	477	2	5	2	20
5	2	77	7	6055	9	17	1	0
6	1	75	6	1458	3	8	3	25
7	1	75	6	1373	4	3	2	28
8	1	177	6	215	2	4	1	0
9	2	119	7	854	4	5	3	30
10	1	15	6	665	3	8	1	0
11	1	99	6	822	5	7	2	40
12	2	99	7	2581	3	9	3	32
13	1	99	6	519	4	6	2	25
14	1	45	6	253	3	8	1	7
15	1	53	6	449	2	5	2	10
16	1	80	6	1100	9	6	3	50
17	1	94	7	1636	4	5	3	20
18	1	40	6	1440	5	12	1	0
19	1	75	6	1703	2	8	2	19
20	1	98	6	1159	4	7	3	23
21	1	172	6	674	4	6	1	15
22	1	117	6	420	3	9	1	0
23	1	99	6	1104	5	6	2	25
24	1	136	6	633	6	8	1	26
25	1	70	6	808	4	9	1	23
26	1	95	6	996	5	11	3	50
27	1	136	6	560	4	4	3	10
28	1	99	6	524	4	6	2	0
29	1	99	6	544	3	4	1	25

QUADRO 4 – MATRIZ DE DADOS FINAL DOS PONTOS GERADORES

FONTE: Departamento de Administração de Imóveis (DAI) do HSBC (2009)

Para descrever os relacionamentos entre as variáveis listadas no QUADRO 3, em termos de poucas variáveis fundamentais, denominadas fatores, foi necessária a realização de uma análise fatorial (APÊNDICE H). Nesta pesquisa, para a extração dos fatores, foi aplicado o método das componentes principais (JOHNSON; WICHERN, 1988). Para a extração dos fatores utilizou-se o critério de Kaiser, que seleciona aqueles que apresentam autovalor (λ) maior do que 1.0 (FIELD, 2005). No QUADRO 5 são apresentadas as componentes principais. Analisando-se os valores referentes à percentagem acumulada, constata-se também que no caso de 3 (três) fatores extraídos, os mesmos explicam 75,028% da variabilidade dos dados originais. Portanto, será considerado esse número de fatores.

Fator	Autovalor λ	Percentual de Variância	Percentagem Acumulada
Área	2,92773	36,597	36,597
Auto-atendimento	1,81617	22,702	59,299
Caixas	1,25835	15,729	75,028
Categoria	0,993398	12,417	87,446
Horário	0,36043	4,505	91,951
Publicidade	0,323227	4,040	95,991
Vagas Estacionamento	0,217148	2,714	98,706
Vigência	0,103547	1,294	100,000

QUADRO 5 – COMPONENTES PRINCIPAIS DAS VARIÁVEIS EMPREGADAS NO ESTUDO

FONTE: A autora (2009)

Para interpretar os fatores, os mesmos foram rotacionados pelo método Varimax. No QUADRO 6 são apresentados os fatores rotacionados. O conjunto de variáveis do fator 1, categoria e horário, pode ser denominado como serviços. O conjunto de variáveis do fator 2, área, auto-atendimento e caixas, como facilidades para os clientes. O conjunto de variáveis do fator 3, publicidade e vagas de estacionamento, como publicidade/apoio. Como Field (2005) recomenda o valor do fator $> 0,5$, foi eliminada a variável vigência por não mostrar relação com nenhum fator.

Variável	Fator 1	Fator 2	Fator 3
Área	0,559222	0,699818	-0,0323435
Auto-atendimento	0,310522	0,811664	-0,248138
Caixas	0,0583444	0,778436	0,338001
Categoria	0,939007	0,115428	0,0579531
Horário	0,951982	0,0523894	0,109716
Publicidade	0,30407	-0,216481	0,78376
Vagas Estacionamento	-0,0872038	0,0580456	0,924685
Vigência	0,0846613	-0,445338	0,117224

QUADRO 6 – FATORES ROTACIONADOS DAS VARIÁVEIS EMPREGADAS NO ESTUDO

FONTE: A autora (2009)

A partir dos fatores rotacionados foram obtidos os escores brutos para cada ponto gerador (QUADRO 7). Os escores brutos correspondem aos pesos atribuídos a cada ponto gerador. Para a sua determinação utilizou-se a equação H 1.2 descrita no APÊNDICE H.

Agências HSBC	Escore Fatorial 1	Escore Fatorial 2	Escore Fatorial 3	Escore Bruto
Ag. Urb. Água Verde	2,194	-0,912	0,223	0,841
Ag. Urb. Ahú	-0,514	-0,111	0,091	-0,265
Ag. Urb. Alto da R. XV	-0,196	-0,058	0,559	0,004
Ag. Urb. Av. Brasília	-0,278	-0,961	-0,140	-0,456
Ag. Urb. Avenida/Matriz	2,423	3,528	-1,264	1,984
Ag. Urb. Bacacheri	-0,200	0,081	0,557	0,044
Ag. Urb. Brasília Itiberê	-0,519	-0,183	0,533	-0,197
Ag. Urb. Ceasa	-0,031	-1,724	-1,370	-0,824
Ag. Urb. Centro Cívico	2,168	-1,192	0,954	0,896
Ag. Urb. Champagnat	-0,561	0,421	-1,567	-0,475
Ag. Urb. Cidade Industrial	-0,684	0,398	1,038	0,004
Ag. Urb. Com. Araújo	2,443	-0,288	0,656	1,242
Ag. Urb. Cristo Rei	-0,502	-0,205	0,316	-0,240
Ag. Urb. Hauer	-0,587	0,143	-1,238	-0,502
Ag. Urb. Jardim Social	-0,354	-0,667	-0,605	-0,501
Ag. Urb. João Negrão	-1,014	1,470	2,592	0,493
Ag. Urb. Juvevê	1,020	-0,570	0,612	0,453
Ag. Urb. Mal Deodoro	-0,508	1,516	-1,436	-0,090
Ag. Urb. Mal Floriano	-0,168	-0,017	-0,368	-0,164
Ag. Urb. Mercês	-0,240	-0,058	0,696	0,011
Ag. Urb. Novo Mundo	-0,286	-0,640	-0,551	-0,449
Ag. Urb. Orleans	-0,245	-0,272	-1,505	-0,518
Ag. Urb. Parolin	-0,507	0,216	0,454	-0,087
Ag. Urb. Passarela	-0,675	0,511	0,081	-0,158
Ag. Urb. Pinheirinho	-0,660	0,633	-0,455	-0,226
Ag. Urb. Portão	-0,589	0,950	1,790	0,375
Ag. Urb. Salgado Filho	-0,096	-1,015	0,338	-0,283
Ag. Urb. Santa Felicidade	-0,256	-0,404	-0,722	-0,399
Ag. Urb. Seminário	-0,577	-0,586	-0,266	-0,515

QUADRO 7 – ESCORES BRUTOS PARA OS PONTOS GERADORES

FONTE: A autora (2009)

No QUADRO 8 são apresentados os pesos, em ordem decrescente, dos pontos geradores correspondentes às 29 agências do Banco HSBC. De acordo com o QUADRO 8, os pontos geradores apresentaram pesos diferentes, o que reflete propriedades variáveis das agências. Os pesos, portanto, possibilitam a comparação entre as agências. Esses pesos serão utilizados na determinação dos diagramas de Voronoi por potência sem e com a consideração das barreiras

Agências HSBC		Pesos
5	Ag. Urb. Avenida/Matriz	1,984
12	Ag. Urb. Com. Araújo	1,242
9	Ag. Urb. Centro Cívico	0,896
1	Ag. Urb. Água Verde	0,841
16	Ag. Urb. João Negrão	0,493
17	Ag. Urb. Juvevê	0,453
26	Ag. Urb. Portão	0,375
6	Ag. Urb. Bacacheri	0,044
20	Ag. Urb. Mercês	0,011
11	Ag. Urb. Cidade Industrial	0,004
3	Ag. Urb. Alto da R. XV	0,004
23	Ag. Urb. Parolin	-0,087
18	Ag. Urb. Mal Deodoro	-0,090
24	Ag. Urb. Passarela	-0,158
19	Ag. Urb. Mal Floriano	-0,164
7	Ag. Urb. Brasília Itiberê	-0,197
25	Ag. Urb. Pinheirinho	-0,226
13	Ag. Urb. Cristo Rei	-0,240
2	Ag. Urb. Ahú	-0,265
27	Ag. Urb. Salgado Filho	-0,283
28	Ag. Urb. Santa Felicidade	-0,399
21	Ag. Urb. Novo Mundo	-0,449
4	Ag. Urb. Av. Brasília	-0,456
10	Ag. Urb. Champagnat	-0,475
15	Ag. Urb. Jardim Social	-0,501
14	Ag. Urb. Hauer	-0,502
29	Ag. Urb. Seminário	-0,515
22	Ag. Urb. Orleans	-0,518
8	Ag. Urb. Ceasa	-0,824

QUADRO 8 – PESOS DOS PONTOS GERADORES

FONTE: A autora (2009)

A seguir será apresentado o método empregado para a implementação do diagrama de Voronoi com obstáculos.

3.2.5 Implementação do diagrama de Voronoi com obstáculos (DVO)

A determinação do diagrama de Voronoi com obstáculos foi feita pelo método de uma malha definida sobre uma região (item 2.5). A partir da divisa do município de Curitiba, foi delimitado um retângulo de 21 km x 34 km.

No QUADRO 9 são apresentadas as coordenadas (UTM – SAD 69 – 22 S) dos quatro pontos que constituem o retângulo.

Ponto	Coordenada E (metro)	Coordenada N (metro)
1	662.000	7.162.000
2	662.000	7.196.000
3	683.000	7.196.000
4	683.000	7.162.000

QUADRO 9 – COORDENADAS UTM DO RETÂNGULO ENVOLVENTE
FONTE: A autora (2009)

Para a definição da malha sobre esse retângulo foram gerados os diagramas de Voronoi ordinário com o *software* ArcGIS e com programa desenvolvido nesta pesquisa denominado Diagrama de Voronoi com Obstáculos (DVO) de modo a possibilitar uma comparação entre as áreas de abrangência (item 4.1). Para as barreiras fechadas foi utilizado o conceito de envoltório convexo (item 2.4.1). Na determinação da distância do caminho mais curto, foram utilizados os conceitos de visibilidade entre dois pontos e grafo de visibilidade (itens 2.1.4.1 e 2.1.4.2). Determinadas as distâncias dos caminhos mais curtos, foi efetuado o cálculo do diagrama de Voronoi.

A FIGURA 36 ilustra o fluxograma do cálculo do diagrama de Voronoi com as distâncias dos caminhos mais curtos aos pontos geradores. O cálculo inicia com a leitura das feições geográficas a partir das coordenadas UTM. É determinado o envoltório convexo que circula as barreiras fechadas. São excluídos os pontos externos à divisa municipal, bem como os pontos internos dos envoltórios convexos. Em seguida é determinado o grafo de visibilidade. A cada ponto da malha (canto superior esquerdo), é verificado qual ponto gerador (agência HSBC) é mais próximo. Caso o ponto da malha seja interior à alguma barreira fechada, o mesmo não pode ser considerado. São calculadas todas as distâncias às agências pelo algoritmo de Dijkstra, selecionando-se a que apresentar menor valor. A linha da matriz de distância é representada por *i* e a coluna por *j*.

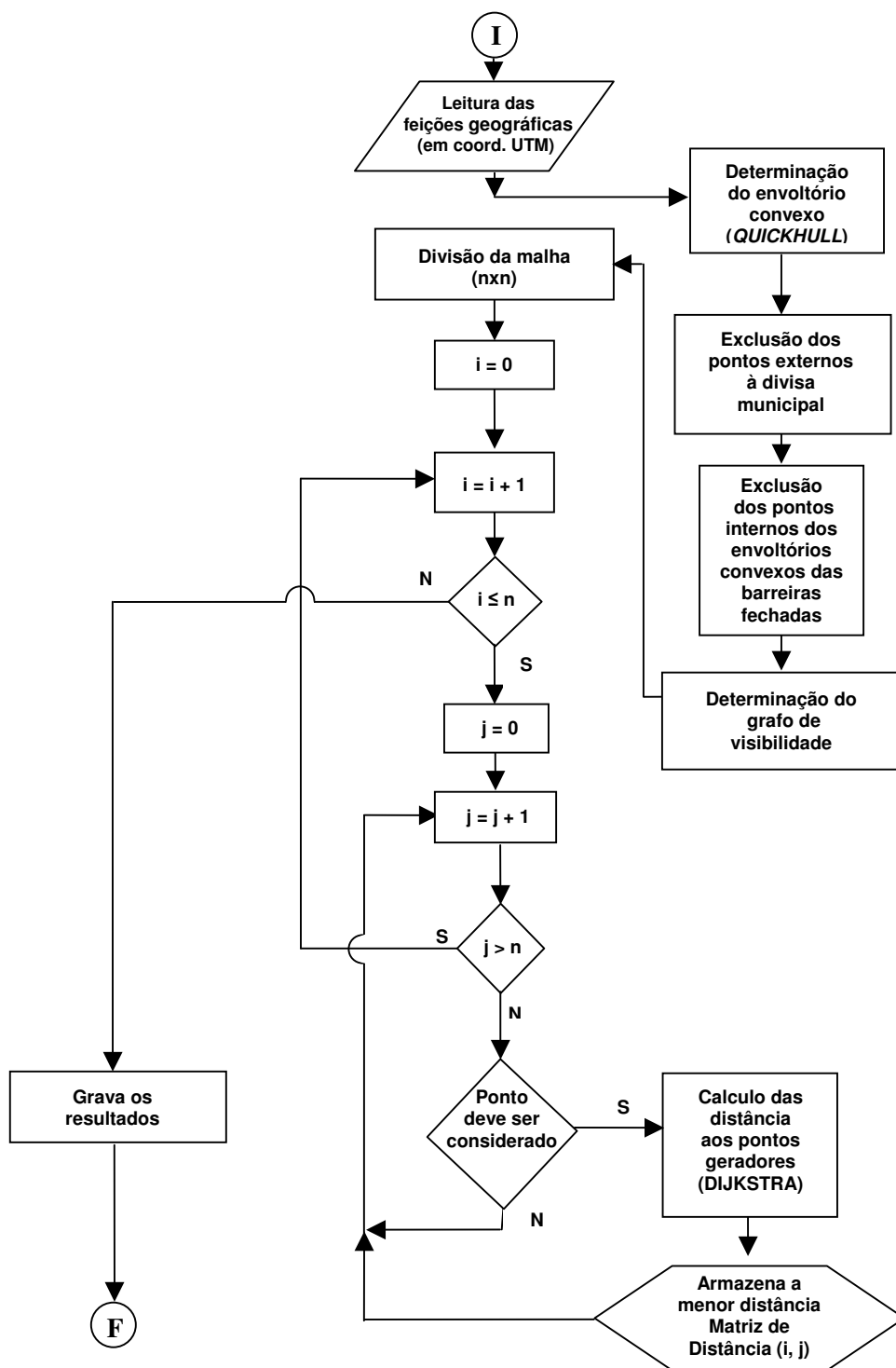


FIGURA 36 – FLUXOGRAMA DO CÁLCULO DO DIAGRAMA DE VORONOI COM AS DISTÂNCIAS DOS CAMINHOS MAIS CURTOS AOS PONTOS GERADORES

FONTE: A autora (2009)

A FIGURA 37 corresponde a tela do programa DVO. Na opção parâmetros seleciona-se o diagrama com ou sem as barreiras, bem como excluir os pontos internos ao envoltório convexo (retirar áreas internas) e externos à divisa municipal (retirar área externa). Na opção tipo de distância é selecionado o diagrama de Voronoi ordinário (com a distância Euclidiana) ou por potência (*Power*). Em opções do grafo, é feito o cálculo do grafo de visibilidade. Também existe a possibilidade de ler o arquivo do grafo calculado anteriormente. No item opções de distâncias seleciona-se a distância do caminho mais curto. Também existe a possibilidade de ler o arquivo da distância calculada anteriormente. Os arquivos de entrada dos dados são arquivos em formato texto exportados pelo ArcGIS em coordenadas UTM. Os arquivos de saída também são arquivos em formato texto lidos pelo ArcGIS.

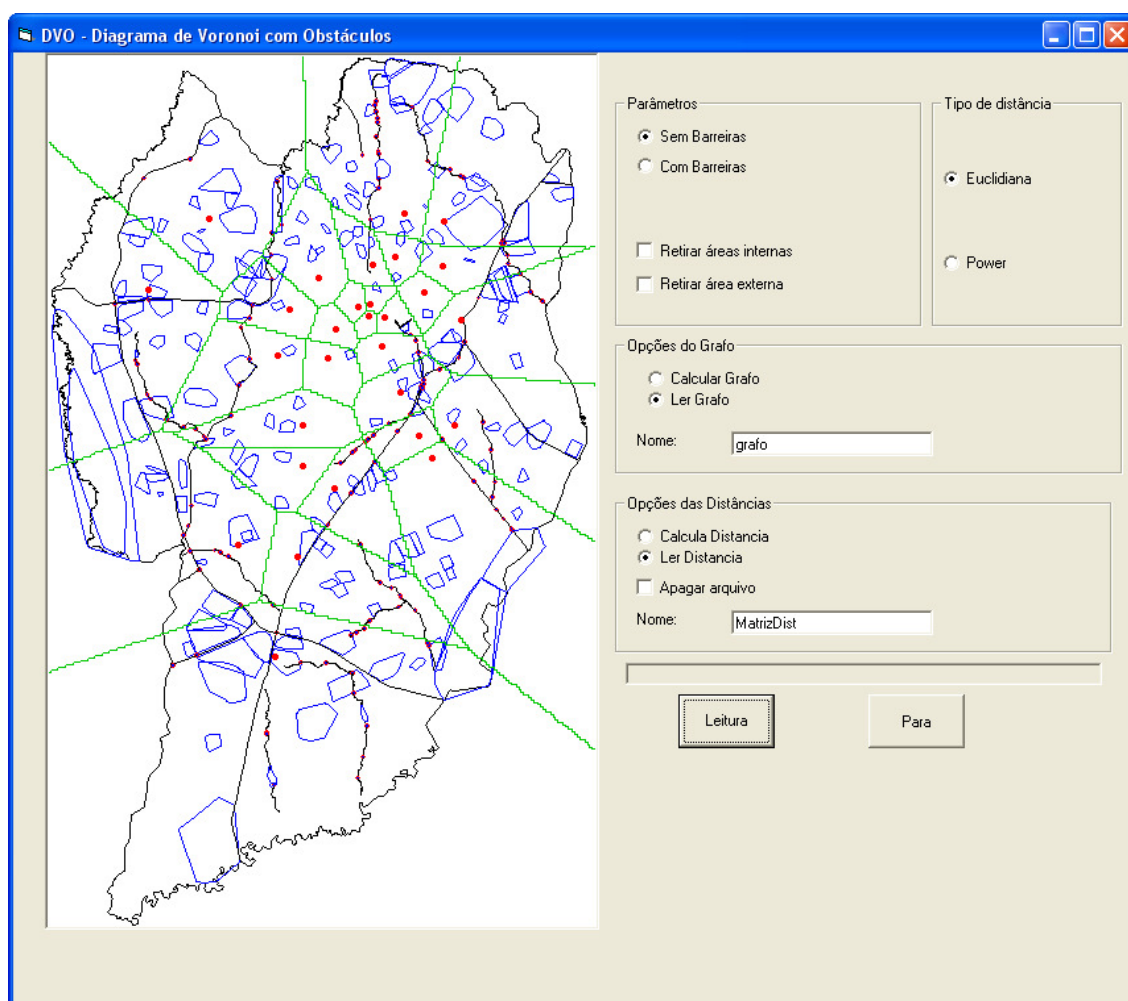


FIGURA 37 – TELA DO PROGRAMA DIAGRAMA DE VORONOI COM OBSTÁCULOS (DVO)
 FONTE: A autora (2010)

4 EXPERIMENTOS E ANÁLISES DOS RESULTADOS

Os experimentos realizados englobam a definição da resolução da malha, bem como o resultado do grafo de visibilidade. A análise dos resultados é composta pelas análises espaciais. Nesse item são apresentados os mapas gerados a partir dos diagramas de Voronoi ordinário sem barreiras (VOSB), Voronoi ordinário com barreiras (VOCB), Voronoi por potência sem barreiras (VPSB) e Voronoi por potência com barreiras (VPCB), a fim de compreender a distribuição espacial das agências concorrentes e PAE's HSBC nas diferentes representações.

4.1 EXPERIMENTOS

Para a definição da resolução da malha (item 2.5) foi gerado o diagrama de Voronoi ordinário com o *software* ArcGIS e com o programa Diagrama de Voronoi com Obstáculos (DVO), de modo a possibilitar uma comparação entre as áreas de abrangência resultantes. As etapas são detalhadas a seguir:

- a) Com o *software* ArcGIS 9.3 foi gerado o diagrama de Voronoi ordinário. O *software* apresenta a função *Create Thiessen Polygons* (CTP) que permite traçar apenas esse tipo de diagrama, sem considerar as barreiras lineares ou fechadas. A partir das 29 agências do Banco HSBC a função CTP gera uma rede triangular irregular (*Triangulated Irregular Network* – TIN), considerando-se os critérios de Delaunay (item 2.1.1). Sobre essa rede, mediatrizes para cada lado dos triângulos são determinadas, correspondendo aos lados do diagrama de Voronoi. Ao traçar o diagrama a função CTP gera automaticamente um retângulo que representa até onde as áreas de abrangência são traçadas, e não permite que a divisa municipal seja selecionada como limite das áreas que constituem o diagrama (FIGURA 38). Neste caso, como o retângulo gerado interrompe as áreas de abrangência das agências 2, 6, 8, 11, 13, 15, 22, 24, 27 e 28, que fazem contato com a sua borda,

foram calculadas as áreas das agências 1, 3, 4, 5, 7, 9, 10, 12, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 25, 26 e 29, totalizando 19 agências (QUADRO 10).

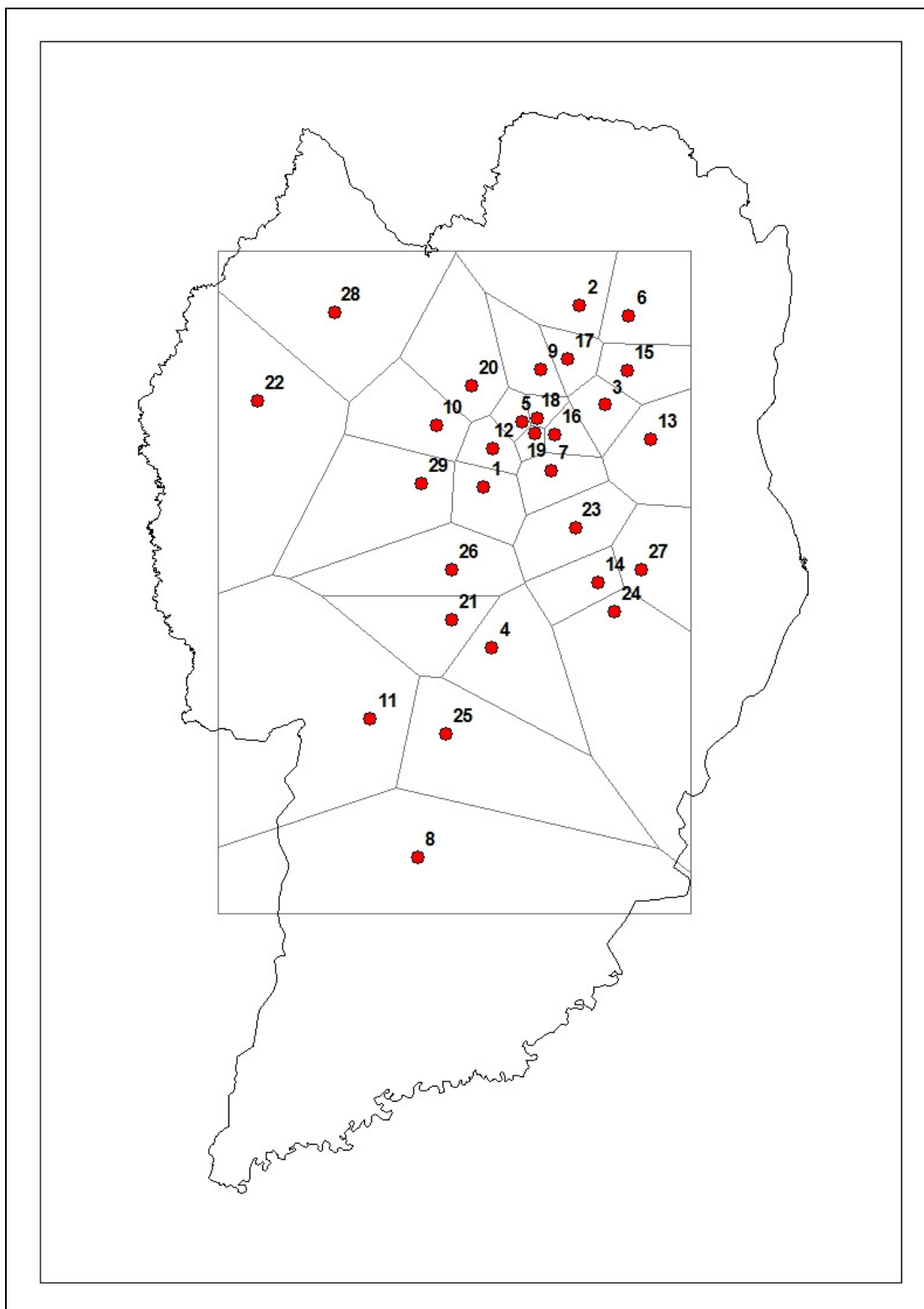


FIGURA 38 – VORONOI ORDINÁRIO GERADO NO *SOFTWARE* ARCGIS 9.3
 FONTE: A autora (2009)

b) A partir do programa DVO, foram testadas divisões da malha com elementos quadrados de lados 25 m, 50 m, 100 m e 200 m. Essas medidas foram selecionadas considerando-se a menor distância entre duas agências, que no caso correspondem às agências Avenida/Matriz (5) e Marechal Deodoro (18), cuja distância linear resultou em 458 m. Partindo-se do diagrama de Voronoi ordinário, que define as linhas de fronteira entre dois pontos a partir da mediatriz que os une, a mesma estaria a 229 m, o que levou a escolha de elementos quadrados de lados iguais ou inferiores a 200 m. Os testes foram realizados traçando-se o diagrama de Voronoi ordinário a partir das 29 agências do Banco HSBC, sem considerar as barreiras lineares e fechadas, uma vez que, nesta etapa, o objetivo foi, exclusivamente, definir o elemento da malha. Os resultados das quatro divisões são apresentados nas FIGURAS 39 (A), (B), (C) e (D). Ao visualizar as figuras é possível perceber que alguns lados do diagrama que formam as áreas de abrangência das agências não são interrompidos nos limites da divisa municipal. Até mesmo essas áreas poderiam ter sido calculadas, obedecendo os limites da divisa municipal, entretanto, como o objetivo era a comparação com as áreas de abrangência geradas pelo *software* ArcGIS 9.3, foram calculadas as áreas das agências 1, 3, 4, 5, 7, 9, 10, 12, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 25, 26 e 29, as mesmas 19 agências anteriores, referentes aos elementos quadrados de lados 25 m, 50 m, 100 m e 200 m (QUADRO 10).

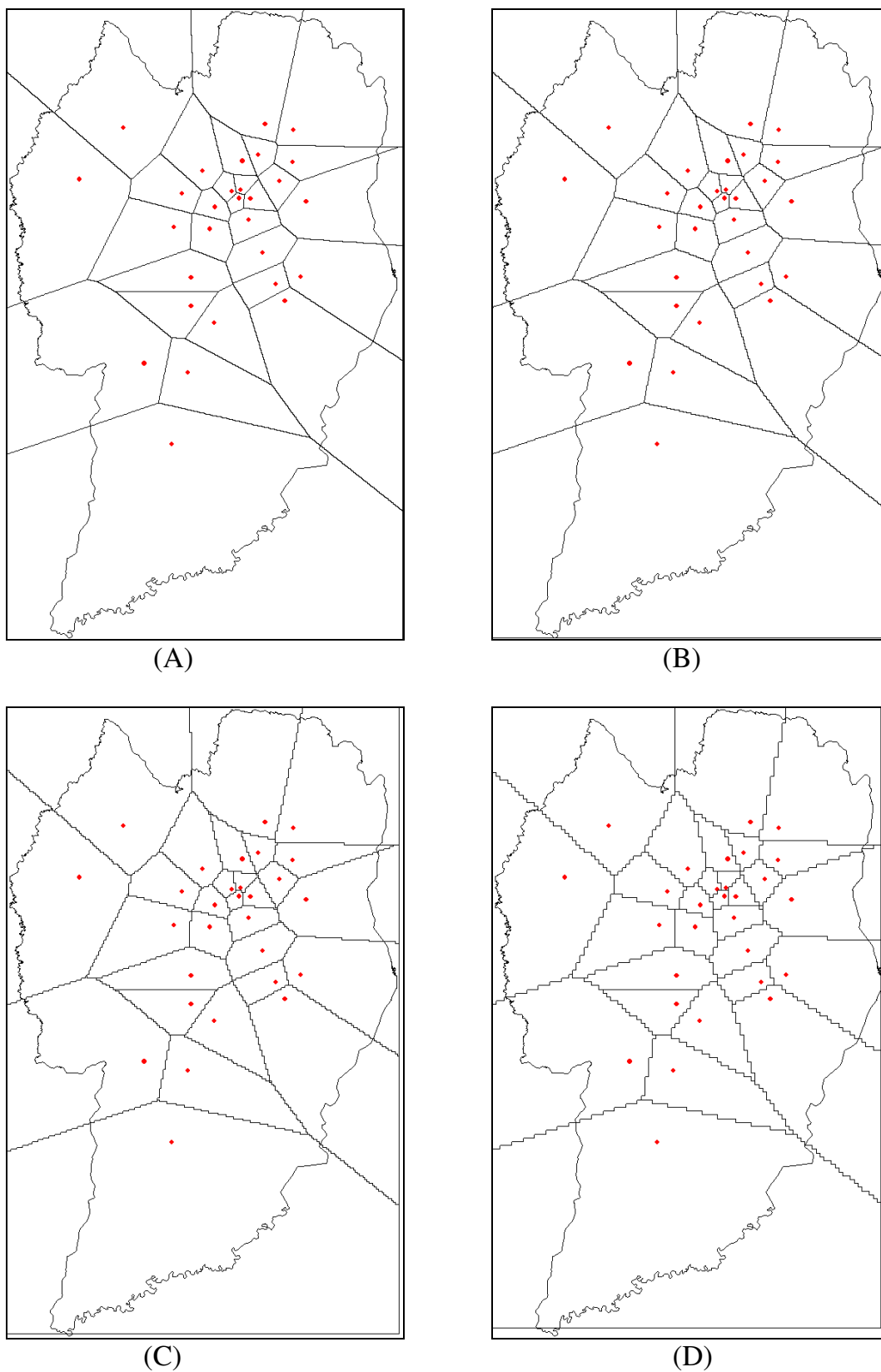


FIGURA 39 – DIAGRAMA DE VORONOI GERADO COM ELEMENTOS QUADRADOS DE (A) 25 METROS, (B) 50 METROS, (C) 100 METROS E (D) 200 METROS
FONTE: A autora (2009)

Agências HSBC	ArcGIS	DVO – Malha definida sobre região											
		Elementos quadrados de lados											
		25 m			50 m			100 m			200 m		
	Área (km²)	Área (km²)	Diferença (%)	Diferença (km²)	Área (km²)	Diferença (%)	Diferença (km²)	Área (km²)	Diferença (%)	Diferença (km²)	Área (km²)	Diferença (%)	Diferença (km²)
1	4,27445	4,27563	0,03%	0,00043	4,28	0,01%	0,00043	4,28	0,13%	0,00257	4,32	1,07%	0,01987
3	2,80734	2,81000	0,09%	0,00084	2,8	0,26%	0,00196	2,81	0,09%	0,00084	2,88	2,59%	0,02102
4	11,01527	11,01313	0,02%	0,00220	11	0,09%	0,01103	11	0,05%	0,00551	11,1	0,59%	0,07202
5	1,25757	1,25688	0,06%	0,00013	1,26	0,01%	0,00000	1,23	2,24%	0,00344	1,2	4,80%	0,00696
7	3,45106	3,45063	0,01%	0,00000	3,46	0,11%	0,00138	3,47	0,55%	0,00659	3,48	0,84%	0,01009
9	3,92515	3,92188	0,08%	0,00118	3,92	0,26%	0,00392	3,93	0,12%	0,00197	3,92	0,13%	0,00196
10	7,03292	7,03250	0,01%	0,00000	7,03	0,01%	0,00000	7,04	0,10%	0,00493	6,96	1,05%	0,05081
12	2,18956	2,18875	0,04%	0,00022	2,19	0,21%	0,00109	2,2	0,48%	0,00220	2,16	1,37%	0,00648
14	3,88143	3,88125	0,00%	0,00000	3,88	0,10%	0,00155	3,88	0,04%	0,00039	3,88	0,04%	0,00039
16	1,67762	1,67625	0,08%	0,00017	1,68	0,01%	0,00000	1,7	1,33%	0,00374	1,68	0,14%	0,00034
17	2,35159	2,35188	0,01%	0,00000	2,36	0,15%	0,00071	2,34	0,50%	0,00281	2,36	0,36%	0,00189
18	0,92225	0,92375	0,16%	0,00009	0,93	0,57%	0,00046	0,9	2,47%	0,00198	0,88	4,80%	0,00370
19	0,70377	0,70313	0,09%	0,00007	0,7	0,18%	0,00007	0,69	2,00%	0,00097	0,72	2,31%	0,00115
20	9,37654	9,38063	0,04%	0,00375	9,38	0,04%	0,00281	9,36	0,18%	0,01591	9,36	0,18%	0,01591
21	7,54312	7,57188	0,38%	0,02196	7,5	0,57%	0,03225	7,35	2,63%	0,14186	7,12	5,94%	0,30118
23	6,35481	6,35375	0,02%	0,00064	6,35	0,12%	0,00444	6,32	0,55%	0,02212	6,24	1,84%	0,07176
25	19,81779	19,82750	0,05%	0,01983	19,8	0,05%	0,01983	19,8	0,11%	0,04365	19,8	0,11%	0,04365
26	10,19849	10,17063	0,27%	0,02848	10,2	0,38%	0,03993	10,4	1,88%	0,19949	10,6	3,94%	0,42612
29	13,72052	13,72313	0,02%	0,00412	13,7	0,07%	0,00000	13,8	0,36%	0,06747	13,8	0,58%	0,10902
Média da diferença em relação ao ArcGIS			0,08%	0,00443		0,17%	0,00641		0,83%	0,02781		1,72%	0,06128
Máxima diferença em relação ao ArcGIS			0,38%	0,02848		0,57%	0,03993		2,63%	0,19949		5,94%	0,42612

QUADRO 10 – ÁREAS DE ABRANGÊNCIA DAS 19 AGÊNCIAS GERADAS COM O *SOFTWARE* ARCGIS E O PROGRAMA DVO
FONTE: A autora (2009)

O QUADRO 10 permite comparar as áreas de abrangência das agências determinadas com o ArcGIS e com o DVO a partir de uma malha definida sobre a região. Para possibilitar a comparação foi calculada a diferença percentual entre as áreas (ArcGIS e DVO), resultando como máximas diferenças do DVO em relação ao ArcGIS para elementos quadrados de 25 m, 50 m, 100 m e 200 m, 0,38% (0,02848 km²), 0,57% (0,03993 km²), 2,63% (0,19949 km²) e 5,94% (0,42612 km²), respectivamente, e como médias das diferenças 0,08% (0,00443 km²), 0,17% (0,00641 km²), 0,83% (0,02781 km²) e 1,72% (0,06128 km²). Foram selecionados os elementos quadrados de 50 m para compor a malha. Esta escolha foi baseada em:

- a) nenhuma diferença percentual da malha de 50 m resultou igual ou superior

a 1%, quando comparadas as diferenças percentuais das malhas de 100 m e 200 m;

b) a quadra corresponde ao menor elemento da base cartográfica a ser considerado, cuja menor extensão linear é 60 m. A resolução da malha igual a 50 m fica dentro desse limite. Para uma resolução de 25 m a mesma extrapola os 60 m da quadra, o que não justifica a sua escolha, pois a mesma equivale a dimensão linear de um lote;

c) a quantidade de divisões da malha para elementos quadrados de lados 50 m, resultou em $X = 420$ e $Y = 680$, totalizando 285.600 elementos que compõem a malha, ou seja, 285.600 cálculos de distância. Se fossem considerados elementos quadrados de lados 25 m ($X = 840$ e $Y = 1360$) os elementos que compõem a malha totalizariam 1.142.400, ou seja, quatro vezes superior a malha de 50 m.

Para a malha de 50 m, utilizando-se um computador Pentium core 2 duo T8400, 4 Gb de RAM, Windows Vista 64 bits, o tempo de processamento desde a entrada dos dados até a determinação do diagrama foi em torno de 14 horas.

Para evitar cálculos de distância desnecessários, foram excluídos os pontos externos à divisa municipal, bem como os pontos internos dos envoltórios convexos das barreiras fechadas. A FIGURA 40 ilustra as regiões em que foram excluídos os pontos externos e internos.

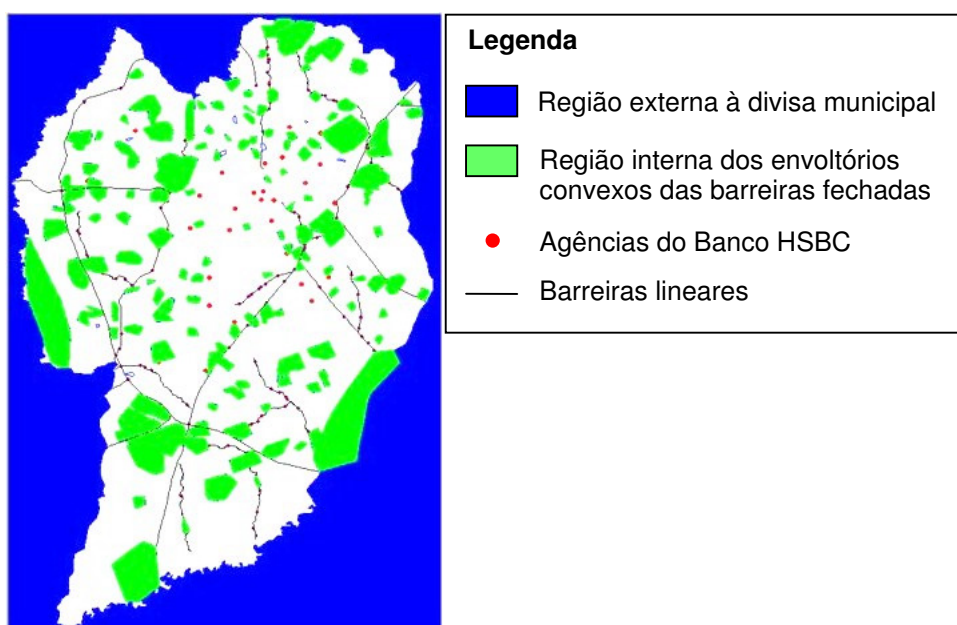


FIGURA 40 – REGIÕES COM PONTOS RETIRADOS DOS CÁLCULOS DAS DISTÂNCIAS
FONTE: A autora (2009)

As agências do Banco HSBC (pontos geradores), a divisa do município de Curitiba (PR), as barreiras lineares, as barreiras fechadas e os pontos de passagem, correspondem às feições geográficas utilizadas na determinação do diagrama de Voronoi com obstáculos, consideradas a partir dos pares de coordenadas E e N que as definem.

Foram desconsideradas as diagonais internas do envoltório convexo que circula as barreiras fechadas, pois essas diagonais podem resultar em uma distância do caminho mais curto que não deve ser opção de transposição.

Para desconsiderar as diagonais internas das barreiras fechadas, foi necessário identificar a posição do ponto em relação ao envoltório convexo. De acordo com a FIGURA 41 (A), o ponto é externo quando uma reta é traçada a partir do ponto e corta o envoltório convexo em número par de vezes. O ponto é interno quando uma reta é traçada a partir do ponto e corta o envoltório convexo em número ímpar de vezes FIGURA 41 (B).

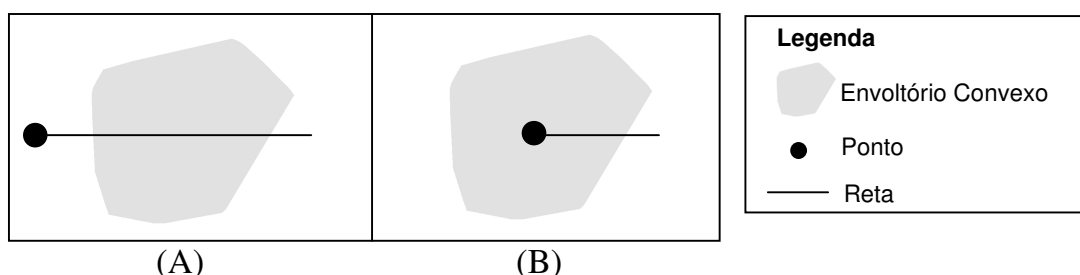


FIGURA 41 – PONTO EXTERNO E INTERNO AO ENVOLTÓRIO CONVEXO
FONTE: A autora (2010)

Para a determinação do caminho mais curto que une os pontos que não são visíveis entre si, sem interceptar qualquer obstáculo, foram numerados sequencialmente os pontos geradores e os vértices dos obstáculos (1 a n), construindo-se o grafo de visibilidade. Nesta pesquisa foi gerado o grafo de visibilidade a partir dos pontos geradores, das barreiras lineares, das barreiras fechadas e dos pontos de passagem (APÊNDICE J). Devido à quantidade de linhas resultantes do grafo, que dificulta a sua visualização, foi gerado a título de ilustração, o grafo de visibilidade a partir de quatro barreiras fechadas (FIGURA 42).

Gerado o grafo de visibilidade, foi aplicado o algoritmo de Dijkstra. O próximo passo consistiu na determinação das distâncias dos caminhos mais curtos

entre os vértices superiores esquerdos dos elementos da malha aos pontos geradores. Determinadas as distâncias dos caminhos mais curtos, foi efetuada a divisão de Voronoi ordinário. Para a determinação do diagrama de Voronoi com obstáculos, o método empregado foi o mesmo utilizado para se efetuar a divisão do ordinário, trocando-se a distância euclidiana pela distância do caminho mais curto em um grafo.

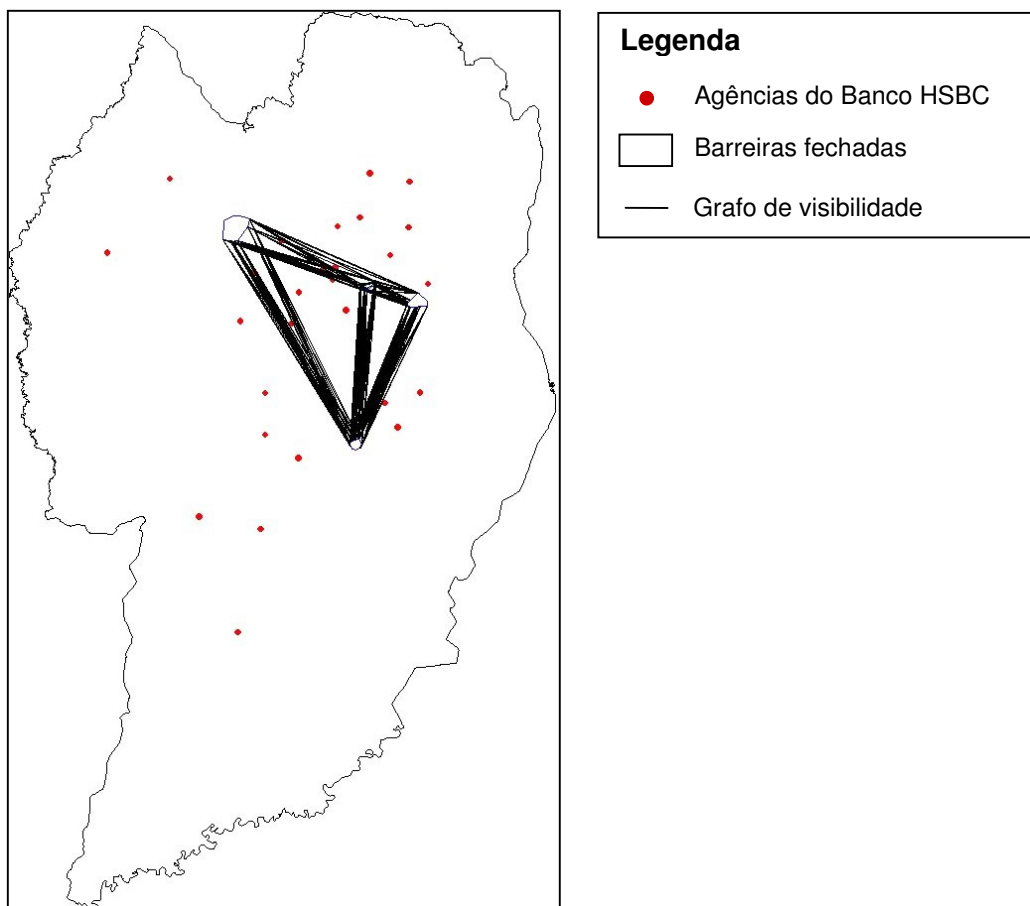


FIGURA 42 – GRAFO DE VISIBILIDADE GERADO A PARTIR DE QUATRO BARREIRAS FECHADAS
FONTE: A autora (2009)

4.2 ANÁLISES DOS RESULTADOS

A fim de estabelecer as relações de proximidades do HSBC com as agências dos bancos concorrentes (ABN AMRO Real S/A, Bradesco S/A, Citibank S/A, Banco do Brasil S/A, Itaú S/A, Santander S/A, Bankboston S/A, Caixa Econômica Federal e Unibanco S/A) e PAE's HSBC, foram determinadas as áreas de abrangência das 29

agências do Banco HSBC em Curitiba (PR) pelos diagramas VOSB, VOCB, VPSB e VPCB, a partir do programa DVO. As barreiras lineares e fechadas correspondem às feições geográficas relacionadas no item 3.2.1. Os mapas apresentados ilustram os envoltórios convexos que circulam as barreiras fechadas. De acordo com FIGURA 43, as fronteiras dos diagramas de Voronoi que consideram as barreiras fechadas, param nos contornos dos envoltórios convexos e não nos contornos das barreiras fechadas. As áreas de abrangência consideram as áreas dos envoltórios convexos e não as áreas das barreiras fechadas.



FIGURA 43 – FRONTEIRAS DO DIAGRAMA DE VORONOI COM OS ENVOLTÓRIOS CONVEXOS

FONTE: A autora (2010)

Para os diagramas VOSB e VOCB os pontos geradores têm o mesmo peso e sua construção depende apenas da distância entre eles. Para os diagramas VPSB e VPCB os pontos geradores têm pesos diferentes, relacionados no QUADRO 8 (item 3.2.4), sendo a distância ponderada dada pela equação 2.9 descrita no item 2.1.3.2.

4.2.1 Voronoi ordinário sem e com barreiras

As FIGURAS 44 e 45 ilustram as agências dos bancos concorrentes e as áreas de abrangência das 29 agências HSBC determinadas com os diagramas VOSB e VOCB, respectivamente.

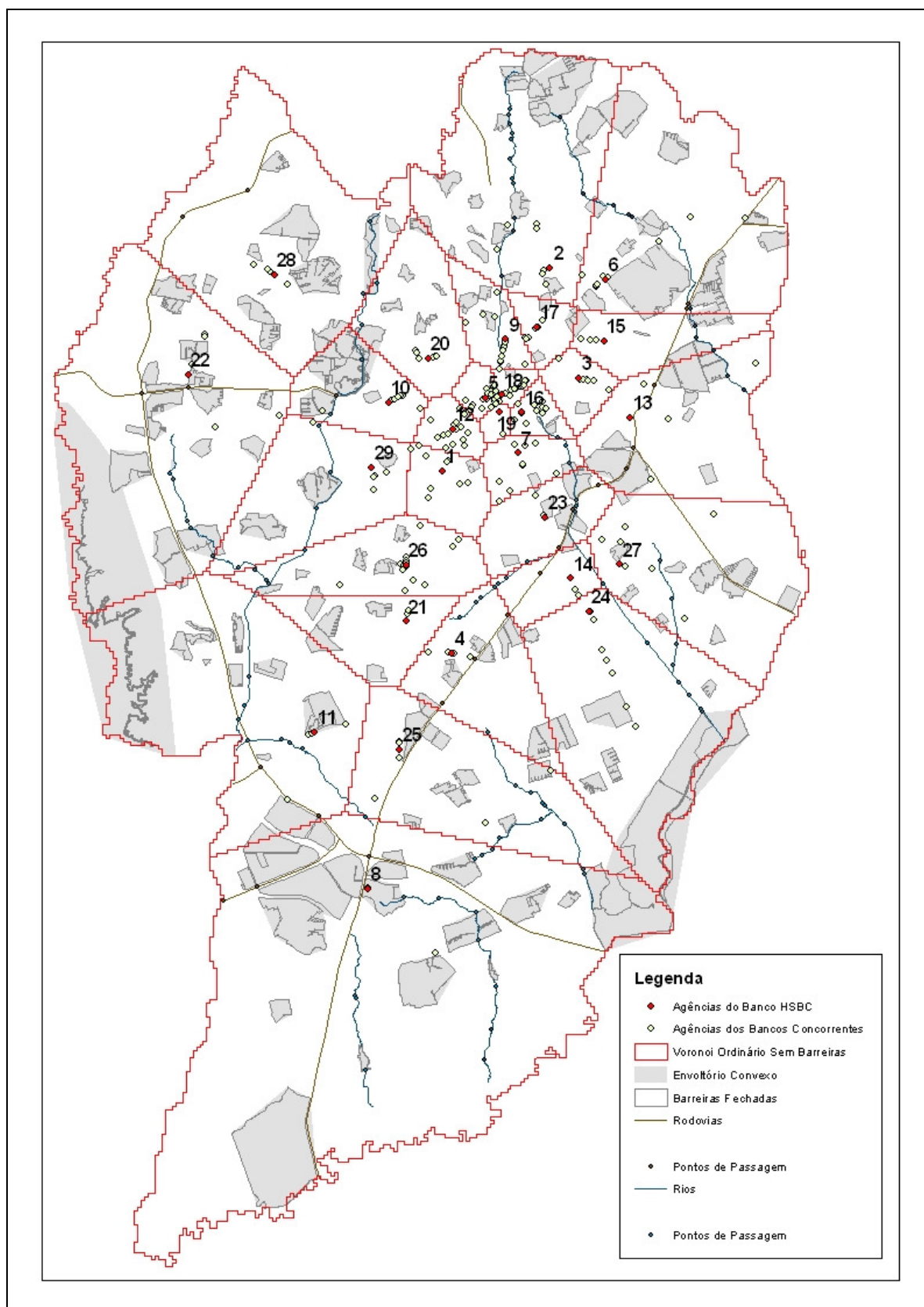


FIGURA 44 – ÁREAS DE ABRANGÊNCIA DETERMINADAS COM O DIAGRAMA VOSB E AGÊNCIAS DOS BANCOS CONCORRENTES
 FONTE: A autora (2010)

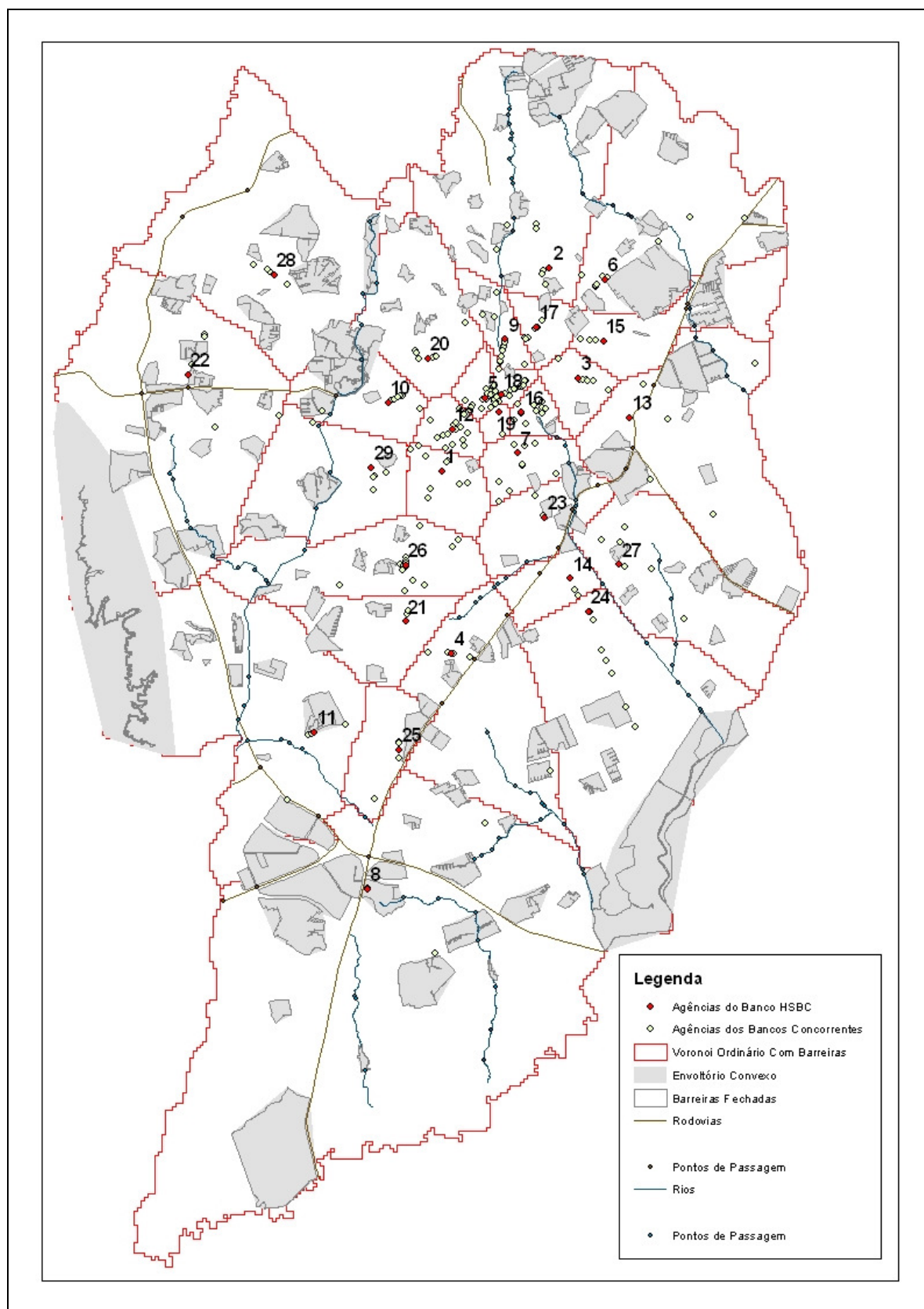


FIGURA 45 – ÁREAS DE ABRANGÊNCIA DETERMINADAS COM O DIAGRAMA VOCB E AGÊNCIAS DOS BANCOS CONCORRENTES
 FONTE: A autora (2010)

No QUADRO 11 foram relacionadas as seis agências dos bancos concorrentes que apresentaram mudanças de áreas de abrangência com os diagramas VOSB e VOCB. A fim de exemplificar a mudança de áreas de abrangência, considerou-se a área de abrangência da agência HSBC 22 pelo VOSB, destacada no QUADRO 11. A agência do Banco Bradesco S/A, da Rua Gra Nicco, 113, de acordo com o VOSB, ficou localizada na área de abrangência da agência HSBC 22 (FIGURA 46 (A)). Pelo VOCB ficou localizada na área de abrangência da agência HSBC 29 (FIGURA 46 (B)).

A área de abrangência da agência 22 diminuiu de 40,47 km² para 39,69 km². (QUADRO 12). A diferença foi de 1,97%. Pode-se observar que a mudança de área de abrangência de ambas as agências foi devida à inclusão das barreiras (VOCB), no caso correspondentes à barreira linear referente à rodovia e as barreiras fechadas correspondentes às instalações industriais e condomínios/loteamentos fechados.

Para as demais agências concorrentes (cinco), a área de abrangência da agência HSBC 9 pelo VOSB passou a ter agências localizadas, uma na área de abrangência da agência HSBC 18 e outra na 20 pelo VOCB. Para a área de abrangência da agência HSBC 25 pelo VOSB passou a ter agências localizadas, uma na área de abrangência da agência HSBC 8 e outra na 4 pelo VOCB. Para a área de abrangência da agência HSBC 27 pelo VOSB passou a ter agência localizada na área de abrangência da agência HSBC 13 pelo VOCB.

Essas mudanças de áreas de abrangência são causadas pelas inclusões das barreiras lineares e fechadas, que provocaram alterações nas fronteiras dos diagramas (FIGURA 46). No APÊNDICE B foram relacionados os 236 bancos concorrentes e as suas respectivas localizações nas áreas de abrangência das agências HSBC com os diagramas VOSB e VOCB.

ÁREA DE ABRANGÊNCIA DAS AGÊNCIAS HSBC		AGÊNCIAS DOS BANCOS CONCORRENTES	LOGRADOURO	Nº
VORONOI ORDINÁRIO SEM BARREIRAS	VORONOI ORDINÁRIO COM BARREIRAS			
9	18	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	AV.CANDIDO DE ABREU	127
9	20	BANCO ITAÚ S.A.	AV.DESEMBARGADOR HUGO SIMAS	526
22	29	BANCO BRADESCO S.A.	R.GRA NICCO	113
25	8	BANCO ITAÚ S.A.	R.IZAAC FERREIRA DA CRUZ	3173
25	4	BANCO DO BRASIL S.A.	R.FRANCISCO DEROSSO	4006
27	13	BANCO DO BRASIL S.A.	R.ENGENHEIRO COSTA BARROS	1551

QUADRO 11 – AGÊNCIAS DOS BANCOS CONCORRENTES COM MUDANÇA DE ÁREAS DE ABRANGÊNCIA COM OS DIAGRAMAS VOSB E VOCB

FONTE: A autora (2010)

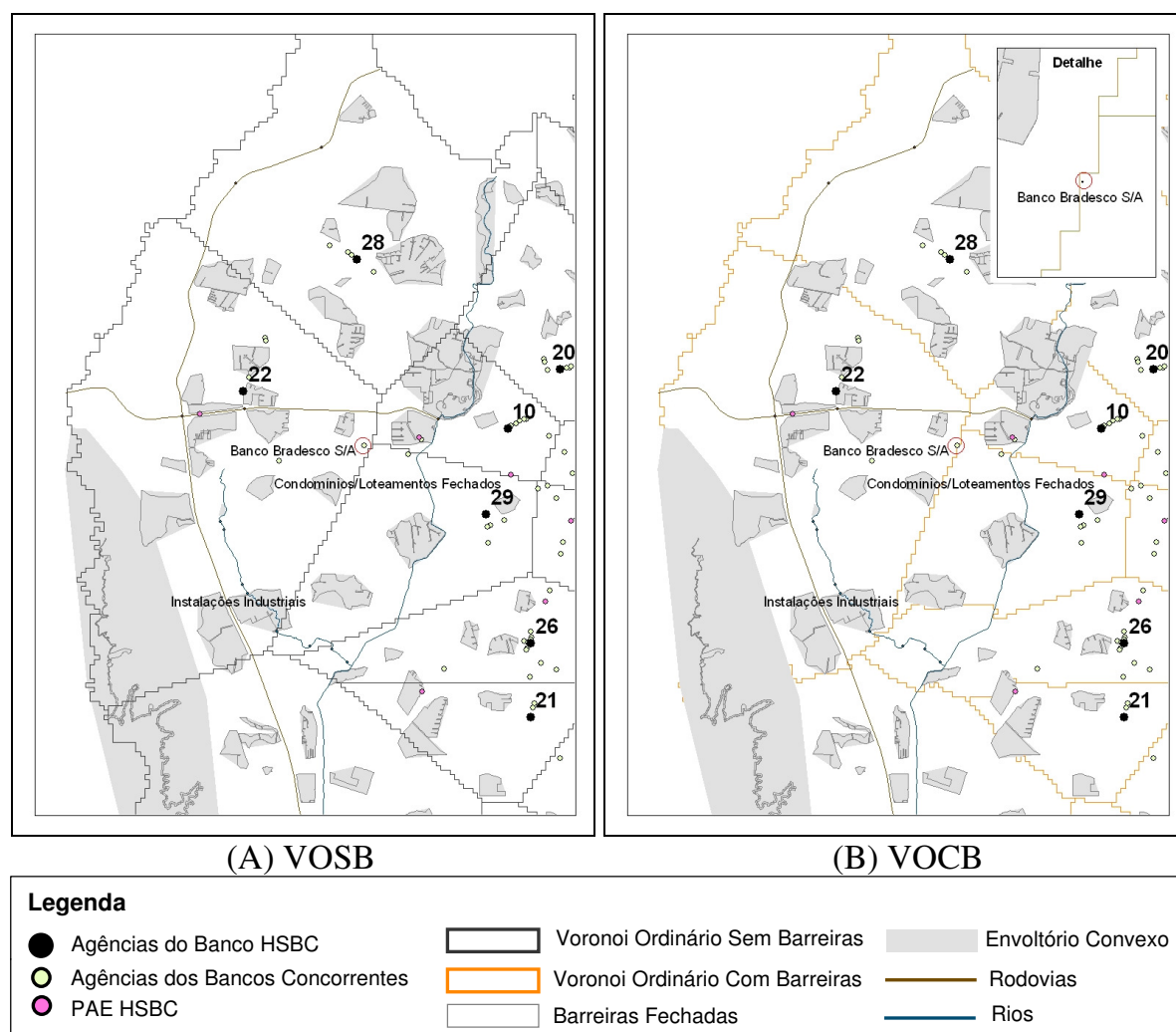


FIGURA 46 – LOCALIZAÇÃO DA AGÊNCIA BRADESCO DA RUA GRA NICCO

FONTE: A autora (2010)

As FIGURAS 47 e 48 ilustram os PAE's HSBC e as áreas de abrangência das 29 agências HSBC determinadas com os diagramas VOSB e VOCB, respectivamente.

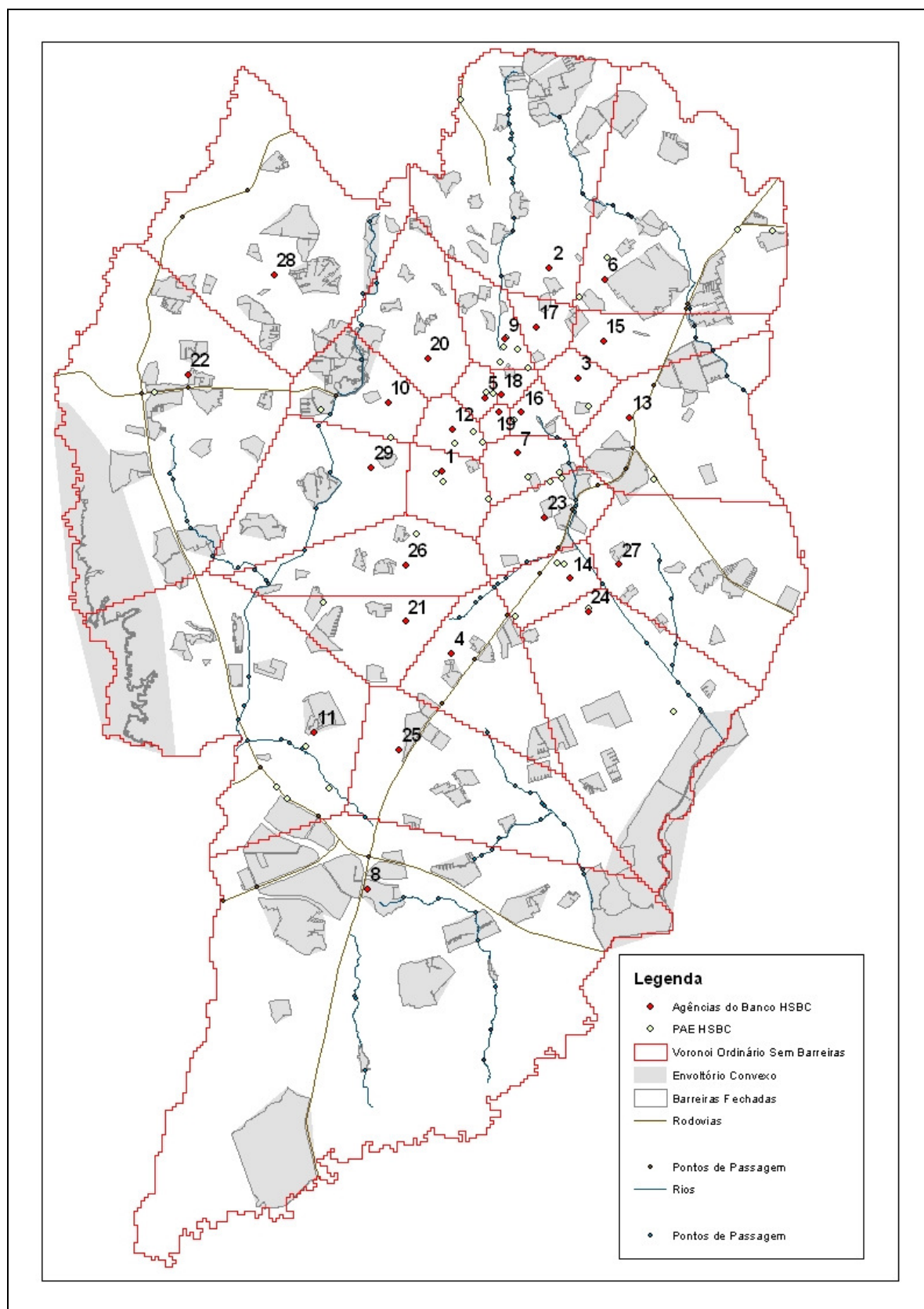


FIGURA 47 – ÁREAS DE ABRANGÊNCIA DETERMINADAS COM O DIAGRAMA VOSB E PAE'S HSBC

FONTE: A autora (2010)

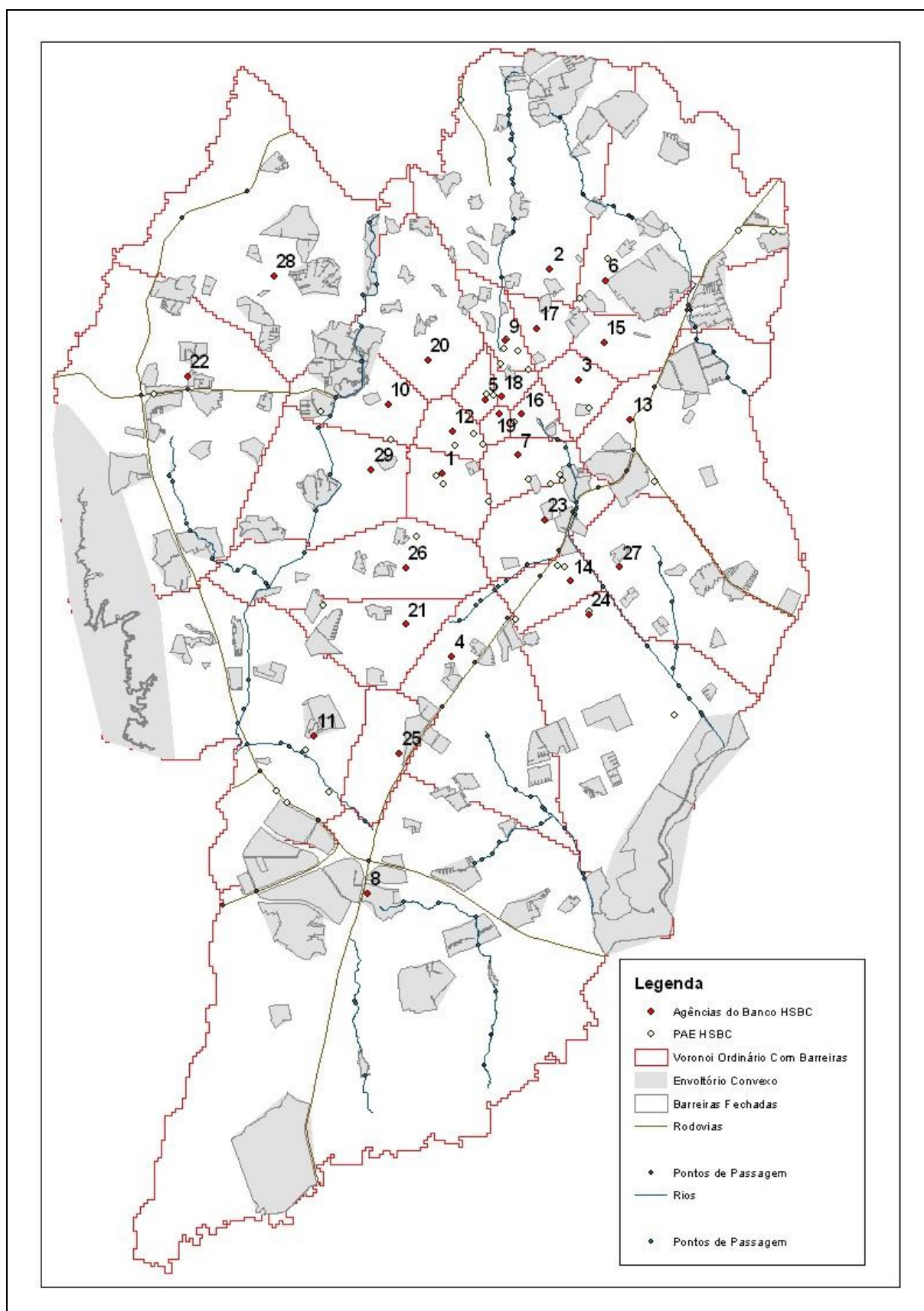


FIGURA 48 – ÁREAS DE ABRANGÊNCIA DETERMINADAS COM O DIAGRAMA VOCB E PAE'S HSBC
 FONTE: A autora (2010)

Com relação aos PAE's HSBC os mesmos não apresentaram mudanças de áreas de abrangência com os diagramas VOSB e VOCB. Pelo QUADRO 12, das 29 áreas de abrangência das agências HSBC, os PAE's HSBC se localizaram em dezenove, ou seja, as áreas de abrangência 4, 8, 15, 17, 19, 20, 25, 27, 28 e 29 não possuem PAE's HSBC. Na área de abrangência da agência HSBC 25, que corresponde à área de maior alteração de traçado (FIGURAS 47 e 48), quando comparados os VOSB e VOCB, o banco HSBC não possui nenhum PAE.

Na área de abrangência da agência HSBC 9, houve uma diminuição de área de 3,93 km² para 2,82 km² e nela estão localizados o maior número de PAE's, igual a cinco (QUADRO 12). A diferença entre essas áreas corresponde a 39,36%. De acordo com as FIGURAS 49 (A) e (B), mesmo com a diminuição de área e a consideração da barreira fechada correspondente a glebas/terrenos vagos, os PAE's não mudaram de área de abrangência. Apesar das alterações das fronteiras devido à inclusão da barreira e dos PAE'S Shopping Müller e FESP estarem próximos das fronteiras dos diagramas, os mesmos não mudaram de área de abrangência. A mesma consideração feita para esses cinco PAE's pode ser estendida para os demais 36. No APÊNDICE C foram relacionados os 41 PAE's HSBC e as suas respectivas localizações nas áreas de abrangência das agências HSBC pelos diagramas VOSB e VOCB.

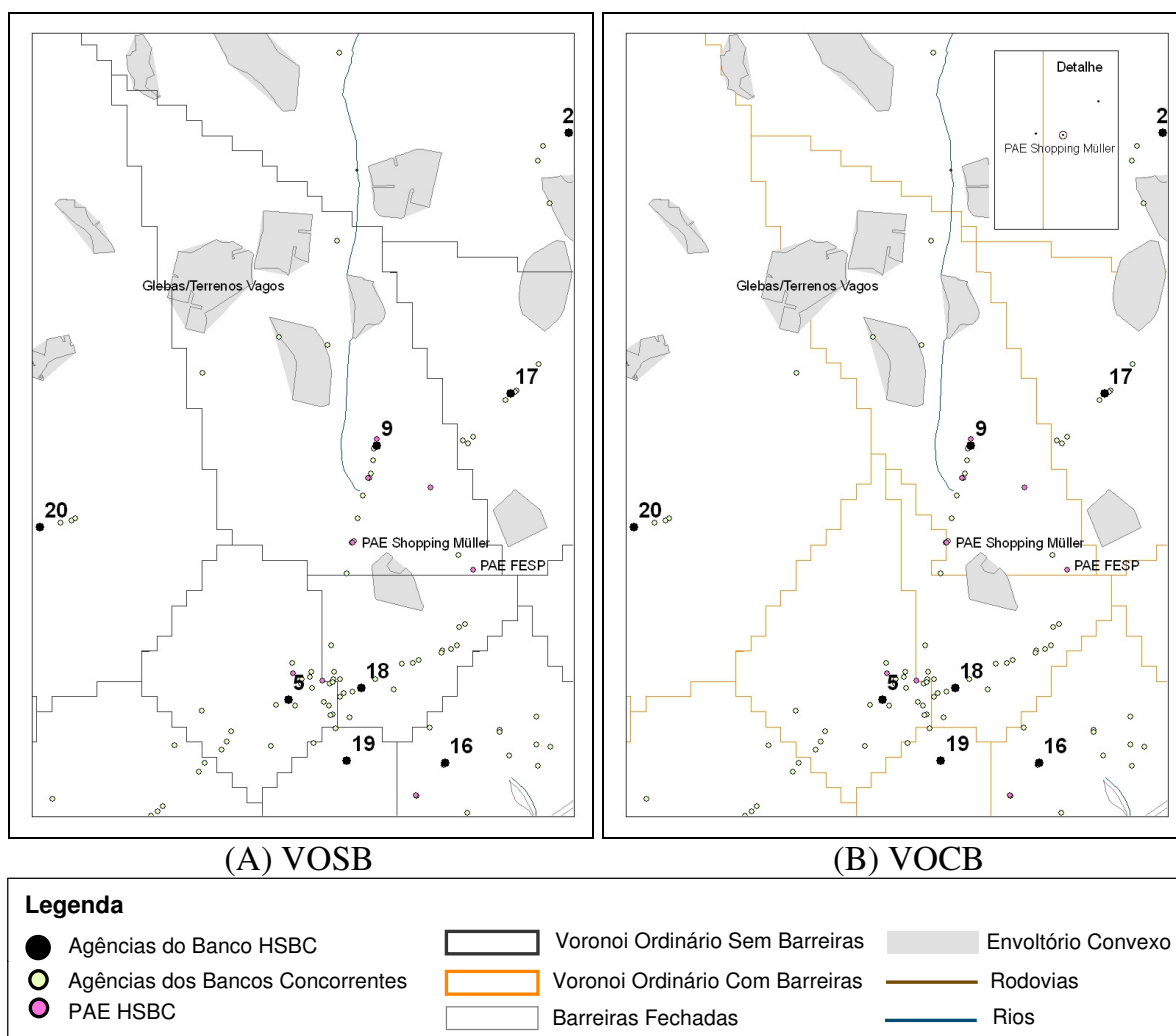


FIGURA 49 – PAE'S FESP E *SHOPPING* MÜLLER COM ÁREA DE ABRANGÊNCIA HSBC 9
 FONTE: A autora (2010)

No QUADRO 12 foram relacionados os quantitativos referentes as áreas de abrangência das agências HSBC, agências concorrentes e PAE's HSBC nas respectivas áreas de abrangência das agências HSBC com os diagramas VOSB e VOCB. Foram destacados os quantitativos das agências concorrentes que apresentaram mudanças. Os quantitativos dos PAE's não sofreram alterações.

Agências HSBC	Voronoi Ordinário					
	Sem Barreiras			Com Barreiras		
	Área Abrang. HSBC (km²)	Agências Concorrentes (qtde)	PAE (qtde)	Área Abrang. HSBC (km²)	Agências Concorrentes (qtde)	PAE (qtde)
1	4,28	9	3	4,29	9	3
2	26,87	7	1	26,98	7	1
3	2,79	7	1	2,87	7	1
4	11	4	0	18,11	5	0
5	1,24	25	1	1,42	25	1
6	27,12	10	4	23,16	10	4
7	3,45	9	3	3,57	9	3
8	94,56	4	0	96,52	5	0
9	3,93	14	5	2,82	12	5
10	7,04	7	2	6,76	7	2
11	34,02	4	4	35,27	4	4
12	2,21	20	3	2,21	20	3
13	16,83	4	1	24,43	5	1
14	3,88	2	3	3,61	2	3
15	6,34	3	0	8,93	3	0
16	1,72	11	1	1,62	11	1
17	2,37	7	0	2,39	7	0
18	0,92	22	1	1,04	23	1
19	0,69	4	0	0,69	4	0
20	9,35	6	0	10,82	7	0
21	7,49	2	1	7,05	2	1
22	40,47	5	1	39,69	4	1
23	6,35	2	2	6,05	2	2
24	26,77	8	2	30,36	8	2
25	19,81	7	0	5,12	5	0
26	10,24	17	2	12,38	17	2
27	20,67	7	0	15,11	6	0
28	30,15	4	0	30,65	4	0
29	13,72	5	0	12,11	6	0

QUADRO 12 – QUANTITATIVOS DAS ÁREAS DE ABRANGÊNCIA DAS AGÊNCIAS HSBC, AGÊNCIAS CONCORRENTES E PAE'S HSBC COM OS DIAGRAMAS VOSB E VOCB

FONTE: A autora (2010)

4.2.2 Voronoi por potência sem e com barreiras

As FIGURAS 50 e 51 ilustram as agências dos bancos concorrentes e áreas de abrangência das 29 agências HSBC determinadas com os diagramas VPSB e VPCB, respectivamente.

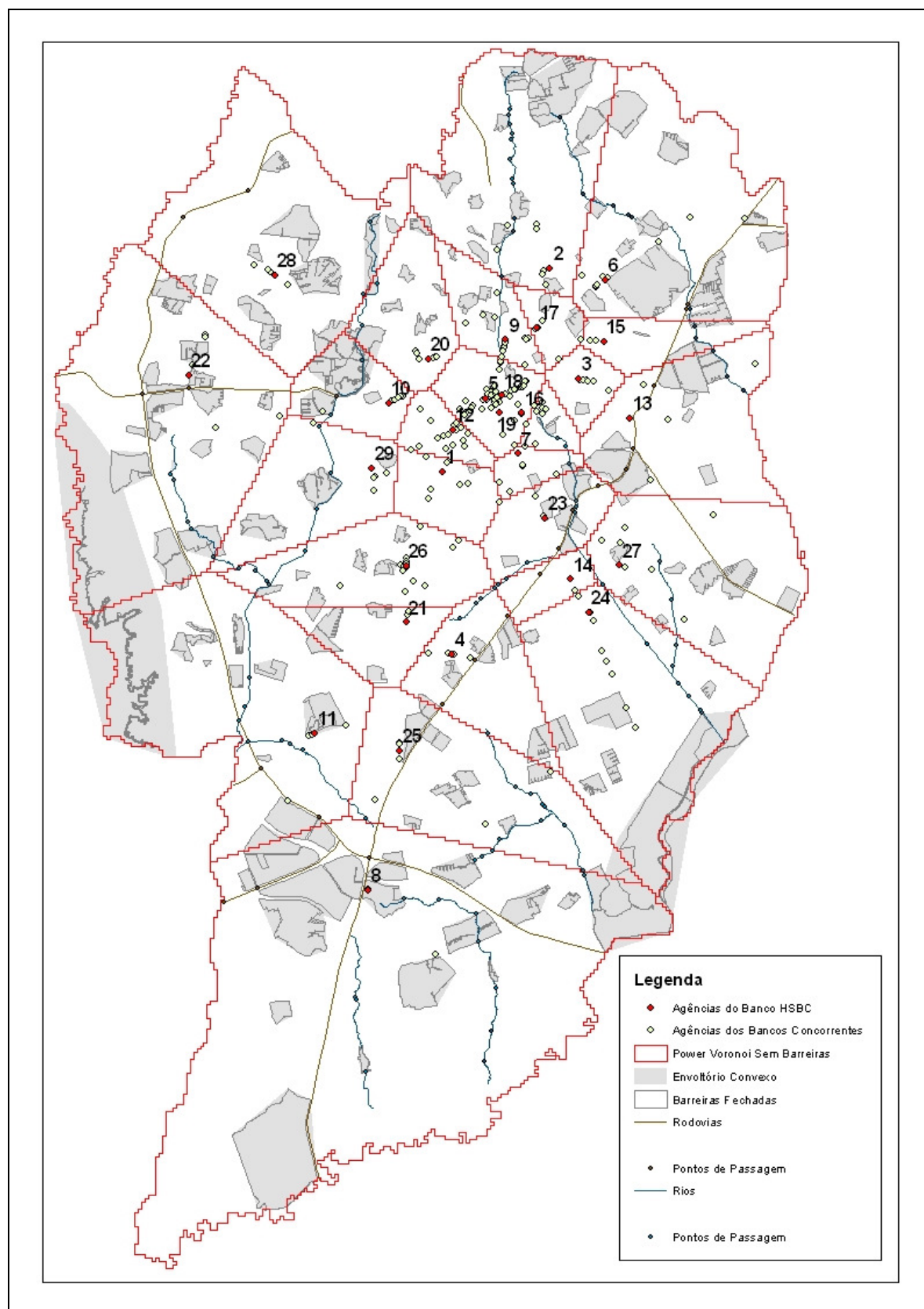


FIGURA 50 – ÁREAS DE ABRANGÊNCIA DETERMINADAS COM O DIAGRAMA VPSB E AGÊNCIAS DOS BANCOS CONCORRENTES
 FONTE: A autora (2010)

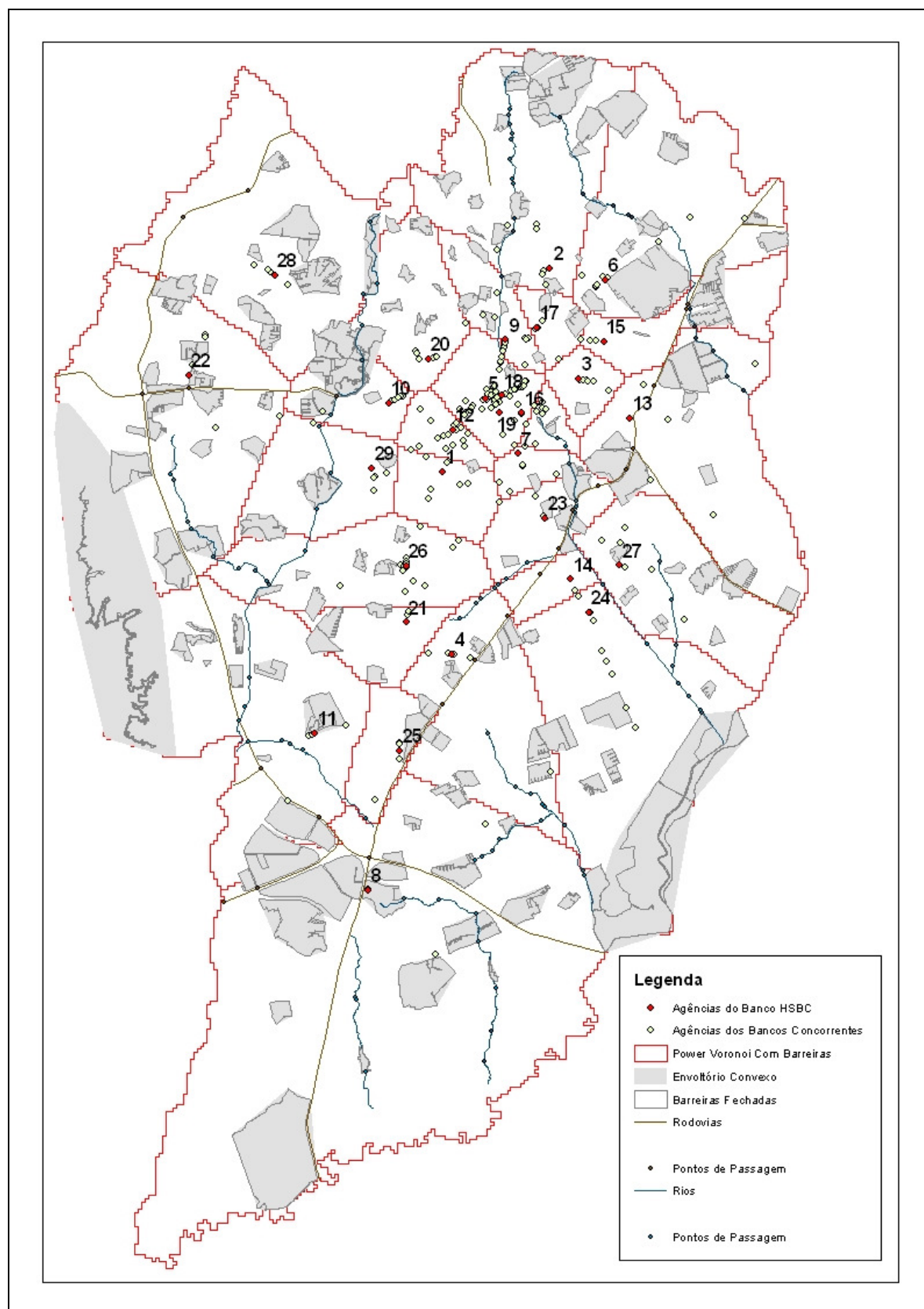


FIGURA 51 – ÁREAS DE ABRANGÊNCIA DETERMINADAS COM O DIAGRAMA VOCB E AGÊNCIAS DOS BANCOS CONCORRENTES
 FONTE: A autora (2010)

No QUADRO 13 foram relacionadas as sete agências dos bancos concorrentes que apresentaram mudanças de áreas de abrangência com os diagramas VPSB e VPCB. A fim de exemplificar a mudança de áreas de abrangência, considerou-se a área de abrangência da agência HSBC 9 pelo VPSB, destacada no QUADRO 13. A agência do Bankboston S/A, da Avenida Cândido de Abreu, 285, de acordo com o VPSB, ficou localizada na área de abrangência da agência HSBC 9 (FIGURA 52 (A)). Pelo VPCB ficou localizada na área de abrangência da agência HSBC 5 (FIGURA 52 (B)). A agência do Banco Bradesco S/A, da Avenida Cândido de Abreu, 427, de acordo com o VPSB, ficou localizada na área de abrangência da agência HSBC 9 (FIGURA 52 (A)). Pelo VPCB ficou localizada na área de abrangência da agência HSBC 5 (FIGURA 52 (B)). A agência do Banco Itaú S/A, da Avenida Desembargador Hugo Simas, 526, de acordo com o VPSB, ficou localizada na área de abrangência da agência HSBC 9 (FIGURA 52 (A)). Pelo VPCB ficou localizada na área de abrangência da agência HSBC 20 (FIGURA 52 (B)).

A área de abrangência da agência 9 diminuiu de 5,29 km² para 4,68 km² (QUADRO 14). A diferença entre essas áreas corresponde a 13,03%. Pode-se observar que a mudança de área de abrangência das três agências foi devida à inclusão das barreiras (VPCB), no caso correspondente a barreira linear referente ao rio e a barreira fechada correspondente a glebas/terrenos vagos.

Para as demais agências concorrentes (quatro), a área de abrangência da agência HSBC 25 pelo VPSB passou a ter agências localizadas uma na área de abrangência da agência HSBC 8 e outra na 4 pelo VPCB. Para a área de abrangência da agência HSBC 22 e 27 pelo VPSB passou a ter agências localizadas na área de abrangência da agência HSBC 29 e 13 pelo VPCB, respectivamente.

Essas mudanças de área de abrangência são causadas pela inclusão das barreiras lineares e fechadas, que provocaram alterações nas fronteiras dos diagramas (FIGURA 52). No APÊNDICE D foram relacionados os 236 bancos concorrentes e as suas respectivas localizações nas áreas de abrangência das agências HSBC pelos diagramas VPSB e VPCB.

ÁREA DE ABRANGÊNCIA DAS AGÊNCIAS HSBC		AGÊNCIAS DOS BANCOS CONCORRENTES	LOGRADOURO	Nº
VORONOI POR POTÊNCIA SEM BARREIRAS	VORONOI POR POTÊNCIA COM BARREIRAS			
9	5	BANKBOSTON S.A.	AV.CANDIDO DE ABREU	285
9	5	BANCO BRADESCO S.A.	AV.CANDIDO DE ABREU	427
9	20	BANCO ITAÚ S.A.	AV.DESEMBARGADOR HUGO SIMAS	526
22	29	BANCO BRADESCO S.A.	R.GRA NICCO	113
25	8	BANCO ITAÚ S.A.	R.IZAAC FERREIRA DA CRUZ	3173
25	4	BANCO DO BRASIL S.A.	R.FRANCISCO DEROSSO	4006
27	13	BANCO DO BRASIL S.A.	R.ENGENHEIRO COSTA BARROS	1551

QUADRO 13 – AGÊNCIAS DOS BANCOS CONCORRENTES COM MUDANÇA DE ÁREAS DE ABRANGÊNCIA COM OS DIAGRAMAS VPSB E VPCB
FONTE: A autora (2010)

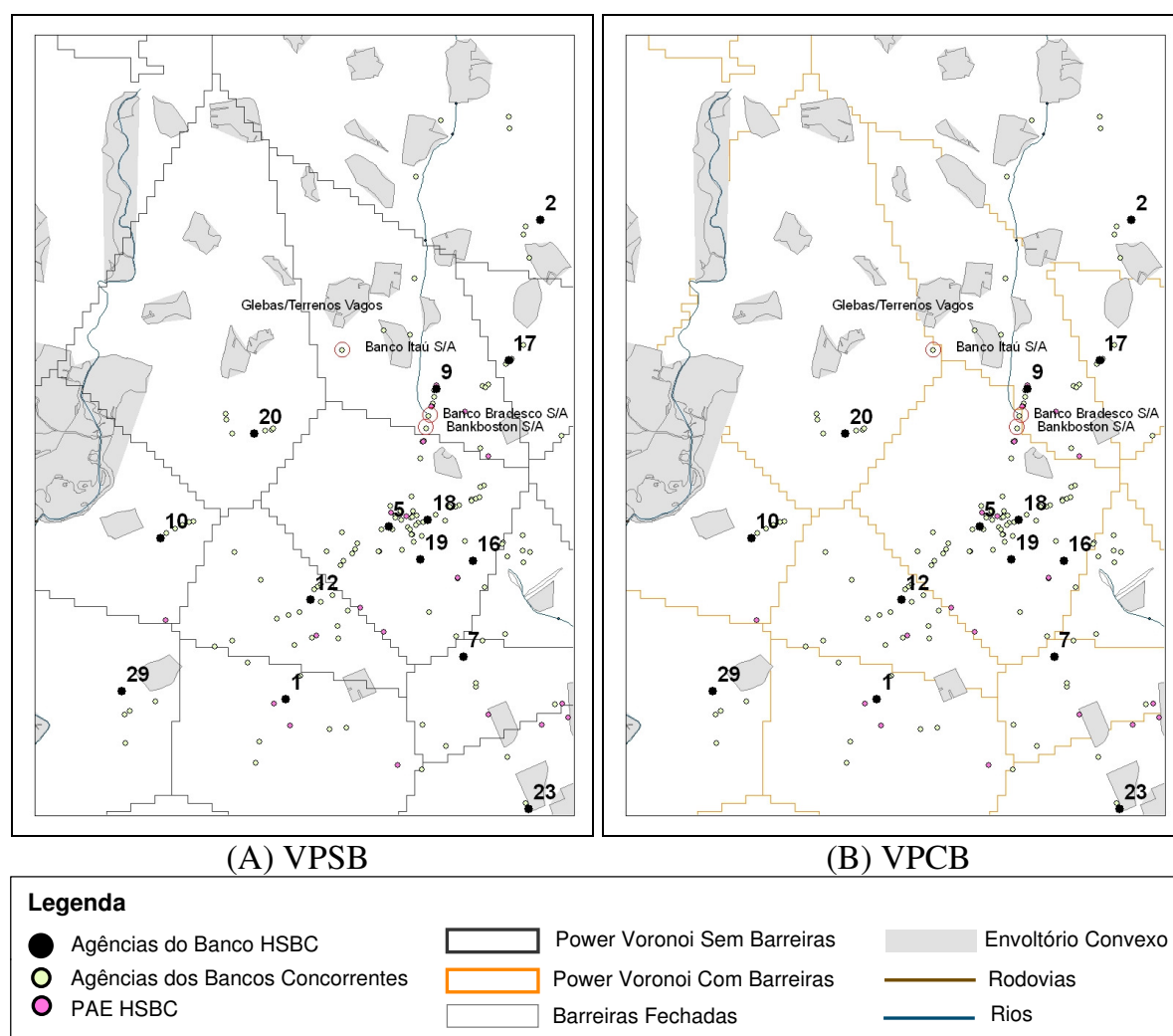


FIGURA 52 – LOCALIZAÇÃO DA AGÊNCIA ITAÚ DA AVENIDA DESEMBARGADOR HUGO SIMAS
FONTE: A autora (2010)

As FIGURAS 53 e 54 ilustram os PAE's HSBC e as áreas de abrangência das 29 agências HSBC determinadas com os diagramas VPSB e VPCB, respectivamente.

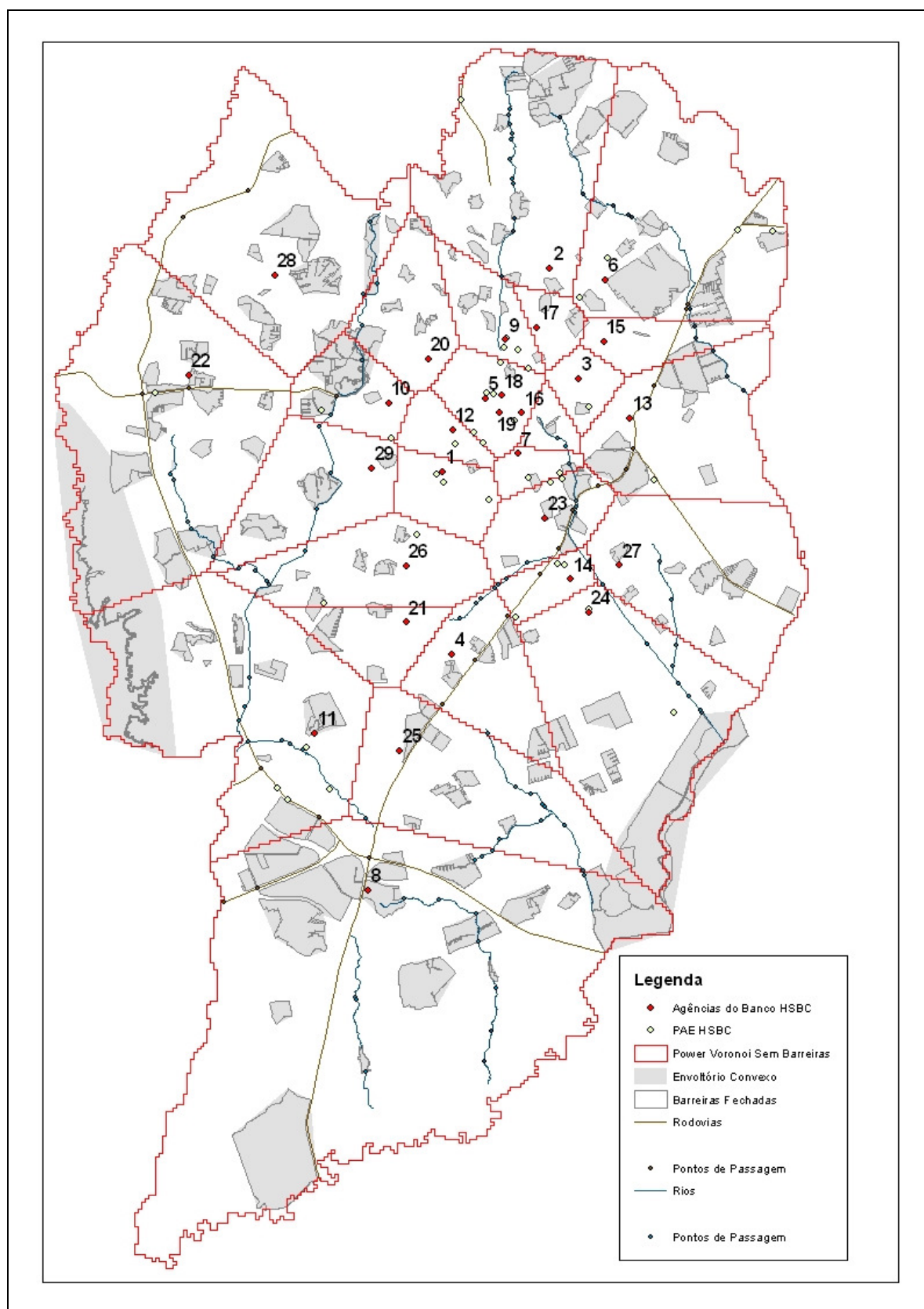


FIGURA 53 – ÁREAS DE ABRANGÊNCIA DETERMINADAS COM O DIAGRAMA VPSB E PAE'S HSBC
 FONTE: A autora (2010)

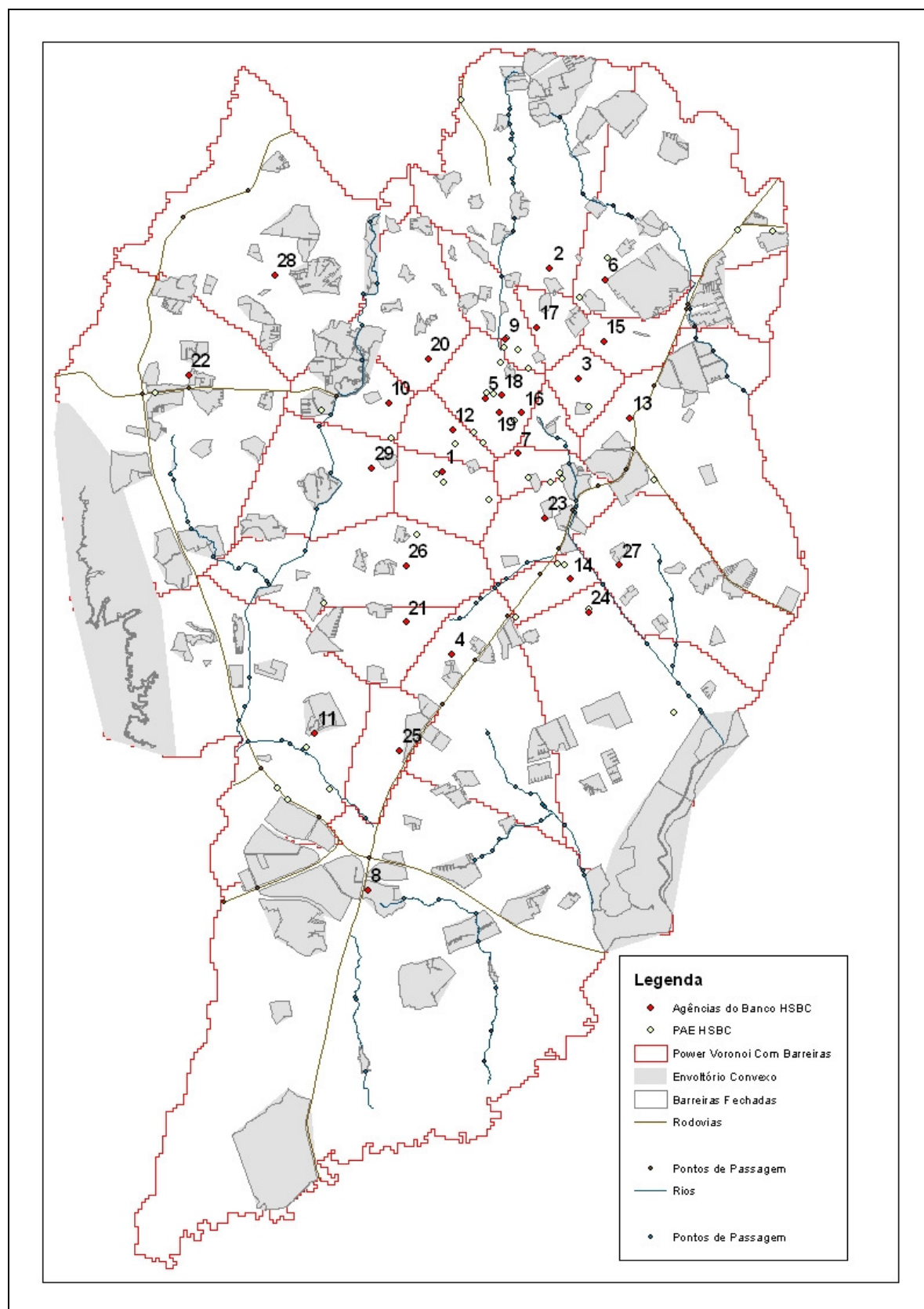


FIGURA 54 – ÁREAS DE ABRANGÊNCIA DETERMINADAS COM O DIAGRAMA VPCB E PAE'S HSBC
 FONTE: A autora (2010)

Com relação aos PAE's HSBC os mesmos não apresentaram mudanças de áreas de abrangência com os diagramas VPSB e VPCB. Pelo QUADRO 14, das 29 áreas de abrangência das agências HSBC, os PAE's HSBC se localizaram em dezesseis, ou seja, as áreas de abrangência 4, 8, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 25, 27, 28, e 29 não possuem PAE's HSBC. Na área de abrangência da agência HSBC 25, que corresponde à área de maior alteração de traçado (FIGURAS 53 e 54), quando comparados os VPSB e VPCB, o banco HSBC não possui nenhum PAE.

Na área de abrangência da agência HSBC 5, houve um aumento de 5,47 km² para 5,99 km² e nela estão localizados o maior número de PAE's, igual a seis (QUADRO 14). A diferença entre essas áreas corresponde a 9,51%. De acordo com a FIGURAS 55 (A) e (B), mesmo com o aumento de área e a consideração das barreiras linear referente ao rio e fechada correspondente ao Passeio Público, os PAE's não sofreram alterações. Apesar das alterações das fronteiras devido à inclusão das barreiras e até mesmo da proximidade dos PAE'S Shopping Müller e FESP das fronteiras, os mesmos não mudaram de área de abrangência. A mesma consideração feita para esses seis PAE's pode ser estendida para os demais 35. No APÊNDICE E foram relacionados os 41 PAE's HSBC e as suas respectivas localizações nas áreas de abrangência das agências HSBC pelos diagramas VPSB e VPCB.

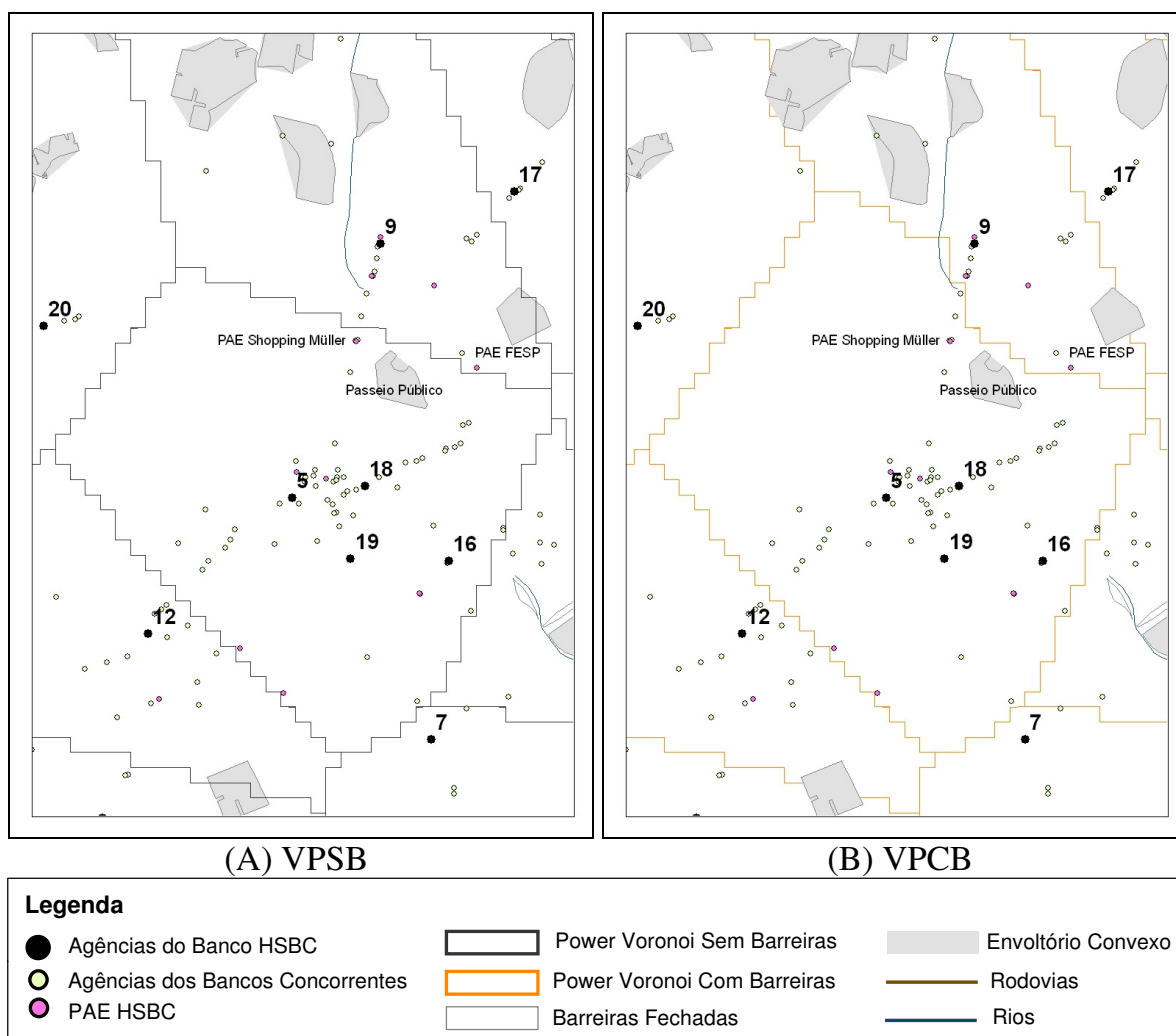


FIGURA 55 – PAE'S FESP E *SHOPPING* MÜLLER COM ÁREA DE ABRANGÊNCIA HSBC 5
 FONTE: A autora (2010)

No QUADRO 14 foram relacionados os quantitativos referentes às áreas de abrangência das agências HSBC, agências concorrentes e PAE's HSBC nas respectivas áreas de abrangência das agências HSBC com os diagramas VPSB e VPCB. Foram destacados os quantitativos das agências concorrentes que apresentaram mudanças. Os quantitativos dos PAE's não sofreram alterações.

Agências HSBC	Voronoi Por Potência					
	Sem Barreiras			Com Barreiras		
	Área Abrang. HSBC (km ²)	Agências Concorrentes (qtde)	PAE (qtde)	Área Abrang. HSBC (km ²)	Agências Concorrentes (qtde)	PAE (qtde)
1	5,17	8	3	5,18	8	3
2	25,24	7	1	24,96	7	1
3	2,85	7	1	2,9	7	1
4	10,53	4	0	17,74	5	0
5	5,47	64	6	5,99	66	6
6	28,55	10	4	23,96	10	4
7	2,15	6	3	2,23	6	3
8	93,57	4	0	96,2	5	0
9	5,29	14	4	4,68	11	4
10	6,01	6	2	5,93	6	2
11	34,8	4	4	35,87	4	4
12	3	20	1	3,01	20	1
13	16,89	4	1	24,38	5	1
14	3,02	1	3	2,95	1	3
15	4,73	3	0	7,99	3	0
16	1,81	6	0	1,76	6	0
17	2,52	4	0	2,53	4	0
18	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0
20	8,58	6	0	9,74	7	0
21	5,86	2	0	5,67	2	0
22	40,27	5	1	39,48	4	1
23	6,61	2	2	6,22	2	2
24	27,62	9	2	31,33	9	2
25	20,45	7	0	5,05	5	0
26	12,58	17	3	14,31	17	3
27	20,45	7	0	14,9	6	0
28	30,09	4	0	30,6	4	0
29	12,17	5	0	10,72	6	0

QUADRO 14 – QUANTITATIVOS DAS ÁREAS DE ABRANGÊNCIA DAS AGÊNCIAS HSBC, AGÊNCIAS CONCORRENTES E PAE'S HSBC COM O DIAGRAMA VPSB E VPCB

FONTE: A autora (2010)

De acordo com a FIGURA 56, ao se comparar as áreas de abrangência entre os diagramas VPSB e VPCB, é possível perceber uma sobreposição entre as fronteiras de ambos os diagramas, observadas pelas linhas em azul. Isso ocorre porque ambos os diagramas correspondem ao diagrama de Voronoi por potência. As diferenças das fronteiras se evidenciam pela inclusão das barreiras lineares e fechadas, linhas em vermelho.

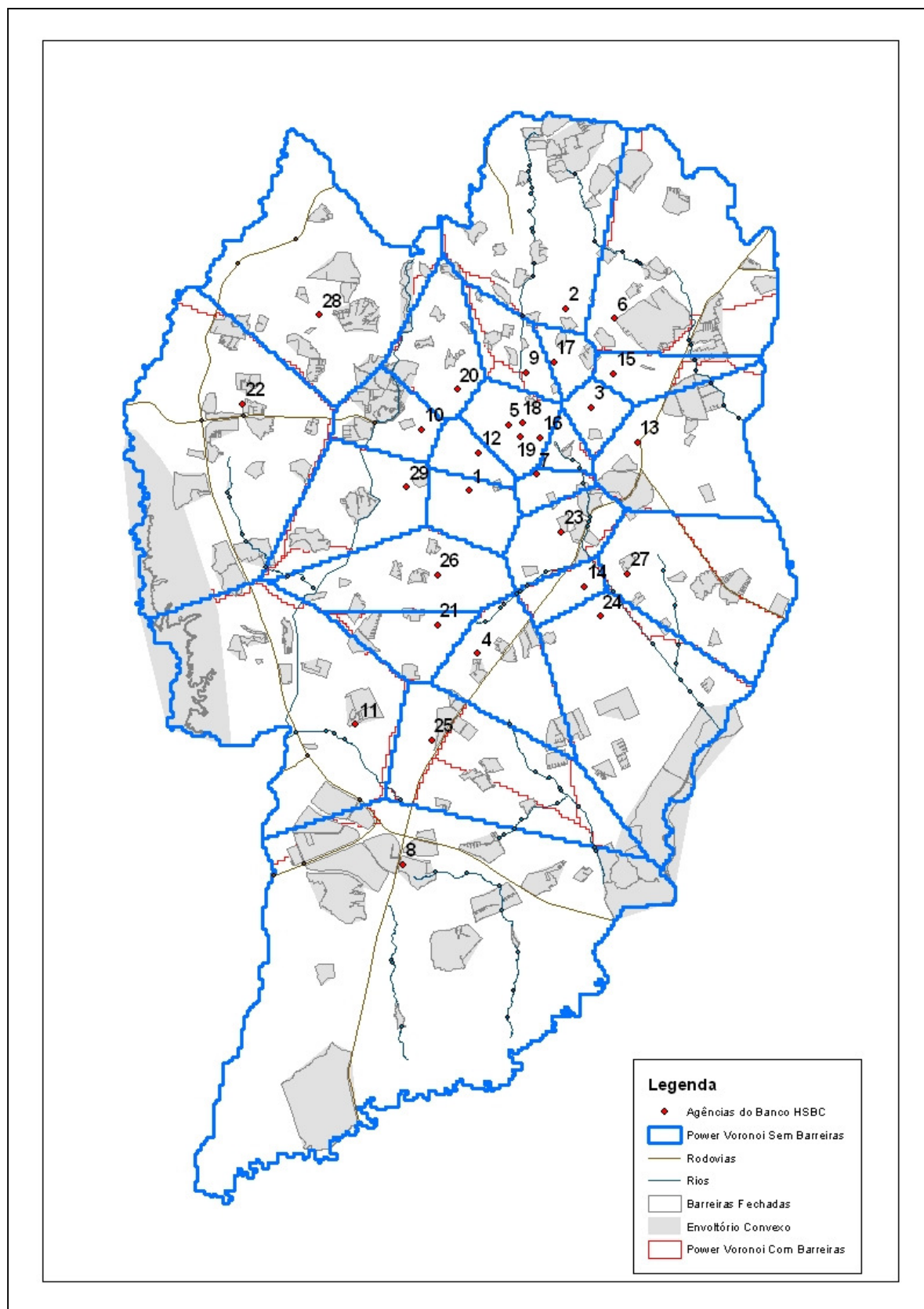


FIGURA 56 – COMPARATIVO DAS ÁREAS DE ABRANGÊNCIA PELOS DIAGRAMAS VPSB E VPCB

FONTE: A autora (2010)

Para melhor ilustrar a sobreposição das fronteiras dos diagramas VPSB e VPCB, foi elaborada a FIGURA 57. Ela ilustra a área de abrangência da Agência Comendador Araújo, número 12. A sobreposição ocorre porque os pesos associados aos pontos geradores não se alteram para ambos os diagramas. As diferenças das fronteiras se evidenciam pela inclusão da barreira fechada, correspondente às instalações esportivas.

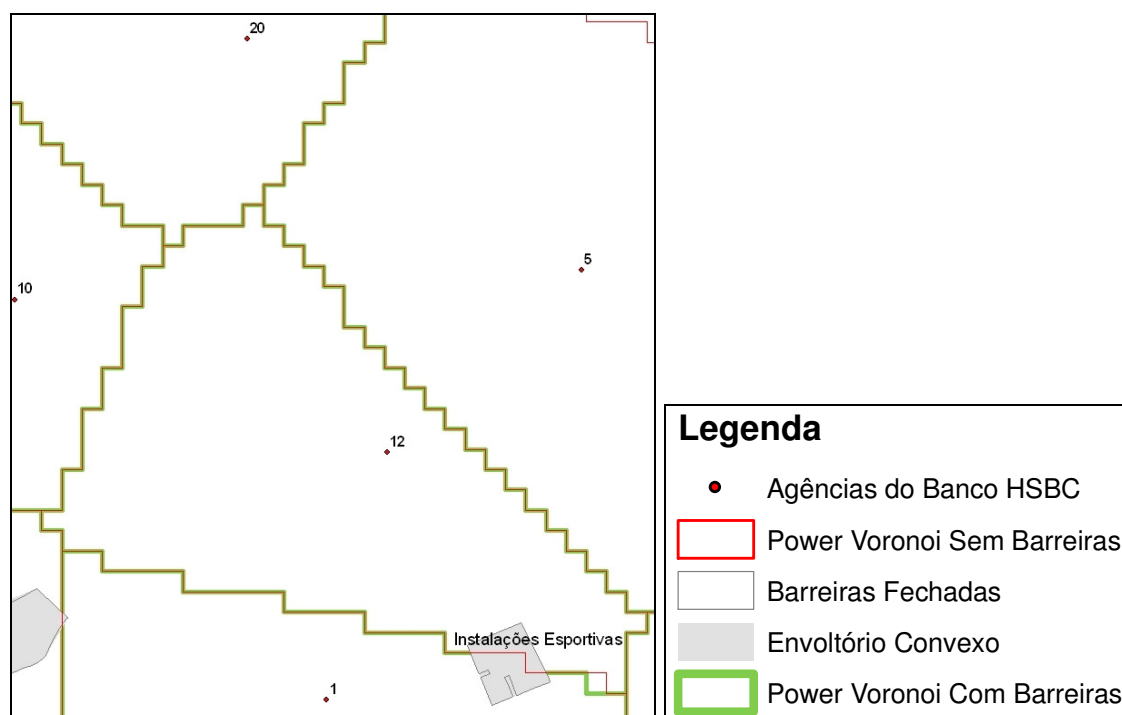


FIGURA 57 – COMPARATIVO DAS ÁREAS DE ABRANGÊNCIA COM OS DIAGRAMAS VPSB E VPCB PARA A AGÊNCIA COMENDADOR ARAÚJO
 FONTE: A autora (2010)

4.2.3 Voronoi ordinário sem barreiras e por potência com barreiras

Na literatura consultada, constatou-se que os *softwares* desenvolvidos para a determinação das áreas de abrangência não incluem as barreiras lineares e fechadas. Somente os estudos de Silva (2004) e Novaes *et al.* (2009) incluíram as barreiras lineares correspondentes a dois rios e duas marginais, respectivamente. Diante disso, foi realizada uma comparação entre os diagramas VOSB e VPCB, de modo a analisar a contribuição da inclusão dos pesos aos pontos geradores por meio de análises estatísticas multivariadas, bem como das barreiras lineares e fechadas na determinação das áreas de abrangência.

No QUADRO 15 foram relacionadas as sessenta e uma agências dos bancos concorrentes que apresentaram mudanças de áreas de abrangência com os diagramas VOSB e VPCB. A fim de exemplificar a mudança de áreas de abrangência, considerou-se a área de abrangência da agência HSBC 25 pelo VOSB, destacada no QUADRO 15. A agência do Banco Itaú S/A, da Rua Izaac Ferreira da Cruz, 3173, de acordo com o VOSB ficou localizada na área de abrangência da agência HSBC 25 (FIGURA 58 (A)). Pelo VPCB ficou localizada na área de abrangência da agência HSBC 8 (FIGURA 58 (B)). A agência do Banco do Brasil S/A, da Rua Francisco Derosso, 4006, de acordo com o VOSB, ficou localizada na área de abrangência da agência HSBC 25 (FIGURA 58 (A)). Pelo VPCB ficou localizada na área de abrangência da agência HSBC 4 (FIGURA 58 (B)).

A área de abrangência da agência 25 diminuiu de 19,81 km² para 5,05 km² (QUADRO 17). A diferença entre essas áreas corresponde a 292,28%. Pode-se observar que a mudança de área de abrangência de ambas as agências foi causada pela inclusão das barreiras (VPCB), no caso a barreira linear referente à rodovia e as barreiras fechadas correspondentes às instalações industriais e glebas/terrenos vagos.

Para as demais agências concorrentes (cinquenta e nove), as áreas de abrangências das agências HSBC 1, 10, 12, 14, 16, 17, 18, 22 e 27 pelo VOSB passaram a ter agências localizadas nas áreas de abrangências das agências HSBC 12, 12, 5, 24, 5, 9, 5, 29 e 13, respectivamente pelo VPCB. A área de abrangência da agência HSBC 7 pelo VOSB passou a ter três agências localizadas nas áreas de abrangências das agências HSBC 1, 5 e 16 pelo VPCB. A área de abrangência da agência HSBC 9 pelo VOSB passou a ter cinco agências localizadas na área de abrangência da agência HSBC 5 e uma na 20 pelo VPCB. A área de abrangência da agência HSBC 19 pelo VOSB passou a ter sete agências localizadas na área de abrangência da agência HSBC 3 e quatro na 5 pelo VPCB.

Essas mudanças de áreas de abrangência se devem às inclusões das barreiras lineares e fechadas, que provocaram alterações nas fronteiras dos diagramas (FIGURA 58). No APÊNDICE F foram relacionados os 236 bancos concorrentes e as suas respectivas localizações nas áreas de abrangência das agências HSBC pelos diagramas VOSB e VPCB.

ÁREA DE ABRANGÊNCIA DAS AGÊNCIAS HSBC		AGÊNCIAS DOS BANCOS CONCORRENTES	LOGRADOURO	Nº
VOSB	VPCB			
1	12	BANCO ITAÚ S.A.	AV.DO BATEL	1938
1	12	BANCO ITAÚ S.A.	R.BISPO DOM JOSE	2146
7	1	BANCO BRADESCO S.A.	AV.PRESIDENTE KENNEDY	1000
7	5	BANCO ITAÚ S.A.	AV.MARECHAL FLORIANO PEIXOTO	1541
7	16	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	R.JOAO NEGRAO	1655
9	5	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	AV.CANDIDO DE ABREU	127
9	5	BANCO ABN AMRO REAL S.A.	AV.CANDIDO DE ABREU	140
9	5	BANKBOSTON BANCO MULTIPLO S.A.	AV.CANDIDO DE ABREU	285
9	5	BANCO BRADESCO S.A.	AV.CANDIDO DE ABREU	427
9	5	BANCO ITAÚ S.A.	R.BARAO DO SERRO AZUL	479
9	20	BANCO ITAÚ S.A.	AV.DESEMBARGADOR HUGO SIMAS	526
10	12	BANCO ABN AMRO REAL S.A.	PC.ALFREDO ANDERSEN	399
12	5	BANCO DO BRASIL S.A.	R.COMENDADOR ARAUJO	314
12	5	BANCO ITAÚ S.A.	R.COMENDADOR ARAUJO	375
12	5	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	AV.VICENTE MACHADO	400
14	24	BANCO ITAÚ S.A.	AV.MARECHAL FLORIANO PEIXOTO	5961
16	5	BANCO BRADESCO S.A.	R.JOAO NEGRAO	487
16	5	BANCO ITAÚ S.A.	R.JOAO NEGRAO	740
16	5	BANCO ABN AMRO REAL S.A.	R.JOAO NEGRAO	1067
16	5	BANCO DO BRASIL S.A.	AV.VISCONDE DE GUARAPUAVA	1930
16	5	BANCO SANTANDER MERIDIONAL S.A.	AV.VISCONDE DE GUARAPUAVA	1935
16	5	BANCO BRADESCO S.A.	AV.SETE DE SETEMBRO	2775
17	9	BANCO DO BRASIL S.A.	R.MAUA	920
17	9	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	AV.JOAO GUALBERTO	1073
17	9	BANCO DO BRASIL S.A.	AV.JOAO GUALBERTO	1131
18	5	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	R.BARAO DO SERRO AZUL	20
18	5	BANCO BRADESCO S.A.	R.MONSENHOR CELSO	50
18	5	BANCO BRADESCO S.A.	R.MONSENHOR CELSO	50
18	5	BANCO BRADESCO S.A.	R.MARECHAL DEODORO	170
18	5	BANCO BRADESCO S.A.	R.MARECHAL DEODORO	170
18	5	BANCO SANTANDER MERIDIONAL S.A.	R.MARECHAL DEODORO	195
18	5	BANCO DO BRASIL S.A.	R.MARECHAL DEODORO	254
18	5	BANCO ITAÚ S.A.	R.XV DE NOVEMBRO	299
18	5	BANCO ITAÚ S.A.	R.XV DE NOVEMBRO	332
18	5	BANCO DO BRASIL S.A.	R.MONSENHOR CELSO	339
18	5	UNIBANCO S.A.	R.MARECHAL DEODORO	421
18	5	BANCO SANTANDER BRASIL S.A.	R.MARECHAL DEODORO	665
18	5	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	TV.DA LAPA	670
18	5	BANCO CITIBANK S.A.	R.MARECHAL DEODORO	711
18	5	BANCO ITAÚ S.A.	R.MARECHAL DEODORO	862
18	5	BANKBOSTON BANCO MULTIPLO S.A.	R.MARECHAL DEODORO	869
18	5	BANCO ITAÚ S.A.	R.MARECHAL DEODORO	920
18	5	BANCO BRADESCO S.A.	R.MARECHAL DEODORO	960
18	5	BANCO BRADESCO S.A.	R.MARECHAL DEODORO	960
18	5	BANCO ITAÚ S.A.	R.XV DE NOVEMBRO	1139
18	5	BANCO DO BRASIL S.A.	R.XV DE NOVEMBRO	1181
19	3	BANCO BRADESCO S.A.	AV.MAL HUMBERTO A. CASTELO BRANCO	230
19	3	BANCO SANTANDER BRASIL S.A.	R.FERNANDES DE BARROS	412

continua

continuação

19	3	BANCO ABN AMRO REAL S.A.	R.ITUPAVA	634
19	3	BANCO DO BRASIL S.A.	R.XV DE NOVEMBRO	2636
19	3	BANCO ITAÚ S.A.	R.XV DE NOVEMBRO	2767
19	3	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	R.XV DE NOVEMBRO	2831
19	3	BANCO BRADESCO S.A.	R.XV DE NOVEMBRO	3040
19	5	BANCO ITAÚ S.A.	R.DESEMBARGADOR WESTPHALEN	190
19	5	UNIBANCO S.A.	AV.MAL FLORIANO PEIXOTO	360
19	5	UNIBANCO S.A.	AV.MAL FLORIANO PEIXOTO	360
19	5	BANCO BRADESCO S.A.	R.DESEMBARGADOR WESTPHALEN	961
22	29	BANCO BRADESCO S.A.	R.GRA NICCO	113
25	8	BANCO ITAÚ S.A.	R.IZAAC FERREIRA DA CRUZ	3173
25	4	BANCO DO BRASIL S.A.	R.FRANCISCO DEROSSO	4006
27	13	BANCO DO BRASIL S.A.	R.ENGENHEIRO COSTA BARROS	1551

QUADRO 15 – AGÊNCIAS DOS BANCOS CONCORRENTES COM MUDANÇAS DE ÁREAS DE ABRANGÊNCIA COM OS DIAGRAMAS VOSB E VPCB

FONTE: A autora (2010)

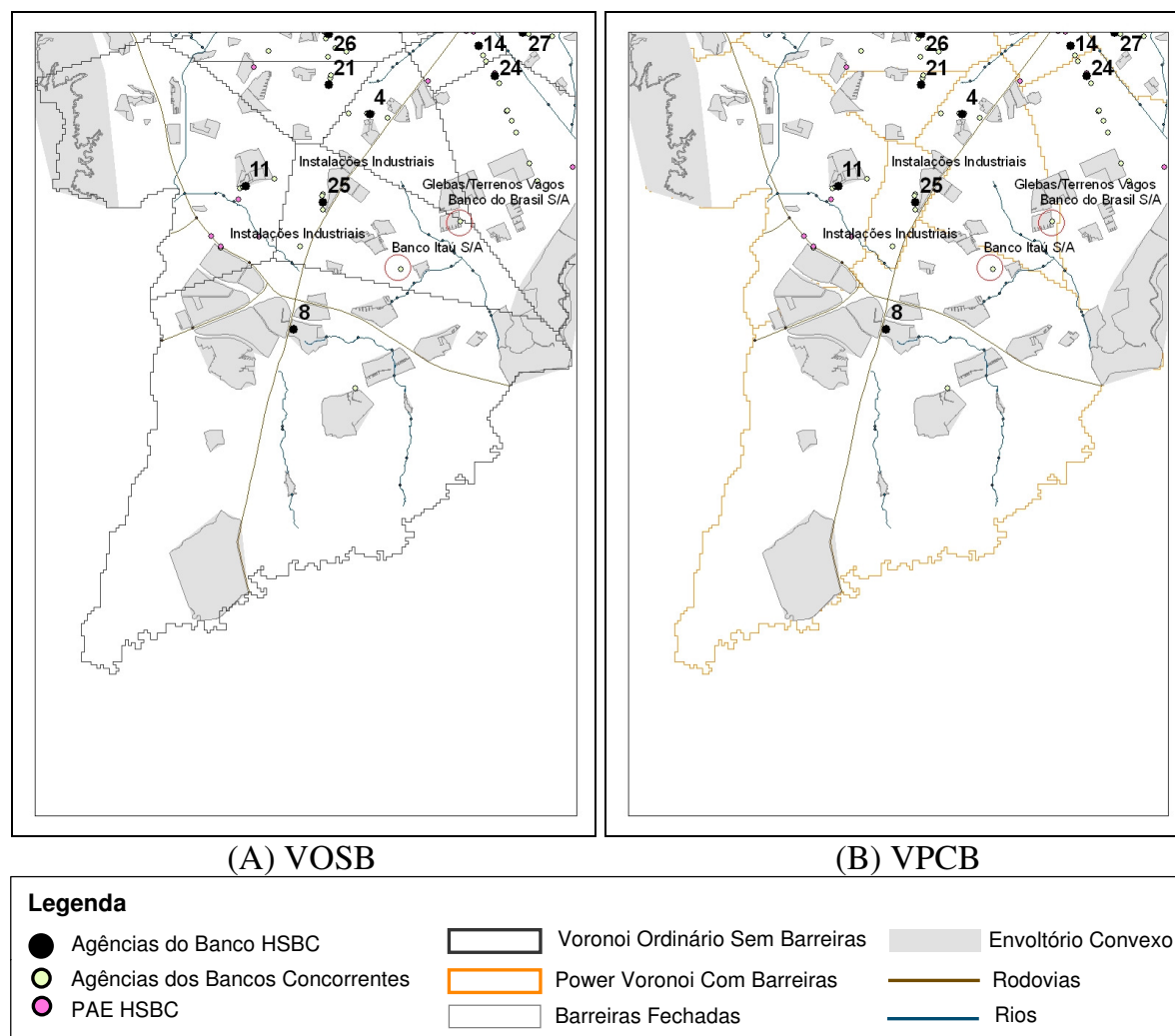


FIGURA 58 – LOCALIZAÇÃO DA AGÊNCIA ITAÚ DA RUA IZAAC FERREIRA DA CRUZ

FONTE: A autora (2010)

No QUADRO 16 foram relacionados os PAE's HSBC que apresentaram mudanças de áreas de abrangência com os diagramas VOSB e VPCB. A fim de exemplificar a mudança de áreas de abrangência, considerou-se a área de abrangência da agência HSBC 21 pelo VOSB, destacada no QUADRO 16. O PAE Osten Ferragens, da Rua João Bettega, 2876, de acordo com o VOSB ficou localizado na área de abrangência da agência HSBC 21 (FIGURA 59 (A)). Pelo VPCB ficou localizado na área de abrangência da agência HSBC 26 (FIGURA 59 (B)). Para os demais PAE's HSBC (cinco), as áreas de abrangências das agências HSBC 9, 18 e 16 pelo VOSB passaram a ter agências localizadas na área de abrangência da agência HSBC 5 pelo VPCB. A área de abrangência da agência HSBC 12 pelo VOSB passou a ter duas agências localizadas na área de abrangência da agência HSBC 5 pelo VPCB. Essas mudanças de áreas de abrangência são causadas pela inclusão das barreiras lineares e fechadas, que provocaram alterações nas fronteiras dos diagramas (FIGURA 59). No APÊNDICE G foram relacionados os 41 PAE's HSBC e as suas respectivas localizações nas áreas de abrangência das agências HSBC pelos diagramas VOSB e VPCB.

ÁREA DE ABRANGÊNCIA DAS AGÊNCIAS HSBC		PAE HSBC	LOGRADOURO	Nº
VORONOI ORDINÁRIO SEM BARREIRAS	VORONOI POR POTÊNCIA COM BARREIRAS			
9	5	PAE SHOPPING MULLER	AV. CANDIDO DE ABREU	127
18	5	CSV MOVEEL CURITIBA I	R. XV DE NOVENBRO	209
12	5	ASSOCIAÇÃO BOM JESUS LAMENHA LINS	R. LAMENHA LINS	750
12	5	SHOPPING CURITIBA	R. BRIGADEIRO FRANCO	2300
16	5	SHOPPING ESTAÇÃO LTDA	AV. SETE DE SETEMBRO	2775
21	26	OSTEN FERRAGENS	R. JOAO BETTEGA	2876

QUADRO 16 – PAE'S HSBC COM MUDANÇAS DE ÁREAS DE ABRANGÊNCIA COM OS DIAGRAMAS VOSB E VPCB

FONTE: A autora (2010)

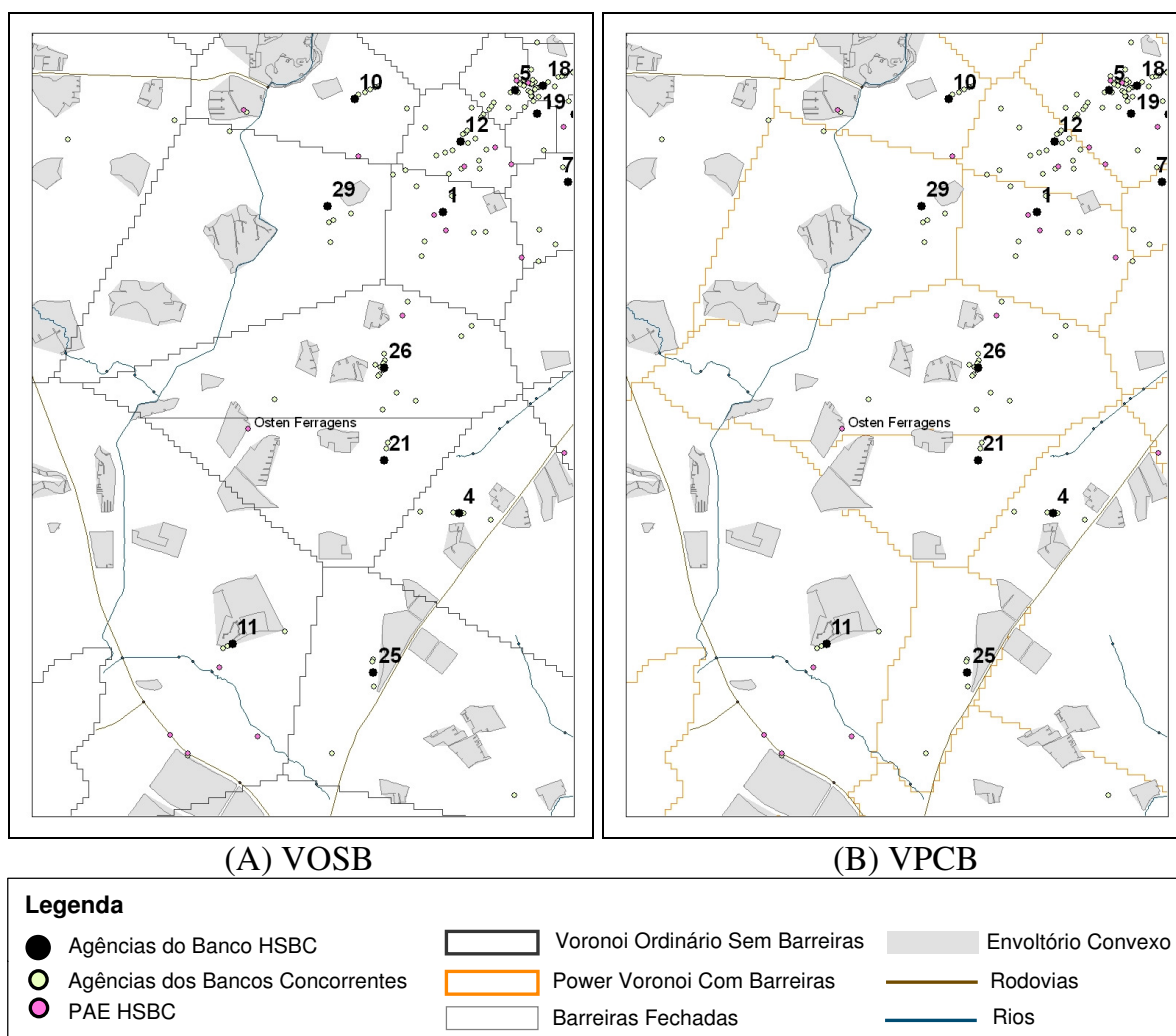


FIGURA 59 – LOCALIZAÇÃO DO PAE HSBC OSTEN FERRAGENS DA RUA JOÃO BETTEGA
 FONTE: A autora (2010)

O QUADRO 17 apresenta a diferença percentual entre as áreas de abrangência das agências HSBC com os diagramas VOSB e VPCB. Para efeito de ilustração serão consideradas as situações em que as diferenças percentuais resultaram superiores a 50%. As mesmas aconteceram com as áreas de abrangência das agências HSBC 4, 5, 7 e 25.

Agências HSBC	VOSB Área Abrangência (km ²)	VPCB Área Abrangência (km ²)	Diferença (%)
19	0,69	0	Englobada pela 5
18	0,92	0	Englobada pela 5
28	30,15	30,6	1,49%
8	94,56	96,2	1,73%
23	6,35	6,22	2,09%
16	1,72	1,76	2,33%
22	40,47	39,48	2,51%
3	2,79	2,9	3,94%
20	9,35	9,74	4,17%
11	34,02	35,87	5,44%
17	2,37	2,53	6,75%
2	26,87	24,96	7,65%
6	27,12	23,96	13,19%
24	26,77	31,33	17,03%
10	7,04	5,93	18,72%
9	3,93	4,68	19,08%
1	4,28	5,18	21,03%
15	6,34	7,99	26,03%
29	13,72	10,72	27,99%
14	3,88	2,95	31,53%
21	7,49	5,67	32,10%
12	2,21	3,01	36,20%
27	20,67	14,9	38,72%
26	10,24	14,31	39,75%
13	16,83	24,38	44,86%
7	3,45	2,23	54,71%
4	11	17,74	61,27%
25	19,81	5,05	292,28%
5	1,24	5,99	383,06%

QUADRO 17 – DIFERENÇAS PERCENTUAIS DAS ÁREAS DE ABRANGÊNCIA COM OS DIAGRAMAS VOSB E VPCB

FONTE: A autora (2010)

A FIGURA 60 (A) e (B) ilustra a área de abrangência das agências HSBC 5 e 7 com os diagramas VOSB e VPCB, respectivamente, com os bancos concorrentes e PAE's HSBC. A área de abrangência da agência HSBC 5 passou de 1,24 km² para 5,99 km², ou seja, a mesma aumentou. A diferença foi de 383,06% (QUADRO 17). Pela FIGURA 60 (B) pode-se observar que as agências HSBC 18 e 19, bem como as

suas áreas de abrangência foram englobadas pela área de abrangência da agência HSBC 5. Pelo QUADRO 17 suas áreas resultaram igual a zero. Dessa forma, partindo-se das variáveis consideradas nesta pesquisa, recomenda-se que as mesmas sejam fechadas, permanecendo em funcionamento a agência 5. A agência 16 também foi englobada pela área de abrangência da agência HSBC 5, mas sua área de abrangência permanece como uma das células do diagrama VPCB. Nesse caso, partindo-se das variáveis consideradas nesta pesquisa, recomenda-se que a mesma seja reposicionada, buscando-se preferencialmente o centro de sua área de abrangência. Essa situação ilustra a contribuição dos pesos determinados por meio de estatística multivariada, os quais diferem para cada ponto gerador, bem como da determinação de áreas de abrangência de qualquer ponto de interesse, independentemente do domínio da aplicação, com a utilização de diagramas de Voronoi por potência.

Os quantitativos das agências concorrentes passaram de 25 pelo VOSB para 66 pelo VPCB. Os quantitativos dos PAE's HSBC passaram de 1 com o VOSB para 6 com o VPCB. Essas alterações, que correspondem às mais significativas ao se observar o QUADRO 18, são devidas à área de abrangência da agência HSBC 5 ter englobado as agências 18 e 19, bem como as suas áreas de abrangência, ou seja, seus bancos concorrentes e PAE's HSBC, que passaram a figurar para a agência 5.

A área de abrangência da agência HSBC 7 passou de 3,45 km² para 2,23 km², ou seja, a mesma diminuiu. A diferença foi de 54,71% (QUADRO 17). Pela FIGURA 60 (B) pode-se observar que de acordo com o exposto anteriormente, a agência do Banco Itaú S/A, da Av. Marechal Floriano Peixoto, 1541, de acordo com o VOSB ficou localizada na área de abrangência da agência HSBC 7 (FIGURA 60 (A)). Pelo VPCB ficou localizada na área de abrangência da agência HSBC 5 (FIGURA 60 (B)). A agência da Caixa Econômica Federal, da Rua João Negrão, 1655, de acordo com o VOSB, ficou localizada na área de abrangência da agência HSBC 7 (FIGURA 60 (A)). A mesma agência pelo VPCB ficou localizada na área de abrangência da agência HSBC 16 (FIGURA 60 (B)).

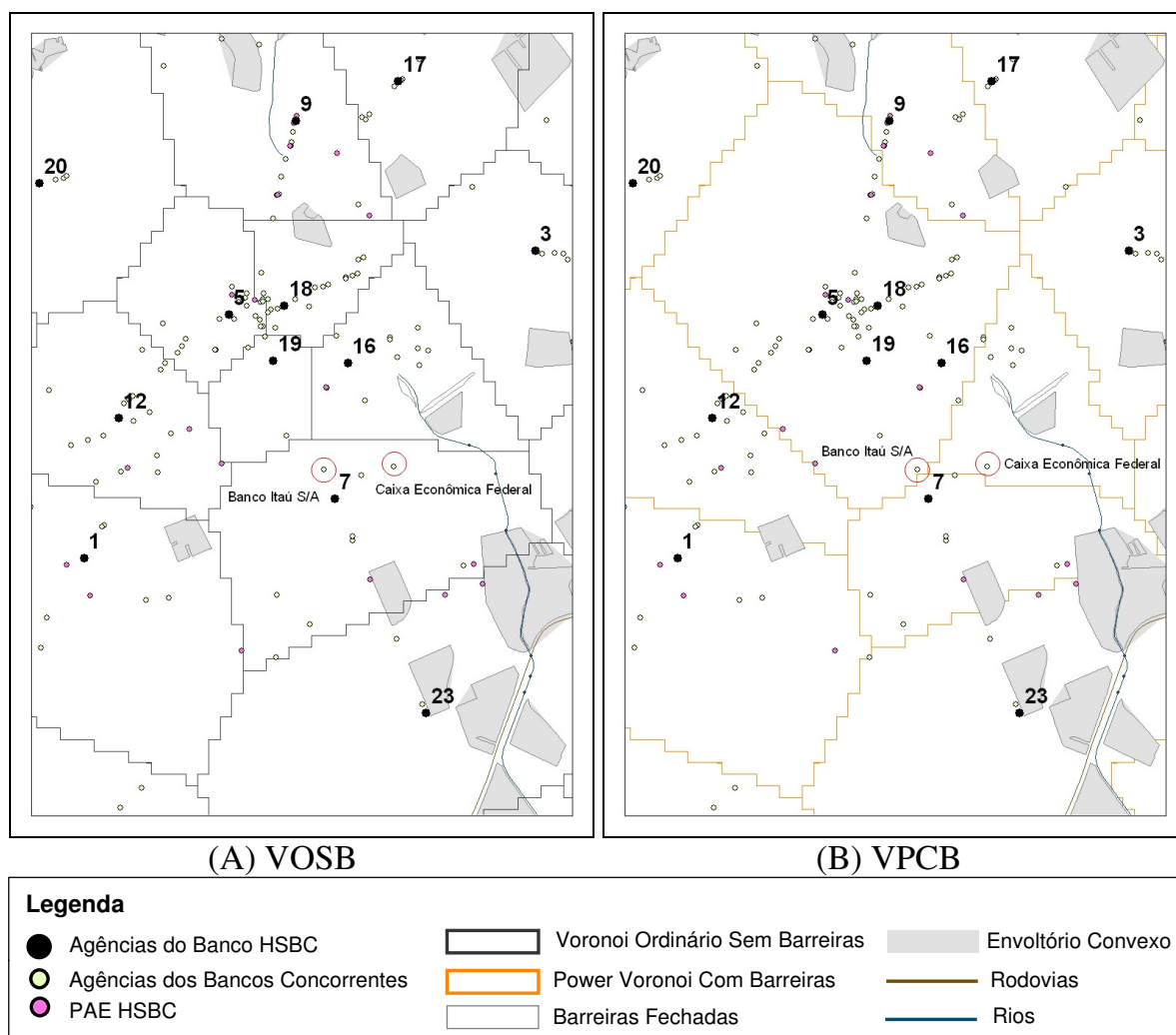


FIGURA 60 – ÁREA DE ABRANGÊNCIA DAS AGÊNCIAS HSBC 5 E 7 COM OS DIAGRAMAS VOSB E VPCB COM BANCOS CONCORRENTES E PAE'S HSBC
 FONTE: A autora (2010)

A FIGURA 61 (A) e (B) ilustra os bancos concorrentes, PAE's HSBC e as áreas de abrangência das agências HSBC 4 e 25 com os diagramas VOSB e VPCB, respectivamente. A área de abrangência da agência HSBC 4 passou de 11 km² para 17,74 km², ou seja, a mesma aumentou em 61,27%. A área de abrangência da agência HSBC 25 passou de 19,81 km² para 5,05 km², ou seja, a mesma diminuiu em 292,28% (QUADRO 17). Pela FIGURA 61 (B) pode-se observar que o aumento da área de abrangência da agência HSBC 4 foi em função da inclusão das barreiras fechadas correspondentes a instalações industriais, glebas/terrenos vagos e condomínios/loteamentos fechados e que a diminuição da área de abrangência da agência HSBC 25 foi causada pela inclusão das barreiras lineares referentes à rodovia

e ao rio e as barreiras fechadas correspondentes às instalações industriais e glebas/terrenos vagos. A consideração dessas barreiras alterou a localização das agências do Banco Itaú S/A e Banco do Brasil S/A. A agência do Banco Itaú S/A, da Rua Izaac Ferreira da Cruz, 3173, de acordo com o VOSB ficou localizada na área de abrangência da agência HSBC 25 (FIGURA 61 (A)). Pelo VPCB ficou localizada na área de abrangência da agência HSBC 8 (FIGURA 61 (B)). A agência do Banco do Brasil S/A, da Rua Francisco Derosso, 4006, de acordo com o VOSB, ficou localizada na área de abrangência da agência HSBC 25 (FIGURA 61 (A)). A mesma agência pelo VPCB ficou localizada na área de abrangência da agência HSBC 4 (FIGURA 61 (B)).

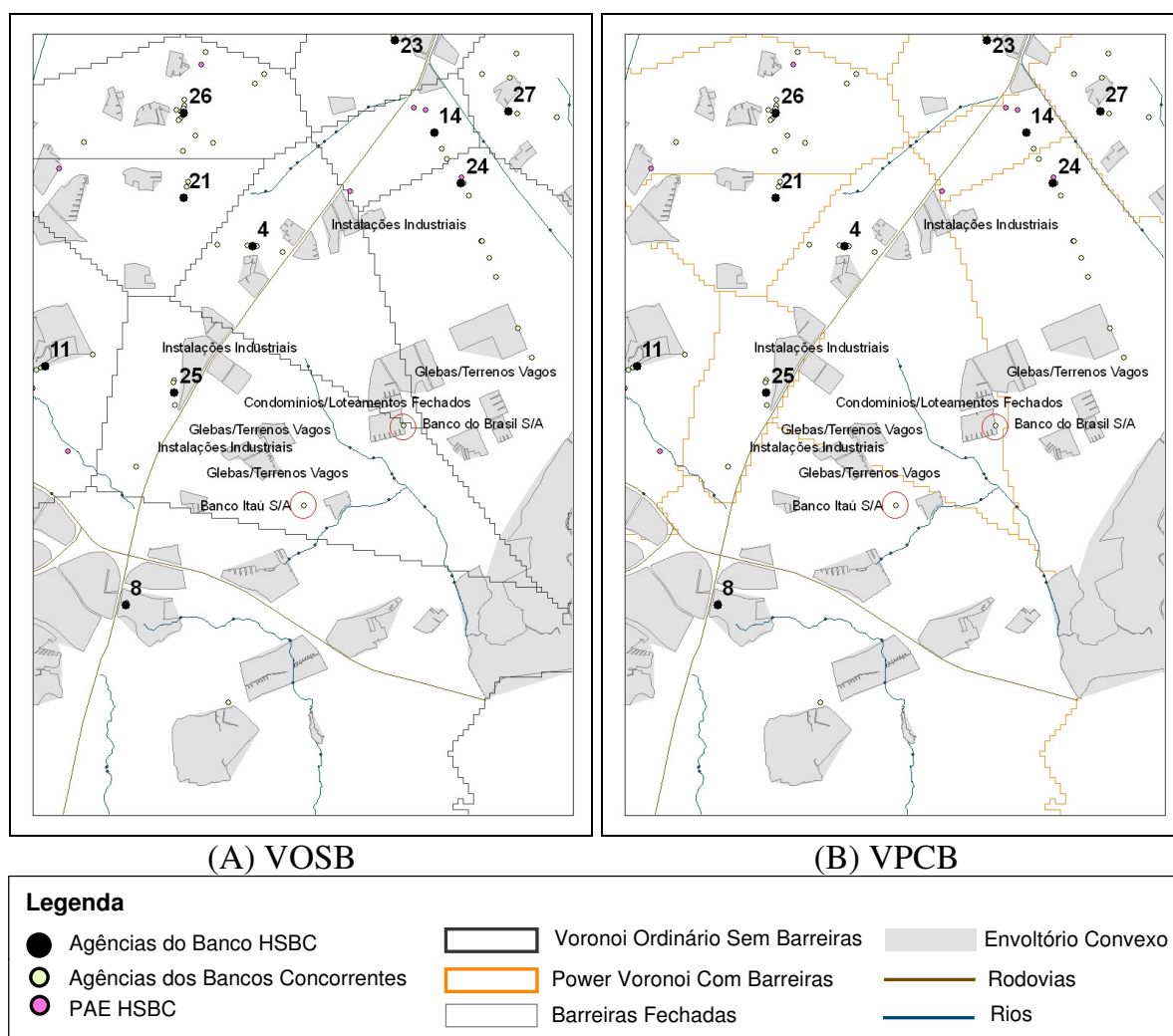


FIGURA 61 – ÁREA DE ABRANGÊNCIA DA AGÊNCIA HSBC 4 E 25 COM O DIAGRAMA VOSB E VPCB COM BANCOS CONCORRENTES E PAE'S HSBC
FONTE: A autora (2010)

No QUADRO 18 foram relacionados os quantitativos referentes às áreas, agências das agências HSBC, agências concorrentes e PAE's HSBC nas respectivas

áreas de abrangência das agências HSBC com os diagramas VOSB e VPCB. Foram destacados os quantitativos das agências concorrentes e PAE's HSBC que apresentaram mudanças.

Agências HSBC	Voronoi Ordinário			Voronoi Por Potência		
	Sem Barreiras			Com Barreiras		
	Área Abrang. HSBC (km ²)	Agências Concorrentes (qtde)	PAE (qtde)	Área Abrang. HSBC (km ²)	Agências Concorrentes (qtde)	PAE (qtde)
1	4,28	9	3	5,18	8	3
2	26,87	7	1	24,96	7	1
3	2,79	7	1	2,9	7	1
4	11	4	0	17,74	5	0
5	1,24	25	1	5,99	66	6
6	27,12	10	4	23,96	10	4
7	3,45	9	3	2,23	6	3
8	94,56	4	0	96,2	5	0
9	3,93	14	5	4,68	11	4
10	7,04	7	2	5,93	6	2
11	34,02	4	4	35,87	4	4
12	2,21	20	3	3,01	20	1
13	16,83	4	1	24,38	5	1
14	3,88	2	3	2,95	1	3
15	6,34	3	0	7,99	3	0
16	1,72	11	1	1,76	6	0
17	2,37	7	0	2,53	4	0
18	0,92	22	1	0	0	0
19	0,69	4	0	0	0	0
20	9,35	6	0	9,74	7	0
21	7,49	2	1	5,67	2	0
22	40,47	5	1	39,48	4	1
23	6,35	2	2	6,22	2	2
24	26,77	8	2	31,33	9	2
25	19,81	7	0	5,05	5	0
26	10,24	17	2	14,31	17	3
27	20,67	7	0	14,9	6	0
28	30,15	4	0	30,6	4	0
29	13,72	5	0	10,72	6	0

QUADRO 18 – QUANTITATIVOS DAS ÁREAS DE ABRANGÊNCIA DAS AGÊNCIAS HSBC, AGÊNCIAS CONCORRENTES E PAE'S HSBC COM OS DIAGRAMAS VOSB E VPCB

FONTE: A autora (2010)

De acordo com a FIGURA 62, ao se comparar as áreas de abrangência entre os diagramas VOSB e VPCB, é possível perceber que as fronteiras de ambos os diagramas não se sobrepõem. Isso ocorre devido à inclusão das barreiras lineares e fechadas, bem como pelos pesos associados aos pontos geradores do diagrama de Voronoi por potência.

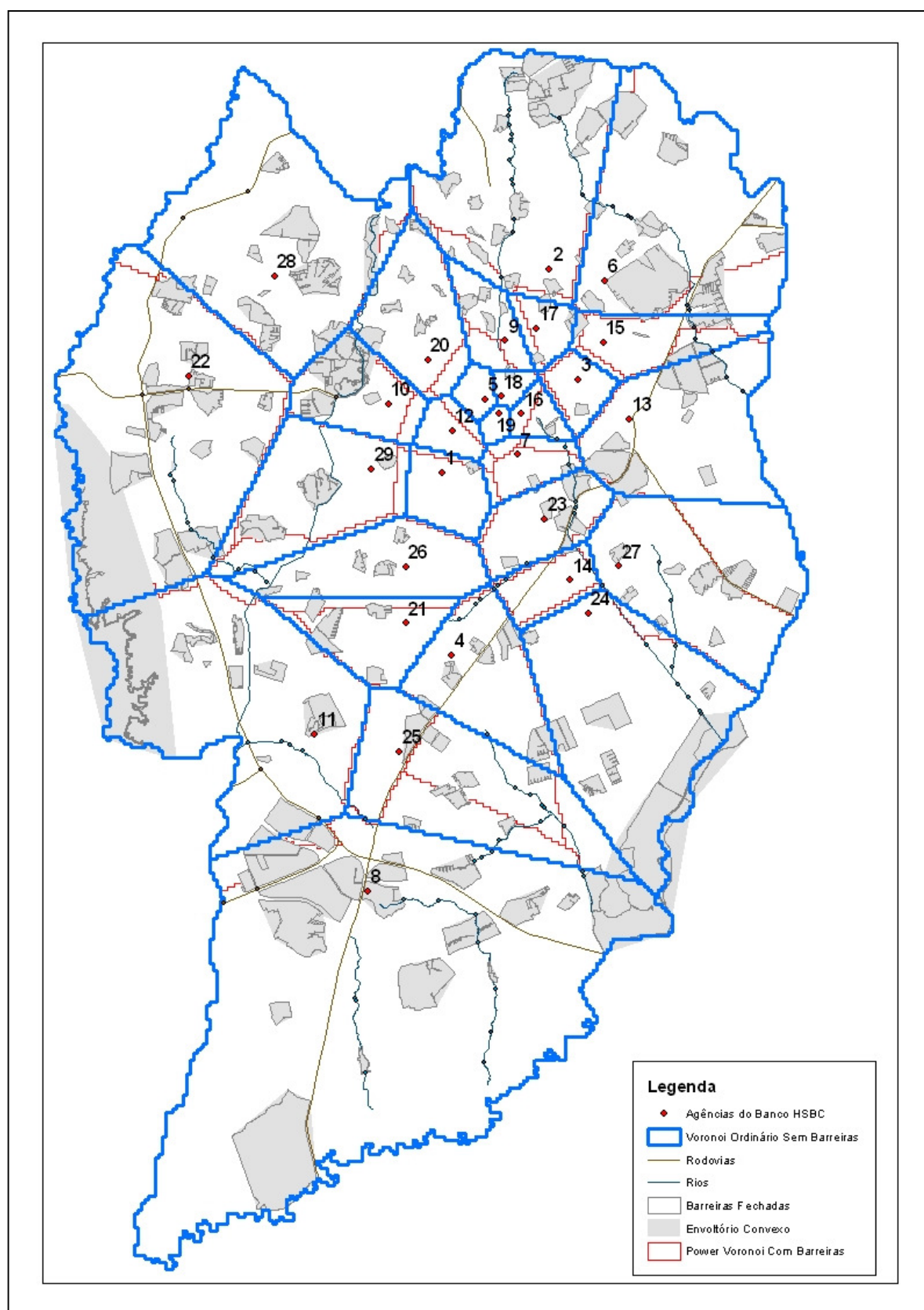


FIGURA 62 – COMPARATIVO DAS ÁREAS DE ABRANGÊNCIA COM OS DIAGRAMAS VOSB E VPCB

FONTE: A autora (2010)

Para subsidiar o entendimento da não sobreposição das fronteiras entre os diagramas VOSB e VPCB, devido aos pesos associados aos pontos geradores, foram relacionadas as agências HSBC, que correspondem aos pontos geradores e seus pesos, as agências HSBC confrontantes a cada uma das 29 agências HSBC e seus pesos, bem como para qual agência ocorreu deslocamento linear da fronteira do diagrama de Voronoi por potência (APÊNDICE I).

O QUADRO 19 é um extrato do APÊNDICE I, correspondente à Agência Hauer. Os valores dos pesos são distintos (item 3.2.4, QUADRO 8). Ao variar os pesos é possível observar que há um deslocamento linear da fronteira do diagrama de Voronoi por potência em direção ao peso de valor mais baixo.

A FIGURA 63 ilustra os diagramas VOSB e VPCB. Para o diagrama de Voronoi ordinário, os pesos são iguais a zero e a fronteira entre duas regiões de Voronoi coincide com a mediatriz da reta que une os dois pontos geradores. Para o diagrama de Voronoi por potência é possível perceber o deslocamento linear da fronteira entre as regiões 14 e 23, na direção do ponto gerador 14, pelo fato do mesmo estar associado ao peso de valor mais baixo. O mesmo acontece entre as regiões 14 e 26, 14 e 4, 14 e 24, 14 e 27, há um deslocamento linear da fronteira na direção do ponto gerador 14, pelo fato do mesmo estar associado ao peso de valor mais baixo.

Pontos Geradores Agência HSBC		Peso Agência HSBC	Agência HSBC Confrontante	Peso Agência HSBC Confrontante	Deslocamento linear de → para
14	Agência Hauer	-0,50245	23	-0,08681	23→14
			26	0,375492	26→14
			4	-0,45578	4→14
			24	-0,15758	24→14
			27	-0,28301	27→14

QUADRO 19 – DESLOCAMENTO LINEAR DAS FRONTEIRAS DO DIAGRAMA DE VORONOI POR POTÊNCIA DA AGÊNCIA HAUER

FONTE: A autora (2010)

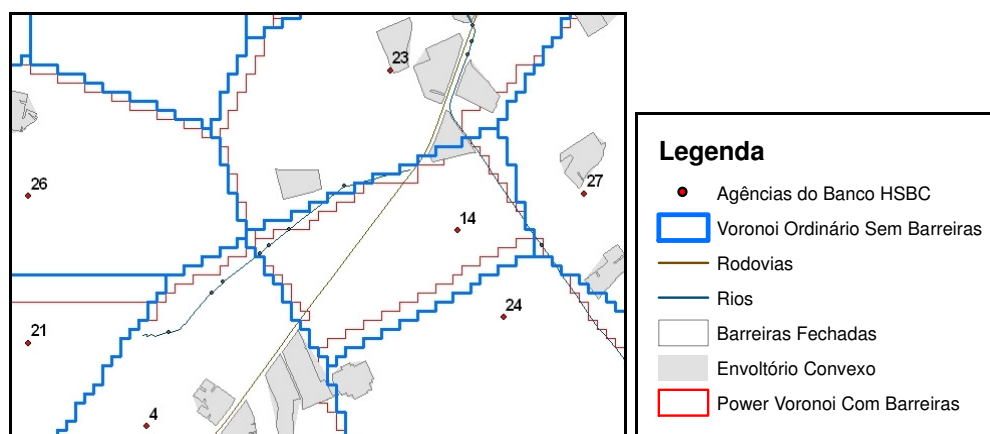
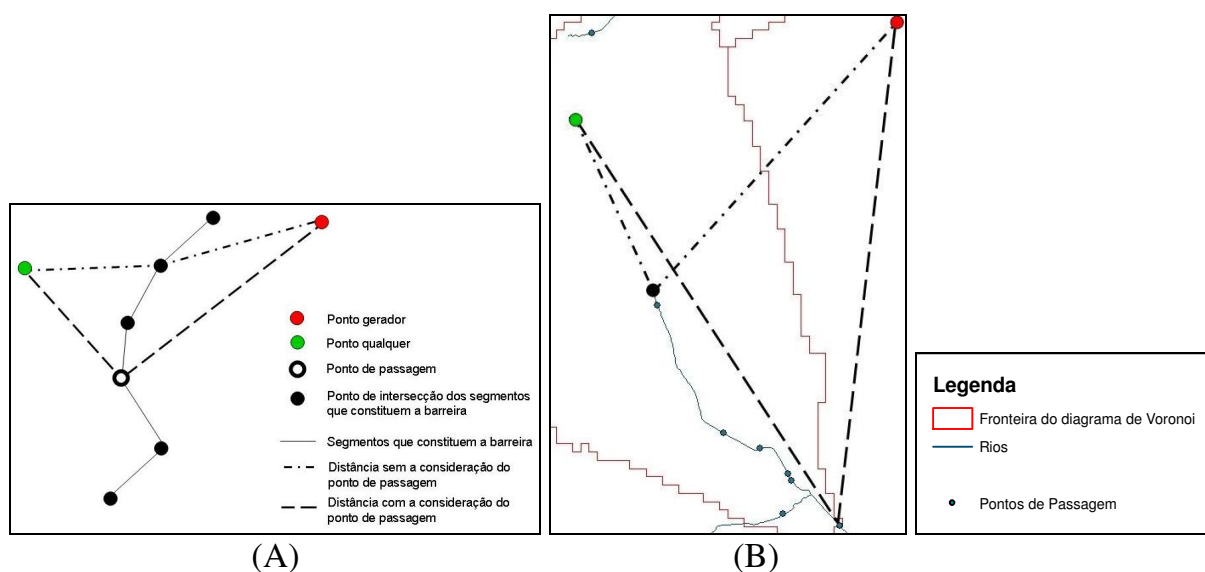


FIGURA 63 – COMPARATIVO DAS ÁREAS DE ABRANGÊNCIA COM OS DIAGRAMAS VOSB E VPCB PARA A AGÊNCIA HAUER
FONTE: A autora (2010)

Com a finalidade de ilustrar a importância da consideração dos pontos de passagem, como os viadutos, trincheiras, passarelas e pontes, foi elaborada a FIGURA 64. Na FIGURA 64 (A) está representada a distância a partir de um ponto qualquer ao ponto gerador sem e com a consideração do ponto de passagem. É possível perceber que sem a consideração do ponto de passagem, a distância foi menor, quando comparada à outra. O percurso foi traçado considerando-se o ponto de interseção mais próximo entre os pontos qualquer e gerador. Observa-se, também, que a distância do ponto qualquer ao ponto gerador com a consideração do ponto de passagem é maior. Contudo, apesar dessa distância ser maior, ela é a que corresponde à realidade, pois as barreiras só podem ser transpostas em pontos específicos, e não na totalidade de suas extensões.

A FIGURA 64 (B) ilustra o traçado da fronteira do diagrama de Voronoi gerado nesta pesquisa, com a consideração dos pontos de passagem da barreira linear correspondente ao rio. Ela ilustra também a distância de um ponto qualquer ao ponto gerador, considerando um ponto de interseção dos segmentos que constituem a barreira. Como o DVO gera os diagramas de Voronoi sempre com a consideração dos pontos de passagem, pois os mesmos são dados de entrada, não foi possível gerar uma ilustração sem a consideração dos mesmos. Contudo, pelas FIGURA 64 (A) e (B), é possível verificar que o traçado das fronteiras do diagrama de Voronoi se modifica com a consideração dos pontos de passagem.

A seguir serão apresentadas as conclusões e as recomendações.



5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1 CONCLUSÕES

Nesta pesquisa foi proposta a determinação de áreas de abrangência de pontos pelo diagrama de Voronoi com a consideração de barreiras lineares e fechadas, concomitantemente. Foram considerados como pontos geradores das áreas de abrangência as 29 agências do HSBC Bank Brasil S/A - Banco Múltiplo do município de Curitiba (PR).

A seleção das barreiras lineares e fechadas não se limitou às feições disponíveis na base cartográfica digital do Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba (IPPUC), como rios, lagos, parques, bosques e rodovias, mas também na definição, identificação e delimitação de barreiras fechadas como, por exemplo, instalações educacionais/culturais, esportivas, industriais, condomínios/loteamentos fechados e glebas/terrenos vagos. Também foram identificados os pontos de passagem das rodovias e dos rios, como viadutos, trincheiras, passarelas e pontes.

Conjuntamente com os especialistas do Departamento de Administração de Imóveis (DAI – HSBC) e especialistas dos Bancos Bradesco e do extinto Bamerindus, foram selecionadas as variáveis que caracterizam as agências do Banco HSBC. A experiência e o conhecimento dos especialistas foram indispensáveis, uma vez que a definição das mesmas não poderia ser feita aleatoriamente ou baseada no bom senso.

A definição das variáveis permitiu classificar as agências atribuindo-se pesos às mesmas. Através da literatura pesquisada, constatou-se a utilização de somente uma variável como fator de ponderação ou análise estatística por meio de componentes principais. Através desta pesquisa, essas limitações foram contornadas, pois foi feito uso de métodos estatísticos multivariados.

Foi realizada a implementação computacional dos diagramas de Voronoi ordinário e por potência (*power Voronoi*) considerando as barreiras lineares e fechadas. O programa desenvolvido nesta pesquisa foi denominado Diagrama de Voronoi com Obstáculos (DVO). No DVO foram utilizados os conceitos da divisão

em malha sobre uma região, grafos de visibilidade, diagramas de Voronoi ordinário e por potência e o algoritmo de Dijkstra, também considerados por Silva (2004). Nos estudos de Silva (2004) não foram consideradas as barreiras fechadas, somente barreiras lineares, sendo que todos os pontos que constituíam as mesmas, isto é, seus vértices, eram pontos de passagem, o que na realidade não acontece.

Referente aos processos descritos em Silva (2004), nenhuma etapa foi eliminada para determinação das barreiras lineares, bem como para a geração dos diagramas. Ao contrário, foram introduzidos o algoritmo *Quickhull*, as barreiras fechadas e os pontos de passagem, bem como a exclusão dos pontos externos à divisa municipal e internos dos envoltórios convexos das barreiras fechadas.

O DVO mostrou potencialidade para tratar adequadamente os obstáculos, que corresponderam a 192 barreiras fechadas e a 26 barreiras lineares. Foi definida uma malha sobre o município de Curitiba para determinar a divisão do diagrama de Voronoi. A fase mais crítica no tempo de processamento foi na determinação do caminho mais curto pelo algoritmo de Dijkstra, porque cada ponto dessa malha teve que buscar todos os pontos geradores, o que resultou em 285.600 cálculos de distância.

Para evitar cálculos desnecessários foram excluídos os pontos externos à divisa municipal e os internos dos envoltórios convexos das barreiras fechadas. O tempo de processamento, desde a leitura dos dados de entrada até o cálculo do diagrama, foi em torno de 14 horas.

Quanto maior o número de barreiras, maior é o tempo de processamento, entretanto, a consideração das barreiras fechadas, além das lineares foi fundamental para as análises propostas. Reduzir o tempo de processamento não foi objetivo nesta pesquisa, pois o método proposto visa auxiliar a tomada de decisão, e não exige resposta em tempo real.

Como dificuldades de implementação pode-se destacar o número de segmentos que compõem as barreiras. Em Silva (2004), foram consideradas somente as barreiras lineares correspondentes a dois rios da cidade de São Paulo (SP). Os mesmos totalizaram em torno de 50 segmentos. Nesta pesquisa, para as barreiras lineares e fechadas, o número de segmentos foi em torno de 6.000. De acordo com a complexidade do algoritmo Dijkstra ($O(n^2)$), considerando-se o número de segmentos

usados nesta pesquisa pelo número de segmentos de Silva (2004), ou seja, 6.000 divididos por 50, que resultam 120, para achar um caminho mais curto, o custo equivale a 120^2 , isto é, 14.400 vezes maior. Partindo-se dos 285.600 cálculos de distância efetuados, multiplicados por 14.400, resultam em 4.112.640.000 vezes mais custoso se comparados a Silva (2004). O cálculo do grafo de visibilidade pode ser apontado como outra dificuldade devido ao número de segmentos das barreiras.

As barreiras fechadas são mais complexas do que as lineares, porque os pontos que fazem parte do interior das mesmas devem ser desconsiderados. A inclusão tanto das barreiras fechadas como as lineares, foi importante para as análises, porque as áreas de abrangência com a consideração dos obstáculos, ficam mais próximas da realidade topográfica, como pode ser constatado pelas análises espaciais entre os diagramas de Voronoi sem e com a consideração das barreiras.

A vantagem do método proposto quando comparado aos estudos anteriores está relacionada à consideração de barreiras reais, que muitas vezes são fechadas. Entretanto, problemas maiores que o desta pesquisa, ainda demandam estudos devido à complexidade computacional na implementação das barreiras fechadas.

Os diagramas de Voronoi foram gerados a partir do programa DVO. Foram comparados os diagramas VOSB e VOCB, referentes às agências dos bancos concorrentes e PAE's HSBC. Para as agências dos bancos concorrentes os diagramas apresentaram mudanças de áreas de abrangência para 6 agências. Com relação aos PAE's HSBC não apresentaram mudanças.

Também foram comparados os diagramas VPSB e VPCB. Para as agências dos bancos concorrentes os diagramas apresentaram mudanças de áreas de abrangência para 7 agências. Com relação aos PAE's HSBC não apresentaram mudanças.

Como última análise, foram comparados os diagramas VOSB e VPCB. Para as agências dos bancos concorrentes os diagramas apresentaram mudanças de áreas de abrangência para 61 agências. Com relação aos PAE's HSBC apresentaram mudanças de áreas de abrangência para 6 PAE's HSBC. Essa análise resultou nas maiores diferenças quando comparados aos diagramas VOSB e VOCB, bem como VPSB e VPCB.

As mudanças de áreas de abrangência constatadas nas análises espaciais, foram causadas pela inclusão das barreiras lineares e fechadas, bem como dos pesos associados aos pontos geradores. A inclusão dos obstáculos e a consideração dos pesos modificaram as fronteiras dos diagramas de Voronoi de modo que as áreas de abrangência se aproximaram da realidade topográfica de Curitiba (PR).

Quanto mais próximas as áreas de abrangência estiverem da realidade topográfica das cidades, melhores serão as respostas alcançadas através das análises espaciais, evitando-se conclusões incorretas pelos usuários, bem como auxiliando-os nas tomadas de decisões com respeito à ampliação ou redução da rede de atendimento, na escolha da melhor localização de um novo ponto ou de um ponto já existente, bem como na prospecção de novos clientes.

Como auxílio à tomada de decisão com respeito a redução da rede de atendimento, pode-se destacar o caso das agências Marechal Deodoro e Marechal Floriano. Nas análises espaciais realizadas com VPCB foi possível constatar que essas agências, bem como as suas áreas de abrangência foram englobadas pela área de abrangência da agência Avenida/Matriz. Dessa forma, partindo-se das variáveis consideradas nesta pesquisa, recomenda-se que ambas as agências sejam fechadas, permanecendo em funcionamento a agência Avenida/Matriz.

Como auxílio na escolha da melhor localização de um ponto já existente, pode-se destacar o caso da agência João Negrão. Nas análises espaciais realizadas com VPCB foi possível constatar que a mesma passou a pertencer à área de abrangência da agência Avenida/Matriz, mas a sua área de abrangência não perdeu a representação, ou seja, não foi englobada pela agência Avenida/Matriz. Dessa forma, partindo-se das variáveis consideradas nesta pesquisa, recomenda-se que a mesma seja reposicionada, buscando-se preferencialmente o centro de sua área de abrangência.

A determinação de áreas de abrangência pode ser generalizada para qualquer ponto de interesse, como por exemplo redes de lojas, supermercados e hospitais, ou seja, independe do domínio da aplicação, o que muda são as variáveis que caracterizam os pontos geradores.

Com relação aos pesos dos pontos geradores, a agência Avenida/Matriz foi a que apresentou maior valor, igual a 1,984. Sua variável área da agência, igual a 6.055

m, é superior quando comparada as das demais agências que variam de 215 m a 2.581 m. Possivelmente, o valor dessa variável contribuiu para que a agência Avenida/Matriz resultasse com a maior ponderação.

Pelas análises espaciais realizadas, conclui-se que o diagrama VPCB apresenta vantagens em relação aos demais. O VPCB, cujas fronteiras são determinadas com a consideração das barreiras lineares e fechadas, bem como dos pesos associados aos pontos geradores, permitiu análises espaciais referentes a possibilidade de redução da rede e a necessidade de escolha de uma melhor localização para uma agência existente. Em contrapartida, para o VOSB, cujas fronteiras são determinadas sem a consideração das barreiras lineares e fechadas, e cujos pontos geradores têm o mesmo peso, essas análises não foram possíveis.

5.2 RECOMENDAÇÕES

Como recomendações para a continuidade desta pesquisa destacam-se:

- a) a utilização dos diagramas de Voronoi gerados computacionalmente para a determinação de áreas de abrangência de pontos, combinados com indicadores socioeconômicos, através de um Sistema de Informações Geográficas (SIG), o que amplia as possibilidades de análises espaciais;
- b) a geocodificação de clientes pessoa física e jurídica, que uma vez representados nas áreas de abrangência das agências, possibilitam análises de prospecção de novos clientes;
- c) a consideração das variáveis faturamento e clientes pessoa física e jurídica para a caracterização dos pontos geradores. Contudo, uma das dificuldades em tratar com essas variáveis é que para as suas configurações são necessários dados sigilosos como valor faturado e endereços dos clientes, nem sempre disponibilizados para pesquisas acadêmicas, como foi no caso desta;
- d) que os envoltórios convexos utilizados nas barreiras fechadas possam ser desconsiderados, de tal modo que as fronteiras dos diagramas de

Voronoi parem nos contornos das próprias barreiras. Com a consideração dos envoltórios as barreiras fechadas foram tratadas como convexas, o que na prática não acontece;

- e) otimização dos programas/redução do tempo computacional que considerem estruturas de dados mais avançadas; algoritmos mais eficientes; paralelismo dos algoritmos.

REFERÊNCIAS

AICHHOLZER, O.; AURENHAMMER, F. Voronoi diagrams: computational geometry's favorite. **Foundations of Information Processing of Telematik**, v. 1, p. 7-11, 2002.

ARAGÃO, P. S. S. **Geomarketing**: modelos e sistemas, com aplicações em telefonia. 94 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) - Instituto de Computação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005. Disponível em: <<http://www.geoinfo.info>> Acesso em: 03/03/2006.

ARANHA, F.; FIGOLI, S. **Geomarketing**: memórias de viagem, 2001. Disponível em <<http://www.fgvsp.br>> Acesso em: 15/09/2005.

AURENHAMMER, F. Voronoi diagrams: a survey of a fundamental geometric data structure. **ACM Computing Surveys**, v. 23, n. 3, p. 345-405, 1991.

BAILEY, T. C.; GATRELL, A. C. **Interactive spatial data analysis**. New York: Longman Scientific, 1995. 413 p.

BECKMANN, M. J.; THISSE, J. F. The location of production activities. In: NIJKAMP, P. **Handbook of regional and urban economics**. Amsterdam: Elsevier, 1986.

BOOTS, B.; SOUTH, R. Modeling retail trade areas using higher-order. multiplicatively weighted Voronoi diagrams. **Journal of Retailing**, v. 73, n. 4, p. 519-536, 1997.

BROWN, S. Retail location theory: the legacy of Harold Hotelling. **Journal of Retailing**, v. 65, n. 4, p. 450-470, 1989.

CARNASCIALI, A. M. S. **Integração de sistemas de informações geográficas e sistema especialista visando auxiliar a tomada de decisão locacional do setor bancário**. 130 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Geodésicas) – Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

CHRISTOFIDES, N.; MINGOZZI, A.; TOTH, P. The vehicle routing problem. In: CHRISTOFIDES, N.; MINGOZZI, A.; TOTH, P.; SANDI, C. **Combinatorial optimization**. [S. l.]: John Wiley, 1979.

CONTRI, R. F. F. **Otimização de sistemas de atendimento emergenciais utilizando a teoria das filas e o diagrama de Voronoi ponderado**. 162 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Departamento de Transportes e Logística, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007. Disponível em: <<http://www.geoinfo.info>> Acesso em: 03/03/2007.

CORMEN, T. H. *et al.* **Algoritmos: teoria e prática**. Tradução da segunda edição. Rio de Janeiro: Campos, 2002. 916 p.

DAVIS JR, C. A.; FONSECA, F. T.; BORGES. K. A. V. A **flexible addressing system for approximate geocoding**, 2006. Disponível em <<http://mtc-m18.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/geoinfo@80/2006/08.29.12.24/doc/25.pdf>> Acesso em: 01/07/2009.

DION, D.; CLIQUET, G. Consumer spatial behavior. In: CLIQUET, G. **Geomarketing: methods and strategies in spatial marketing**. United States: ISTE, 2006. p. 29-56.

DONG, P. Generating and updating multiplicatively weighted Voronoi diagrams for point, line and polygon features in GIS. **Computers Geosciences**, n. 34, p. 411-421, 2008.

ESPERANÇA, C.; CAVALCANTI, P. R. **Geometria computacional: flexo convexo**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2002. Disponível em: <<http://orion.lcg.ufrj.br>> Acesso em: 01/10/2008.

EXCEL. **Apostila do excel: básico intermediário e avançado**. Sergio Boudart. 2003. Disponível em: <<http://www.apostilando.com>> Acesso em: 22/09/2008.

FIELD, A. **Discovering statistics using SPSS**. Sage Publications Ltd: London, 2005. 779 p.

FÜRST, D.; KLEMMER, P.; ZIMMERMANN, K. **Política Econômica Regional**. Rio de Janeiro: Edições Tempo Brasileiro, 1983. 262 p.

GALVÃO, L. **Dimensionamento de sistemas de distribuição através do diagrama multiplicativo de Voronoi com pesos**. 162 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Departamento de Transportes e Logística, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003. Disponível em <<http://www.teses.eps.ufsc.br>> Acesso em: 03/09/2007.

GALVÃO, L. *et al.* A multiplicatively-weighted Voronoi diagram approach to logistics districting. **Computers and Operations Research**. n. 33. p. 93-114. 2006.

GONÇALVES, A. B.; MENDES, A. Caracterização de áreas de influência de lojas de retalho alimentar de pequena dimensão com base em diagramas de Voronoi ponderados. In: ENCONTRO DE UTILIZADORES DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA, **Resumos e SIG**. Lisboa: USIG, 2002.

GRAIG, C. S.; GHOSH. A.; McLAFFERTY, S. Models of the retail location process: a review. **Journal of Retailing**, v. 60, n. 1, p. 5-36, 1984.

GRIFFIN, E. **Testing the von Thünen theory of Uruguai in geographical review**, v. 63, n. 4, 1973.

HADDAD, E. A. **Notas sobre a teoria da localização: economia regional e urbana**, 2005. Disponível em: <<http://www.econ.fea.usp.br>> Acesso em: 14/01/2008.

HAIR, J. F. *et al.* **Análise multivariada de dados**. 5 ed. Porto Alegre: Bookman, 2005. 593 p.

HOROWITZ, E.; SAHNI, S. **Fundamentos de estruturas de dados**. Rio de Janeiro: Campos, 1987. 494 p.

JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. **Applied multivariate statistical analysis**. 2 ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1988. 607 p.

KINNEAR, P. R.; GRAY, C. D. **SPSS 14 made simple**. New York: Psychology Press, 2006. 569 p.

LEMOS, M. B. **Espaço versus capital: um estudo sobre a dinâmica centro-periferia**. Campinas. 687 f. Tese (Doutorado em Economia). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1988. Disponível em: <<http://libdigi.unicamp.br>> Acesso em: 16/09/2009.

LOBO, D. S. **Dimensionamento e otimização locacional de unidades de educação infantil**. 155 f. Tese (Doutorado em Engenharia da Produção) - Departamento de Transportes e Logística, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003. Disponível em: <<http://www.geoinfo.info>> Acesso em: 18/09/2007.

LOPES, A. S. **Desenvolvimento regional: problemática, teoria, modelos**. 5 ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2001. 406 p.

MATOS, A. J. F. O ordenamento do território nos modelos de desenvolvimento regional. In: ENCONTRO NACIONAL DA APDR, 5., 1999, Coimbra. **Emprego e desenvolvimento regional**. Coimbra: APDR, 1999, v. 2, p. 1151-1167.

MARDIA, K. V.; KENT, J. T.; BIBBY, J. M. **Multivariate analysis**. London: Academic Press, 1979. 496 p.

MU, L. **Software WVD20**. [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por: <ana.carnasciali@gmail.com> em: 10/04/2008.

NIJKAMP, P.; MILLS, E. S. Advances in regional economics. In: NIJKAMP, P. **Handbook of regional and urban economics**. Amsterdam: Elsevier, 1986. 702 p.

NORMAS técnicas da cartografia nacional. 1984. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/geodesia/pmrg/legislacao/legisla_decreto_89817d.pdf> Acesso em: 08/04/2009.

NOVAES, A. G. N. *et al.* Solving continuous location-districting problems with Voronoi diagrams. **Computers and Operations Research**, n. 36, p. 40-59, 2009.

OKABE, A.; BOOTS, B.; SUGIHARA, K. **Spatial tessellations: concepts and applications of Voronoi diagrams.** Chichester: John Wiley, 1992. 532 p.

PORTER, M. Clusters e competitividade. **HSM Management Journal**, 15, julho-agosto, p. 100-110, 1999. Disponível em: <<http://www.scielo.br>> Acesso em: 02/01/2008.

PREPARATA, F. P.; SHAMOS, M. I. **Computational geometry: an introduction.** New York: Springer-Verlag, 1985. 398 p.

REILLY, W. J. **The law of retail gravitation.** New York: Pilsbury, 1931.

REZENDE, F. *et al.* Diagramas de Voronoi para a definição de áreas de abrangência de hospitais públicos no Município do Rio de Janeiro. **Cadernos de Saúde Pública.** Rio de Janeiro, v. 16, n. 2, p. 109-118, 2000.

RIBEIRO, J. *et al.* **Planejamento e desenvolvimento desportivo espacial: teorias de localização da economia espacial aplicada à localização de espaços de actividade física, lazer & saúde (desporto).** Portugal: Universidade do Minho, 2002. 30 p.

RICHARDSON, H. W. **Economia regional: teoria da localização, estrutura urbana e crescimento regional.** Rio de Janeiro: Zahar, 1975. 421 p.

SCHUELLER, A. A nearest neighbor sweep circle algorithm for computing discrete Voronoi tessellations. **Mathematical Analysis and Applications**, n. 336, p. 1018-1025, 2007.

SILER, B. **Usando Visual Basic 6: o guia de referência mais completo.** Rio de Janeiro: Campus, 1999. 982 p.

SILVA, A. C. L. **Estratégia para divisão de áreas de estudo em problemas logísticos: uso do diagrama de Voronoi com obstáculos.** 131 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Departamento de Transportes e Logística, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

SOUZA, C. C. A. **Área metropolitana de Belo Horizonte versus área metropolitana de Curitiba: um estudo comparativo dos fatores de atração.** 136 f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2002. Disponível em: <<http://www.cedeplar.ufmg.br>> Acesso em: 03/12/2007.

STATGRAPHICS centurion xv. **User manual**. StatPoint, Inc, 2005. Disponível em: <<http://www.statgraphics.com>> Acesso em: 22/09/2008.

SUBRATA, R.; ZOMAYA. A. Y. Some results on the computation of Voronoi diagrams on mesh with multiple broadcasting. **Journal of Parallel and Distributed Computing**, n. 63, p. 1300-1310, 2003.

SUZUKI, A.; OKABE, A. Using Voronoi diagrams. In: **FACILITY LOCATION, Using Voronoi Diagrams**. New York: Springer-Verlag. 1995, p. 103-118.

VILLAS, M. V. *et al.* **Estruturas de dados: conceitos e técnicas de implementação**. Rio de Janeiro: Campos, 1993. 289 p.

WORBOYS, M. F. **GIS: a computing perspective**. [S. l.]: Taylor, 1995. 376 p.

WORBOYS; DUCKHAM. **GIS: a computing perspective**. [S. l.]: CRC Press, 2004. Disponível em: <<http://www.worboys.duckham.org>> Acesso em: 24/09/2008.

APÊNDICE A – ENDEREÇOS DAS AGÊNCIAS DO BANCO HSBC EM CURITIBA (PR)

	Agências HSBC	Endereço	Bairro
1	Ag. Urb. Água Verde	Av. Getúlio Vargas, 2703	Água Verde
2	Ag. Urb. Ahú	R. Amazonas Marcondes, 1505	Ahú
3	Ag. Urb. Alto da R. XV	R. 15 de Novembro, 2603	Centro
4	Ag. Urb. Av. Brasília	Av. Brasília, 6280	Capão Raso
5	Ag. Urb. Avenida/Matriz	Av. Luís Xavier, 11	Centro
6	Ag. Urb. Bacacheri	Av. Erasto Gaetner, 471	Bacacheri
7	Ag. Urb. Brasília Itiberê	R. Mal. Floriano Peixoto, 1800	Centro
8	Ag. Urb. Ceasa	Rod. Br. 116, km 110	Tatuquara
9	Ag. Urb. Centro Cívico	R. Cândido de Abreu, 776	Centro Cívico
10	Ag. Urb. Champagnat	R. Mal. José Bormann, 1378	Bigorriho
11	Ag. Urb. Cidade Industrial	R. Manoel Valdomiro Macedo, 2403	Cidade Industrial
12	Ag. Urb. Com. Araújo	R. Cel. Dulcídio, 731	Centro
13	Ag. Urb. Cristo Rei	Av. Gov. Agamenon Magalhães, 416	Cajuru
14	Ag. Urb. Hauer	R. Mal. Floriano Peixoto, 5500	Hauer
15	Ag. Urb. Jardim Social	R. Augusto Stresser, 1983	Jardim Social
16	Ag. Urb. João Negrão	R. João Negrão, 731	Centro
17	Ag. Urb. Juvevê	Av. João Gualberto, 1487	Juvevê
18	Ag. Urb. Mal Deodoro	R. Mal. Deodoro, 320	Centro
19	Ag. Urb. Mal Floriano	R. A.de Barros, 260	Centro
20	Ag. Urb. Mercês	Av. M. Ribas, 1055	Mercês
21	Ag. Urb. Novo Mundo	Av. Rep. Argentina, 4649	Novo Mundo
22	Ag. Urb. Orleans	R. Ver. Toaldo Túlio, 4428	São Braz
23	Ag. Urb. Parolin	Av. Mal. Floriano Peixoto, 3690	Parolin
24	Ag. Urb. Passarela	Pça. Joaquim M. A. Torres, 102	Hauer
25	Ag. Urb. Pinheirinho	Av. Winston Churchill, 2464	Pinheirinho
26	Ag. Urb. Portão	Av. Rep. Argentina, 3008	Portão
27	Ag. Urb. Salgado Filho	Av. Daí. Salgado Filho, 2666	Uberaba
28	Ag. Urb. Santa Felicidade	Av. Manoel Ribas, 6251	Santa Felicidade
29	Ag. Urb. Seminário	Av. N. Sra. Aparecida, 502	Seminário

FONTE: Departamento de Administração de Imóveis (DAI) do HSBC (2009)

APÊNDICE B – LOCALIZAÇÃO DOS BANCOS CONCORRENTES NAS ÁREAS DE ABRANGÊNCIA DAS AGÊNCIAS HSBC PELO DIAGRAMA DE VORONOI ORDINÁRIO SEM E COM BARREIRAS

VORONOI ORDINÁRIO SEM BARREIRAS	VORONOI ORDINÁRIO COM BARREIRAS	AGÊNCIAS DOS BANCOS CONCORRENTES	LOGRADOURO	Nº
1	1	BANCO ITAÚ S.A.	AV.AGUA VERDE	714
1	1	BANCO BRADESCO S.A.	AV.REPUBLICA ARGENTINA	900
1	1	BANCO DO BRASIL S.A.	AV.AGUA VERDE	903
1	1	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	AV.REPUBLICA ARGENTINA	1144
1	1	BANCO ITAÚ S.A.	AV.DO BATEL	1938
1	1	BANCO ITAÚ S.A.	R.BISPO DOM JOSE	2146
1	1	BANCO ITAÚ S.A.	AV.IGUACU	2323
1	1	BANCO BRADESCO S.A.	AV.IGUACU	2345
1	1	BANCO BRADESCO S.A.	AV.SETE DE SETEMBRO	5348
2	2	BANCO ITAÚ S.A.	R.PROFESSOR JOAQUIM DE MATTOS BARRETO	98
2	2	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	AV.ANITA GARIBALDI	888
2	2	BANCO BRADESCO S.A.	AV.ANITA GARIBALDI	1171
2	2	BANCO ITAÚ S.A.	AV.ANITA GARIBALDI	1265
2	2	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	AV.ANITA GARIBALDI	2602
2	2	BANCO DO BRASIL S.A.	AV.ANITA GARIBALDI	2881
2	2	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	R.MATEUS LEME	3570
3	3	BANCO BRADESCO S.A.	AV.MARECHAL HUMBERTO DE ALENCAR CASTELO BRANCO	230
3	3	BANCO SANTANDER BRASIL S.A.	R.FERNANDES DE BARROS	412
3	3	BANCO ABN AMRO REAL S.A.	R.ITUPAVA	634
3	3	BANCO DO BRASIL S.A.	R.XV DE NOVENBRO	2636
3	3	BANCO ITAÚ S.A.	R.XV DE NOVENBRO	2767
3	3	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	R.XV DE NOVENBRO	2831
3	3	BANCO BRADESCO S.A.	R.XV DE NOVENBRO	3040
4	4	BANCO DO BRASIL S.A.	AV.BRASILIA	5731
4	4	BANCO ITAÚ S.A.	AV.BRASILIA	6179
4	4	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	AV.BRASILIA	6350
4	4	BANCO BRADESCO S.A.	AV.BRASILIA	6823
5	5	BANCO DO BRASIL S.A.	R.CANDIDO DE LEAO	33
5	5	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	TV.OLIVEIRA BELLO	55
5	5	UNIBANCO-UNIAO DE BANCOS BRASILEIROS S.A.	R.MARECHAL DEODORO	71
5	5	UNIBANCO-UNIAO DE BANCOS BRASILEIROS S.A.	AV.LUIZ XAVIER	79
5	5	BANCO BRADESCO S.A.	R.COMENDADOR ARAUJO	120
5	5	BANCO BRADESCO S.A.	R.XV DE NOVENBRO	155
5	5	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	R.COMENDADOR ARAUJO	187
5	5	UNIBANCO-UNIAO DE BANCOS BRASILEIROS S.A.	AV.MARECHAL FLORIANO PEIXOTO	211
5	5	BANCO ABN AMRO REAL S.A.	R.EMILIANO PERNETA	267
5	5	BANCO ABN AMRO REAL S.A.	R.XV DE NOVENBRO	268
5	5	BANCO ABN AMRO REAL S.A.	AV.MARECHAL FLORIANO PEIXOTO	272
5	5	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	AV.MARECHAL FLORIANO PEIXOTO	275
5	5	BANCO SANTANDER BRASIL S.A.	R.XV DE NOVENBRO	290
5	5	BANCO DO BRASIL S.A. - PRAÇA TIRADENTES	PC.TIRADENTES	410
5	5	BANCO DO BRASIL S.A. - GECEX CURITIBA	PC.TIRADENTES	410
5	5	BANCO DO BRASIL S.A. - CURITIBA	PC.TIRADENTES	410
5	5	BANCO DO BRASIL S.A. - COPORATE PARANÁ.	PC.TIRADENTES	410
5	5	BANCO DO BRASIL S.A. - EMPRESARIAL NORTE	PC.TIRADENTES	410
5	5	BANCO DO BRASIL S.A. - PODER JUDICIÁRIO	PC.TIRADENTES	410
5	5	BANCO ITAÚ BBA S.A.	AL.DOUTOR CARLOS DE CARVALHO	417
5	5	BANCO ITAÚ S.A.	AL.DOUTOR MURICY	733
5	5	BANCO DO BRASIL S.A.	AL.DOUTOR MURICY	760
5	5	BANCO DO BRASIL S.A.	AL.DOUTOR MURICY	875
5	5	BANCO ITAÚ S.A.	R.VISCONDE DE NACAR	1300
5	5	BANCO BRADESCO S.A.	R.EMILIANO PERNETA	271/275
6	6	BANCO ITAÚ S.A.	R.HOLANDA	19
6	6	UNIBANCO-UNIAO DE BANCOS BRASILEIROS S.A.	EST.DA RIBEIRA BR-476	144
6	6	BANCO DO BRASIL S.A.	AV.PREFEITO ERASTO GAERTNER	160
6	6	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	AV.PREFEITO ERASTO GAERTNER	161
6	6	BANCO BRADESCO S.A. - PRIME	AV.PREFEITO ERASTO GAERTNER	209
6	6	BANCO BRADESCO S.A.	AV.PREFEITO ERASTO GAERTNER	209
6	6	BANCO ITAÚ S.A.	AV.PREFEITO ERASTO GAERTNER	567
6	6	BANCO DO BRASIL S.A.	AV.PARANA	1250

continua

continuação

6	6	BANCO ABN AMRO REAL S.A.	AV.PREFEITO ERASTO GAERTNER	2275
6	6	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	AV.MONTEIRO TOURINHO	697/721
7	7	BANCO ITAÚ S.A.	R.COMENDADOR ROSEIRA	516
7	7	BANCO ABN AMRO REAL S.A.	AV.PRESIDENTE KENNEDY	616
7	7	BANCO DO BRASIL S.A.	R.ROCKEFELLER	651
7	7	BANCO BRADESCO S.A.	AV.PRESIDENTE KENNEDY	1000
7	7	BANCO ITAÚ S.A.	AV.MARECHAL FLORIANO PEIXOTO	1541
7	7	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	R.JOAO NEGRAO	1655
7	7	BANCO BRADESCO S.A.	R.LAMENHA LINS	1898
7	7	BANCO ITAÚ S.A.	AV.MARECHAL FLORIANO PEIXOTO	2125
7	7	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	AV.MARECHAL FLORIANO PEIXOTO	2160
8	8	BANCO ITAÚ S.A.	R.NICOLA PELLANDA	4775
8	8	BANCO ITAÚ S.A.	ROD.BR CENTO E DEZESSEIS	22881
8	8	BANCO BRADESCO S.A.	ROD.BR CENTO E DEZESSEIS	22881
8	8	UNIBANCO-UNIAO DE BANCOS BRASILEIROS S.A.	ROD.BR CENTO E DEZESSEIS	S/N
9	18	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	AV.CANDIDO DE ABREU	127
9	9	BANCO ABN AMRO REAL S.A.	AV.CANDIDO DE ABREU	140
9	9	BANKBOSTON BANCO MULTIPLO S.A.	AV.CANDIDO DE ABREU	285
9	9	BANCO ABN AMRO REAL S.A.	R.PADRE ANTONIO	365
9	9	BANCO BRADESCO S.A.	AV.CANDIDO DE ABREU	427
9	9	BANCO ITAÚ S.A.	R.BARAO DO SERRO AZUL	479
9	9	UNIBANCO-UNIAO DE BANCOS BRASILEIROS S.A.	AV.CANDIDO DE ABREU	526
9	20	BANCO ITAÚ S.A.	AV.DESEMBARGADOR HUGO SIMAS	526
9	9	BANCO DO BRASIL S.A.	AV.CANDIDO DE ABREU	554
9	9	BANCO SANTANDER BRASIL S.A.	AV.CANDIDO DE ABREU	660
9	9	BANCO ITAÚ S.A.	AV.CANDIDO DE ABREU	745
9	9	BANCO BRADESCO S.A.	R.NILO PECANHA	1000
9	9	BANCO DO BRASIL S.A.	R.MATEUS LEME	1700
9	9	BANCO ITAÚ S.A.	R.MATEUS LEME	2372
10	10	BANCO BRADESCO S.A.	R.PROFESSOR PEDRO VIRIATO PARIGOT DE SOUZA	6
10	10	BANCO ABN AMRO REAL S.A.	PC.ALFREDO ANDERSEN	399
10	10	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	R.PADRE ANCHIETA	1721
10	10	BANCO ITAÚ S.A.	R.PADRE ANCHIETA	1768
10	10	BANCO BRADESCO S.A.	R.PADRE ANCHIETA	1856
10	10	BANCO ITAÚ S.A.	R.PADRE ANCHIETA	1947
10	10	BANCO DO BRASIL S.A.	R.PADRE ANCHIETA	2061
11	11	BANCO DO BRASIL S.A.	R.MANOEL VALDOMIRO DE MACEDO	2356
11	11	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	R.MANOEL VALDOMIRO DE MACEDO	2470
11	11	BANCO BRADESCO S.A.	R.MANOEL VALDOMIRO DE MACEDO	2540
11	11	BANCO BRADESCO S.A.	AV.JUSCELINO KUBITSCHEK DE OLIVEIRA EC	11800
12	12	BANCO DO BRASIL S.A.	R.COMENDADOR ARAUJO	314
12	12	BANCO ITAÚ S.A.	R.COMENDADOR ARAUJO	375
12	12	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	AV.VICENTE MACHADO	400
12	12	BANCO ABN AMRO REAL S.A.	R.PASTEUR	463
12	12	BANCO CITIBANK S.A.	R.PASTEUR	463
12	12	BANCO DO BRASIL S.A. - ESTILO CURITIBA	R.BENJAMIN LINS	610
12	12	BANCO DO BRASIL S.A. - FONTE CRISTAL	R.BENJAMIN LINS	610
12	12	BANCO SANTANDER BRASIL S.A.	R.COMENDADOR ARAUJO	689
12	12	BANCO SANTANDER MERIDIONAL S.A.	R.COMENDADOR ARAUJO	689
12	12	BANCO ABN AMRO REAL S.A.	R.COMENDADOR ARAUJO	731
12	12	BANKBOSTON BANCO MULTIPLO S.A.	R.BENJAMIN LINS	761
12	12	UNIBANCO-UNIAO DE BANCOS BRASILEIROS S.A.	R.COMENDADOR ARAUJO	776
12	12	BANCO BRADESCO S.A.	AV.DO BATEL	1095
12	12	BANCO ABN AMRO REAL S.A.	AV.VICENTE MACHADO	1217
12	12	BANCO BRADESCO S.A.	AV.DO BATEL	1230
12	12	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	AV.DO BATEL	1370
12	12	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	R.DESEMBARGADOR MOTTA	1499
12	12	BANCO ITAÚ S.A.	AV.SETE DE SETEMBRO	4214
12	12	BANCO ABN AMRO REAL S.A.	AV.SETE DE SETEMBRO	4535
12	12	BANCO DO BRASIL S.A.	AV.SETE DE SETEMBRO	4781
13	13	BANCO BRADESCO S.A.	AV.NOSSA SENHORA DE LOURDES	63
13	13	BANCO ITAÚ S.A.	AV.VICTOR FERREIRA DO AMARAL	912
13	13	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	R.DELEGADO LEOPOLDO BELCZAK	1230
13	13	BANCO DO BRASIL S.A.	R.JOSE DE OLIVEIRA FRANCO	2837
14	14	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	AV.MARECHAL FLORIANO PEIXOTO	5760
14	14	BANCO ITAÚ S.A.	AV.MARECHAL FLORIANO PEIXOTO	5961
15	15	BANCO ITAÚ S.A.	R.AUGUSTO STRESSER	1321
15	15	BANCO BRADESCO S.A.	R.AUGUSTO STRESSER	1609
15	15	BANCO DO BRASIL S.A.	R.AUGUSTO STRESSER	1757
16	16	BANCO BRADESCO S.A.	AV.PRESIDENTE AFFONSO CAMARGO	177
16	16	BANCO BRADESCO S.A.	R.JOAO NEGRAO	487

continua

continuação

16	16	BANCO ITAÚ S.A.	R.JOAO NEGRAO	740
16	16	BANCO ABN AMRO REAL S.A.	R.JOAO NEGRAO	1067
16	16	BANCO ITAÚ S.A.	AV.VISCONDE DE GUARAPUAVA	1691
16	16	BANCO DO BRASIL S.A.	AV.VISCONDE DE GUARAPUAVA	1930
16	16	BANCO SANTANDER MERIDIONAL S.A.	AV.VISCONDE DE GUARAPUAVA	1935
16	16	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	AV.SETE DE SETEMBRO	1970
16	16	BANCO ITAÚ S.A.	AV.SETE DE SETEMBRO	2154
16	16	BANCO BRADESCO S.A.	AV.SETE DE SETEMBRO	2775
16	16	UNIBANCO-UNIAO DE BANCOS BRASILEIROS S.A.	R.GENERAL CARNEIRO	1406-A
17	17	BANCO DO BRASIL S.A.	R.MAUA	920
17	17	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	AV.JOAO GUALBERTO	1073
17	17	BANCO DO BRASIL S.A.	AV.JOAO GUALBERTO	1131
17	17	UNIBANCO-UNIAO DE BANCOS BRASILEIROS S.A.	AV.JOAO GUALBERTO	1435
17	17	BANCO ITAÚ S.A.	AV.JOAO GUALBERTO	1512
17	17	BANCO ITAÚ S.A.	AV.JOAO GUALBERTO	1524
17	17	BANCO BRADESCO S.A.	AV.JOAO GUALBERTO	1740
18	18	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	R.BARAO DO SERRO AZUL	20
18	18	BANCO BRADESCO S.A. - PRIME	R.MONSENHOR CELSO	50
18	18	BANCO BRADESCO S.A.	R.MONSENHOR CELSO	50
18	18	BANCO ITAÚ S.A.	R.JOAO NEGRAO	65
18	18	BANCO BRADESCO S.A. - CENTRO	R.MARECHAL DEODORO	170
18	18	BANCO BRADESCO S.A. - AGÊNCIA EMPRESAS CTBA	R.MARECHAL DEODORO	170
18	18	BANCO SANTANDER MERIDIONAL S.A.	R.MARECHAL DEODORO	195
18	18	BANCO DO BRASIL S.A.	R.MARECHAL DEODORO	254
18	18	BANCO ITAÚ S.A.	R.XV DE NOVEMBRO	299
18	18	BANCO ITAÚ S.A.	R.XV DE NOVEMBRO	332
18	18	BANCO DO BRASIL S.A.	R.MONSENHOR CELSO	339
18	18	UNIBANCO-UNIAO DE BANCOS BRASILEIROS S.A.	R.MARECHAL DEODORO	421
18	18	BANCO SANTANDER BRASIL S.A.	R.MARECHAL DEODORO	665
18	18	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	TV.DA LAPA	670
18	18	BANCO CITIBANK S.A.	R.MARECHAL DEODORO	711
18	18	BANCO ITAÚ S.A.	R.MARECHAL DEODORO	862
18	18	BANKBOSTON BANCO MULTIPLO S.A.	R.MARECHAL DEODORO	869
18	18	BANCO ITAÚ S.A.	R.MARECHAL DEODORO	920
18	18	BANCO BRADESCO S.A. - PRIME	R.MARECHAL DEODORO	960
18	18	BANCO BRADESCO S.A.	R.MARECHAL DEODORO	960
18	18	BANCO ITAÚ S.A.	R.XV DE NOVEMBRO	1139
18	18	BANCO DO BRASIL S.A.	R.XV DE NOVEMBRO	1181
19	19	BANCO ITAÚ S.A.	R.DESEMBARGADOR WESTPHALEN	190
19	19	UNIBANCO-UNIAO DE BANCOS BRASILEIROS S.A.	AV.MARECHAL FLORIANO PEIXOTO - DE SERVIÇOS PARANÁ	360
19	19	UNIBANCO-UNIAO DE BANCOS BRASILEIROS S.A.	AV.MARECHAL FLORIANO PEIXOTO	360
19	19	BANCO BRADESCO S.A.	R.DESEMBARGADOR WESTPHALEN	961
20	20	UNIBANCO-UNIAO DE BANCOS BRASILEIROS S.A.	AV.MANOEL RIBAS	830
20	20	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	AV.MANOEL RIBAS	857
20	20	BANCO ITAÚ S.A.	AV.MANOEL RIBAS	923
20	20	BANCO ITAÚ S.A.	AV.MANOEL RIBAS	1449
20	20	BANCO DO BRASIL S.A.	AV.MANOEL RIBAS	1506
20	20	BANCO BRADESCO S.A.	AL.PRESIDENTE TAUNAY	2033
21	21	BANCO BRADESCO S.A.	AV.REPUBLICA ARGENTINA	4357
21	21	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	AV.REPUBLICA ARGENTINA	4455
22	22	BANCO ITAÚ S.A.	AV.TRES MARIAS	2
22	29	BANCO BRADESCO S.A.	R.GRA NICCO	113
22	22	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	R.PROFESSOR JOAO FALARZ	1292
22	22	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	AV.VEREADOR TOALDO TULIO	3101
22	22	BANCO BRADESCO S.A.	AV.VEREADOR TOALDO TULIO	3170
23	23	BANCO ITAÚ S.A.	AV.MARECHAL FLORIANO PEIXOTO	3031
23	23	BANCO BRADESCO S.A.	AV.MARECHAL FLORIANO PEIXOTO	3616
24	24	BANCO BRADESCO S.A.	R.ANNE FRANK	2028
24	24	BANCO DO BRASIL S.A.	R.ANNE FRANK	2079
24	24	UNIBANCO-UNIAO DE BANCOS BRASILEIROS S.A.	AV.MARECHAL FLORIANO PEIXOTO	7555
24	24	BANCO ABN AMRO REAL S.A.	AV.MARECHAL FLORIANO PEIXOTO	7560
24	24	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	AV.MARECHAL FLORIANO PEIXOTO	7875
24	24	BANCO ITAÚ S.A.	AV.MARECHAL FLORIANO PEIXOTO	8226
24	24	BANCO DO BRASIL S.A.	AV.MARECHAL FLORIANO PEIXOTO	9377
24	24	BANCO BRADESCO S.A.	AV.MARECHAL FLORIANO PEIXOTO	9624
25	25	BANCO DO BRASIL S.A.	R.NITA HUBEL	466
25	25	BANCO ITAÚ S.A.	AV.WINSTON CHURCHILL	2255
25	25	BANCO BRADESCO S.A.	AV.WINSTON CHURCHILL	2296
25	25	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	AV.WINSTON CHURCHILL	2471
25	25	BANCO ABN AMRO REAL S.A.	AV.WINSTON CHURCHILL	2630
25	8	BANCO ITAÚ S.A.	R.IZAAC FERREIRA DA CRUZ	3173

continua

continuação

25	4	BANCO DO BRASIL S.A.	R.FRANCISCO DEROSSO	4006
26	26	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	R.CARLOS DIETZSCH	61
26	26	BANCO SANTANDER BRASIL S.A.	R.JOAO BETTEGA	96
26	26	BANCO SANTANDER MERIDIONAL S.A.	R.JOAO BETTEGA	96
26	26	BANCO ITAÚ S.A.	R.PADRE JOAO BAGOZZI	116
26	26	BANCO BRADESCO S.A.	R.JOAO BETTEGA	127
26	26	BANCO DO BRASIL S.A. - EMPRESARIAL SUL	R.CARLOS DIETZSCH	137
26	26	BANCO DO BRASIL S.A.	R.CARLOS DIETZSCH	137
26	26	BANCO BRADESCO S.A.	R.ITACOLOMI	292
26	26	BANCO ABN AMRO REAL S.A.	R.JOAO BETTEGA	1846
26	26	BANCO ABN AMRO REAL S.A.	AV.REPUBLICA ARGENTINA	1927
26	26	BANCO BRADESCO S.A.	AV.PRESIDENTE KENNEDY	2528
26	26	BANCO DO BRASIL S.A.	AV.PRESIDENTE KENNEDY	2760
26	26	UNIBANCO-UNIAO DE BANCOS BRASILEIROS S.A.	AV.REPUBLICA ARGENTINA	2848
26	26	BANCO ITAÚ S.A.	AV.REPUBLICA ARGENTINA	2925
26	26	BANCO BRADESCO S.A.	AV.REPUBLICA ARGENTINA	2958
26	26	UNIBANCO-UNIAO DE BANCOS BRASILEIROS S.A.	AV.REPUBLICA ARGENTINA	3509
26	26	BANCO BRADESCO S.A.	R.EDUARDO CARLOS PEREIRA	3605
27	27	BANCO ITAÚ S.A.	R.MINISTRO GABRIEL PASSOS	360
27	13	BANCO DO BRASIL S.A.	R.ENGENHEIRO COSTA BARROS	1551
27	27	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	AV.SENADOR SALGADO FILHO	1877
27	27	BANCO DO BRASIL S.A.	AV.SENADOR SALGADO FILHO	2886
27	27	UNIBANCO-UNIAO DE BANCOS BRASILEIROS S.A.	AV.COMENDADOR FRANCO	3449
27	27	BANCO ITAÚ S.A.	AV.COMENDADOR FRANCO	4800
27	27	BANCO BRADESCO S.A.	AV.COMENDADOR FRANCO	6430
28	28	BANCO BRADESCO S.A.	AV.MANOEL RIBAS	5811
28	28	BANCO DO BRASIL S.A.	AV.MANOEL RIBAS	6401
28	28	BANCO ITAÚ S.A.	AV.MANOEL RIBAS	6500
28	28	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	AV.MANOEL RIBAS	6901
29	29	UNIBANCO-UNIAO DE BANCOS BRASILEIROS S.A.	R.DEPUTADO HEITOR ALENCAR FURTADO	1210
29	29	BANCO BRADESCO S.A.	AV.IGUACU	4436
29	29	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	AV.SETE DE SETEMBRO	6505
29	29	BANCO DO BRASIL S.A.	AV.SETE DE SETEMBRO	6810
29	29	BANCO SANTANDER MERIDIONAL S.A.	AV.SETE DE SETEMBRO	6883

FONTE: A autora (2010)

APÊNDICE C – LOCALIZAÇÕES DOS PAE'S HSBC NAS ÁREAS DE ABRANGÊNCIA DAS AGÊNCIAS HSBC PELO DIAGRAMA DE VORONOI ORDINÁRIO SEM E COM BARREIRAS

VORONOI ORDINÁRIO SEM BARREIRAS	VORONOI ORDINÁRIO COM BARREIRAS	PAE HSBC	LOGRADOURO	Nº
1	1	PABE CLUBE CURITIBANO	AV. PRESIDENTE GETULIO VARGAS	2857
1	1	PAE COLEGIO BOM JESUS - AGUA VERDE	R. NESTOR VICTOR	910
1	1	DRIVE-UP AGUA VERDE	R. GUILHERME PUGSLEY COM RUA BRASILIO ITIBERE	S/N
2	2	PABE EMP DE TRANSPORTES CPT LTDA	ROD. MINERIOS	S/N
3	3	PAE COLEGIO BOM JESUS - CRISTO REI	R. FIORAVANTE DALLA STELLA	90
5	5	HOTEL BOURBON CURITIBA	R. CANDIDO LOPES	102
6	6	PABE PK CABLES DO BRASIL IND COM LTDA	R. ESTRADA DA GRACIOSA	803
6	6	PABE DIVESA DIST CURITIBANA VEICULOS S.A.	ROD. BR CENTO E DEZESSEIS	67
6	6	PABE BEMATECH S.A.	EST. DE SANTA CANDIDA	263
6	6	GRACIOSA COUNTRY CLUB	AV. MUNHOZ DA ROCHA	1146
7	7	PABE HOSP PSIQUIATRICO N S DA LUZ	AV. MARECHAL FLORIANO PEIXOTO	2509
7	7	PUC-PR IGRAJINHA	R. COMENDADOR ROSEIRA	599
7	7	PAE IRMANDADE DA SANTA CASA NSL	AV. MARECHAL FLORIANO PEIXOTO	2509
9	9	PABE PREF MUN CURITIBA	AV. CANDIDO DE ABREU	817
9	9	PABE GLOBAL TELECOM S.A.	AV. JOAO GUALBERTO	717
9	9	CCAA	AV. CANDIDO DE ABREU	526
9	9	FESP	R. GENERAL CARNEIRO	216
9	9	PAE SHOPPING MULLER	AV. CANDIDO DE ABREU	127
10	10	PABE GRAN PARK VEICULOS	AV. VICENTE MACHADO	2412
10	10	PARK SHOPPING BARIGUI	R. PROFESSOR PEDRO VIRIATO PARIGOT DE SOUZA	S/N
11	11	PABE COLUMBIA CURITIBA	R. JOSE RODRIGUES PINHEIRO	2595
11	11	PABE EDC EQUIPAMENTOS E SISTEMAS S.A.	AV. JUSCELINO KUBITSCHEK DE OLIVEIRA EC	11400
11	11	PABE NEW HOLLAND LATINO AMERICANA LTDA	AV. JUSCELINO KUBITSCHEK DE OLIVEIRA EC	11825
11	11	PABE ELETROFRIO S.A.	R. JOAO CHEDE	1599
12	12	ASSOCIAÇÃO BOM JESUS LAMENHA LINS	R. LAMENHA LINS	750
12	12	SHOPPING CURITIBA	R. BRIGADEIRO FRANCO	2300
12	12	PABE XEROX DO BRASIL S.A.	AV. SETE DE SETEMBRO	4476
13	13	SHOPPING JARDIM DAS AMERICAS	AV. NOSSA SENHORA DE LOURDES	63
14	14	PABE TRANSPOWER INDUSTRIAL LTDA	R. CHANCELER OSWALDO ARANHA	200
14	14	PABE HSBC BANK BRASIL S.A. ADM XAXIM	ROD. BR CENTO E DEZESSEIS	35
14	14	PABE SAVANA VEICULOS S.A.	AV. MARECHAL FLORIANO PEIXOTO	5000
16	16	SHOPPING ESTAÇÃO LTDA	AV. SETE DE SETEMBRO	2775
18	18	CSV MOVEL CURITIBA I	R. XV DE NOVENBRO	209
21	21	OSTEN FERRAGENS	R. JOAO BETTEGA	2876
22	22	PABE PLASTICOS PARANA	ROD. CURITIBA PONTA GROSSA BR-277	5001
23	23	PUC-PR BIOMEDICAS	R. IMACULADA CONCEICAO	1155
23	23	PABE VIAÇÃO GRACIOSA LTDA	R. JOQUEI CLUBE	188
24	24	PABE PETROLIUM FORMAÇÃO DE INSERTO LTDA	R. DIOGO MUGIATTI	607
24	24	PABE DROGAMED COM MEDIC PERF	R. ANNE FRANK	1919
26	26	PABE O V D IMPORTADORA DISTRIB LTDA	AV. REPUBLICA ARGENTINA	2153
26	26	PAE DRIVE-UP PORTAO	AV. REPUBLICA ARGENTINA	3008

FONTE: A autora (2010)

APÊNDICE D – LOCALIZAÇÃO DOS BANCOS CONCORRENTES NAS ÁREAS DE ABRANGÊNCIA DAS AGÊNCIAS HSBC PELO DIAGRAMA DE VORONOI POR POTÊNCIA SEM E COM BARREIRAS

POWER VORONOI SEM BARREIRAS	VORONOI POR POTÊNCIA COM BARREIRAS	AGÊNCIAS DOS BANCOS CONCORRENTES	LOGRADOURO	Nº
1	1	BANCO ITAÚ S.A.	AV.AGUA VERDE	714
1	1	BANCO BRADESCO S.A.	AV.REPUBLICA ARGENTINA	900
1	1	BANCO DO BRASIL S.A.	AV.AGUA VERDE	903
1	1	BANCO BRADESCO S.A.	AV.PRESIDENTE KENNEDY	1000
1	1	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	AV.REPUBLICA ARGENTINA	1144
1	1	BANCO ITAÚ S.A.	AV.IGUACU	2323
1	1	BANCO BRADESCO S.A.	AV.IGUACU	2345
1	1	BANCO BRADESCO S.A.	AV.SETE DE SETEMBRO	5348
2	2	BANCO ITAÚ S.A.	R.PROFESSOR JOAQUIM DE MATTOS BARRETO	98
2	2	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	AV.ANITA GARIBALDI	888
2	2	BANCO BRADESCO S.A.	AV.ANITA GARIBALDI	1171
2	2	BANCO ITAÚ S.A.	AV.ANITA GARIBALDI	1265
2	2	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	AV.ANITA GARIBALDI	2602
2	2	BANCO DO BRASIL S.A.	AV.ANITA GARIBALDI	2881
2	2	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	R.MATEUS LEME	3570
3	3	BANCO BRADESCO S.A.	AV.MARECHAL HUMBERTO DE ALENCAR CASTELO BRANCO	230
3	3	BANCO SANTANDER BRASIL S.A.	R.FERNANDES DE BARROS	412
3	3	BANCO ABN AMRO REAL S.A.	R.ITUPAVA	634
3	3	BANCO DO BRASIL S.A.	R.XV DE NOVEMBRO	2636
3	3	BANCO ITAÚ S.A.	R.XV DE NOVEMBRO	2767
3	3	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	R.XV DE NOVEMBRO	2831
3	3	BANCO BRADESCO S.A.	R.XV DE NOVEMBRO	3040
4	4	BANCO DO BRASIL S.A.	AV.BRASILIA	5731
4	4	BANCO ITAÚ S.A.	AV.BRASILIA	6179
4	4	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	AV.BRASILIA	6350
4	4	BANCO BRADESCO S.A.	AV.BRASILIA	6823
5	5	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	R.BARAO DO SERRO AZUL	20
5	5	BANCO DO BRASIL S.A.	R.CANDIDO DE LEAO	33
5	5	BANCO BRADESCO S.A. - PRIME	R.MONSENHOR CELSO	50
5	5	BANCO BRADESCO S.A.	R.MONSENHOR CELSO	50
5	5	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	TV.OLIVEIRA BELLO	55
5	5	BANCO ITAÚ S.A.	R.JOAO NEGRAO	65
5	5	UNIBANCO-UNIAO DE BANCOS BRASILEIROS S.A.	R.MARECHAL DEODORO	71
5	5	UNIBANCO-UNIAO DE BANCOS BRASILEIROS S.A.	AV.LUIZ XAVIER	79
5	5	BANCO BRADESCO S.A.	R.COMENDADOR ARAUJO	120
5	5	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	AV.CANDIDO DE ABREU	127
5	5	BANCO ABN AMRO REAL S.A.	AV.CANDIDO DE ABREU	140
5	5	BANCO BRADESCO S.A.	R.XV DE NOVEMBRO	155
5	5	BANCO BRADESCO S.A. - CENTRO	R.MARECHAL DEODORO	170
5	5	BANCO BRADESCO S.A. - AGÊNCIA EMPRESAS CTBA	R.MARECHAL DEODORO	170
5	5	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	R.COMENDADOR ARAUJO	187
5	5	BANCO ITAÚ S.A.	R.DESEMBARGADOR WESTPHALEN	190
5	5	BANCO SANTANDER MERIDIONAL S.A.	R.MARECHAL DEODORO	195
5	5	UNIBANCO-UNIAO DE BANCOS BRASILEIROS S.A.	AV.MARECHAL FLORIANO PEIXOTO	211
5	5	BANCO DO BRASIL S.A.	R.MARECHAL DEODORO	254
5	5	BANCO ABN AMRO REAL S.A.	R.EMILIANO PERNETA	267
5	5	BANCO ABN AMRO REAL S.A.	R.XV DE NOVEMBRO	268
5	5	BANCO ABN AMRO REAL S.A.	AV.MARECHAL FLORIANO PEIXOTO	272
5	5	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	AV.MARECHAL FLORIANO PEIXOTO	275
5	5	BANCO SANTANDER BRASIL S.A.	R.XV DE NOVEMBRO	290
5	5	BANCO ITAÚ S.A.	R.XV DE NOVEMBRO	299
5	5	BANCO DO BRASIL S.A.	R.COMENDADOR ARAUJO	314
5	5	BANCO ITAÚ S.A.	R.XV DE NOVEMBRO	332
5	5	BANCO DO BRASIL S.A.	R.MONSENHOR CELSO	339
5	5	UNIBANCO-UNIAO DE BANCOS BRASILEIROS S.A.	AV.MARECHAL FLORIANO PEIXOTO - DE SERVIÇOS PARANÁ	360
5	5	UNIBANCO-UNIAO DE BANCOS BRASILEIROS S.A.	AV.MARECHAL FLORIANO PEIXOTO	360
5	5	BANCO ITAÚ S.A.	R.COMENDADOR ARAUJO	375
5	5	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	AV.VICENTE MACHADO	400
5	5	BANCO DO BRASIL S.A. - PRAÇA TIRADENTES	PC.TIRADENTES	410
5	5	BANCO DO BRASIL S.A. - GECEX CURITIBA	PC.TIRADENTES	410
5	5	BANCO DO BRASIL S.A. - CURITIBA	PC.TIRADENTES	410
5	5	BANCO DO BRASIL S.A. - COPORATE PARANÁ.	PC.TIRADENTES	410

continua

continuação

5	5	BANCO DO BRASIL S.A. - EMPRESARIAL NORTE	PC.TIRADENTES	410
5	5	BANCO DO BRASIL S.A. - PODER JUDICIÁRIO	PC.TIRADENTES	410
5	5	BANCO ITAÚ BBA S.A.	AL.DOUTOR CARLOS DE CARVALHO	417
5	5	UNIBANCO-UNIAO DE BANCOS BRASILEIROS S.A.	R.MARECHAL DEODORO	421
5	5	BANCO ITAÚ S.A.	R.BARAO DO SERRO AZUL	479
5	5	BANCO BRADESCO S.A.	R.JOAO NEGRAO	487
5	5	BANCO SANTANDER BRASIL S.A.	R.MARECHAL DEODORO	665
5	5	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	TV.DA LAPA	670
5	5	BANCO CITIBANK S.A.	R.MARECHAL DEODORO	711
5	5	BANCO ITAÚ S.A.	AL.DOUTOR MURICY	733
5	5	BANCO ITAÚ S.A.	R.JOAO NEGRAO	740
5	5	BANCO DO BRASIL S.A.	AL.DOUTOR MURICY	760
5	5	BANCO ITAÚ S.A.	R.MARECHAL DEODORO	862
5	5	BANKBOSTON BANCO MULTIPLO S.A.	R.MARECHAL DEODORO	869
5	5	BANCO DO BRASIL S.A.	AL.DOUTOR MURICY	875
5	5	BANCO BRADESCO S.A. - PRIME	R.MARECHAL DEODORO	960
5	5	BANCO BRADESCO S.A.	R.MARECHAL DEODORO	960
5	5	BANCO BRADESCO S.A.	R.DESEMBARGADOR WESTPHALEN	961
5	5	BANCO ABN AMRO REAL S.A.	R.JOAO NEGRAO	1067
5	5	BANCO ITAÚ S.A.	R.XV DE NOVEMBRO	1139
5	5	BANCO DO BRASIL S.A.	R.XV DE NOVEMBRO	1181
5	5	BANCO ITAÚ S.A.	R.VISCONDE DE NACAR	1300
5	5	BANCO ITAÚ S.A.	AV.MARECHAL FLORIANO PEIXOTO	1541
5	5	BANCO DO BRASIL S.A.	AV.VISCONDE DE GUARAPUAVA	1930
5	5	BANCO SANTANDER MERIDIONAL S.A.	AV.VISCONDE DE GUARAPUAVA	1935
5	5	BANCO BRADESCO S.A.	AV.SETE DE SETEMBRO	2775
5	5	BANCO BRADESCO S.A.	R.EMILIANO PERNETA	271/275
5	5	BANCO ITAÚ S.A.	R.MARECHAL DEODORO	920
6	6	BANCO ITAÚ S.A.	R.HOLANDA	19
6	6	UNIBANCO-UNIAO DE BANCOS BRASILEIROS S.A.	EST.DA RIBEIRA BR-476	144
6	6	BANCO DO BRASIL S.A.	AV.PREFEITO ERASTO GAERTNER	160
6	6	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	AV.PREFEITO ERASTO GAERTNER	161
6	6	BANCO BRADESCO S.A. - PRIME	AV.PREFEITO ERASTO GAERTNER	209
6	6	BANCO BRADESCO S.A.	AV.PREFEITO ERASTO GAERTNER	209
6	6	BANCO ITAÚ S.A.	AV.PREFEITO ERASTO GAERTNER	567
6	6	BANCO DO BRASIL S.A.	AV.PARANA	1250
6	6	BANCO ABN AMRO REAL S.A.	AV.PREFEITO ERASTO GAERTNER	2275
6	6	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	AV.MONTEIRO TOURINHO	697/721
7	7	BANCO ITAÚ S.A.	R.COMENDADOR ROSEIRA	516
7	7	BANCO ABN AMRO REAL S.A.	AV.PRESIDENTE KENNEDY	616
7	7	BANCO DO BRASIL S.A.	R.ROCKEFELLER	651
7	7	BANCO BRADESCO S.A.	R.LAMENHA LINS	1898
7	7	BANCO ITAÚ S.A.	AV.MARECHAL FLORIANO PEIXOTO	2125
7	7	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	AV.MARECHAL FLORIANO PEIXOTO	2160
8	8	BANCO ITAÚ S.A.	R.NICOLA PELLANDA	4775
8	8	BANCO ITAÚ S.A.	ROD.BR CENTO E DEZESSEIS	22881
8	8	BANCO BRADESCO S.A.	ROD.BR CENTO E DEZESSEIS	22881
8	8	UNIBANCO-UNIAO DE BANCOS BRASILEIROS S.A.	ROD.BR CENTO E DEZESSEIS	S/N
9	5	BANKBOSTON BANCO MULTIPLO S.A.	AV.CANDIDO DE ABREU	285
9	9	BANCO ABN AMRO REAL S.A.	R.PADRE ANTONIO	365
9	5	BANCO BRADESCO S.A.	AV.CANDIDO DE ABREU	427
9	9	UNIBANCO-UNIAO DE BANCOS BRASILEIROS S.A.	AV.CANDIDO DE ABREU	526
9	20	BANCO ITAÚ S.A.	AV.DESEMBARGADOR HUGO SIMAS	526
9	9	BANCO DO BRASIL S.A.	AV.CANDIDO DE ABREU	554
9	9	BANCO SANTANDER BRASIL S.A.	AV.CANDIDO DE ABREU	660
9	9	BANCO ITAÚ S.A.	AV.CANDIDO DE ABREU	745
9	9	BANCO BRADESCO S.A.	R.NILO PECANHA	1000
9	9	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	AV.JOAO GUALBERTO	1073
9	9	BANCO DO BRASIL S.A.	AV.JOAO GUALBERTO	1131
9	9	BANCO DO BRASIL S.A.	R.MATEUS LEME	1700
9	9	BANCO ITAÚ S.A.	R.MATEUS LEME	2372
9	9	BANCO DO BRASIL S.A.	R.MAUA	920
10	10	BANCO BRADESCO S.A.	R.PROFESSOR PEDRO VIRIATO PARIGOT DE SOUZA	6
10	10	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	R.PADRE ANCHIETA	1721
10	10	BANCO ITAÚ S.A.	R.PADRE ANCHIETA	1768
10	10	BANCO BRADESCO S.A.	R.PADRE ANCHIETA	1856
10	10	BANCO ITAÚ S.A.	R.PADRE ANCHIETA	1947
10	10	BANCO DO BRASIL S.A.	R.PADRE ANCHIETA	2061
11	11	BANCO DO BRASIL S.A.	R.MANOEL VALDOMIRO DE MACEDO	2356
11	11	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	R.MANOEL VALDOMIRO DE MACEDO	2470
11	11	BANCO BRADESCO S.A.	R.MANOEL VALDOMIRO DE MACEDO	2540

continua

continuação

11	11	BANCO BRADESCO S.A.	AV.JUSCELINO KUBITSCHKE DE OLIVEIRA EC	11800
12	12	BANCO ABN AMRO REAL S.A.	PC.ALFREDO ANDERSEN	399
12	12	BANCO ABN AMRO REAL S.A.	R.PASTEUR	463
12	12	BANCO CITIBANK S.A.	R.PASTEUR	463
12	12	BANCO DO BRASIL S.A. - ESTILO CURITIBA	R.BENJAMIN LINS	610
12	12	BANCO DO BRASIL S.A. - FONTE CRISTAL	R.BENJAMIN LINS	610
12	12	BANCO SANTANDER BRASIL S.A.	R.COMENDADOR ARAUJO	689
12	12	BANCO SANTANDER MERIDIONAL S.A.	R.COMENDADOR ARAUJO	689
12	12	BANCO ABN AMRO REAL S.A.	R.COMENDADOR ARAUJO	731
12	12	BANKBOSTON BANCO MULTIPLO S.A.	R.BENJAMIN LINS	761
12	12	UNIBANCO-UNIAO DE BANCOS BRASILEIROS S.A.	R.COMENDADOR ARAUJO	776
12	12	BANCO BRADESCO S.A.	AV.DO BATEL	1095
12	12	BANCO ABN AMRO REAL S.A.	AV.VICENTE MACHADO	1217
12	12	BANCO BRADESCO S.A.	AV.DO BATEL	1230
12	12	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	AV.DO BATEL	1370
12	12	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	R.DESEMBARGADOR MOTTA	1499
12	12	BANCO ITAÚ S.A.	AV.DO BATEL	1938
12	12	BANCO ITAÚ S.A.	R.BISPO DOM JOSE	2146
12	12	BANCO ITAÚ S.A.	AV.SETE DE SETEMBRO	4214
12	12	BANCO ABN AMRO REAL S.A.	AV.SETE DE SETEMBRO	4535
12	12	BANCO DO BRASIL S.A.	AV.SETE DE SETEMBRO	4781
13	13	BANCO BRADESCO S.A.	AV.NOSSA SENHORA DE LOURDES	63
13	13	BANCO ITAÚ S.A.	AV.VICTOR FERREIRA DO AMARAL	912
13	13	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	R.DELEGADO LEOPOLDO BELCZAK	1230
13	13	BANCO DO BRASIL S.A.	R.JOSE DE OLIVEIRA FRANCO	2837
14	14	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	AV.MARECHAL FLORIANO PEIXOTO	5760
15	15	BANCO ITAÚ S.A.	R.AUGUSTO STRESSER	1321
15	15	BANCO BRADESCO S.A.	R.AUGUSTO STRESSER	1609
15	15	BANCO DO BRASIL S.A.	R.AUGUSTO STRESSER	1757
16	16	BANCO BRADESCO S.A.	AV.PRESIDENTE AFFONSO CAMARGO	177
16	16	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	R.JOAO NEGRAO	1655
16	16	BANCO ITAÚ S.A.	AV.VISCONDE DE GUARAPUAVA	1691
16	16	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	AV.SETE DE SETEMBRO	1970
16	16	BANCO ITAÚ S.A.	AV.SETE DE SETEMBRO	2154
16	16	UNIBANCO-UNIAO DE BANCOS BRASILEIROS S.A.	R.GENERAL CARNEIRO	1406-A
17	17	UNIBANCO-UNIAO DE BANCOS BRASILEIROS S.A.	AV.JOAO GUALBERTO	1435
17	17	BANCO ITAÚ S.A.	AV.JOAO GUALBERTO	1512
17	17	BANCO ITAÚ S.A.	AV.JOAO GUALBERTO	1524
17	17	BANCO BRADESCO S.A.	AV.JOAO GUALBERTO	1740
20	20	UNIBANCO-UNIAO DE BANCOS BRASILEIROS S.A.	AV.MANOEL RIBAS	830
20	20	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	AV.MANOEL RIBAS	857
20	20	BANCO ITAÚ S.A.	AV.MANOEL RIBAS	923
20	20	BANCO ITAÚ S.A.	AV.MANOEL RIBAS	1449
20	20	BANCO DO BRASIL S.A.	AV.MANOEL RIBAS	1506
20	20	BANCO BRADESCO S.A.	AL.PRESIDENTE TAUNAY	2033
21	21	BANCO BRADESCO S.A.	AV.REPUBLICA ARGENTINA	4357
21	21	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	AV.REPUBLICA ARGENTINA	4455
22	22	BANCO ITAÚ S.A.	AV.TRES MARIAS	2
22	29	BANCO BRADESCO S.A.	R.GRA NICCO	113
22	22	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	R.PROFESSOR JOAO FALARZ	1292
22	22	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	AV.VEREADOR TOALDO TULIO	3101
22	22	BANCO BRADESCO S.A.	AV.VEREADOR TOALDO TULIO	3170
23	23	BANCO ITAÚ S.A.	AV.MARECHAL FLORIANO PEIXOTO	3031
23	23	BANCO BRADESCO S.A.	AV.MARECHAL FLORIANO PEIXOTO	3616
24	24	BANCO BRADESCO S.A.	R.ANNE FRANK	2028
24	24	BANCO DO BRASIL S.A.	R.ANNE FRANK	2079
24	24	BANCO ITAÚ S.A.	AV.MARECHAL FLORIANO PEIXOTO	5961
24	24	UNIBANCO-UNIAO DE BANCOS BRASILEIROS S.A.	AV.MARECHAL FLORIANO PEIXOTO	7555
24	24	BANCO ABN AMRO REAL S.A.	AV.MARECHAL FLORIANO PEIXOTO	7560
24	24	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	AV.MARECHAL FLORIANO PEIXOTO	7875
24	24	BANCO ITAÚ S.A.	AV.MARECHAL FLORIANO PEIXOTO	8226
24	24	BANCO DO BRASIL S.A.	AV.MARECHAL FLORIANO PEIXOTO	9377
24	24	BANCO BRADESCO S.A.	AV.MARECHAL FLORIANO PEIXOTO	9624
25	25	BANCO DO BRASIL S.A.	R.NITA HUBEL	466
25	25	BANCO ITAÚ S.A.	AV.WINSTON CHURCHILL	2255
25	25	BANCO BRADESCO S.A.	AV.WINSTON CHURCHILL	2296
25	25	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	AV.WINSTON CHURCHILL	2471
25	25	BANCO ABN AMRO REAL S.A.	AV.WINSTON CHURCHILL	2630
25	8	BANCO ITAÚ S.A.	R.IZAAC FERREIRA DA CRUZ	3173
25	4	BANCO DO BRASIL S.A.	R.FRANCISCO DEROSSO	4006
26	26	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	R.CARLOS DIETZSCH	61

continua

continuação

26	26	BANCO SANTANDER BRASIL S.A.	R.JOAO BETTEGA	96
26	26	BANCO SANTANDER MERIDIONAL S.A.	R.JOAO BETTEGA	96
26	26	BANCO ITAÚ S.A.	R.PADRE JOAO BAGOZZI	116
26	26	BANCO BRADESCO S.A.	R.JOAO BETTEGA	127
26	26	BANCO DO BRASIL S.A. - EMPRESARIAL SUL	R.CARLOS DIETZSCH	137
26	26	BANCO DO BRASIL S.A.	R.CARLOS DIETZSCH	137
26	26	BANCO BRADESCO S.A.	R.ITACOLOMI	292
26	26	BANCO ABN AMRO REAL S.A.	R.JOAO BETTEGA	1846
26	26	BANCO ABN AMRO REAL S.A.	AV.REPUBLICA ARGENTINA	1927
26	26	BANCO BRADESCO S.A.	AV.PRESIDENTE KENNEDY	2528
26	26	BANCO DO BRASIL S.A.	AV.PRESIDENTE KENNEDY	2760
26	26	UNIBANCO-UNIAO DE BANCOS BRASILEIROS S.A.	AV.REPUBLICA ARGENTINA	2848
26	26	BANCO ITAÚ S.A.	AV.REPUBLICA ARGENTINA	2925
26	26	BANCO BRADESCO S.A.	AV.REPUBLICA ARGENTINA	2958
26	26	UNIBANCO-UNIAO DE BANCOS BRASILEIROS S.A.	AV.REPUBLICA ARGENTINA	3509
26	26	BANCO BRADESCO S.A.	R.EDUARDO CARLOS PEREIRA	3605
27	27	BANCO ITAÚ S.A.	R.MINISTRO GABRIEL PASSOS	360
27	13	BANCO DO BRASIL S.A.	R.ENGENHEIRO COSTA BARROS	1551
27	27	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	AV.SENADOR SALGADO FILHO	1877
27	27	BANCO DO BRASIL S.A.	AV.SENADOR SALGADO FILHO	2886
27	27	UNIBANCO-UNIAO DE BANCOS BRASILEIROS S.A.	AV.COMENDADOR FRANCO	3449
27	27	BANCO ITAÚ S.A.	AV.COMENDADOR FRANCO	4800
27	27	BANCO BRADESCO S.A.	AV.COMENDADOR FRANCO	6430
28	28	BANCO BRADESCO S.A.	AV.MANOEL RIBAS	5811
28	28	BANCO DO BRASIL S.A.	AV.MANOEL RIBAS	6401
28	28	BANCO ITAÚ S.A.	AV.MANOEL RIBAS	6500
28	28	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	AV.MANOEL RIBAS	6901
29	29	UNIBANCO-UNIAO DE BANCOS BRASILEIROS S.A.	R.DEPUTADO HEITOR ALENCAR FURTADO	1210
29	29	BANCO BRADESCO S.A.	AV.IGUACU	4436
29	29	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	AV.SETE DE SETEMBRO	6505
29	29	BANCO DO BRASIL S.A.	AV.SETE DE SETEMBRO	6810
29	29	BANCO SANTANDER MERIDIONAL S.A.	AV.SETE DE SETEMBRO	6883

FONTE: A autora (2010)

APÊNDICE E – LOCALIZAÇÕES DOS PAE'S HSBC NAS ÁREAS DE ABRANGÊNCIA DAS AGÊNCIAS HSBC PELO DIAGRAMA DE VORONOI POR POTÊNCIA SEM E COM BARREIRAS

VORONOI POR POTÊNCIA SEM BARREIRAS	VORONOI POR POTÊNCIA COM BARREIRAS	PAE HSBC	LOGRADOURO	Nº
1	1	PABE CLUBE CURITIBANO	AV. PRESIDENTE GETULIO VARGAS	2857
1	1	PAE COLEGIO BOM JESUS - AGUA VERDE	R. NESTOR VICTOR	910
1	1	DRIVE-UP AGUA VERDE	R. GUILHERME PUGSLEY COM RUA BRASILIO ITIBERE	S/N
2	2	PABE EMP DE TRANSPORTES CPT LTDA	ROD. MINERIOS	S/N
3	3	PAE COLEGIO BOM JESUS - CRISTO REI	R. FIORAVANTE DALLA STELLA	90
5	5	HOTEL BOURBON CURITIBA	R. CANDIDO LOPES	102
6	6	PABE PK CABLES DO BRASIL IND COM LTDA	R. ESTRADA DA GRACIOSA	803
6	6	PABE DIVERA DIST CURITIBANA VEICULOS S.A.	ROD. BR CENTO E DEZESSEIS	67
6	6	PABE BEMATECH S.A.	EST. DE SANTA CANDIDA	263
6	6	GRACIOSA COUNTRY CLUB	AV. MUNHOZ DA ROCHA	1146
7	7	PABE HOSP PSIQUIATRICO N S DA LUZ	AV. MARECHAL FLORIANO PEIXOTO	2509
7	7	PUC-PR IGRAJINHA	R. COMENDADOR ROSEIRA	599
7	7	PAE IRMANDADE DA SANTA CASA NSL	AV. MARECHAL FLORIANO PEIXOTO	2509
9	9	PABE PREF MUN CURITIBA	AV. CANDIDO DE ABREU	817
9	9	PABE GLOBAL TELECOM S.A.	AV. JOAO GUALBERTO	717
9	9	CCAA	AV. CANDIDO DE ABREU	526
9	9	FESP	R. GENERAL CARNEIRO	216
9	9	PAE SHOPPING MULLER	AV. CANDIDO DE ABREU	127
10	10	PABE GRAN PARK VEICULOS	AV. VICENTE MACHADO	2412
10	10	PARK SHOPPING BARIGUI	R. PROFESSOR PEDRO VIRIATO PARIGOT DE SOUZA	S/N
11	11	PABE COLUMBIA CURITIBA	R. JOSE RODRIGUES PINHEIRO	2595
11	11	PABE EDC EQUIPAMENTOS E SISTEMAS S.A.	AV. JUSCELINO KUBITSCHEK DE OLIVEIRA EC	11400
11	11	PABE NEW HOLLAND LATINO AMERICANA LTDA	AV. JUSCELINO KUBITSCHEK DE OLIVEIRA EC	11825
11	11	PABE ELETROFRIIO S.A.	R. JOAO CHEDE	1599
12	12	ASSOCIAÇÃO BOM JESUS LAMENHA LINS	R. LAMENHA LINS	750
12	12	SHOPPING CURITIBA	R. BRIGADEIRO FRANCO	2300
12	12	PABE XEROX DO BRASIL S.A.	AV. SETE DE SETEMBRO	4476
13	13	SHOPPING JARDIM DAS AMERICAS	AV. NOSSA SENHORA DE LOURDES	63
14	14	PABE TRANSPOWER INDUSTRIAL LTDA	R. CHANCELER OSWALDO ARANHA	200
14	14	PABE HSBC BANK BRASIL S.A. ADM XAXIM	ROD. BR CENTO E DEZESSEIS	35
14	14	PABE SAVANA VEICULOS S.A.	AV. MARECHAL FLORIANO PEIXOTO	5000
16	16	SHOPPING ESTAÇÃO LTDA	AV. SETE DE SETEMBRO	2775
18	18	CSV MOVEEL CURITIBA I	R. XV DE NOVENBRO	209
21	21	OSTEN FERRAGENS	R. JOAO BETTEGA	2876
22	22	PABE PLASTICOS PARANA	ROD. CURITIBA PONTA GROSSA BR-277	5001
23	23	PUC-PR BIOMEDICAS	R. IMACULADA CONCEICAO	1155
23	23	PABE VIAÇÃO GRACIOSA LTDA	R. JOQUEI CLUBE	188
24	24	PABE PETROLIUM FORMAÇÃO DE INSERTO LTDA	R. DIOGO MUGIATTI	607
24	24	PABE DROGAMED COM MEDIC PERF	R. ANNE FRANK	1919
26	26	PABE O V D IMPORTADORA DISTRIB LTDA	AV. REPUBLICA ARGENTINA	2153
26	26	PAE DRIVE-UP PORTAO	AV. REPUBLICA ARGENTINA	3008

FONTE: A autora (2010)

APÊNDICE F – LOCALIZAÇÃO DOS BANCOS CONCORRENTES NAS ÁREAS DE ABRANGÊNCIA DAS AGÊNCIAS HSBC PELO DIAGRAMA DE VORONOI ORDINÁRIO SEM BARREIRAS E POR POTÊNCIA COM BARREIRAS

VORONOI ORDINÁRIO SEM BARREIRAS	VORONOI POR POTÊNCIA COM BARREIRAS	AGÊNCIAS DOS BANCOS CONCORRENTES	LOGRADOURO	Nº
1	1	BANCO ITAÚ S.A.	AV.AGUA VERDE	714
1	1	BANCO BRADESCO S.A.	AV.REPUBLICA ARGENTINA	900
1	1	BANCO DO BRASIL S.A.	AV.AGUA VERDE	903
1	1	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	AV.REPUBLICA ARGENTINA	1144
1	12	BANCO ITAÚ S.A.	AV.DO BATEL	1938
1	12	BANCO ITAÚ S.A.	R.BISPO DOM JOSE	2146
1	1	BANCO ITAÚ S.A.	AV.IGUACU	2323
1	1	BANCO BRADESCO S.A.	AV.IGUACU	2345
1	1	BANCO BRADESCO S.A.	AV.SETE DE SETEMBRO	5348
2	2	BANCO ITAÚ S.A.	R.PROFESSOR JOAQUIM DE MATTOS BARRETO	98
2	2	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	AV.ANITA GARIBALDI	888
2	2	BANCO BRADESCO S.A.	AV.ANITA GARIBALDI	1171
2	2	BANCO ITAÚ S.A.	AV.ANITA GARIBALDI	1265
2	2	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	AV.ANITA GARIBALDI	2602
2	2	BANCO DO BRASIL S.A.	AV.ANITA GARIBALDI	2881
2	2	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	R.MATEUS LEME	3570
4	4	BANCO DO BRASIL S.A.	AV.BRASILIA	5731
4	4	BANCO ITAÚ S.A.	AV.BRASILIA	6179
4	4	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	AV.BRASILIA	6350
4	4	BANCO BRADESCO S.A.	AV.BRASILIA	6823
5	5	BANCO DO BRASIL S.A.	R.CANDIDO DE LEAO	33
5	5	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	TV.OLIVEIRA BELLO	55
5	5	UNIBANCO-UNIAO DE BANCOS BRASILEIROS S.A.	R.MARECHAL DEODORO	71
5	5	UNIBANCO-UNIAO DE BANCOS BRASILEIROS S.A.	AV.LUIZ XAVIER	79
5	5	BANCO BRADESCO S.A.	R.COMENDADOR ARAUJO	120
5	5	BANCO BRADESCO S.A.	R.XV DE NOVENBRO	155
5	5	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	R.COMENDADOR ARAUJO	187
5	5	UNIBANCO-UNIAO DE BANCOS BRASILEIROS S.A.	AV.MARECHAL FLORIANO PEIXOTO	211
5	5	BANCO ABN AMRO REAL S.A.	R.EMILIANO PERNETA	267
5	5	BANCO ABN AMRO REAL S.A.	R.XV DE NOVENBRO	268
5	5	BANCO ABN AMRO REAL S.A.	AV.MARECHAL FLORIANO PEIXOTO	272
5	5	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	AV.MARECHAL FLORIANO PEIXOTO	275
5	5	BANCO SANTANDER BRASIL S.A.	R.XV DE NOVENBRO	290
5	5	BANCO DO BRASIL S.A.	PC.TIRADENTES	410
5	5	BANCO DO BRASIL S.A.	PC.TIRADENTES	410
5	5	BANCO DO BRASIL S.A.	PC.TIRADENTES	410
5	5	BANCO DO BRASIL S.A.	PC.TIRADENTES	410
5	5	BANCO DO BRASIL S.A.	PC.TIRADENTES	410
5	5	BANCO DO BRASIL S.A.	PC.TIRADENTES	410
5	5	BANCO ITAÚ BBA S.A.	AL.DOUTOR CARLOS DE CARVALHO	417
5	5	BANCO ITAÚ S.A.	AL.DOUTOR MURICY	733
5	5	BANCO DO BRASIL S.A.	AL.DOUTOR MURICY	760

continua

continuação

5	5	BANCO DO BRASIL S.A.	AL.DOUTOR MURICY	875
5	5	BANCO ITAÚ S.A.	R.VISCONDE DE NACAR	1300
5	5	BANCO BRADESCO S.A.	R.EMILIANO PERNETA	271/275
6	6	BANCO ITAÚ S.A.	R.HOLANDA	19
6	6	UNIBANCO-UNIAO DE BANCOS BRASILEIROS S.A.	EST.DA RIBEIRA BR-476	144
6	6	BANCO DO BRASIL S.A.	AV.PREFEITO ERASTO GAERTNER	160
6	6	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	AV.PREFEITO ERASTO GAERTNER	161
6	6	BANCO BRADESCO S.A.	AV.PREFEITO ERASTO GAERTNER	209
6	6	BANCO BRADESCO S.A.	AV.PREFEITO ERASTO GAERTNER	209
6	6	BANCO ITAÚ S.A.	AV.PREFEITO ERASTO GAERTNER	567
6	6	BANCO DO BRASIL S.A.	AV.PARANA	1250
6	6	BANCO ABN AMRO REAL S.A.	AV.PREFEITO ERASTO GAERTNER	2275
6	6	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	AV.MONTEIRO TOURINHO	697/721
7	7	BANCO ITAÚ S.A.	R.COMENDADOR ROSEIRA	516
7	7	BANCO ABN AMRO REAL S.A.	AV.PRESIDENTE KENNEDY	616
7	7	BANCO DO BRASIL S.A.	R.ROCKEFELLER	651
7	1	BANCO BRADESCO S.A.	AV.PRESIDENTE KENNEDY	1000
7	5	BANCO ITAÚ S.A.	AV.MARECHAL FLORIANO PEIXOTO	1541
7	16	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	R.JOAO NEGRAO	1655
7	7	BANCO BRADESCO S.A.	R.LAMENHA LINS	1898
7	7	BANCO ITAÚ S.A.	AV.MARECHAL FLORIANO PEIXOTO	2125
7	7	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	AV.MARECHAL FLORIANO PEIXOTO	2160
8	8	BANCO ITAÚ S.A.	R.NICOLA PELLANDA	4775
8	8	BANCO ITAÚ S.A.	ROD.BR CENTO E DEZESSEIS	22881
8	8	BANCO BRADESCO S.A.	ROD.BR CENTO E DEZESSEIS	22881
8	8	UNIBANCO-UNIAO DE BANCOS BRASILEIROS S.A.	ROD.BR CENTO E DEZESSEIS	S/N
9	5	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	AV.CANDIDO DE ABREU	127
9	5	BANCO ABN AMRO REAL S.A.	AV.CANDIDO DE ABREU	140
9	5	BANKBOSTON BANCO MULTIPLO S.A.	AV.CANDIDO DE ABREU	285
9	9	BANCO ABN AMRO REAL S.A.	R.PADRE ANTONIO	365
9	5	BANCO BRADESCO S.A.	AV.CANDIDO DE ABREU	427
9	5	BANCO ITAÚ S.A.	R.BARAO DO SERRO AZUL	479
9	20	BANCO ITAÚ S.A.	AV.DESEMBARGADOR HUGO SIMAS	526
9	9	UNIBANCO-UNIAO DE BANCOS BRASILEIROS S.A.	AV.CANDIDO DE ABREU	526
9	9	BANCO DO BRASIL S.A.	AV.CANDIDO DE ABREU	554
9	9	BANCO SANTANDER BRASIL S.A.	AV.CANDIDO DE ABREU	660
9	9	BANCO ITAÚ S.A.	AV.CANDIDO DE ABREU	745
9	9	BANCO BRADESCO S.A.	R.NILO PECANHA	1000
9	9	BANCO DO BRASIL S.A.	R.MATEUS LEME	1700
9	9	BANCO ITAÚ S.A.	R.MATEUS LEME	2372
10	10	BANCO BRADESCO S.A.	R.PROFESSOR PEDRO VIRIATO PARIGOT DE SOUZA	6
10	12	BANCO ABN AMRO REAL S.A.	PC.ALFREDO ANDERSEN	399
10	10	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	R.PADRE ANCHIETA	1721
10	10	BANCO ITAÚ S.A.	R.PADRE ANCHIETA	1768
10	10	BANCO BRADESCO S.A.	R.PADRE ANCHIETA	1856
10	10	BANCO ITAÚ S.A.	R.PADRE ANCHIETA	1947
10	10	BANCO DO BRASIL S.A.	R.PADRE ANCHIETA	2061
11	11	BANCO DO BRASIL S.A.	R.MANOEL VALDOMIRO DE MACEDO	2356
11	11	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	R.MANOEL VALDOMIRO DE MACEDO	2470
11	11	BANCO BRADESCO S.A.	R.MANOEL VALDOMIRO DE MACEDO	2540

continua

continuação

11	11	BANCO BRADESCO S.A.	AV.JUSCELINO KUBITSCHKE DE OLIVEIRA EC	11800
12	5	BANCO DO BRASIL S.A.	R.COMENDADOR ARAUJO	314
12	5	BANCO ITAÚ S.A.	R.COMENDADOR ARAUJO	375
12	5	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	AV.VICENTE MACHADO	400
12	12	BANCO ABN AMRO REAL S.A.	R.PASTEUR	463
12	12	BANCO CITIBANK S.A.	R.PASTEUR	463
12	12	BANCO DO BRASIL S.A.	R.BENJAMIN LINS	610
12	12	BANCO DO BRASIL S.A.	R.BENJAMIN LINS	610
12	12	BANCO SANTANDER BRASIL S.A.	R.COMENDADOR ARAUJO	689
12	12	BANCO SANTANDER MERIDIONAL S.A.	R.COMENDADOR ARAUJO	689
12	12	BANCO ABN AMRO REAL S.A.	R.COMENDADOR ARAUJO	731
12	12	BANKBOSTON BANCO MULTIPLO S.A.	R.BENJAMIN LINS	761
12	12	UNIBANCO-UNIAO DE BANCOS BRASILEIROS S.A.	R.COMENDADOR ARAUJO	776
12	12	BANCO BRADESCO S.A.	AV.DO BATEL	1095
12	12	BANCO ABN AMRO REAL S.A.	AV.VICENTE MACHADO	1217
12	13	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	R.DELEGADO LEOPOLDO BELCZAK	1230
12	12	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	AV.DO BATEL	1370
12	12	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	R.DESEMBARGADOR MOTTA	1499
12	12	BANCO ITAÚ S.A.	AV.SETE DE SETEMBRO	4214
12	12	BANCO ABN AMRO REAL S.A.	AV.SETE DE SETEMBRO	4535
12	12	BANCO DO BRASIL S.A.	AV.SETE DE SETEMBRO	4781
13	13	BANCO BRADESCO S.A.	AV.NOSSA SENHORA DE LOURDES	63
13	13	BANCO ITAÚ S.A.	AV.VICTOR FERREIRA DO AMARAL	912
13	12	BANCO BRADESCO S.A.	AV.DO BATEL	1230
13	13	BANCO DO BRASIL S.A.	R.JOSE DE OLIVEIRA FRANCO	2837
14	14	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	AV.MARECHAL FLORIANO PEIXOTO	5760
14	24	BANCO ITAÚ S.A.	AV.MARECHAL FLORIANO PEIXOTO	5961
15	15	BANCO ITAÚ S.A.	R.AUGUSTO STRESSER	1321
15	15	BANCO BRADESCO S.A.	R.AUGUSTO STRESSER	1609
15	15	BANCO DO BRASIL S.A.	R.AUGUSTO STRESSER	1757
16	16	BANCO BRADESCO S.A.	AV.PRESIDENTE AFFONSO CAMARGO	177
16	5	BANCO BRADESCO S.A.	R.JOAO NEGRAO	487
16	5	BANCO ITAÚ S.A.	R.JOAO NEGRAO	740
16	5	BANCO ABN AMRO REAL S.A.	R.JOAO NEGRAO	1067
16	16	BANCO ITAÚ S.A.	AV.VISCONDE DE GUARAPUAVA	1691
16	5	BANCO DO BRASIL S.A.	AV.VISCONDE DE GUARAPUAVA	1930
16	5	BANCO SANTANDER MERIDIONAL S.A.	AV.VISCONDE DE GUARAPUAVA	1935
16	16	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	AV.SETE DE SETEMBRO	1970
16	16	BANCO ITAÚ S.A.	AV.SETE DE SETEMBRO	2154
16	5	BANCO BRADESCO S.A.	AV.SETE DE SETEMBRO	2775
16	16	UNIBANCO-UNIAO DE BANCOS BRASILEIROS S.A.	R.GENERAL CARNEIRO	1406-A
17	9	BANCO DO BRASIL S.A.	R.MAUA	920
17	9	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	AV.JOAO GUALBERTO	1073
17	9	BANCO DO BRASIL S.A.	AV.JOAO GUALBERTO	1131
17	17	UNIBANCO-UNIAO DE BANCOS BRASILEIROS S.A.	AV.JOAO GUALBERTO	1435
17	17	BANCO ITAÚ S.A.	AV.JOAO GUALBERTO	1512
17	17	BANCO ITAÚ S.A.	AV.JOAO GUALBERTO	1524
17	17	BANCO BRADESCO S.A.	AV.JOAO GUALBERTO	1740
18	5	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	R.BARAO DO SERRO AZUL	20
18	5	BANCO BRADESCO S.A.	R.MONSENHOR CELSO	50

continua

continuação

18	5	BANCO BRADESCO S.A.	R.MONSENHOR CELSO	50
18	5	BANCO ITAÚ S.A.	R.JOAO NEGRAO	65
18	5	BANCO BRADESCO S.A.	R.MARECHAL DEODORO	170
18	5	BANCO BRADESCO S.A.	R.MARECHAL DEODORO	170
18	5	BANCO SANTANDER MERIDIONAL S.A.	R.MARECHAL DEODORO	195
18	5	BANCO DO BRASIL S.A.	R.MARECHAL DEODORO	254
18	5	BANCO ITAÚ S.A.	R.XV DE NOVEMBRO	299
18	5	BANCO ITAÚ S.A.	R.XV DE NOVEMBRO	332
18	5	BANCO DO BRASIL S.A.	R.MONSENHOR CELSO	339
18	5	UNIBANCO-UNIAO DE BANCOS BRASILEIROS S.A.	R.MARECHAL DEODORO	421
18	5	BANCO SANTANDER BRASIL S.A.	R.MARECHAL DEODORO	665
18	5	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	TV.DA LAPA	670
18	5	BANCO CITIBANK S.A.	R.MARECHAL DEODORO	711
18	5	BANCO ITAÚ S.A.	R.MARECHAL DEODORO	862
18	5	BANKBOSTON BANCO MULTIPLO S.A.	R.MARECHAL DEODORO	869
18	5	BANCO ITAÚ S.A.	R.MARECHAL DEODORO	920
18	5	BANCO BRADESCO S.A.	R.MARECHAL DEODORO	960
18	5	BANCO BRADESCO S.A.	R.MARECHAL DEODORO	960
18	5	BANCO ITAÚ S.A.	R.XV DE NOVEMBRO	1139
18	5	BANCO DO BRASIL S.A.	R.XV DE NOVEMBRO	1181
19	5	BANCO ITAÚ S.A.	R.DESEMBARGADOR WESTPHALEN	190
19	3	BANCO BRADESCO S.A.	AV.MARECHAL HUMBERTO DE ALENCAR CASTELO BRANCO	230
19	5	UNIBANCO-UNIAO DE BANCOS BRASILEIROS S.A.	AV.MARECHAL FLORIANO PEIXOTO	360
19	5	UNIBANCO-UNIAO DE BANCOS BRASILEIROS S.A.	AV.MARECHAL FLORIANO PEIXOTO	360
19	3	BANCO SANTANDER BRASIL S.A.	R.FERNANDES DE BARROS	412
19	3	BANCO ABN AMRO REAL S.A.	R.ITUPAVA	634
19	5	BANCO BRADESCO S.A.	R.DESEMBARGADOR WESTPHALEN	961
19	3	BANCO DO BRASIL S.A.	R.XV DE NOVEMBRO	2636
19	3	BANCO ITAÚ S.A.	R.XV DE NOVEMBRO	2767
19	3	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	R.XV DE NOVEMBRO	2831
19	3	BANCO BRADESCO S.A.	R.XV DE NOVEMBRO	3040
20	20	UNIBANCO-UNIAO DE BANCOS BRASILEIROS S.A.	AV.MANOEL RIBAS	830
20	20	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	AV.MANOEL RIBAS	857
20	20	BANCO ITAÚ S.A.	AV.MANOEL RIBAS	923
20	20	BANCO ITAÚ S.A.	AV.MANOEL RIBAS	1449
20	20	BANCO DO BRASIL S.A.	AV.MANOEL RIBAS	1506
20	20	BANCO BRADESCO S.A.	AL.PRESIDENTE TAUNAY	2033
21	21	BANCO BRADESCO S.A.	AV.REPUBLICA ARGENTINA	4357
21	21	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	AV.REPUBLICA ARGENTINA	4455
22	22	BANCO ITAÚ S.A.	AV.TRES MARIAS	2
22	29	BANCO BRADESCO S.A.	R.GRA NICCO	113
22	22	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	R.PROFESSOR JOAO FALARZ	1292
22	22	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	AV.VEREADOR TOALDO TULIO	3101
22	22	BANCO BRADESCO S.A.	AV.VEREADOR TOALDO TULIO	3170
23	23	BANCO ITAÚ S.A.	AV.MARECHAL FLORIANO PEIXOTO	3031
23	23	BANCO BRADESCO S.A.	AV.MARECHAL FLORIANO PEIXOTO	3616
24	24	BANCO BRADESCO S.A.	R.ANNE FRANK	2028
24	24	BANCO DO BRASIL S.A.	R.ANNE FRANK	2079
24	24	UNIBANCO-UNIAO DE BANCOS BRASILEIROS S.A.	AV.MARECHAL FLORIANO PEIXOTO	7555
24	24	BANCO ABN AMRO REAL S.A.	AV.MARECHAL FLORIANO PEIXOTO	7560

continua

continuação

24	24	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	AV.MARECHAL FLORIANO PEIXOTO	7875
24	24	BANCO ITAÚ S.A.	AV.MARECHAL FLORIANO PEIXOTO	8226
24	24	BANCO DO BRASIL S.A.	AV.MARECHAL FLORIANO PEIXOTO	9377
24	24	BANCO BRADESCO S.A.	AV.MARECHAL FLORIANO PEIXOTO	9624
25	25	BANCO DO BRASIL S.A.	R.NITA HUBEL	466
25	25	BANCO ITAÚ S.A.	AV.WINSTON CHURCHILL	2255
25	25	BANCO BRADESCO S.A.	AV.WINSTON CHURCHILL	2296
25	25	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	AV.WINSTON CHURCHILL	2471
25	25	BANCO ABN AMRO REAL S.A.	AV.WINSTON CHURCHILL	2630
25	8	BANCO ITAÚ S.A.	R.IZAAC FERREIRA DA CRUZ	3173
25	4	BANCO DO BRASIL S.A.	R.FRANCISCO DEROSSO	4006
26	26	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	R.CARLOS DIETZSCH	61
26	26	BANCO SANTANDER BRASIL S.A.	R.JOAO BETTEGA	96
26	26	BANCO SANTANDER MERIDIONAL S.A.	R.JOAO BETTEGA	96
26	26	BANCO ITAÚ S.A.	R.PADRE JOAO BAGOZZI	116
26	26	BANCO BRADESCO S.A.	R.JOAO BETTEGA	127
26	26	BANCO DO BRASIL S.A.	R.CARLOS DIETZSCH	137
26	26	BANCO DO BRASIL S.A.	R.CARLOS DIETZSCH	137
26	26	BANCO BRADESCO S.A.	R.ITACOLOMI	292
26	26	BANCO ABN AMRO REAL S.A.	R.JOAO BETTEGA	1846
26	26	BANCO ABN AMRO REAL S.A.	AV.REPUBLICA ARGENTINA	1927
26	26	BANCO BRADESCO S.A.	AV.PRESIDENTE KENNEDY	2528
26	26	BANCO DO BRASIL S.A.	AV.PRESIDENTE KENNEDY	2760
26	26	UNIBANCO-UNIAO DE BANCOS BRASILEIROS S.A.	AV.REPUBLICA ARGENTINA	2848
26	26	BANCO ITAÚ S.A.	AV.REPUBLICA ARGENTINA	2925
26	26	BANCO BRADESCO S.A.	AV.REPUBLICA ARGENTINA	2958
26	26	UNIBANCO-UNIAO DE BANCOS BRASILEIROS S.A.	AV.REPUBLICA ARGENTINA	3509
26	26	BANCO BRADESCO S.A.	R.EDUARDO CARLOS PEREIRA	3605
27	27	BANCO ITAÚ S.A.	R.MINISTRO GABRIEL PASSOS	360
27	13	BANCO DO BRASIL S.A.	R.ENGENHEIRO COSTA BARROS	1551
27	27	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	AV.SENADOR SALGADO FILHO	1877
27	27	BANCO DO BRASIL S.A.	AV.SENADOR SALGADO FILHO	2886
27	27	UNIBANCO-UNIAO DE BANCOS BRASILEIROS S.A.	AV.COMENDADOR FRANCO	3449
27	27	BANCO ITAÚ S.A.	AV.COMENDADOR FRANCO	4800
27	27	BANCO BRADESCO S.A.	AV.COMENDADOR FRANCO	6430
28	28	BANCO BRADESCO S.A.	AV.MANOEL RIBAS	5811
28	28	BANCO DO BRASIL S.A.	AV.MANOEL RIBAS	6401
28	28	BANCO ITAÚ S.A.	AV.MANOEL RIBAS	6500
28	28	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	AV.MANOEL RIBAS	6901
29	29	UNIBANCO-UNIAO DE BANCOS BRASILEIROS S.A.	R.DEPUTADO HEITOR ALENCAR FURTADO	1210
29	29	BANCO BRADESCO S.A.	AV.IGUACU	4436
29	29	CAIXA ECONOMICA FEDERAL	AV.SETE DE SETEMBRO	6505
29	29	BANCO DO BRASIL S.A.	AV.SETE DE SETEMBRO	6810
29	29	BANCO SANTANDER MERIDIONAL S.A.	AV.SETE DE SETEMBRO	6883

FONTE: A autora (2010)

APÊNDICE G – LOCALIZAÇÕES DOS PAE’S HSBC NAS ÁREAS DE ABRANGÊNCIA DAS AGÊNCIAS HSBC PELO DIAGRAMA DE VORONOI ORDINÁRIO SEM BARREIRAS E POR POTÊNCIA COM BARREIRAS

VORONOI ORDINÁRIO SEM BARREIRAS	VORONOI POR POTÊNCIA COM BARREIRAS	PAE HSBC	LOGRADOURO	Nº
14	14	PABE HSBC BANK BRASIL S.A. ADM XAXIM	ROD. BR CENTO E DEZESSEIS	35
13	13	SHOPPING JARDIM DAS AMERICAS	AV. NOSSA SENHORA DE LOURDES	63
3	3	PAE COLEGIO BOM JESUS - CRISTO REI	R. FIORAVANTE DALLA STELLA	90
5	5	HOTEL BOURBON CURITIBA	R. CANDIDO LOPES	102
9	5	PAE SHOPPING MULLER	AV. CANDIDO DE ABREU	127
23	23	PABE VIAÇÃO GRACIOSA LTDA	R. JOQUEI CLUBE	188
14	14	PABE TRANSPOWER INDUSTRIAL LTDA	R. CHANCELER OSWALDO ARANHA	200
18	5	CSV MOVEI CURITIBA I	R. XV DE NOVENBRO	209
9	9	FESP	R. GENERAL CARNEIRO	216
6	6	PABE BEMATECH S.A.	EST. DE SANTA CANDIDA	263
9	9	CCAA	AV. CANDIDO DE ABREU	526
7	7	PUC-PR IGRAJINHA	R. COMENDADOR ROSEIRA	599
24	24	PABE PETROLIUM FORMAÇÃO DE INSERTO LTDA	R. DIOGO MUGIATTI	607
9	9	PABE GLOBAL TELECOM S.A.	AV. JOAO GUALBERTO	717
12	5	ASSOCIAÇÃO BOM JESUS LAMENHA LINS	R. LAMENHA LINS	750
6	6	PABE PK CABLES DO BRASIL IND COM LTDA	R. ESTRADA DA GRACIOSA	803
9	9	PABE PREF MUN CURITIBA	AV. CANDIDO DE ABREU	817
1	1	PAE COLEGIO BOM JESUS - AGUA VERDE	R. NESTOR VICTOR	910
6	6	GRACIOSA COUNTRY CLUB	AV. MUNHOZ DA ROCHA	1146
23	23	PUC-PR BIOMEDICAS	R. IMACULADA CONCEICAO	1155
11	11	PABE ELETROFRIO S.A.	R. JOAO CHEDE	1599
24	24	PABE DROGAMED COM MEDIC PERF	R. ANNE FRANK	1919
26	26	PABE O V D IMPORTADORA DISTRIB LTDA	AV. REPUBLICA ARGENTINA	2153
12	5	SHOPPING CURITIBA	R. BRIGADEIRO FRANCO	2300
10	10	PABE GRAN PARK VEICULOS	AV. VICENTE MACHADO	2412
7	7	PABE HOSP PSIQUIATRICO N S DA LUZ	AV. MARECHAL FLORIANO PEIXOTO	2509
7	7	PAE IRMANDADE DA SANTA CASA NSL	AV. MARECHAL FLORIANO PEIXOTO	2509
11	11	PABE COLUMBIA CURITIBA	R. JOSE RODRIGUES PINHEIRO	2595
16	5	SHOPPING ESTAÇÃO LTDA	AV. SETE DE SETEMBRO	2775
1	1	PABE CLUBE CURITIBANO	AV. PRESIDENTE GETULIO VARGAS	2857
21	26	OSTEN FERRAGENS	R. JOAO BETTEGA	2876
26	26	PAE DRIVE-UP PORTAO	AV. REPUBLICA ARGENTINA	3008
12	12	PABE XEROX DO BRASIL S.A.	AV. SETE DE SETEMBRO	4476
14	14	PABE SAVANA VEICULOS S.A.	AV. MARECHAL FLORIANO PEIXOTO	5000
22	22	PABE PLASTICOS PARANA	ROD. CURITIBA PONTA GROSSA BR-277	5001
11	11	PABE EDC EQUIPAMENTOS E SISTEMAS S.A.	AV. JUSCELINO KUBITSCHEK DE OLIVEIRA EC	11400
11	11	PABE NEW HOLLAND LATINO AMERICANA LTDA	AV. JUSCELINO KUBITSCHEK DE OLIVEIRA EC	11825
1	10	PARK SHOPPING BARIGUI	R. PROFESSOR PEDRO VIRIATO PARIGOT DE SOUZA	S/N
2	2	PABE EMP DE TRANSPORTES CPT LTDA	ROD. MINERIOS	S/N
10	1	DRIVE-UP AGUA VERDE	R. GUILHERME PUGSLEY COM RUA BRASILIO ITIBERE	S/N
6	6	PABE DIVERSA DIST CURITIBANA VEICULOS S.A.	ROD. BR CENTO E DEZESSEIS	67

FONTE: A autora (2010)

APÊNDICE H – CONCEITOS PARA ANÁLISE ESTATÍSTICA

A seguir será apresentada a análise estatística multivariada utilizada nesta pesquisa para a ponderação dos pontos geradores.

Análise Estatística Multivariada

Segundo Mardia, Kent e Bibby (1979) os métodos estatísticos multivariados constituem-se em um conjunto de procedimentos utilizados em situações nas quais várias características são medidas simultaneamente, em cada elemento amostral. Se há n objetos, $O_1, O_2, \dots, O_n$ e p variáveis, $X_1, X_2, \dots, X_p$, os dados contêm np peças de informações e podem ser representados usando-se uma matriz de dados ($n \times p$). Na matriz de dados cada linha corresponde a um objeto (observação) e cada coluna corresponde a uma variável. A matriz de dados pode ser escrita como:

$${}_n X_p = \begin{bmatrix} X_{11} & \dots & X_{1j} & \dots & X_{1p} \\ X_{i1} & \dots & X_{ij} & \dots & X_{ip} \\ X_{n1} & \dots & X_{nj} & \dots & X_{np} \end{bmatrix} \quad (\text{H 1.1})$$

Para descrever os relacionamentos entre as variáveis em termos de poucas variáveis fundamentais, denominadas fatores, é necessária a realização de uma análise fatorial. A análise fatorial é uma técnica de análise multivariada que descreve os relacionamentos entre muitas variáveis em termos de poucas variáveis fundamentais, chamadas variáveis latentes ou fatores (HAIR *et al.*, 2005).

Suponha que variáveis possam ser agrupadas por suas correlações, isto é, todas as variáveis dentro de um grupo particular são altamente correlacionadas entre si, mas têm correlações relativamente baixas com variáveis de um grupo diferente. É admissível que cada grupo de variáveis represente um fator que é responsável pelas correlações observadas. A extração desses fatores consiste na determinação do menor número de fatores que pode ser usado para representar adequadamente as relações

entre as variáveis. Para interpretá-los, os mesmos são rotacionados pelo método Varimax (são melhores do que os carregamentos originais para se calcular os escores fatoriais). Essa rotação não altera a solução, apenas a apresenta de forma facilitada para a interpretação, ou seja, a rotação é realizada para simplificar a explicação de cada fator (HAIR *et al.*, 2005). A partir dos fatores rotacionados, é possível obter os escores brutos que correspondem aos pesos a serem atribuídos a cada ponto gerador. Os escores brutos são determinados da seguinte forma (MARDIA; KENT; BIBBY, 1979):

$$Esc_{bj} = \frac{\sum_{i=1}^m \lambda_{ij} f_{ij}}{\sum_{i=1}^m \lambda_{ij}} \quad j = 1, 2, \dots, m \quad (H 1.2)$$

no qual:

λ_{ij} = autovalor; e

f_{ij} = escore fatorial.

APÊNDICE I – DESLOCAMENTO LINEAR DAS FRONTEIRAS DO DIAGRAMA DE VORONOI POR POTÊNCIA

Pontos Geradores Agência HSBC		Peso Agência HSBC	Agência HSBC Confrontante	Peso Agência HSBC Confrontante	Deslocamento linear de → para
1	Ag. Urb. Água Verde	0.84082	7	-0.19711	1→7
			12	1.241907	12→1
			29	-0.51454	1→29
			26	0.375492	1→26
2	Ag. Urb. Ahú	-0.26542	23	-0.51761	1→23
			28	-0.3988	2→28
			20	0.011176	20→2
			9	0.896284	9→2
3	Ag. Urb. Alto da R. XV	0.003996	17	0.453323	17→2
			6	0.043646	6→2
			15	-0.50148	3→15
			17	0.453323	17→3
4	Ag. Urb. Av. Brasília	-0.45578	18	-0.08978	3→18
			16	0.49332	16→3
			13	-0.24049	3→13
			21	-0.44875	21→4
5	Ag. Urb. Avenida/Matriz	1.984115	25	-0.22575	25→4
			24	-0.15758	24→2
			14	-0.50245	4→14
			9	0.896284	5→9
6	Ag. Urb. Bacacheri	0.043646	20	0.011176	5→20
			12	1.241907	5→12
			19	-0.16429	5→19
			18	-0.08978	5→18
7	Ag. Urb. Brasília Itiberê	-0.19711	2	-0.26542	6→2
			17	0.453323	17→6
			15	-0.50148	6→15
			16	0.49332	16→7
8	Ag. Urb. Ceasa	-0.82397	19	-0.16429	19→7
			12	1.241907	12→7
			1	0.84082	1→7
			23	-0.08681	23→7
9	Ag. Urb. Centro Cívico	0.896284	13	-0.24049	7→13
			25	-0.22575	25→8
			11	0.004336	11→8
			2	-0.26542	9→2
10	Ag. Urb. Champagnat	-0.47478	20	0.011176	9→20
			5	1.984115	9→5
			18	-0.08978	9→18
			17	0.453323	9→17
11	Ag. Urb. Cidade Industrial	0.004336	20	0.011176	20→10
			28	-0.3988	28→10
			22	-0.51761	10→22
			29	-0.51454	10→29
12	Ag. Urb. Com. Araújo	1.241907	12	1.241907	12→10
			8	-0.82397	11→8
			25	-0.22575	8→25
			21	-0.44875	11→21
13	Ag. Urb. Cristo Rei	-0.24049	29	-0.51454	11→29
			22	-0.51761	11→22
			5	1.984115	5→12
			20	0.011176	12→20
14	Ag. Urb. Hauer	-0.50245	10	-0.47478	12→10
			1	0.84082	12→1
			7	-0.19711	12→7
			19	-0.16429	12→19
15	Ag. Urb. Jardim Social	-0.50148	15	-0.50148	13→15
			3	0.003996	3→13
			7	-0.19711	7→13
			23	-0.08681	23→13
16	Ag. Urb. Jardim Social	-0.50148	27	-0.28301	13→27
			23	-0.08681	23→14
			26	0.375492	26→14
			4	-0.45578	4→14
17	Ag. Urb. Jardim Social	-0.50148	24	-0.15758	24→14
			27	-0.28301	27→14
			6	0.043646	6→15
			17	0.453323	17→15
18	Ag. Urb. Jardim Social	-0.50148	3	0.003996	3→15
			13	-0.24049	13→15

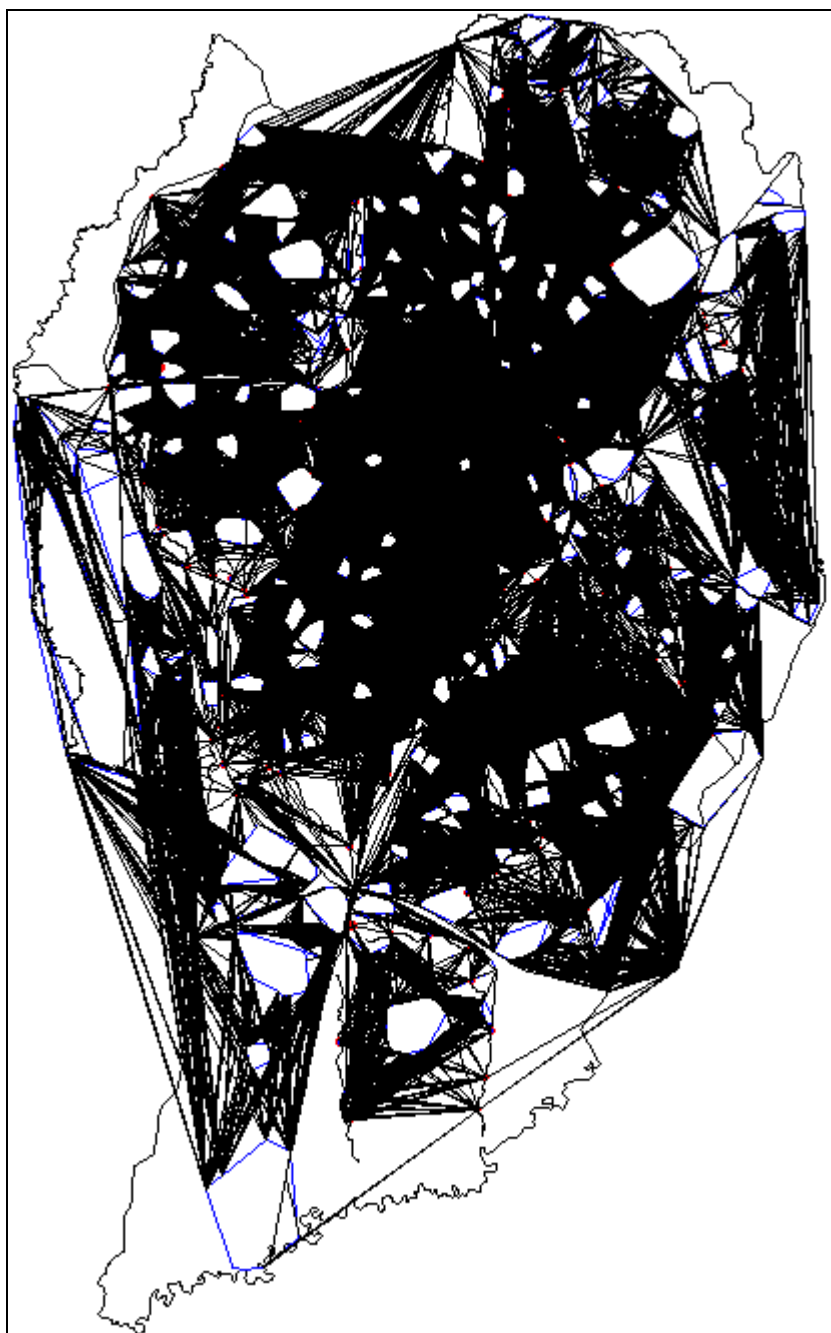
continua

continuação

16	Ag. Urb. João Negrão	0.49332	3	0.003996	16→ 3
			18	-0.08978	16→ 18
			19	-0.16429	16→ 19
			7	-0.19711	16→ 7
17	Ag. Urb. Juvevê	0.453323	2	-0.26542	17→ 2
			9	0.896284	9→ 17
			3	0.003996	17→ 3
			15	-0.50148	17→ 15
			6	0.043646	17→ 6
18	Ag. Urb. Mal Deodoro	-0.08978	9	0.896284	9→ 18
			5	1.984115	5→ 18
			19	-0.16429	18→ 19
			16	0.49332	16→ 18
			3	0.003996	3→ 18
19	Ag. Urb. Mal Floriano	-0.16429	18	-0.08978	18→ 19
			5	1.984115	5→ 19
			12	1.241907	12→ 19
			7	-0.19711	19→ 7
			16	0.49332	16→ 19
20	Ag. Urb. Mercês	0.011176	9	0.896284	9→ 20
			2	-0.26542	9→ 2
			28	-0.3988	9→ 28
			10	-0.47478	9→ 10
			12	1.241907	12→ 9
21	Ag. Urb. Novo Mundo	-0.44875	5	1.984115	5→ 9
			26	0.375492	26→ 21
			11	0.004336	11→ 21
			25	-0.22575	25→ 21
			4	-0.45578	21→ 4
22	Ag. Urb. Orleans	-0.51761	11	0.004336	11→ 22
			29	-0.51454	29→ 22
			10	-0.47478	10→ 22
			28	-0.3988	28→ 22
23	Ag. Urb. Parolin	-0.08681	7	-0.19711	23→ 7
			1	0.84082	1→ 23
			26	0.375492	26→ 23
			14	-0.50245	23→ 14
			27	-0.28301	23→ 27
24	Ag. Urb. Passarela	-0.15758	13	-0.24049	23→ 13
			27	-0.22575	24→ 27
			14	-0.50245	24→ 14
			4	-0.45578	24→ 4
			25	-0.22575	24→ 25
25	Ag. Urb. Pinheirinho	-0.22575	8	-0.82397	24→ 8
			4	-0.45578	25→ 4
			21	-0.44875	25→ 21
			11	0.004336	11→ 25
			8	-0.82397	25→ 8
26	Ag. Urb. Portão	0.375492	24	-0.15758	24→ 25
			1	0.84082	1→ 26
			29	-0.51454	26→ 29
			11	0.004336	26→ 11
			21	-0.44875	26→ 21
27	Ag. Urb. Salgado Filho	-0.28301	4	-0.45578	26→ 4
			23	-0.08681	26→ 23
			13	-0.24049	13→ 27
			23	-0.08681	23→ 27
28	Ag. Urb. Santa Felicidade	-0.3988	14	-0.50245	27→ 14
			24	-0.15758	24→ 27
			2	-0.26542	2→ 28
			20	0.011176	2→ 20
29	Ag. Urb. Seminário	-0.51454	10	-0.47478	28→ 10
			22	-0.51761	28→ 22
			10	-0.47478	10→ 29
			22	-0.51761	29→ 22
			11	0.004336	11→ 29
			26	0.375492	26→ 29
			1	0.84082	1→ 29

FONTE: A autora (2010)

APÊNDICE J – GRAFO DE VISIBILIDADE



FONTE: A autora (2010)

ANEXO A – MATRIZ DE DADOS DOS PONTOS GERADORES

Agência N°	Categ.	Início Vigência	Horário	Área m²	Caixas	Auto-atend.	Public.	Vagas estac.	Sanit.	Acesso D.F/M.R
1	Premier	1/12/2002	9 às 16	514	3	8	1 Totem/ 2 Fachada	20	Sim	Sim
2	Standard	16/9/2002	10 às 16	513	4	6	1 Totem/ 1 Fachada	20	Sim	Sim
3	Standard	13/3/2003	10 às 16	1479	3	7	1 Totem/ 2 Fachada	24	Sim	Sim
4	Standard	1/10/2000	10 às 16	477	2	5	1 Totem/ 1 Fachada	20	Sim	Sim
5	Premier	1/1/2003	9 às 16	6055	9	17	1 Fachada	0	Sim	Sim
6	Standard	12/3/2003	10 às 16	1458	3	8	1 Totem/ 2 Fachada	25	Sim	Sim
7	Standard	14/3/2003	10 às 16	1373	4	3	2 Fachada	28	Sim	Sim
8	Standard	1/9/1994	10 às 16	215	2	4	1 Fachada	0	Sim	Sim
9	Premier	2/7/1999	9 às 16	854	4	5	1 Totem/ 2 Fachada	30	Sim	Sim
10	Standard	1/3/2008	10 às 16	665	3	8	1 Fachada	0	Sim	Sim
11	Standard	28/2/2001	10 às 16	822	5	7	1 Totem/ 1 Fachada	40	Sim	Sim
12	Premier	28/2/2001	9 às 16	2581	3	9	1 Totem/ 2 Fachada	32	Sim	Sim
13	Standard	28/2/2001	10 às 16	519	4	6	1 Totem/ 1 Fachada	25	Sim	Sim
14	Standard	29/8/2005	10 às 16	253	3	8	1 Fachada	7	Sim	Sim
15	Standard	6/1/2005	10 às 16	449	2	5	1 Totem/ 1 Fachada	10	Sim	Sim
16	Standard	25/10/2002	10 às 16	1100	9	6	1 Totem/ 2 Fachada	50	Sim	Sim
17	Standard	17/8/2001	9 às 16	1636	4	5	1 Totem/ 2 Fachada	20	Sim	Sim
18	Standard	15/2/2006	10 às 16	1440	5	12	1 Fachada	0	Sim	Sim
19	Standard	14/3/2003	10 às 16	1703	2	8	2 Fachada	19	Sim	Sim
20	Standard	12/4/2001	10 às 16	1159	4	7	1 Totem/ 2 Fachada	23	Sim	Sim
21	Standard	1/2/1995	10 às 16	674	4	6	1 Fachada	15	Sim	Sim
22	Standard	1/9/1999	10 às 16	420	3	9	1 Fachada	0	Sim	Sim
23	Standard	28/2/2001	10 às 16	1104	5	6	1 Totem/ 1 Fachada	25	Sim	Sim
24	Standard	5/2/1998	10 às 16	633	6	8	1 Fachada	26	Sim	Sim
25	Standard	15/8/2003	10 às 16	808	4	9	1 Fachada	23	Sim	Sim
26	Standard	23/7/2001	10 às 16	996	5	11	1 Totem/ 2 Fachada	50	Sim	Sim
27	Standard	5/2/1998	10 as 16	560	4	4	1 Totem/ 2 Fachada	10	Sim	Sim
28	Standard	28/2/2001	10 as 16	524	4	6	1 Totem/ 1 Fachada	0	Sim	Sim
29	Standard	28/2/2001	10 as 16	544	3	4	1 Fachada	25	Sim	Sim

FONTE: Departamento de Administração de Imóveis (DAI) do HSBC (2009)