

GUILHERME MORÁVIA SOARES DE MATOS

O Modelo de von Thünen: Um Aplicativo Computacional

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Geografia – Tratamento da Informação Espacial, como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre.

Área de Concentração: Análise Espacial

Orientador: Dr. João Francisco de Abreu

Co-Orientador: Dr. Leônidas Conceição Barroso

Mestrando: Guilherme Morávia Soares de Matos

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS

Belo Horizonte

2005

Título: O MODELO DE VON THÜNEN: UM APLICATIVO COMPUTACIONAL.

Autor: Guilherme Morávia Soares de Matos

Aprovada em:

Examinadores:

Pró-reitoria de Pesquisa e de Pós-graduação

Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

À minha esposa
Pelo incentivo e carinho

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer ao meu orientador, professor doutor João Francisco de Abreu, pelo apoio e atenção durante a elaboração deste trabalho. Agradeço também ao meu co-orientador, professor Leônidas Conceição Barroso, pela paciência e dedicação.

Agradeço a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pelas bolsas de estudo que permitiram que este trabalho fosse concretizado.

Meus agradecimentos aos professores e funcionários do Programa de Pós-graduação em Tratamento da Informação Espacial, em especial ao professor doutor Oswaldo Bueno Amorim Filho, pelas cativantes lições sobre o espírito geográfico, e aos funcionários Elizabeth e Francisco, pela presteza e eficiência de sempre.

Finalmente, minha gratidão é imensa para com minha família. Principalmente para com minha esposa e colega de curso Luciene Leão Ávila de Matos, que em todos os momentos esteve presente com muito amor, carinho e compreensão. Agradeço aos meus pais Elton e Wanda, aos meus queridos irmãos, ao meu sogro, sogra, sobrinhos e cunhados pelo incentivo.

RESUMO

O Modelo de von Thünen, proposto em 1826, foi o pioneiro entre os modelos de localização espacial, servindo de base para estudos e modelos posteriores. Thünen foi responsável pela introdução da variável espacial nos problemas de natureza econômica através do estudo da distribuição das atividades agrícolas. Este trabalho resgata o Modelo de von Thünen através da apresentação dos principais aspectos deste modelo e do desenvolvimento de um aplicativo computacional que explora metodologicamente o modelo de Thünen. O software possibilita a geração do modelo de localização agrícola tendo como ponto de partida os dados dos produtos agrícolas da área de abastecimento a ser analisada. Esse modelo, que se caracteriza como um típico modelo de Análise Espacial, foi utilizado pelos geógrafos da Geografia Teorético-Quantitativa que, a partir da segunda metade do século XX, incentivaram o uso de métodos e modelos matemáticos na solução de problemas geográficos. A partir da revolução quantitativa, a geografia passa a utilizar com maior rigor um ferramental matemático e computacional que culmina com o surgimento dos Sistemas de Informações Geográficas (GIS). Deste modo, o produto final deste trabalho, que é uma ferramenta de natureza computacional, resgata um dos modelos clássicos da ciência geográfica, disponibilizando-o em uma plataforma tecnológica moderna, condizente com os padrões atuais da Geografia Espacialista.

Palavras-chave: Análise Espacial; Modelos de Localização; Aplicativo Computacional.

ABSTRACT

The von Thünen's Model, idealized in 1826, was the pioneer among the models of spatial location, serving as base for subsequent studies and models. Thünen was responsible for the introduction of the space variable in problems of economic nature through the study of agricultural activities distribution. This work rescues the von Thünen's Model by presenting the main aspects of the model and through the development of a computer application that exploits the Thünen's model methodologically. This software makes it possible to generate the model of agricultural location having as a starting point the data of agricultural products from the supplying area been analyzed. This model, which represents a typical Spatial Analysis model, was used by geographers of the Quantitative Geography that, in the second half of century XX, had stimulated the use of mathematical methods and models in the solution of geographical problems. With the quantitative revolution, geography started to use mathematical and computational tools, what culminated with the sprouting of the Geographic Information Systems (GIS). In this way, the main product of this work is a computational tool that rescues one of the classical models of geography, making it available in a modern technological platform that relies with the current standards of Spatial Geography.

Key-words: Spatial Analysis; Models of Location; Computer Software.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Questões básicas	27
FIGURA 2 - Pirâmide científica	29
FIGURA 3 - Tempo de viagem Edimburgo-Londres.....	32
FIGURA 4 – Distância euclideana (a) e distância táxi (b).	33
FIGURA 5 – Exemplo do modelo temporo-espacial de Hagerstrand.	35
FIGURA 6 - GIS: Camadas geográficas de uma região.....	36
FIGURA 7 – Problema geográfico e problema matemático.	37
FIGURA 8 – Triângulo locacional.	41
FIGURA 9 – Raio de ação (a) e limiar mínimo (b).....	45
FIGURA 10 – Formação das áreas de mercado.	46
FIGURA 11 – Áreas de mercado.....	46
FIGURA 12 – Johann Heinrich von Thünen	49
FIGURA 13 – Mapa com a localização atual de Tellow	51
FIGURA 14 – Gradiente de renda	62
FIGURA 15 – Medidas do gradiente de renda	65
FIGURA 16 – Ponto de indiferença ou ponto crítico.....	67
FIGURA 17 - Intersecção dos gradientes de renda.....	69
FIGURA 18 – Gradientes de renda de várias atividades agrícolas.	71
FIGURA 19 – Exemplo de atividade agrícola sem condições de produzir.	73
FIGURA 20 – Formação dos anéis a partir do gráfico dos gradientes de renda.	75
FIGURA 21 – Modelo de uso da terra agrícola	76
FIGURA 22 – Tela de inicialização do aplicativo.....	88

FIGURA 23 – Tela principal do aplicativo.....	89
FIGURA 24 – Tabela de dados dos produtos.....	91
FIGURA 25 – Tela de propriedades do produto.....	92
FIGURA 26 – Tela do gráfico dos gradientes de renda.....	93
FIGURA 27 – Tela do modelo de anéis de Thünen.....	93
FIGURA 28 – Tela do gráfico e modelo conjugados.	94
FIGURA 29 – Tela para salvar arquivos.....	95
FIGURA 30 – Tela para abrir arquivos.	96
FIGURA 31 – Tela de impressão.	97
FIGURA 32 – Tela para configurar a página.	98
FIGURA 33 – Tela de visualizar impressão da tabela de dados.	98
FIGURA 34 – Tela de visualização de impressão do gráfico.	99
FIGURA 35 – Tela de visualização de impressão do modelo.	99
FIGURA 36 – Tela de visualização de impressão do modelo misto.....	100
FIGURA 37 – Tela para exportação de imagens.....	101
FIGURA 38 – Tela de informações sobre o Tellow 1.0.	102
FIGURA 39 – Tela de ajuda do aplicativo.	103
FIGURA 40 – Tabela de dados do exemplo.....	105
FIGURA 41 – Gráfico dos gradientes de renda dos produtos.....	105
FIGURA 42 – Modelo de anéis de von Thünen.....	106
FIGURA 43 – Visualização do gráfico e modelo combinados.	107

LISTA DE ABREVIATURAS

AAG - Associação Americana de Geógrafos

BCL - Base Class Library

CLR - Common Language Runtime

GDI - Graphics Device Interface

GIS – Geographic Information Systems

UGI - União Geográfica Internacional

UML - Unified Modeling Language

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
Motivação	12
Justificativa	15
Delimitação do Estudo e Objetivos	17
Organização do Trabalho	18
2. MARCO TEÓRICO	20
O Pensamento Geográfico	20
Análise Espacial	25
<i>Tipos de Distância</i>	30
<i>Modelo Têmporo-Espacial de Hagerstrand</i>	34
<i>Problema Geográfico</i>	37
Os Modelos Clássicos de Localização	38
<i>Modelo de von Thünen</i>	38
<i>Modelo de Weber</i>	39
<i>Teoria do Lugar Central</i>	42
3. O MODELO DE VON THÜNEN	48
Johann Heinrich von Thünen	48
A Renda Econômica	52
A Teoria da Localização Agrícola	56

O Modelo de Uso do Solo Agrícola _____	59
Os Anéis de Thünen _____	66
4. O Aplicativo _____	81
Desenvolvimento do Aplicativo _____	83
<i>Metodologia</i> _____	83
<i>Ferramentas de Desenvolvimento</i> _____	86
Funcionalidades _____	88
<i>Entrada de dados</i> _____	90
<i>Geração do Modelo</i> _____	92
<i>Salvar e Recuperar Arquivos</i> _____	94
<i>Impressão do Modelo</i> _____	96
<i>Exportação do modelo</i> _____	100
<i>Outras Telas</i> _____	102
Exemplo de Utilização _____	103
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS _____	108
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS _____	113
ANEXO A – Manual do Usuário _____	116
ANEXO B – Formato do Arquivo _____	116
ANEXO C – Código Fonte _____	139

1. INTRODUÇÃO

Motivação

A geografia, ciência que estuda a terra como morada do homem, tem como principal objeto de estudo o espaço. Impreterivelmente, todas as pessoas, objetos e fenômenos geográficos ocupam um lugar no espaço, ou seja, possuem uma localização. Do mesmo modo, pode-se dizer que todas as atividades econômicas também são usuárias do espaço (ABREU, 2002).

As atividades econômicas, geralmente, envolvem troca de mercadorias ou serviços entre pessoas e organizações. Esta troca de mercadorias e serviços entre os usuários do espaço demanda o movimento sobre a superfície terrestre. Movimento este que, por sua vez, demanda o uso de recursos como dinheiro, tempo e energia para que seja realizado (ABREU, 2002). Desta forma, o transporte de pessoas, produtos e matérias-primas de uma firma demanda um custo que, certamente, tem influência sobre o preço final da mercadoria ou do serviço.

A Análise Espacial, disciplina da geografia que usa métodos estatísticos, matemáticos, cartográficos e computacionais para determinação de padrões de dados geográficos e processamento dos mesmos, possui uma série de modelos que trabalham essa relação entre o custo de transporte e a localização dos fenômenos no espaço. Segundo Haggett & Chorley (1975), um modelo é uma representação da realidade, que apresenta algumas características de forma generalizada. Eles não consideram aspectos secundários ou detalhes, concentrando o foco nos aspectos

principais do fenômeno ou objeto analisado (MIRANDA, 2004). Os modelos são fundamentais para o aprendizado uma vez que favorecem o entendimento de processos e objetos complexos (ABREU, 2002).

Dentre os modelos clássicos de localização podemos citar o modelo de localização das atividades agrícolas de von Thünen, o modelo da localização industrial de Weber e a teoria do lugar central de Christaller e Lössch. Estes modelos de localização não têm o objetivo de retratar o mundo real, mas apenas proporcionar um ambiente propício para o estudo de certas características dos fenômenos espaciais. Nota-se que havia uma tradição alemã nas teorias de localização, comprovada pelo fato dos principais autores das teorias de localização, como von Thünen, Weber, Lössch e Christaller serem alemães. Apesar de terem sido criticadas pela falta de realismo, essas teorias foram de grande importância para a ciência, mesmo não sendo aceitas pela tendência científica dominante na época em que foram elaboradas (KRUGMAN, 1997).

Existem algumas suposições constantes em todas as teorias clássicas de localização, como a existência de uma planície homogênea em relação à produtividade e ao transporte. Além disso, a comunicação nesta planície é realizada através de linhas retas, ou seja, é utilizada a distância Euclideana. Entretanto existem algumas diferenças de ponto de vista entre estes modelos. Nas teorias propostas por Launhardt, Weber, Christaller e Lössch, existe uma firma central que possui o monopólio, a qual é circundada por consumidores dispersos no entorno. Já no modelo de von Thünen, as firmas agrícolas (dispersas na planície) é que estão ao redor do mercado central, no qual os comerciantes têm o monopólio. (PUU, 1997).

Pode-se ter uma idéia da teoria de localização de Thünen através de seu parágrafo clássico:

“Imagine uma cidade muito grande, no centro de uma planície fértil que não é cruzada por nenhum rio ou canal navegável. Em toda a planície o solo é capaz de ser cultivado e é de mesma fertilidade. Longe da cidade a planície se torna um solo selvagem não cultivável que corta toda a comunicação entre este estado e o mundo exterior. Não existem outras cidades na planície. A cidade central deve, portanto, fornecer às áreas rurais todos os produtos industrializados e, em troca, ela obterá todas as provisões da área rural ao redor.” (FUJITA, 2002, p. 149)

Von Thünen propôs um modelo no qual as atividades agrícolas dispersas ao redor de um centro urbano, são agrupadas formando cinturões ou anéis, que têm sua localização determinada, principalmente, pela distância da cidade central. As atividades agrícolas que ocupam áreas próximas ao centro urbano possuem altos custos de transporte ou um alto valor de retorno por unidade de área. Já as atividades localizadas em áreas distantes possuem um custo baixo de transporte ou necessitam de uma maior extensão de terra para produzir (KRUGMAN, 1997).

O Modelo de von Thünen utiliza de um ferramental matemático para encontrar a distribuição ótima das atividades agrícolas na planície que circunda o centro urbano de forma que se obtenha o lucro máximo. O problema geográfico que este modelo se propõe a responder é o que produzir em determinado local. De acordo com Abreu (2003), o problema geográfico é, então, transformado em um problema matemático, ou seja, um conjunto de equações matemáticas que correspondem aos gradientes de renda das atividades agrícolas. A solução deste problema matemático, que é a construção do modelo de anéis identificado pelas intersecções dos gradientes, leva a uma solução geográfica, a determinação do intervalo de distâncias do centro urbano para cada atividade agrícola.

Deste modo, optou-se por estudar o modelo de uso do solo agrícola de Thünen, o qual foi o pioneiro e no qual todos os outros modelos de localização se basearam. A proposta deste trabalho é utilizar todo o conteúdo matemático da teoria de von Thünen e aplicá-lo na construção de um aplicativo computacional que possibilite processar dados tabulares dos produtos agrícolas e gerar o modelo de uso do solo no computador.

Justificativa

De acordo com Krugman (1997), o estudo das questões espaciais foi ignorado pelos economistas no passado porque eles não tinham como modelar o aspecto espacial da economia. Segundo Ferreira (1975), Walter Isard, em sua obra *General Interregional Equilibrium*, afirma que alguns economistas da Escola Clássica negligenciaram a dimensão espaço em seus estudos econômicos. Mark Blaug afirma que esta negligência se deve ao fato de que von Thünen era alemão e seus conhecimentos não foram difundidos na escola anglo-saxão que era dominante na época (KRUGMAN, 1997). Além dos problemas de difusão das obras devido às dificuldades com a língua, a obra de Thünen ainda foi pouco popular devido ao grande uso de ferramental matemático.

Entretanto, o desenvolvimento da geografia econômica e a disseminação das teorias de localização permitiram um avanço nesta área e a formulação de novos modelos baseados nas teorias clássicas. Segundo Krugman (1997), Walter Isard teve um papel importante ao trazer o estudo do espaço para os economistas,

através do estudo das obras alemãs de tradição nas teorias da localização, disponibilizando obras acessíveis aos economistas de língua inglesa. No final da década de 60 e início dos anos 70, houve uma ascensão da “nova economia urbana”, cujos modelos foram derivados do Estado Isolado de von Thünen. A revolução teórico-quantitativa da geografia propiciou o uso de teorias e modelos relacionadas à distribuição e arranjo espacial, além de facilitar o uso de teorias de outras ciências que também se relacionavam com a distribuição geográfica.

Segundo Amorim (2003), o aumento do interesse dos geógrafos pelo estudo da epistemologia geográfica nos últimos anos tem como consequência a tendência de se resgatar os modelos clássicos da geografia, o que contribui para a ampliação e aperfeiçoamento metodológico e técnico das atividades geográficas. De acordo com Claval (2002), os geógrafos se interessam pelos problemas epistemológicos devido a uma dúvida sobre a identidade e a finalidade da disciplina no mundo globalizado atual. Mas este “retorno às fontes”, mencionado por Amorim (1984), é benéfico para o desenvolvimento da atividade geográfica, sendo que o sentimento de perplexidade frente a uma ciência multiparadigmática é consequência de um dinamismo cada vez maior da Geografia.

O avanço dos meios computacionais e o aprimoramento dos métodos utilizados causaram uma segunda transformação na geografia conhecida como Segunda Revolução Quantitativa, que teve como característica o surgimento dos Sistemas de Informações Geográficas (GIS). Segundo Abreu (2003), a cartografia analítica, o surgimento do GIS e os modelos de Análise Espacial contribuem para a adoção de uma visão mais eclética da geografia, assumindo uma estrutura multidisciplinar. O GIS é, atualmente, um importante ambiente de análise, sendo

essencial para a Análise Espacial e contribuindo para a elevação do status da geografia como ciência.

O resgate dos modelos clássicos da geografia aliado à utilização de sistemas computacionais para processamento de dados geográficos, justificam a motivação de se construir um aplicativo computacional no qual pode-se processar dados geográficos, relativos às atividades agrícolas, gerando um modelo de uso do solo através da utilização da teoria clássica de localização de Thünen, codificada em um sistema computacional de apoio à decisão.

Delimitação do Estudo e Objetivos

Este trabalho tem como abrangência o estudo dos modelos clássicos de localização, em especial o modelo de localização agrícola de von Thünen. O modelo de Thünen, que está inserido nas disciplinas de Análise Espacial e Geografia Econômica, foi o pioneiro na teoria de localização, servindo de base teórica para muitos outros modelos da teoria da localização.

O objetivo geral deste trabalho é estudar o modelo de uso do solo agrícola proposto por von Thünen, que tinha como objetivo otimizar a produção através da correta distribuição das atividades agrícolas.

O objetivo específico é desenvolver um aplicativo computacional que tem como objetivo explorar, metodologicamente, o modelo de uso do solo agrícola

idealizado por Johann Heinrich von Thünen, em 1826, em sua obra “O Estado Isolado”.

Organização do Trabalho

O trabalho é composto de cinco capítulos, sendo o primeiro deles o capítulo introdutório. Neste capítulo são apresentadas a motivação e justificativas para a realização do trabalho, assim como os objetivos propostos.

O capítulo dois trata da sustentação teórica do trabalho, fazendo uma revisão das definições, conceitos e modelos clássicos da Análise Espacial. É, também, apresentada uma breve história do pensamento geográfico, desde suas origens até à geografia espacialista.

O terceiro capítulo faz uma exposição mais profunda do modelo de von Thünen, explorando de forma simplificada as formulações matemáticas e os conceitos envolvidos no uso do solo agrícola.

O processo de desenvolvimento do aplicativo, assim como as telas e o funcionamento básico do mesmo é apresentado no capítulo quatro, servindo como ferramenta prática para o conteúdo teórico do capítulo três. O quinto e último capítulo consiste nas considerações finais deste trabalho.

Estão incorporados como anexos ao trabalho o manual do usuário do aplicativo Tellow e o CD-ROM de instalação do mesmo. Para a realização do desenvolvimento do software foi utilizada uma metodologia orientada por objetos, com o uso da UML (Unified Modeling Language) para modelagem e documentação do

aplicativo e uma linguagem moderna e suportada por um ambiente baseado em um framework (Visual C# .Net).

2. MARCO TEÓRICO

O Pensamento Geográfico

A Geografia, ciência que tem o espaço como objeto de estudo, é uma ciência generalista devido ao seu caráter holístico. Como disciplina de formação, a Geografia engloba uma área mais ampla e abrangente do conhecimento científico, não sendo possível existir especialistas em Geografia. Este é um dos motivos da existência de uma imprecisão do conceito que as pessoas têm sobre Geografia já que ela é integradora de vários tipos de conhecimento.

De acordo com Amorim (1982), a história do pensamento geográfico se confunde com a própria história da humanidade já que o homem utiliza seus conhecimentos geográficos desde a sua origem. O homem sempre teve a preocupação de poder se localizar no espaço e saber localizar coisas, lugares e fenômenos que o cercam. Nas sociedades primitivas a atividade geográfica era essencial para a própria sobrevivência do homem, pois ele precisava se locomover à procura de novas fontes de alimento e para se proteger do frio ou outros fenômenos naturais. Deste modo, eram feitos desenhos no interior das cavernas e outros locais de moradia da provável localização das fontes de alimento e riquezas, produzindo os primeiros mapas. O conhecimento do território e a capacidade de se orientar eram qualidades muito valorizadas, e estavam presentes na figura dos guias.

De acordo com Malek (1979), os guias eram capazes de “ler” as estrelas, localizar areias de diferentes calibres, escutar os animais, as plantas, as pedras e o

vento. Esta “orientação geral” surgiu como uma necessidade de sobreviver a qualquer custo e também da própria curiosidade humana. O homem é por natureza um ser muito curioso, está sempre em busca do “Por que” das coisas, com o desejo de conhecer tudo que é desconhecido, de ir a lugares longínquos ou nunca visitados. Esta curiosidade, que leva o pensamento humano à busca do desconhecido, é que conduz o homem ao estudo e à ciência. Desta forma, podemos concluir que o espírito geográfico que impulsionou o homem a ir adiante e conquistar novos mundos em busca da sobrevivência, também foi a força motriz que incentivou o homem a fazer geografia.

A Geografia evoluiu juntamente com o homem e teve grandes contribuições de vários povos e civilizações ao longo dos tempos, permitindo o seu aprimoramento. Pode-se destacar neste contexto a geografia dos gregos e romanos, as geografias medievais, o iluminismo e colonialismo e as escolas clássicas de geografia: a alemã e a francesa. Essas diversas fases e paradigmas da geografia não se sucederam de forma seqüencial, mas coexistiram em determinados momentos, contribuindo para a evolução epistemológica dessa ciência. Desde o início da jornada do homem no ecúmeno terrestre até o final do século XIX a geografia passou por grandes transformações e se consolidou como uma grande ciência integradora.

No período compreendido entre o início do século XX e a primeira guerra mundial, houve o surgimento de uma geografia conhecida pelos geógrafos americanos como “New Geography” (“Nova Geografia”). Esta geografia teve maior difusão nos Estados Unidos e foi marcada pela institucionalização da Geografia no ensino e pelo surgimento dos departamentos de Geografia nas universidades americanas e de figuras importantes como Carl Sauer e o geólogo William Morris

Davis, que em 1903 fundou a AAG (Associação Americana de Geógrafos) e foi seu primeiro presidente. Davis teve contribuições importantes para a geografia física (Geomorfologia), além de colaborar para o desenvolvimento do ensino da geografia e formar, assim como Vidal de La Blache, geógrafos de grande qualidade.

Em meados do século XX o pensamento geográfico sofre modificações marcantes, originadas pelas mudanças sucessivas ocorridas no conhecimento científico e pela profunda transformação dos setores tecnológico, social e econômico provocados pela Segunda Guerra Mundial. Esse processo de alterações estruturais da ciência contribuiu para o surgimento de diversas correntes e tendências resultando em uma pluralidade paradigmática da Geografia.

Após a II Guerra Mundial, a geografia das grandes escolas clássicas europeias sofre duras críticas por parte de alguns geógrafos, como o americano J. Ackermann, devido a ação insuficiente da Geografia durante a guerra. Os trabalhos que eram desenvolvidos não atendiam as necessidades da época e o dinamismo de uma guerra, pois eram baseados em uma geografia regional descritiva de acordo com os padrões da escola francesa. Este tipo de proposta demandava muito tempo e análise de campo para ser concluído, o que não era compatível com a urgência das necessidades de soluções geográficas durante o desenrolar da guerra.

Com o final da II Guerra, era necessária uma geografia aplicada que atendesse a necessidade de reconstrução das cidades europeias destruídas durante a guerra. Assim sendo, a UGI (União Geográfica Internacional) promove um congresso em Lisboa, em 1949, quatro anos após o término da guerra, para propor a adoção de uma geografia aplicada, que atendesse a demanda de uma nova realidade mundial. Foi iniciada, neste contexto, a primeira revolução quantitativa e teórica da Geografia que propunha entre outras coisas um rigor maior na aplicação

da metodologia científica e a utilização de técnicas provenientes das ciências exatas como ferramenta importante no desenvolvimento dessa nova geografia. Ela buscava por modelos e teorias para a Geografia, e utilizava um maior nível de abstração para a explicação dos fenômenos geográficos. O objeto de estudo da Geografia, em si, não sofre mudanças, mas sim a forma de se fazer geografia (AMORIM, 2003).

A Nova Geografia do início do século evolui até a Segunda Guerra Mundial dando origem a uma nova corrente do pensamento geográfico denominada Geografia Teórica Quantitativa, ou Geografia Espacialista. Esta geografia surgiu após 1950, tendo origem no grupo de alunos de William Garrison, na universidade de Washington, conhecidos como Cadetes de Washington ou Cadetes da Geografia Quantitativa. De acordo com Abreu (2003), os geógrafos da escola europeia têm a tendência de nomear a Geografia Teórica Quantitativa de “Nova Geografia”. Entretanto, a “New Geography”, denominada pelos americanos como a geografia exercida antes da I Guerra Mundial, precedeu a Geografia Espacialista e foi marcada pela criação dos departamentos de Geografia nas universidades americanas (Chicago e Michigan) e pela criação da AAG em 1903.

A Geografia Teórica Quantitativa pregava, entre outras coisas, um rigor maior na aplicação da metodologia científica, o desenvolvimento de teorias e uso de modelos da Geografia além do uso de técnicas estatísticas e matemáticas (CHRISTOFOLETTI, 1985). Os geógrafos da Geografia Teórica Quantitativa tinham a preocupação de utilizar uma abordagem sistêmica e exploravam outras áreas do conhecimento como a Economia Regional e a Geografia Urbana.

Posteriormente, a insatisfação de alguns geógrafos com a Geografia Teórica Quantitativa inicia uma crise na Geografia que culmina em um movimento de oposição radical cujo produto é o surgimento de duas correntes geográficas

denominadas “geografia crítica ou radical” e outra conhecida como “geografia humanística”. A partir desse ponto, há um predomínio de uma geografia multiparadigmática, o que não pode ser visto como uma desvantagem, uma vez que enriquece a Geografia com a criação de novos conceitos e promove um dinamismo científico. Isso ocorre porque cada tendência possui pontos positivos e negativos e tem contribuições a fazer para a evolução da ciência.

A Geografia Espacialista assume um novo status como ciência, passando a ser fornecedora de conhecimento (Teorias, Leis e Métodos) para outras ciências. Apesar da Geografia Teórica-Quantitativa fazer a passagem do estudo do particular para o geral, ou seja, gerar conhecimento que pode ser utilizado por outras áreas da ciência, a Geografia Clássica ou Tradicional é que dá suporte científico para a Geografia Espacialista, pois é necessário ter um fundo teórico que sirva de sustentação.

Após a II Guerra, os Cadetes de Washington, juntamente com o grupo de Iowa e os pesquisadores de Sociologia Urbana e Economia Regional participaram da disseminação da Geografia Quantitativa. O uso da matemática e da computação como ferramentas essenciais para análise do espaço e resolução de problemas é uma marca constante dessa Geografia Espacialista.

Segundo Abreu (2003), um dos cadetes da Geografia Quantitativa, Waldo Tobler, professor do Departamento de Geografia da Universidade da Califórnia, foi o autor do primeiro mapa feito no computador, o qual foi concebido no ano de 1959. Ele é considerado o Pai da Cartografia Analítica e foi o responsável, juntamente com sua equipe, pela criação das bases dos softwares de GIS. Tobler é, também, o autor da “Primeira Lei da Geografia”, segundo a qual fatos geográficos mais próximos

possuem uma maior correlação do que os localizados mais distantes um do outro, ou seja, uma região pode causar impacto em seus vizinhos.

O surgimento dos Sistemas de Informação Geográfica devido à disseminação do uso de computadores no meio acadêmico é considerado o causador da Segunda Revolução Teorético Quantitativa da Geografia. Os Sistemas de Informação Geográfica, também conhecidos como GIS (Geographic Information Systems), surgiram na década de 60 e 70 e, até os dias de hoje, representam um importante ambiente para a Análise Espacial.

Análise Espacial

A Análise Espacial pode ser entendida como o conjunto de procedimentos analíticos feitos sobre dados de natureza espacial que auxiliam a tomada de decisões. Cabe aos analistas do espaço, portanto, avaliar os problemas de natureza geográfica e utilizar as ferramentas e recursos necessários, como modelos, métodos, ferramental matemático e computacional, para propor soluções cabíveis.

O caso ocorrido com o Dr. John Snow em Londres é um exemplo clássico da utilização da Análise Espacial e foi um marco tanto para a Medicina como para a Geografia. Devido à ocorrência de uma epidemia de cólera, que assolava a população londrina na metade do século XIX, Snow fez um mapeamento das mortes por cólera ocorridas em 1854 na cidade de Londres. Através da análise da distribuição espacial da doença, ele chegou à conclusão que a epidemia de cólera estava relacionada com o consumo de água de uma das bombas de água em

especial que eram usadas pela população na época, a bomba de Broad Street. Após inutilizar esta bomba de água, a água contaminada não foi mais utilizada e a epidemia de cólera foi controlada. Além de ser um exemplo clássico de análise de dados espaciais, foi uma grande descoberta para a epidemiologia, com a descoberta das formas de transmissão da cólera (ABREU, 2003).

Deste modo, pode-se notar a importância da Análise Espacial para a ciência e para o desenvolvimento e sobrevivência do homem. Entretanto, para que os geógrafos possam analisar os fatos ou fenômenos que ocorrem em um local no espaço é necessário começar este diagnóstico através de um conjunto de questões básicas. De acordo com Abreu (2003), as questões básicas para identificação e análise de um fenômeno são as seguintes:

- *O que é?* – esta questão está ligada ao conceito de Determinação, ou seja, em primeiro lugar deve-se caracterizar o fenômeno a ser analisado.
- *Onde é?* – esta questão está ligada ao conceito de Localização, ou seja, somente interessa ao geógrafo aquilo que pode ser localizado e pode ser referenciado no espaço.
- *Qual o padrão?* – esta questão está ligada à existência de um padrão que pode ser observado na distribuição do fenômeno no espaço.
- *O que mudou?* – esta questão está relacionada à observação de uma tendência que o fenômeno analisado tende a seguir conforme o padrão observado.
- *Por onde ir?* – esta questão está ligada ao conceito de Direção, ou seja, para qual direção o fenômeno irá progredir, ou qual será a futura localização do mesmo.

- *O que acontece se?* – esta questão estabelece condições possíveis de fatos que podem ocorrer relacionados ao fenômeno em questão e quais seriam ou são as prováveis conseqüências.
- *Por que ocorre?* – esta questão tem o objetivo de dar uma explicação sobre o fenômeno e suas causas, concluindo a análise feita sobre o mesmo nas questões anteriores.

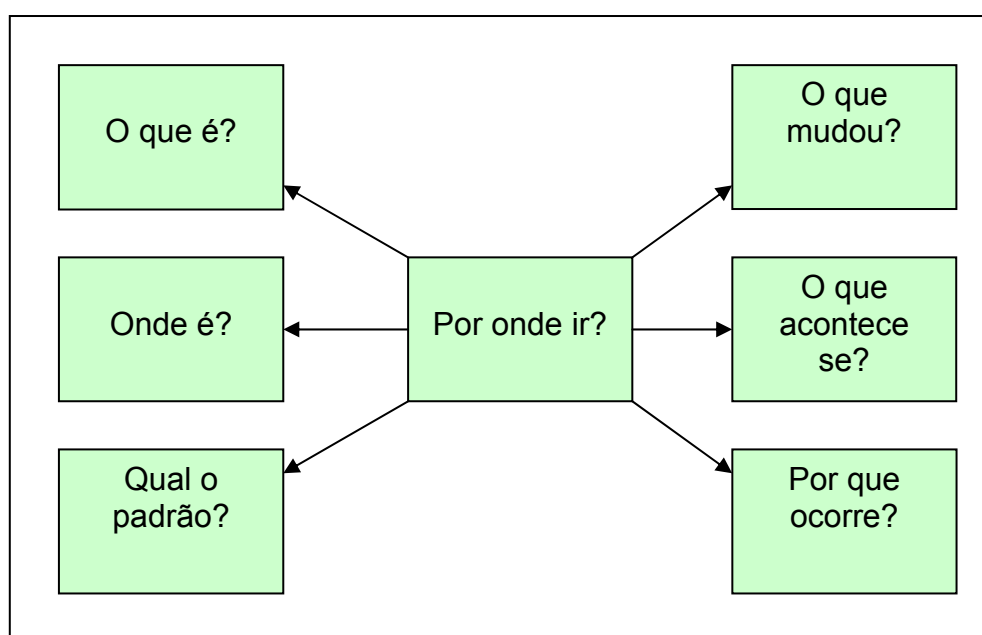


FIGURA 1 - Questões Básicas

Estas questões, que estão organizadas em forma de organograma na FIGURA 1, têm como ponto central a questão “Por onde ir?”, ou seja, o questionamento relacionado à localização no espaço. Esta necessidade do homem de se localizar e de localizar fenômenos no espaço está intimamente ligada à essência da Geografia e ao papel do geógrafo ou analista espacial.

De acordo com Gould (1985), existe uma grande imprecisão por parte da maioria das pessoas sobre a Geografia e sobre as atribuições do geógrafo. Esta imprecisão é, em parte, explicada pelo fato de ser a Geografia uma grande

disciplina, integradora de várias áreas do conhecimento. Assim, devido ao seu caráter holístico, a Geografia é considerada uma ciência generalista ou disciplina de formação, o que aumenta o campo de atuação do geógrafo.

Segundo Abreu (2003), o geógrafo tem seu trabalho classificado em vários níveis de ação. Estes vários níveis de ação do geógrafo estão relacionados ao tipo de atividade realizada no desempenho de suas funções. Os níveis de ação do geógrafo podem ser detalhados da seguinte forma:

1) Descritivo Básico – trabalha basicamente com descrições detalhadas, realizando inventários locacionais, utilizando bancos de dados, fazendo diagnóstico de áreas e relatórios em geral. Suas atividades têm um enfoque baseado na solução de problemas por enfoque direto, ou seja, está sempre em contato direto com o problema e com sua solução.

2) Analítico Funcional – o nível de ação deste geógrafo vai um pouco além do descritivo, realizando atividades relacionadas a estudo de fluxos, áreas de influência, hierarquias urbanas e regionalizações. Ele está um nível acima do prático, possuindo um grau maior de abstração.

3) Analítico Dinâmico – este geógrafo está em um nível mais sofisticado de ação, atuando em áreas com maior grau de abstração e reflexão como as previsões, simulações e tendências.

4) Dinâmico Crítico – também considerado como Marxista, este nível de ação está relacionado a processos históricos e sociais no espaço como também a aspectos políticos.

5) Eclético – atua em várias áreas do conhecimento possuindo várias habilidades e capacidades variadas. Este geógrafo está em contato com as

novas Demandas da Sociedade da Informação e tem o mapeamento como fundamental ferramenta de trabalho.

As atividades intelectuais realizadas pelos geógrafos dos diferentes níveis de ação podem ainda ser caracterizadas de acordo com a Pirâmide Científica representada pela FIGURA 2. Esta pirâmide representa o nível de abstração envolvido nas atividades intelectuais de um determinado profissional, sendo que quanto maior o nível de abstração mais distante ele está do problema e quanto maior o nível de ação ou menor o nível de abstração mais prático e próximo ao problema.

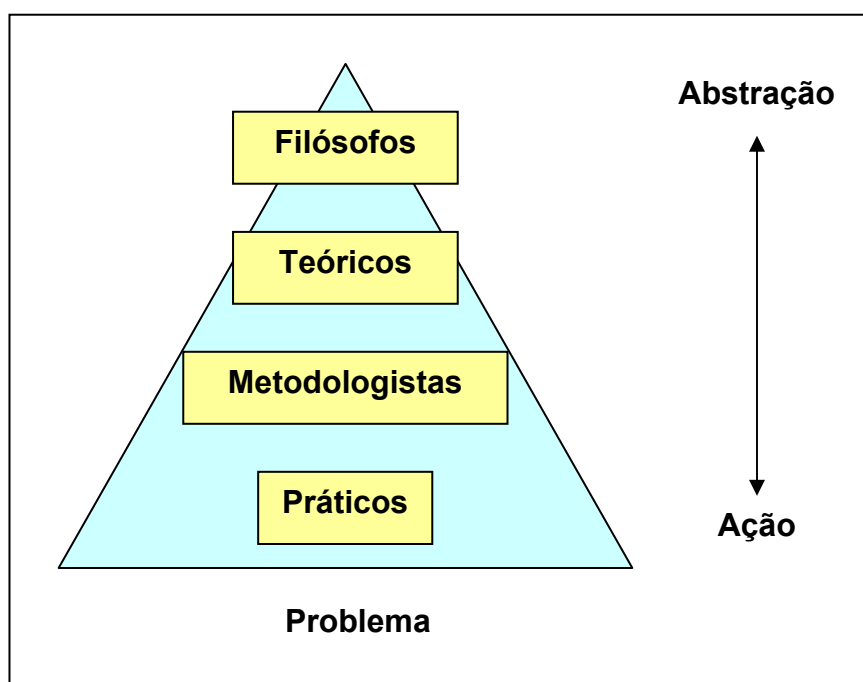


FIGURA 2 - Pirâmide Científica.
FONTE: Abreu (2003)

Tipos de Distância

Devido à evolução constante dos meios de transporte, assim como a inovação nos meios de comunicação e a alta tecnologia utilizada nos sistemas de processamentos de dados, tem-se hoje uma realidade na qual as distâncias foram “diminuídas”, o que tem contribuído para um “encolhimento do mundo”.

Entretanto, não se pode afirmar que o fim das distâncias, e por consequência, o fim da geografia, está próximo de ocorrer, já que a geografia tem como objetivo o estudo da diferenciação do espaço. A redução das distâncias promovidas pelo advento da tecnologia e evolução dos meios de transporte gera várias implicações de natureza econômica, social e cultural que também fazem parte do alvo de estudo da Geografia. Já que, segundo Meynier (1971), o objetivo final da geografia é “alcançar melhores condições de vida para a humanidade” devido a uma compreensão melhor do planeta originada por uma reflexão profunda dos fenômenos geográficos.

Para que se possa analisar esta redução das distâncias, deve-se, primeiramente, observar os tipos de distância ou espaço. De acordo com Abreu (2003), as distâncias podem ser classificadas como:

- Distância ou Espaço Absoluto – é a distância que é medida através da distância física entre dois pontos, ou seja, é expressa em unidades de distância como quilômetros, metros etc.

- *Distância ou Espaço Tempo* – é a distância medida em função do tempo gasto no percurso da mesma. Assim, quanto menos tempo é gasto, ou quanto mais rápido percorre-se um trecho entre dois pontos, menor é a distância, que pode ser expressa em dias, horas, minutos etc.
- *Distância ou Espaço Custo* – é a distância medida em função do custo despendido em função da locomoção entre dois pontos. Deste modo, quanto menor o custo de uma viagem ou transporte, menor é a distância.
- *Distância ou Espaço Social* – é a distância medida pela quantidade de contatos sociais entre as pessoas através de meios de comunicação variados. Duas pessoas podem morar em uma mesma rua, mas estão mais distantes do que duas pessoas em países diferentes que tem mais contatos sociais através de cartas, do telefone, da Internet etc.

Esse processo, no qual o movimento dos indivíduos é facilitado pela evolução dos meios de transporte, é denominado “Redução da Fricção da Distância”, “Convergência Espaço-Tempo” ou “Compressão Espacial” (ABREU & BARROSO, 2003). Pode-se então afirmar que esta Convergência Espaço/Tempo causada pela evolução e aprimoramento dos meios de comunicação e locomoção pode causar uma multiplicação das escalas, resultando na diferenciação do conceito de distância (ABREU, 2003).

Segundo Miranda (2004), o Modelo de Convergência Espaço-Tempo proposto por Donald George Janelle, em 1966, em sua tese de doutorado, na Universidade de Michigan, se propõe a estudar a reorganização espacial das atividades humanas

baseando-se nos “tempos de viagem” entre os lugares decorrentes da movimentação dos indivíduos. Janelle considerava a evolução da tecnologia dos transportes como um fator gerador de mudanças na organização do espaço. Através dos dados históricos dos tempos gastos no transporte entre dois lugares, pode-se utilizar o modelo para medir a variação do grau de convergência espaço-tempo, ou de aproximação entre dois lugares, através do Índice de Convergência Espaço-Tempo de Janelle.

Na FIGURA 3 é apresentado um gráfico da Convergência Espaço-Tempo da distância entre Edimburgo e Londres entre os anos de 1650 e 1966, com os respectivos meios de transporte da época. Através do Modelo de Convergência pode-se calcular o índice de convergência entre dois locais em certo intervalo de tempo. No exemplo da FIGURA 3, o índice de convergência entre Edimburgo e Londres, entre os anos de 1776 e 1966, é igual a 29, ou seja, a distância entre as cidades encolheu 29 minutos por ano (ABREU, 2003).

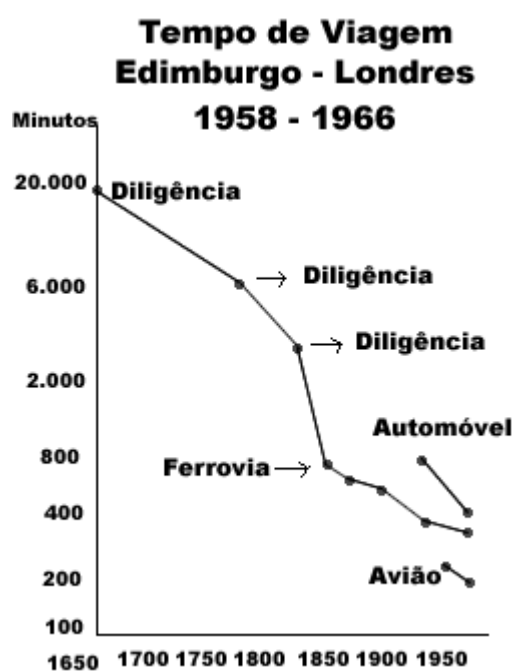


FIGURA 3 - Tempo de Viagem Edimburgo-Londres.
FONTE: Abreu (2003).

De acordo com o tipo de movimento realizado ao se percorrer uma distância podemos classificar a distância como Distância Euclideana e Distância Táxi ou Reticular (FIGURA 4). A Distância Euclideana é a distância representada por uma linha reta entre dois pontos no espaço, representado a menor distância entre esses pontos. Ela tem este nome devido ao fato de ter sido Euclides (matemático grego) o primeiro que se ocupou da organização dos conhecimentos da geometria do plano e do espaço. A Distância Táxi ou Reticular é a distância entre dois pontos conforme a métrica da “Geometria do Táxi”, proposta pelo matemático Minkowski (1864-1909), a qual se baseia em um modelo para o mundo “natural”, no qual existe uma malha reticular dominante, como ocorre nos grandes centros urbanos (ABREU & BARROSO, 2003).

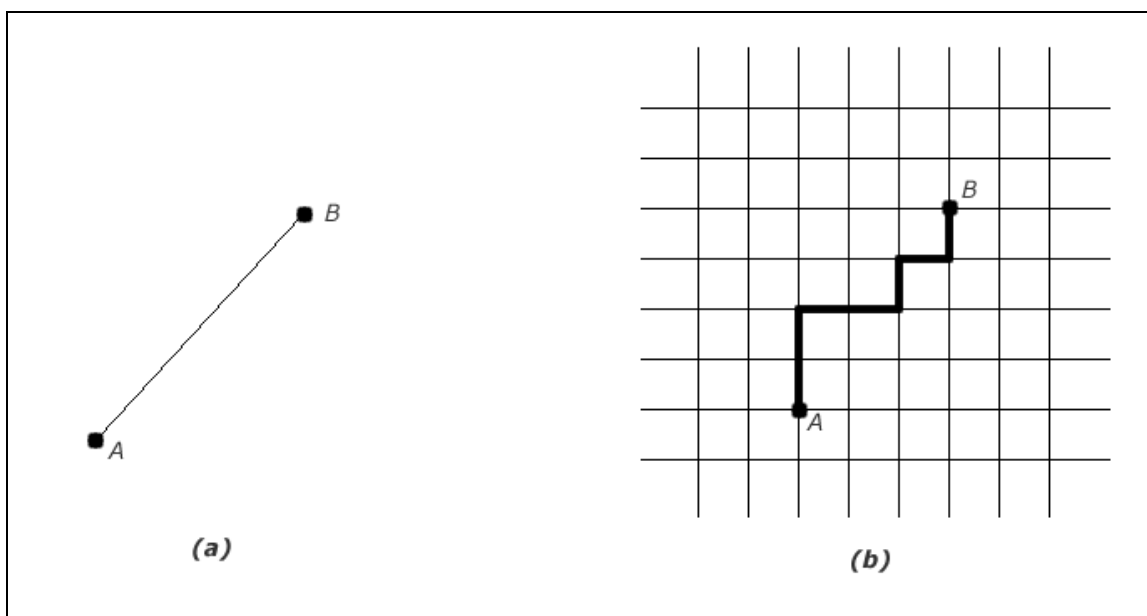


FIGURA 4 – Distância Euclideana (a) e Distância Táxi (b).

Modelo Têmporo-Espacial de Hagerstrand

A Difusão Espacial, que trata de movimentos de seres, objetos e informações no espaço e através do tempo, é abordada por vários geógrafos como o americano Carl Sauer, professor da Universidade da Califórnia (Berkeley) e o geógrafo sueco Torsten Hagerstrand, cuja proposta se difundiu plenamente no contexto da Geografia Teórica-Quantitativa. Hagerstrand propôs um modelo têmporo-espacial no qual são estudadas as “trajetórias diárias” dos indivíduos, as quais são representadas graficamente e revelam o comportamento e espaço geográfico percorrido (MIRANDA, 2004).

O modelo consiste basicamente em representar através de um gráfico em três dimensões, sendo o tempo esta terceira dimensão além das duas coordenadas de localização no espaço, os locais em que uma pessoa está durante o dia, quanto tempo ela fica em cada local e o tempo de deslocamento entre estes locais (FIGURA 5). Através deste modelo é possível ter uma trajetória da vida diária e chegar a um padrão de comportamento de certo grupo de pessoas. Por isso ela é chamada de geografia do comportamento.

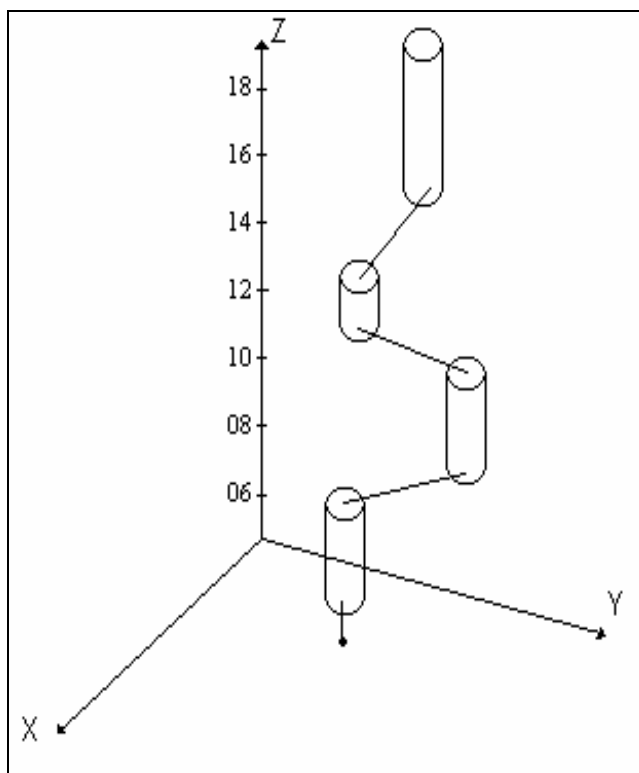


FIGURA 5 – Exemplo do Modelo Temporo-Espacial de Hagerstrand.

Matriz de Brian Berry

No estudo da região pode-se comparar áreas, analisando as diferenças ou semelhanças entre as mesmas. A Diferenciação de Áreas ou Inventário Locacional é conseguido com a utilização da Matriz de Brian Berry, sendo possível realçar as diferenças entre áreas ou identificar subáreas.

Local/Característica	S1	S2	S3	S4
Relevo	W	A	M	F
Hidrografia	X	B	N	G
Vegetação	Y	C	O	H

Sendo:

S1, S2, S3, S4: subáreas de uma determinada região.

W, A, M, F: características de relevo das subáreas.

X, B, N, G: características de hidrografia das subáreas.

Y, C, O, H: características de vegetação das subáreas.

Ao considerarmos as colunas da tabela, temos um Inventário Locacional, que enumera todas as características de uma certa subárea. Esta é a mesma Geografia feita pelos geógrafos tradicionais, o inventário de uma região. Ao considerarmos as linhas temos uma Diferenciação de Área, pois estaremos comparando as diferentes áreas tendo uma característica específica como parâmetro.

A Matriz de Brian Berry retrata uma determinada área como uma sobreposição de camadas de informação sobre a região, sendo que cada camada trata de uma característica diferente. Este tipo de ferramenta, ilustrado na FIGURA 6, permite visualizar camadas de informações geográficas que são sobrepostas, permitindo realizar operações e análises a partir destes dados. Esta visão regional foi importante para a criação do GIS.

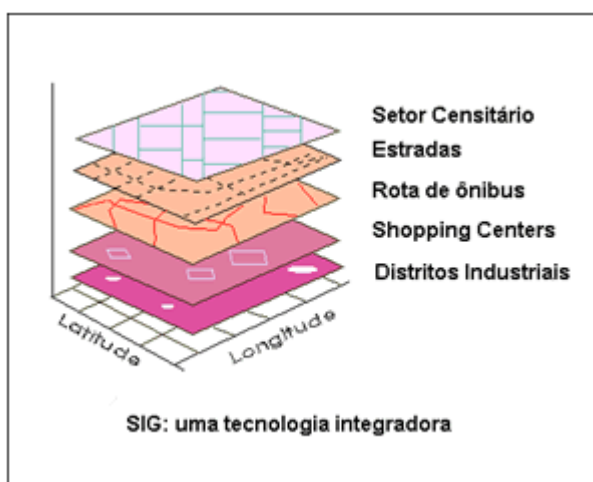


FIGURA 6 - GIS: Camadas Geográficas de uma Região.
FONTE: Abreu (2003).

Problema Geográfico

Segundo Abreu (2003), um problema geográfico pode ser resolvido com o uso da Matemática através da transformação de um problema geográfico em um problema matemático. Para se fazer essa passagem do problema geográfico para um problema matemático é necessário ter-se abstração para conseguir modelar o problema com sucesso. De acordo com a FIGURA 7, a resolução do problema matemático pode levar a uma solução para o problema geográfico. A vantagem deste processo é a de poder utilizar a Matemática, que é uma ciência com mais tempo que a Geografia, para resolver problemas geográficos.

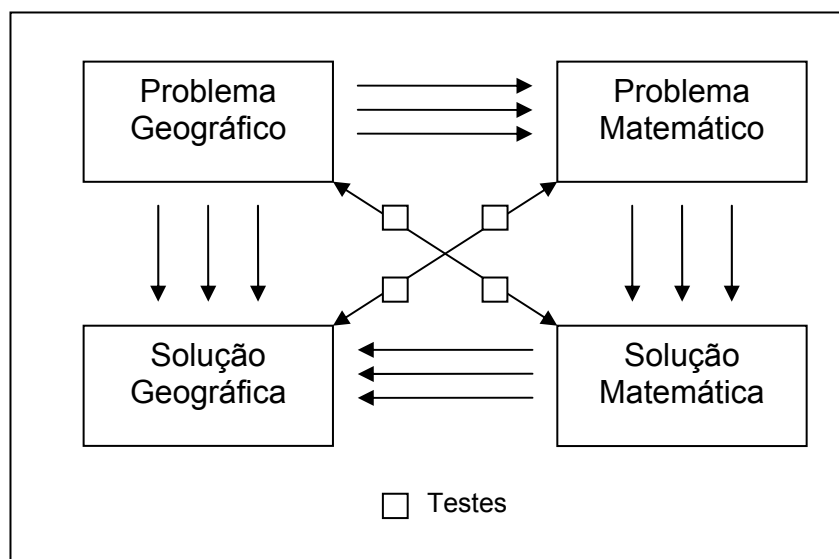


FIGURA 7 – Problema Geográfico e Problema Matemático.
FONTE: Abreu (2003).

As fases da Escola Americana de Geografia, Nova Geografia e Geografia Teorética-Quantitativa, formaram as bases da Cartografia Analítica de dos Modelos

de Análise Espacial, que levaram posteriormente ao surgimento dos Sistemas de Informação Geográfica (GIS). O GIS surgiu em um momento oportuno, em que as condições necessárias para seu surgimento foram encontradas. Estas condições foram: a existência de bases teóricas e metodológicas criadas pela Revolução Teórica-Quantitativa, o surgimento de novas tecnologias na área computacional e as novas demandas científicas feitas pelas academias.

Os Modelos Clássicos de Localização

Modelo de von Thünen

Von Thünen foi responsável pela introdução da dimensão espacial em problemas de natureza exclusivamente econômica. Através de seu modelo de uso da terra agrícola, baseado em um sistema de equações matemáticas, foi possível chegar a um modelo de equilíbrio estático da distribuição das atividades agrícolas no espaço Ferreira (1975).

Este modelo é baseado em uma situação hipotética na qual deve-se distribuir a produção de produtos agrícolas em uma planície isotrópica, isolada do mundo exterior, com custos constantes de produção e transporte e que possui um único mercado consumidor localizado ao centro, de forma que se obtenha uma maximização dos lucros da produção agrícola.

Em sua obra “O Estado Isolado”, Thünen introduziu conceitos como o da renda de localização e lançou as bases da teoria marginalista, utilizando a matemática como instrumento para fundamentação de suas pesquisas. O modelo de localização agrícola de Thünen será abordado com maiores detalhes no capítulo 3 deste trabalho.

Modelo de Weber

Alfred Weber, nascido em Erfurt na Alemanha em 1868, dedicou-se à Economia e à História e teve contribuições de grande importância para a ciência, assim como seu irmão Max Weber (FERREIRA, 1975). O fato de seu pai ser advogado, político do Partido Liberal, deputado pela Prússia e magistrado em Berlim lhe proporcionou um ambiente propício para um grande desenvolvimento intelectual e o contato com políticos e intelectuais da época. Weber obteve o título de doutor pela Universidade de Berlim, onde lecionou Economia. Posteriormente, foi para a Universidade de Praga e depois para Heidelberg, ficando conhecido como o grande ancião de Heidelberg.

Weber desenvolveu uma teoria de localização industrial com a intenção de ser uma teoria genérica e que pudesse ser aplicada em todos os casos. Com essa teoria, ele tinha o objetivo de analisar os custos relacionados à localização industrial que afetam a tomada de decisões sobre a melhor localização para uma indústria. Alfred Weber desenvolveu apenas a primeira parte de sua obra mestra “Über den Standort der Industrien” (Sobre a Localização das Indústrias). Esta primeira parte

tem como título “Reine Theorie dês Standorts” (Teoria Pura das Localizações), de acordo com Ferreira (1975).

Diferente da teoria de localização agrícola de Thünen, que visa responder quais atividades agrícolas devem ser colocadas em prática em um local, a teoria de localização industrial de Weber tem como objetivo determinar o local onde deve se localizar uma determinada atividade industrial. Esta diferença deve-se muito às diferentes épocas em que von Thünen e Alfred Weber criaram seus modelos. Thünen viveu em um período marcado pela economia agrícola, no qual o transporte das mercadorias era feito por carroças. Já na época de Weber, a Alemanha estava em processo de industrialização. Segundo Ferreira (1975), outra diferença marcante, é o fato de que no modelo de localização industrial existem várias alternativas de localização para uma indústria, ao contrário do que ocorre no modelo de von Thünen.

Para determinar o melhor local para instalação de uma indústria Weber analisa as vantagens oferecidas por certos locais em função da redução dos custos envolvidos na produção de manufaturas. O custo de transporte das matérias-primas, da fonte para a indústria, e do produto final, do local de produção para o mercado, tem papel decisivo na localização industrial no modelo de Weber. Weber determina o ponto de custo total de transportes mínimo utilizando o triângulo locacional, no qual existe um ponto de consumo (mercado) e as fontes de matérias-primas que oferecem maior vantagem.

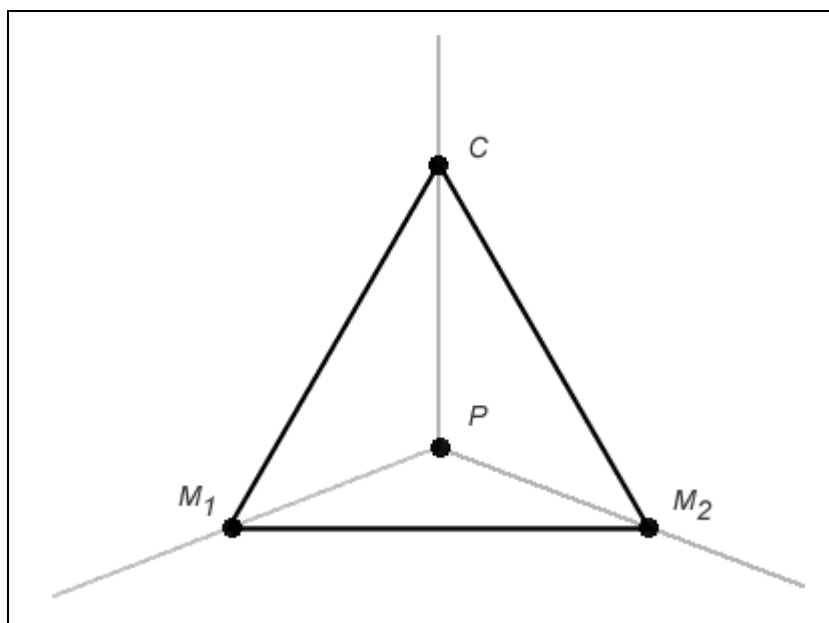


FIGURA 8 – Triângulo Locacional.

A FIGURA 8 representa um triângulo locacional no qual estão representados o ponto de consumo C , as fontes de matérias-primas M_1 e M_2 , e o ponto onde o custo de transporte é mínimo, que é representado pela letra P . O custo de transporte das matérias-primas e do produto final depende do peso do material a ser transportado e da distância a ser percorrida. Cada um dos pontos localizados nos vértices do triângulo (C , M_1 e M_2) exerce uma força de atração sobre o ponto de localização da indústria. Esta força de atração é proporcional ao peso de matéria-prima por unidade do produto final necessário para a produção, assim como é proporcional à distância a ser percorrida do local de produção para a fonte de matérias-primas, e do local de produção para o mercado.

De acordo com Ferreira (1975), no modelo de Weber, que pode ser considerado um modelo estático e de equilíbrio parcial, a localização de uma firma ou indústria não influencia no comportamento de outras, sendo um regime de concorrência perfeita. O preço dos produtos e as taxas de transporte das matérias-primas e produtos são iguais e constantes. Além dos custos de transporte, Weber

considera que outros fatores podem ter influência na localização industrial, que são o custo de mão-de-obra e as economias de aglomeração e desaglomeração.

Pontos onde as despesas com mão-de-obra sejam menores podem atrair firmas, caso os custos totais sejam mais favoráveis. O custo de mão-de-obra pode causar influência sobre a localização de uma indústria a partir do momento em que o montante economizado com a mão-de-obra é maior que o custo adicional de transporte originado pela mudança da firma do ponto de custo mínimo de transporte (FERREIRA, 1975). Existem ainda forças de aglomeração que tendem a concentrar atividades industriais relacionadas ou complementares em certas regiões devido à redução dos custos básicos e da facilidade de comunicação, no caso da economia de aglomeração. Mas as economias de desaglomeração podem ter o papel contrário devido ao aumento do custo do terreno devido à concentração das empresas ou outro fator que enfraqueça esta aglomeração (BRADFORD & KENT, 1987).

Teoria do Lugar Central

A Teoria do Lugar Central, uma das grandes teorias da geografia, foi desenvolvida pelo geógrafo alemão Walter Christaller (1893-1969) em seu livro *Central Places in Southern Germany*, escrito em 1933, e pelo economista alemão August Lösch (1907-1945) em seu trabalho sobre as regiões econômicas. Essa teoria trata basicamente da geografia do povoamento, baseando-se muito nas idéias dos modelos de von Thünen e de Weber, discutidos anteriormente. Segundo

Bradford & Kent (1987), essa teoria tem como objetivo a explicação da organização espacial das povoações e das áreas de influência.

Christaller não estava inserido no meio acadêmico e teve uma produção mais isolada. Ao observar o mapa da Alemanha, notou que as cidades estavam distribuídas sob uma certa hierarquia e que haviam poucas grandes cidades próximas umas das outras, gerando espaços entre os grandes aglomerados (ABREU, 2003). Deste modo, a partir da análise do mapa Christaller propôs uma teoria na qual as cidades fazem parte de uma rede e se relacionam, tendo cada uma delas uma função.

Lösch propôs que a hierarquia e organização existente entre as cidades são estabelecidas de acordo com os produtos ou funções que elas disponibilizam. De acordo com Ferreira (1975), “Lösch conhecia a Teoria da Localização desde von Thünen até a sua época” e foi o primeiro a desenvolver um modelo de equilíbrio geral completo, apresentando, de modo abstrato, as inter-relações de todas as localizações.

A teoria do lugar central é baseada em um conjunto de princípios, que em alguns casos são semelhantes aos da teoria de localização agrícola de von Thünen. Os princípios do sistema de mercado são:

1. Existência de uma planície uniforme, que não tem limites e possui um único tipo de transporte, cujo custo é proporcional à distância e pode ser realizado em qualquer direção.
2. A população é distribuída uniformemente por toda a área.
3. As povoações ou lugares centrais estão localizados nesta superfície e fornecem bens e serviços, administrando sua área de influência.

4. Os consumidores procuram os lugares centrais mais próximos quando precisam de bens ou serviços.
5. As mercadorias e serviços possuem o mesmo preço básico em qualquer centro em que sejam oferecidos.
6. Os fornecedores procuram maximizar os lucros, obtendo uma maior área de mercado e localizando-se o mais distante possível dos concorrentes.
7. Os consumidores não devem estar distantes dos fornecedores a uma distância maior do que estão dispostos a percorrer. Lugares centrais que fornecem muitas funções são chamados de Centros de Ordem Superior. Os outros lugares, que oferecem uma quantidade menor de funções são denominados Centros de Ordem Inferior.
8. Os centros de ordem superior fornecem todas as funções oferecidas pelos centros de ordem inferior, chamadas funções de ordem inferior, além de certas funções que são oferecidas apenas por eles, que são as funções de ordem superior.
9. Todos os consumidores possuem o mesmo rendimento e a mesma necessidade de bens e serviços.

A área de abrangência de um fornecedor, ou seja, o alcance ou raio de ação de seus produtos será igual à distância máxima que o consumidor está disposto a percorrer para adquirir o bem, considerando o custo decorrido do transporte (FIGURA 9 – A). Entretanto, para que um fornecedor não tenha prejuízo, ele deve ter uma procura mínima por seus produtos para que possa arcar com os custos de produção do bem ou serviço. Esta dimensão de mercado é denominada limiar mínimo. O limiar pode ser representado como uma dimensão mínima da área de

mercado que possibilita ao fornecedor ter um lucro (FIGURA 9 - B). Assim, o fornecedor precisa ter uma área de mercado que deve ser no mínimo igual à área definida pelo limiar e no máximo igual à área definida pelo raio de ação do bem (BRADFORD & KENT, 1987).

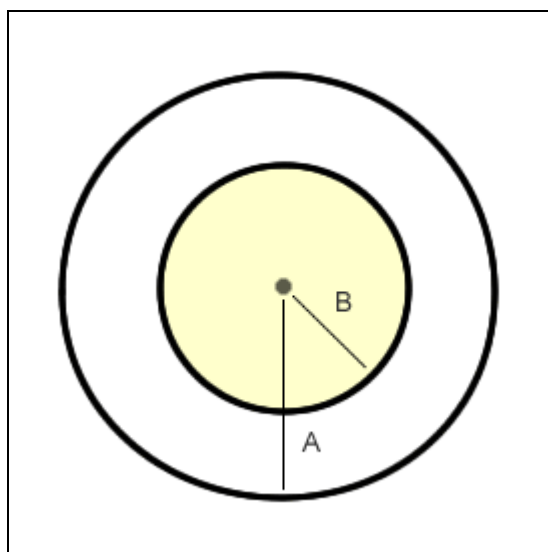


FIGURA 9 – Raio de Ação (A) e Limiar Mínimo (B).

Os centros se distribuem pela planície de forma homogênea, de modo que estejam distantes uns dos outros o suficiente para que os círculos formados pelo raio de ação se interceptem formando áreas de mercado hexagonais. A FIGURA 10 ilustra a formação das áreas de mercado com a forma de um hexágono, tendo uma cidade localizada no ponto central. Tanto Christaller quanto Lössch concordam que áreas de mercado de forma hexagonal representam a solução ótima para um determinado bem ou serviço, considerando os princípios citados anteriormente. De acordo com Lössch, a área de mercado no formato hexagonal é a mais favorável, pois permite o maior volume de vendas possível, possibilitando que todos os consumidores sejam atendidos com menor fricção da distância (FIGUEIREDO, 1998).

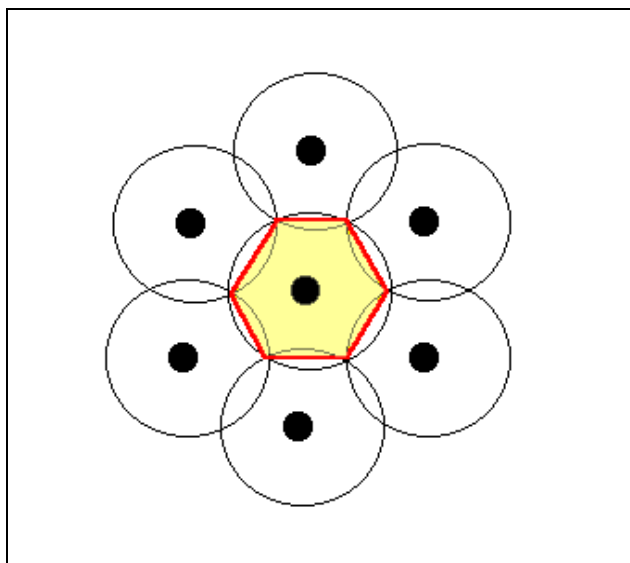


FIGURA 10 – Formação das áreas de mercado.

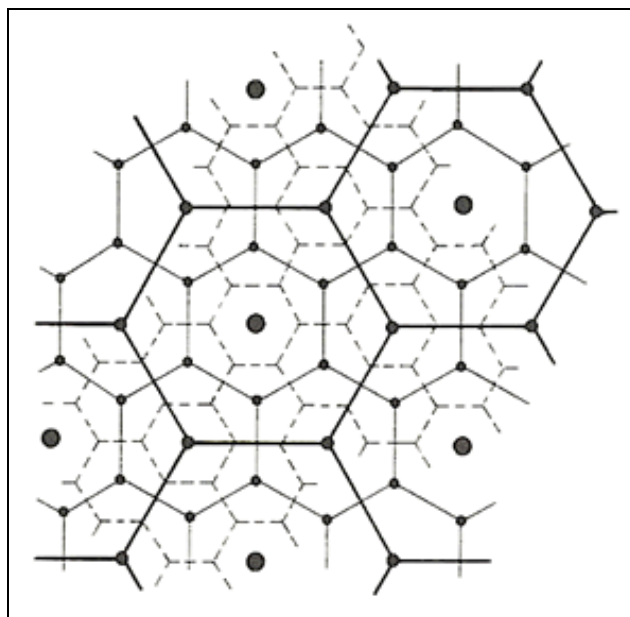


FIGURA 11 – Áreas de mercado.

Entretanto, existem algumas diferenças no ponto de vista desses dois autores. Segundo Berry (1967), Lössch considerava que o povoamento se encontrava distribuído em explorações agrícolas organizadas em forma de rede triangular, e não distribuído de forma contínua por toda a planície como acreditava Christaller. Além do mais, Christaller construiu suas hierarquias partindo dos centros metropolitanos ou de ordem superior para os centros de ordem inferior, enquanto Lössch fez o

caminho inverso, começando pelos bens locais ou dos centros de ordem inferior. Berry (1967) afirma que os pensamentos de Christaller são mais relevantes para se compreender a geografia de vendas ao consumidor ou de prestação de serviços, enquanto Lösch provê um sistema para analisar a distribuição espacial da manufatura orientada ao mercado.

3. O MODELO DE VON THÜNEN

O modelo de uso da terra proposto por von Thünen foi de suma importância para a Geografia e Economia, uma vez que seus estudos contribuíram para o desenvolvimento das bases da Análise Espacial e introduziram uma preocupação com a distância em problemas de natureza econômica. De acordo com Ferreira (1975), von Thünen (1783 - 1850) é considerado o fundador da Economia Matemática e da Econometria, sendo também o pioneiro das teorias da localização das atividades econômicas.

Johann Heinrich von Thünen

Segundo Schneider (1992), Johann Heinrich von Thünen era descendente de uma antiga família tipicamente feudal alemã e nasceu em Junho de 1783 na propriedade de seu pai, localizada no Grande Ducado de Oldenburg. Seu pai, Edo Christian von Thünen, conhecido como um homem de grandes conhecimentos nas áreas de matemática e mecânica, faleceu quando Johann tinha apenas dois anos de idade. Sua mãe se casou novamente em 1789 com von Buttell, que era comerciante, e juntamente com os filhos de seu primeiro casamento se mudou para uma pequena cidade na baía de Jahde.



FIGURA 12 – Johann Heinrich von Thünen.

Von Thünen não teve uma educação comum. Suas atividades acadêmicas compreendiam treinamentos em práticas agrícolas e outras disciplinas como a matemática, para a qual tinha uma habilidade especial (FERREIRA, 1975). Thünen era um aluno estudioso e seu extradiordinário talento para a matemática pode ser comprovado pelas soluções para problemas matemáticos encontrados em seus manuscritos, de acordo com Schneider (1992).

Devido ao seu grande interesse pela agricultura e a expectativa de assumir as terras que foram de seu pai, Thünen ingressou como estudante na propriedade de Gerrietshausen, em 1799, onde se tornou familiarizado com as práticas e tarefas agrícolas (SCHNEIDER, 1992). O interesse de von Thünen pela agricultura e pela matemática foram de suma importância para a concretização de sua obra, a qual envolve estas duas áreas de conhecimento.

De acordo com Ferreira (1975), von Thünen passou dois semestres na universidade de Göttingen além de freqüentar a escola agrícola de Gross-Flottbeck, próxima à cidade de Hamburgo. O interesse de Thünen pelas diferentes formas de cultivo da terra foi despertado através de observações em propriedades tradicionais como a de Gross-Flottbeck, na qual não havia ligações com o mercado, comparadas

à propriedade de Klein-Flottbeck (próxima da cidade de Hamburgo), onde havia uma cultura intensiva e condicionada às leis de uma economia de mercado. Segundo Schneider (1992), foi em Gross-Flottbeck que Thünen chegou à idéia do “Estado Isolado”, idéia fundamental de sua grande obra, alguns anos mais tarde.

Em 1803, Johann freqüentou palestras de Albrecht Thaer, um dos maiores cientistas agrícolas alemães, além de continuar realizando estudos matemáticos na cidade de Celle. Além disso, Thünen cursou dois semestres na Universidade de Göttingen antes de se casar, em 1806, com Helene Berlin, irmã de um de seus colegas de estudo (SCHNEIDER, 1992).

No ano de 1810, von Thünen adquiriu a propriedade Tellow, em Mecklemburg, a qual ficava próxima à cidade de Rostock. Nesta propriedade, ele passou o resto de sua vida realizando estudos empíricos na área agrícola e produzindo sua obra (FERREIRA, 1975). A FIGURA 13 representa um mapa com a atual localização de Tellow, no norte da Alemanha. Sua obra fundamental “Der Isolierte Staat in Beziehung auf Landwirtschaft und Nationalökonomie”, conhecida como “O Estado Isolado”, foi publicada em 1826 sendo considerada um marco histórico para as teorias da Economia Espacial. Nesta obra, Thünen lança as bases da teoria da localização que foi explorada mais tarde por outros estudiosos como Lösh e Weber.

Além do modelo de uso do solo agrícola, von Thünen teve outras grandes contribuições como a criação das bases da teoria marginalista, elaboração de um método lógico de análise, além de outras teorias de finanças públicas e localização urbana e industrial (WRIGHT, 1982).

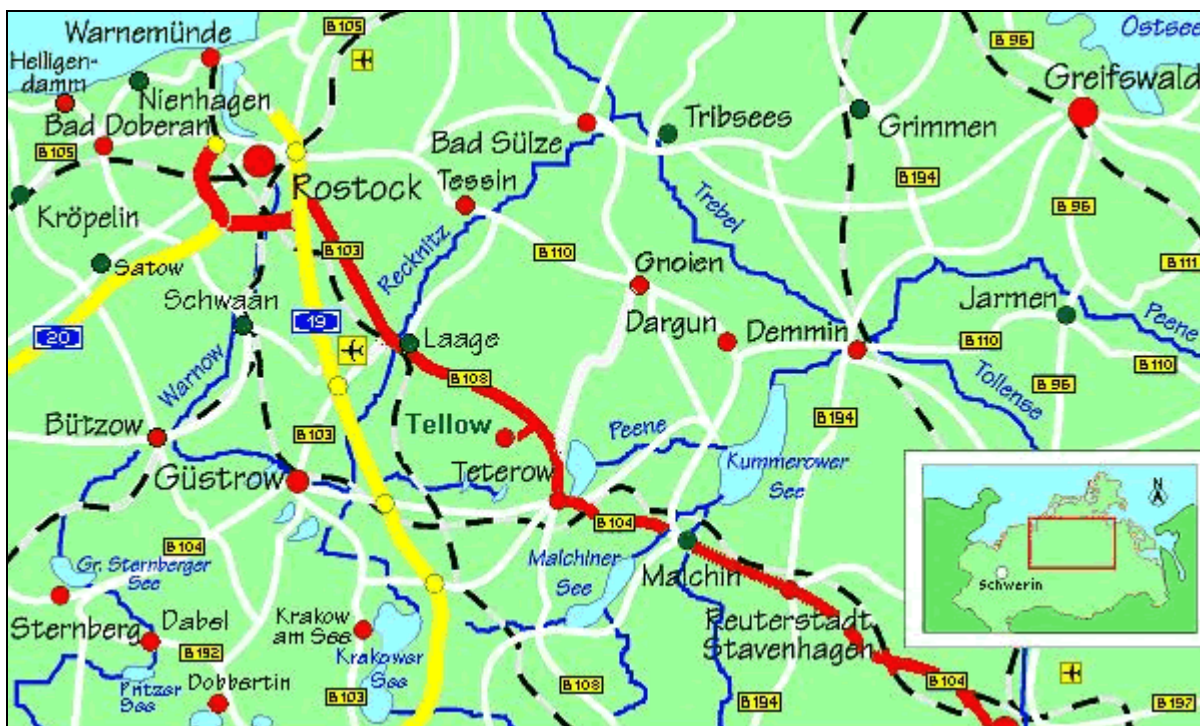


FIGURA 13 – Mapa com a localização atual de Tellow
(FONTE: <http://www.veloplus.ru/maz/imag/maz205.jpg>).

Uma importante contribuição de Thünen foi o desenvolvimento da fórmula do “Salário Natural”, representada por $W = \sqrt{ap}$ (F3.1), onde o salário natural W é calculado através da média geométrica do salário de subsistência do trabalhador, representado por a , e do produto bruto do esforço de cada um, representado por p . Este salário permitiria que o trabalhador rural conseguisse sua emancipação a longo prazo, sendo um salário mais justo. Thünen idealizava um processo no qual os trabalhadores pudessem acumular o excesso de seus salários de forma que pudessem viver deste acúmulo pelo período de um ano, durante o qual estariam dedicados à formação de capital que garantisse sua emancipação (FERREIRA, 1975).

Apesar de ser reconhecido por suas importantes contribuições por alguns, a obra de Thünen não foi muito popular em sua época devido ao seu grande volume, por ter utilizado bastante do instrumental matemático e pelo fato de que os

economistas clássicos não davam importância à dimensão espacial relacionada à Economia (FERREIRA, 1975). Wright (1982) afirma que o sistema de mensuração existente (“thaleres” como unidade monetária, milhas alemãs antigas como unidade de distância e acres prussianos como unidade de área) e a falta de padronização das medidas na Europa daquela época contribuíram para que a obra de Thünen fosse pouco conhecida e seus feitos não fossem justamente valorizados.

Segundo Schneider (1992), von Thünen faleceu em 22 de setembro de 1850 devido a um derrame. Em sua lápide foi grafada a fórmula do “Salário Natural”, que, segundo o próprio Thünen, era o resultado mais importante de seus vários anos de pesquisas. Parte da obra de von Thünen foi publicada posteriormente por seu amigo e pupilo H. Shumacher, em 1863, com o conteúdo de manuscritos importantes de pesquisas sobre as relações entre Capital e o Produto do Trabalho e bases numéricas para investigações feitas em “O Estado Isolado”.

A Renda Econômica

No início do século XIX, o pensamento econômico foi marcado pelas teorias de Adam Smith, Thomas Robert Malthus e David Ricardo. Nesse período, houve uma hegemonia inglesa na formulação de leis econômicas que refletiam as condições político-sociais e interesses econômicos da Inglaterra. Entretanto, de acordo com Ferreira (1975), os fundamentos teóricos dos economistas clássicos ingleses foram contestados pelos autores alemães, que confirmaram a tradição e liderança germânicas nas teorias da economia espacial.

A Teoria do Crescimento Populacional ou Teoria da População, desenvolvida por Malthus se baseia no desequilíbrio entre o crescimento dos meios de subsistência e o crescimento da população. Segundo Malthus, a população cresce em progressão geométrica, caso não seja contida por nenhum freio ou obstáculo. Já os meios de subsistência não têm um crescimento tão acelerado devido a Lei dos Rendimentos Decrescentes, aumentando, no máximo, em progressão aritmética. Como o crescimento populacional tende a ser superior ao crescimento dos meios de subsistência, a falta de alimento e a pobreza contribuem para uma maior taxa de mortalidade, que serve como um freio para o crescimento da população.

De acordo com Malthus, uma melhoria das condições de vida das classes menos favorecidas, ou um aumento da produtividade agrícola, geraria um aumento do crescimento populacional, já que haveria meios de subsistência suficientes para suportar este aumento. Este crescimento da população levaria ao estado inicial de subsistência devido à falta de alimentos. Malthus apontava dois tipos de obstáculos que poderiam impedir a população de crescer infinitamente e serviam como controladores do crescimento populacional. Estes obstáculos eram os obstáculos positivos (a fome, a desnutrição, as epidemias, as doenças, as pragas, as guerras) que aumentavam a taxa de mortalidade, e os obstáculos preventivos (práticas anticoncepcionais voluntárias) que tinham o objetivo de reduzir a taxa de natalidade.

A Lei dos Rendimentos Decrescentes (Law of Diminishing Returns), proposta por David Ricardo, trata da redução da produtividade marginal quando os insumos de produção variáveis são incrementados. Os insumos de produção podem ser fixos, como a terra ou o capital empregado, e podem ser variáveis, como o uso de fertilizantes ou mão-de-obra empregada. Quando se aumenta a quantidade de insumos variáveis, sendo que os demais insumos permanecem constantes, obtêm-

se, inicialmente, uma produção maior. Mas a partir de certo ponto esta diferença na produção tende a diminuir progressivamente, chegando até a reduzir a quantidade total produzida.

Como exemplo, podemos citar o caso de um fazendeiro que, visando maximizar sua produção, aumenta o número de trabalhadores, o que resulta em uma maior produção. À medida que se adicionam trabalhadores, a diferença na produtividade por trabalhador irá diminuir. Caso ele continue aumentando este número, a produtividade por trabalhador irá diminuir progressivamente.

O mesmo ocorre quando se aumenta a quantidade de fertilizantes utilizados em uma atividade agrícola. Quando essa quantidade é aumentada, obtém-se um ganho na produção. Entretanto, quando essa quantidade é aumentada seguidamente, o ganho de produção é cada vez menor, podendo chegar ao ponto de se ter uma produção menor devido ao uso excessivo de insumos.

Assim, os rendimentos ou ganhos são decrescentes a partir de certo ponto, no qual se obtém uma produção ótima com o aumento dos insumos variáveis. Existem, no entanto, exceções para esta lei quando se considera o avanço da tecnologia empregada na produção, que permite, em certos casos, um aumento contínuo da produção.

De acordo com Alonso (1968), Adam Smith, em sua obra *An Inquiry into Nature and Causes of the Wealth of Nations* (1776) juntamente com David Ricardo, em *On the Principles of Political Economy and Taxation* (1817), reconheciam a existência de uma renda agrícola que dependia da fertilidade e da situação da terra. Ricardo baseou seus estudos da renda econômica na produção agrícola na diferença de fertilidade da terra. Assim, segundo o mesmo, a renda da terra era conseqüência de vantagens que algumas propriedades tinham em relação a outras

como: maior fertilidade do solo e menor distância do mercado consumidor, resultando em um custo de transporte menor.

De acordo com Wrigth (1982), von Thünen não aceitava a idéia de Malthus e Ricardo de que um aumento nos salários dos trabalhadores causaria um aumento populacional forçando uma redução nos salários ao nível inicial de subsistência. Thünen desenvolveu a teoria de rendas econômicas e a teoria marginalista dos retornos do capital e do trabalho, utilizando o cálculo diferencial para determinar o salário que maximiza os retornos para os trabalhadores e para os capitalistas (“Salário Natural”), que foi citado anteriormente.

Segundo Clark (1992), von Thünen desenvolveu suas próprias teorias de custos de transporte, renda econômica e uso da terra, discordando de Malthus e Ricardo em alguns pontos importantes. O ponto principal da divergência entre as teorias de renda desenvolvida por Ricardo e von Thünen é que Ricardo não fazia distinção entre os produtos agrícolas, ele utilizava apenas um tipo de produto com a fertilidade variável. Já Thünen apontava o custo de transporte como a causa, e a renda como consequência, de importantes diferenciações dos produtos agrícolas (laticínios, grãos, hortaliças) de acordo com a distância do mercado. Através do modelo de localização agrícola proposto por Von Thünen seria possível aumentar a produtividade agrícola e maximizar os lucros, gerando uma solução para os problemas discutidos por Malthus e Ricardo.

Assim como Ricardo, von Thünen faz uma diferenciação entre o conceito de “renda da terra” e o lucro do capital investido em uma atividade agrícola. O conceito de renda da teoria de Ricardo se baseia na Lei dos Rendimentos Decrescentes, cujas idéias precursoras são atribuídas a sir Eduard West e ao pastor Thomas Robert Malthus. De acordo com a teoria ricardiana, a “renda econômica” é

considerada como todo excedente que é adicionado a um fator de produção, além do que é necessário exclusivamente para mantê-lo em sua ocupação (FERREIRA, 1975).

Von Thünen afirmava que a renda da terra deve ser diferenciada dos rendimentos de uma propriedade, pois a renda da terra é a parte da receita da propriedade que é derivada apenas da terra. Já que uma propriedade pode estar aparelhada com construções, cercas, árvores e outros equipamentos, é necessário separar o valor da receita relativo à terra do valor da receita relativo ao capital representado por estes objetos de valor.

De acordo com Ferreira (1975, p.115), “toda teoria da renda contém o gérmen de uma teoria da localização. Mas, é a Teoria da ‘Renda de Localização’ ou ‘Renda de Situação’ de von Thünen (baseada na hipótese de fertilidade uniforme para toda a terra disponível e que enfatiza o excedente apropriado pelo dono da terra em razão de uma localização privilegiada, em relação a outros locais) que ressalta especificamente tanto a formação desse tipo particular de remuneração de fatores de oferta limitada, quanto o papel da renda no processo de distribuição das atividades econômicas sobre o espaço geográfico.”

A Teoria da Localização Agrícola

Pode-se considerar que o modelo de uso do solo de von Thünen, o qual estuda a distribuição das atividades produtivas agrícolas situadas ao redor de um centro urbano consumidor, é um caso de análise de áreas de abastecimento. Como

existe um predomínio da agricultura nas atividades estudadas na análise destas áreas de abastecimento estas unidades de produção agrícolas são obrigadas a se dispersarem no espaço geográfico em torno do centro urbano, pois precisam ocupar certa extensão de terra para produzir.

A Teoria da Localização Agrícola de von Thünen visa obter a resposta para uma questão simples: “o que produzir em um dado local?”. Deste modo, é possível determinar o que deve produzir em um dado local, de acordo com sua distância do mercado consumidor. A distância do centro urbano é, de fato, um fator importante a ser considerado já que o produto deve ser transportado para ser consumido no mercado. Assim, quanto maior for a distância entre o local de produção e o mercado consumidor, maior será o custo para se fazer este transporte.

Como existe uma disponibilidade pequena de terra nas áreas de abastecimento mais próximas do centro consumidor, existe certa disputa para ocupar estas áreas e uma conseqüente valorização destas terras. Deste modo, um produtor pode pagar um dado valor para ocupar terras próximas ao mercado consumidor com o objetivo de ter um menor custo de transporte. O preço que se paga para ocupar terras mais próximas do centro urbano assume o conceito de “renda econômica” ou “renda da terra”, ou ainda, “renda de localização” (FERREIRA, 1975).

Segundo Chisholm (1968), esta renda está relacionada a uma unidade de área e não a uma unidade de produto. O preço de um Produto A por unidade de peso pode ser maior que o preço do Produto B, mas se em determinada área pode-se produzir uma maior quantidade do Produto B de forma que o rendimento por área do Produto B seja maior que o rendimento do Produto A na mesma área, o Produto

B será cultivado. Deste modo, a preocupação não está voltada para o preço do produto, mas para o rendimento da terra.

Von Thünen considera, em seu modelo, que a fertilidade da terra é uniforme em toda a área de produção e, considera também, que as condições de transporte em direção ao centro urbano (taxas de transporte) são as mesmas para todas as unidades de produção. Deste modo, o que diferencia um sítio de outro é a localização com relação ao centro de consumo e a “renda de localização”, ou seja, o preço que as unidades econômicas estão dispostas a pagar com o objetivo de afastar seus concorrentes.

Portanto, de acordo com Ferreira (1975), a análise de áreas de abastecimento se baseia em um cenário em que existem duas forças (aglomerativa e desaglomerativa) contrárias que chegam a um equilíbrio, e que determinam o padrão de uso da terra. A primeira delas é uma força desaglomerativa, ou seja, que contribui para a dispersão das atividades produtivas, e que é gerada pela renda da terra. A segunda força, que é aglomerativa, contribui para a concentração das atividades em torno do centro urbano é causada pelo custo de transporte.

De acordo com Thünen, a competição entre os produtos e os sistemas agrícolas pelo uso de um determinado lote de terra é que determina os padrões de distribuição espacial das produções agrícolas (CHISHOLM, 1968). O padrão de distribuição das atividades agrícolas nas áreas de abastecimento pode ser analisado através do modelo de uso do solo desenvolvido por von Thünen em sua obra fundamental, “O Estado Isolado”. Através da utilização de técnicas quantitativas na análise econômica, Thünen possibilitou que uma análise mais minuciosa pudesse ser realizada em problemas de localização agrícola.

O Modelo de Uso do Solo Agrícola

No modelo de uso da terra proposto por von Thünen, é feita uma análise da distribuição das atividades agrícolas considerando-se que os preços de equilíbrio sejam dados. Assim, a concorrência pelo uso das terras de maior proximidade do mercado, que é o elemento central na determinação da distribuição espacial, se dá através dos lances oferecidos como pagamento para a utilização das mesmas, sendo que um lance maior derruba as pretensões do concorrente (FERREIRA, 1975).

Pode-se também utilizar o modelo de Thünen em escalas diferentes das comumente utilizadas. Geralmente, os exemplos de utilização do modelo estão relacionados ao modelo hipotético, no qual uma área de abastecimento está localizada em torno de uma cidade isolada. Mas é possível fazer uso do modelo considerando-se apenas a extensão de uma propriedade, analisando-se as implicações da localização das atividades no interior da propriedade, com o objetivo de maximizar a produção. De acordo com Chisholm (1968), a distância relacionada ao movimento de pessoas e de bens de produção no interior de uma propriedade agrícola é de suma importância, além de estar intimamente relacionada ao modo de produção empregado. O local de moradia dos trabalhadores, o local de armazenamento de ferramentas, fertilizantes e outros insumos assim como o fluxo de transporte interno dos produtos agrícolas são fatores que influenciam no resultado da produção agrícola.

Além dessas possibilidades de aplicação do modelo, também é possível utilizar uma escala menor para o modelo, o que resulta na abrangência de uma

maior área de abastecimento. Neste caso, é feita uma análise de como algumas regiões têm a função de serem fornecedoras de produtos agrícolas para outras regiões. Alguns autores consideram um nível macro de abordagem envolvendo áreas bem maiores em uma escala regional, nacional ou mundial para ilustrar a utilização do modelo de von Thünen e analisar a distribuição das atividades agrícolas. Chisholm (1968) faz uma análise de exemplos da aplicação do modelo de Thünen em macro regiões, exibindo padrões de intensidade da agricultura no continente europeu ou em todo o globo terrestre.

O modelo proposto por Thünen é um modelo de equilíbrio parcial que tem como objetivo a maximização do lucro total resultante da produção agrícola em uma área de abastecimento. Segundo Chisholm (1968), o método de análise de equilíbrio parcial é aquele em que parte dos dados são fixos, servindo como referência para outros dados que são variáveis. Esse método de análise é diferente do equilíbrio geral, no qual todos os dados são variáveis, o que o caracteriza como um método mais complexo.

Segundo Dunn, o modelo de Thünen é um modelo de equilíbrio parcial no qual todas as decisões de uso da terra são baseados em dados externos que são os preços de mercado dos produtos (MULLIGAN, 1997). Portanto, o modelo de uso do solo de von Thünen assume que os valores das variáveis envolvidas no problema como produtividade do solo, taxa de transporte, custo de produção são fixos para todas as unidades produtivas. Apenas o preço dos produtos varia de acordo com as necessidades do mercado, o que determina o padrão de dispersão das culturas devido à competição por localizações privilegiadas.

Caso o modelo de Thünen fosse um modelo de equilíbrio geral e envolvesse todas as variáveis presentes em um problema de localização da produção agrícola,

ou seja, todos os fatores que tornam uma propriedade agrícola desejada em detrimento de outras, o nível de complexidade do modelo seria muito maior. Além disso, não seria possível fazer uma análise do efeito da distância sobre o padrão de distribuição das atividades agrícolas, que é uma das características mais atrativas deste modelo.

De acordo com Ferreira (1975), a condição para que se tenha a maximização do lucro de uma firma ou unidade produtiva é que a firma iguale sua Receita Marginal ao Custo Marginal, ou seja, o Custo Marginal ao Preço. Deste modo, o limite espacial de uma atividade agrícola deve ser o ponto em que a receita obtida pela venda do produto seja igual ao custo que se tem para produzi-lo.

Para maximizar o lucro do capital investido em uma atividade agrícola Thünen faz uso do gradiente de renda. O gradiente de renda é uma função da renda em relação à distância. Assim, à medida que se afasta do mercado consumidor a renda, que tem seu valor máximo junto ao mercado, diminui até chegar a ser nula. Se traçarmos a curva que representa o gradiente de renda de uma atividade agrícola em uma área de abastecimento qualquer é obtido um resultado semelhante ao gráfico da FIGURA 14. Nota-se que quando a distância do mercado é nula, ou seja, o gradiente de renda intercepta o eixo da renda, esta assume seu valor máximo. Já no ponto em que o gradiente intercepta o eixo da distância do mercado, a renda é nula, sendo este ponto o limite espacial para cultivo do produto.

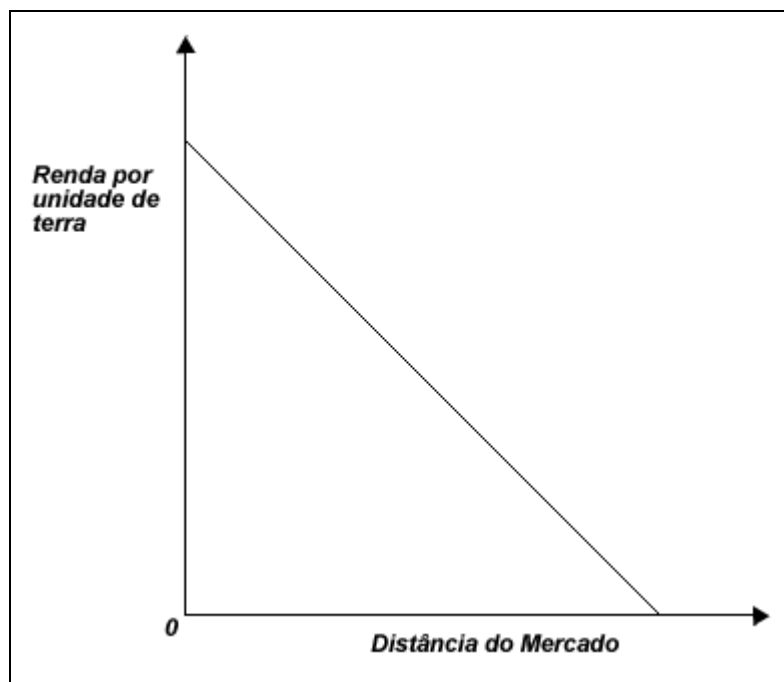


FIGURA 14 – Gradiente de Renda.
FONTE: Ferreira (1975).

Como foi dito anteriormente, quanto mais próximo ao mercado consumidor, maior é o lance que um produtor está disposto a oferecer pelo arrendamento da terra, ou seja, maior é a “renda econômica”. Pode-se, então, considerar o gradiente de renda como uma curva que nos dá os valores máximos de renda que uma unidade de produção está disposta a pagar por uma propriedade, a diversas distâncias do mercado consumidor (FERREIRA, 1975).

A curva do gradiente pode ser representada por uma reta, no caso do gradiente de renda ter uma formulação linear, ou por uma curva convexa em relação à origem, sendo que a renda sofre reduções menores à medida que nos afastamos do mercado. Isto pode ocorrer nos casos em que o rendimento por unidade de terra é maior nas glebas próximas ao mercado ou ao fato de que a taxa de transporte não é proporcional à distância (FERREIRA, 1975). No entanto, estas últimas condições não são possíveis no modelo proposto por von Thünen, que prevê um rendimento constante em toda a área de abastecimento e uma taxa de transporte constante.

A função matemática que representa o gradiente de renda para um dado produto pode ser expressa através da seguinte fórmula:

$$R = E(p - a) - Efk \quad \text{(F3.2)}$$

Sendo que as variáveis presentes na fórmula acima representam os seguintes valores:

R : renda por unidade de terra

E : rendimento em unidades de mercadoria por unidade de terra

p : preço de mercado por unidade de mercadoria

a : custo de produção por unidade de mercadoria

f : tarifa de transporte por unidade de distância para cada mercadoria

k : distância do mercado

Assim, a renda para um determinado produto a uma distância k do mercado consumidor é igual ao valor líquido da venda do produto ($E(p-a)$) menos o custo de transporte do produto até o mercado (Efk). Entretanto, para que o modelo seja válido, von Thünen impôs algumas condições, as quais devem ser consideradas ao fazer a análise da área de abastecimento:

- 1) Somente são produzidos produtos agrícolas, ou seja, não há outro tipo de produção que não seja agrícola na área de abastecimento que circunda o centro urbano;
- 2) Os fatores de produção, exclusive a terra, são perfeitamente móveis e divisíveis, ou seja, os rendimentos de escala são constantes;

- 3) Os rendimentos da terra não variam sobre o espaço geográfico, ou seja, não existem propriedades com uma produção por unidade de terra maior que outras para um determinado produto;
- 4) A oferta de produtos é sempre adequada, qualquer que seja o nível de produção, ou seja, tudo que é produzido é vendido no mercado. Dessa forma, os produtos estão disponíveis em qualquer quantidade, a preços constantes;
- 5) A tarifa de transporte é constante no tempo e no espaço, ou seja, a taxa de transporte é a mesma independente de onde esteja localizada a produção;
- 6) A atividade agrícola abastece o único mercado, não há outros mercados que possam consumir os produtos agrícolas;
- 7) A rede de transporte é uniforme por todo o espaço geográfico, não existem glebas próximas ou mais distantes das vias de transporte.

É necessário que sejam admitidas tais condições para que se possa isolar as variáveis a serem estudadas. Caso não fossem pressupostas as condições acima, o problema seria de uma complexidade muito maior, o que impossibilitaria uma análise dos resultados de forma a isolar os efeitos da distância sobre a economia agrícola.

Levando em consideração a curva do gradiente de renda da FIGURA 14 e a fórmula do gradiente de renda apresentada acima, podemos analisar a curva do gradiente de renda levando-se em conta as variáveis envolvidas no problema.

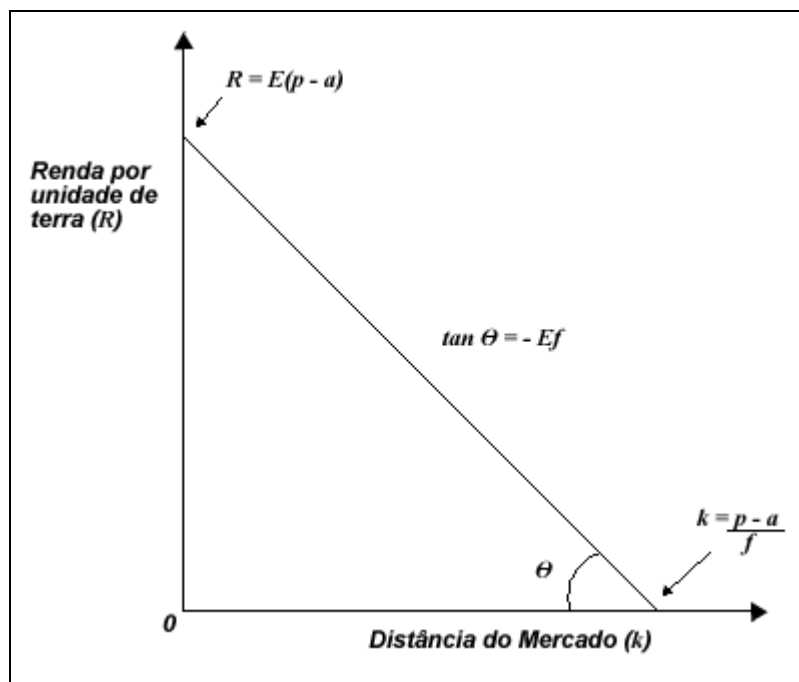


FIGURA 15 – Medidas do Gradiente de Renda.
 FONTE: Ferreira (1975).

Assim, com relação à interpretação do gráfico da FIGURA 15, podemos fazer as seguintes considerações:

- 1) O intercepto da curva de gradiente de renda com eixo das ordenadas nos mostra que quando uma unidade de terra junto ao mercado, ou seja, quando a distância é nula, a renda é igual a $E(p-a)$. Isto é, o rendimento da terra multiplicado pelo preço líquido, já que não é necessário transportar a mercadoria para o mercado.
- 2) O limite espacial, distância em que a renda é nula, é o ponto onde a distância é igual a $k = (p - a) / f$ **(F3.3)**.
- 3) A inclinação da reta do gradiente de renda é dada por $-Ef$, ou seja, à medida que nos afastamos do mercado a renda máxima $E(p-a)$ é diminuída a uma taxa igual a Ef para cada unidade de distância percorrida.

- 4) A renda total máxima que pode ser obtida através da produção de um produto é dada pela área do triângulo formado pela curva do gradiente de renda e pelos eixos coordenados.

De acordo com Ferreira (1975), pode-se considerar que a curva do gradiente de renda representa a renda marginal para uma atividade agrícola de um dado produto. Dados os valores E , p , a e f , podemos considerar que o custo marginal é calculado pela fórmula Ea e a renda marginal é calculada pela fórmula $Ep - Efk$.

Como a renda é igual à renda líquida subtraída dos custos marginais de produção, no local onde a renda é igual a zero o custo marginal é igual à renda marginal, ou seja, $Ea = Ep - Efk$ (F3.4). Assim, no ponto em que $k = (p - a)/f$ (F3.5) (onde a renda marginal é igual ao custo marginal), têm-se a solução que maximiza o ganho econômico, ou seja, a renda total atingirá seu valor máximo (FERREIRA,1975).

Os Anéis de Thünen

O modelo de von Thünen é conhecido pela famosa figura contendo anéis concêntricos que possuem em seu centro o centro urbano. Os anéis de von Thünen, que se apresentam como faixas de terra ou cinturões de diversas culturas em torno do mercado, demonstram que há um padrão de vantagens locacionais no uso da terra de acordo com as características de produção e considerando uma planície na qual a qualidade da terra é uniforme.

Quando houver mais de um tipo de cultivo e os gradientes de renda dos mesmos se interceptarem, são criadas as condições para que tenhamos a formação dos anéis de von Thünen (FERREIRA,1975). Observando-se o exemplo da FIGURA 16, no qual as atividades agrícolas Atividade I e Atividade II produzem produtos diferentes em uma área de abastecimento e seus gradientes de renda se interceptam em um certo ponto, conclui-se que haverá a formação de dois anéis distintos. O ponto gerado pela intersecção dos gradientes de renda, representado pela letra *i* na FIGURA 16, está há uma determinada distância do mercado e é denominado Ponto de Indiferença ou Ponto Crítico. E isso se deve ao fato de que é indiferente produzir o produto de uma atividade agrícola ou de outra neste ponto, já que a renda é a mesma para as duas atividades agrícolas.

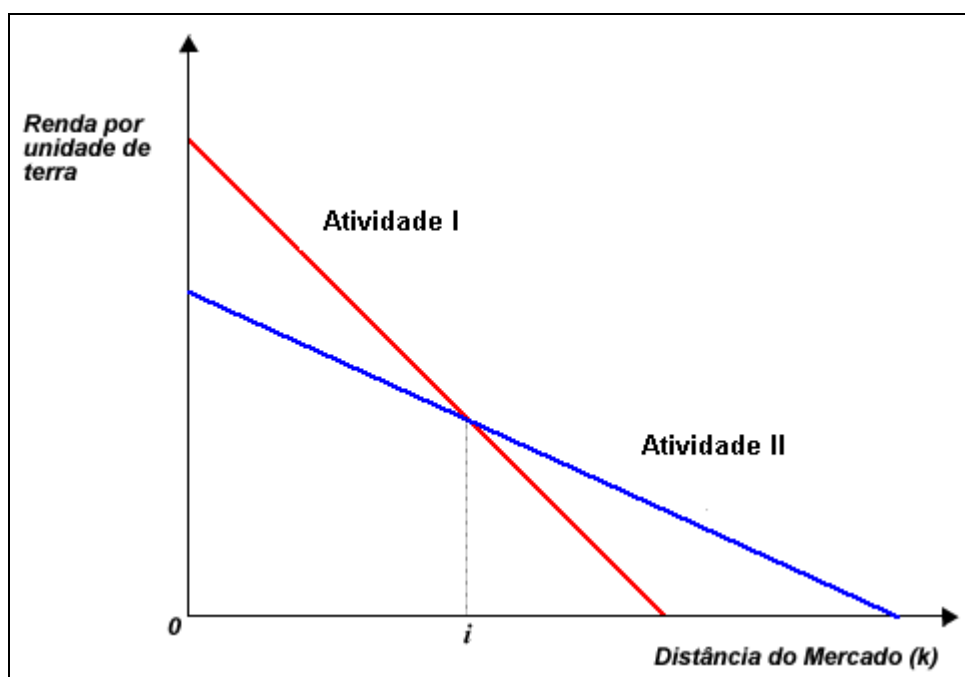


FIGURA 16 – Ponto de Indiferença ou Ponto Crítico.

Para as atividades agrícolas I e II têm-se as seguintes equações dos respectivos gradientes de renda:

$$\text{Atividade I: } R_1 = E_1(p_1 - a_1) - E_1 f_1 k_1 \quad \text{(F3.6)}$$

$$\text{Atividade II: } R_2 = E_2(p_2 - a_2) - E_2 f_2 k_2 \quad \text{(F3.7)}$$

Sendo que as variáveis apresentadas representam:

R_1 e R_2 : renda por unidade de terra

E_1 e E_2 : rendimento em unidades de mercadoria por unidade de terra

p_1 e p_2 : preço de mercado por unidade de mercadoria

a_1 e a_2 : custo de produção por unidade de mercadoria

f_1 e f_2 : tarifa de transporte por unidade de distância para cada mercadoria

k_1 e k_2 : distância do mercado

De acordo com Ferreira (1975), para que os gradientes de renda se interceptem e que sejam atendidas as condições para a formação dos anéis, as seguintes condições devem ser verdadeiras:

$$1) \ E_1(p_1 - a_1) > E_2(p_2 - a_2) \quad \text{(F3.8)}$$

$$2) \ 0 < \left(\frac{p_1 - a_1}{f_1} \right) < \left(\frac{p_2 - a_2}{f_2} \right), \text{ e } -E_1 f_1 < -E_2 f_2 \quad \text{(F3.9)}$$

Como é possível visualizar na FIGURA 17, as duas condições são verdadeiras para as atividades agrícolas I e II, de modo que a Atividade I domina a área ou anel próximo ao mercado e a Atividade II domina o anel mais externo da área de abastecimento. Isso ocorre porque a Atividade I tem uma renda de situação maior na área compreendida entre o mercado e o ponto de indiferença por possuir um maior lucro líquido e um maior custo de transporte que a Atividade II.

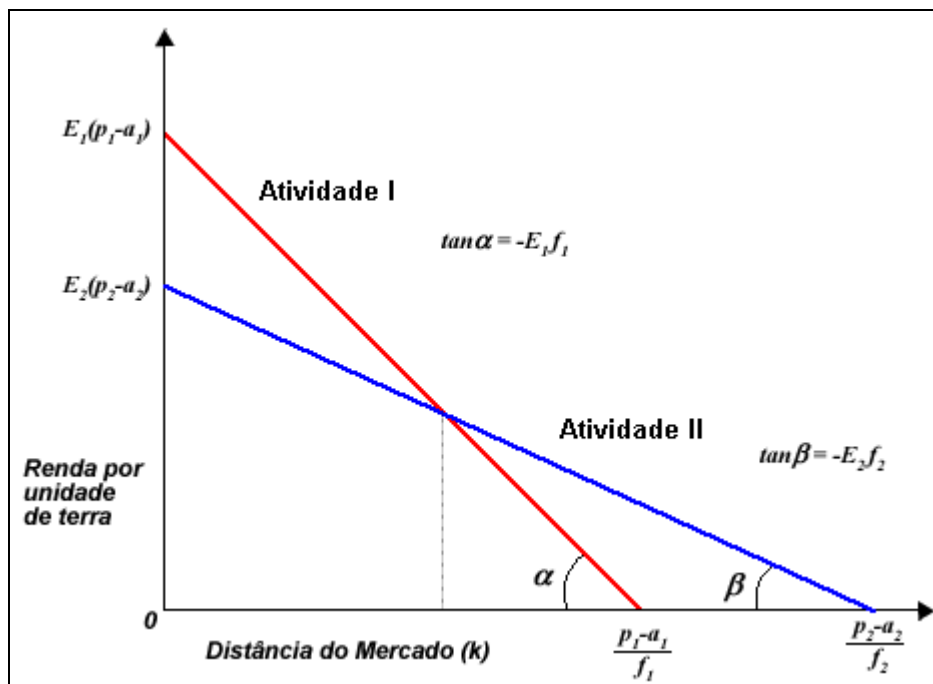


FIGURA 17 - Intersecção dos Gradientes de Renda.
FONTE: Ferreira (1975).

O intercepto da curva do gradiente de renda, representado pela expressão $R = E(p - a) - Efk$, com o eixo das ordenadas será tanto maior, quanto maiores forem os valores de E e p e quanto menor for o valor de a . Já a inclinação da curva, será tanto maior quanto maior forem os valores de E e f (FERREIRA, 1975). Ou seja, quanto maior for o lucro líquido da produção agrícola, favorecido por um preço de mercado maior e uma maior produtividade, maior será o intercepto do gradiente de renda com o eixo das ordenadas (renda por unidade de terra). A inclinação da curva será maior quanto maior for o custo de transporte, que depende da produtividade do produto e da taxa de transporte.

Entretanto, para a existência dos anéis os gradientes de renda dos produtos ou tipos de cultivo devem se interceptar em uma certa ordem, além do fato de que deve-se ter como objetivo a maximização da renda total. Como existe uma competição entre as atividades agrícolas ou culturas sobre uma extensão de

abastecimento, uma cultura estará localizada em uma área se ela possuir vantagens sobre as demais. Assim, se o gradiente de renda de um dos produtos predomina sobre os demais, ou seja, corta o eixo das ordenadas e das abscissas em pontos mais distantes em relação à origem do que os pontos dos demais gradientes de renda, somente esse produto será produzido (FERREIRA, 1975).

Considerando-se a presença da competição entre as culturas de modo que a renda total seja máxima, uma atividade agrícola estenderá sua produção em direção ao mercado enquanto ela oferecer vantagens sobre as demais atividades agrícolas que concorrem com ela para ocupar uma determinada área. O limite interno, entre o mercado e a atividade agrícola em questão, poderá ser feito com o mercado ou com outra atividade agrícola de maior vantagem econômica. Do mesmo modo, a atividade agrícola estende sua produção em direção contrária ao mercado até o ponto em que sua renda marginal seja maior que o custo marginal de oportunidade.

Na FIGURA 18, tem-se as curvas do gradiente de renda de cinco atividades agrícolas I_1 , I_2 , I_3 , I_4 e I_5 que estão distribuídas em uma área de abastecimento e competem para ocupar terras próximas ao mercado consumidor. Pode-se observar os limites internos e externos das atividades agrícolas que são determinados pela intersecção das curvas dos gradientes de renda (pontos de indiferença entre as atividades agrícolas), pelo mercado consumidor (no caso da Atividade 1) ou pelo limite espacial da Atividade 5.

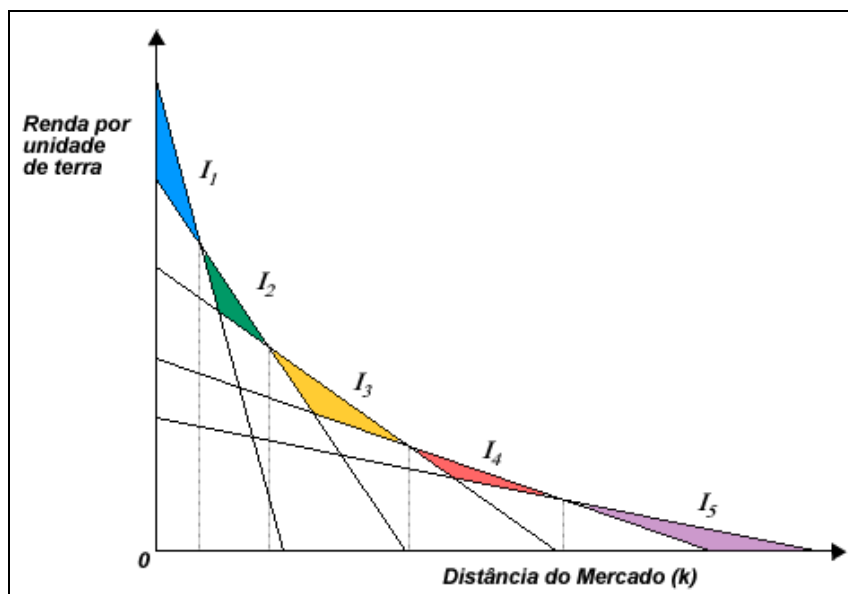


FIGURA 18 – Gradientes de Renda de Várias Atividades Agrícolas.

De acordo com Ferreira (1975), para que haja um equilíbrio espacial de uma determinada atividade agrícola pode-se considerar que os limites espaciais de uma atividade agrícola sejam definidos por:

- a) O ponto onde $R_r = R_{r-1}$ (limite interno)
- b) O ponto onde $R_r = R_{r+1}$ (limite externo)

Onde R_r é a renda da atividade agrícola r .

Considerando-se uma área de abastecimento com n atividades agrícolas:

- $R_r = R_1$, o limite interno será $k=0$, ou seja, a atividade agrícola estará junto ao mercado.
- $R_r = R_n$, o limite externo será $k = (p_n - a_n)/f_n$, ou seja, a atividade agrícola será limitada por seu limite espacial (onde a receita marginal é igual ao custo marginal).

É possível que uma atividade agrícola presente em uma área de abastecimento e concorrendo com outras atividades agrícolas não ofereça vantagem econômica em nenhum local de produção. Desta forma, o produto desta atividade agrícola não será produzido em tais condições. De acordo com Ferreira (1975), para que uma dada atividade agrícola tenha condições de sobreviver na concorrência com as demais, duas condições relativas a esta atividade agrícola devem ser atendidas:

- 1) O valor de k (distância do mercado), no ponto em que $R_r = R_{r-1}$, deve ser menor do que o valor de k , no ponto de intersecção do gradiente de renda R_r com qualquer outro gradiente de menor inclinação do que o da atividade agrícola I_r .
- 2) O valor de k (distância do mercado), no ponto onde $R_r = R_{r+1}$, deve ser maior que o valor de k no ponto de intersecção do gradiente de renda R_r com qualquer outro gradiente de maior inclinação do que o da atividade agrícola I_r .

A primeira condição garante que a atividade agrícola I_r não seja eliminada por nenhuma outra atividade agrícola com um gradiente de renda de menor inclinação. Já a segunda condição assegura que a atividade agrícola I_r não seja eliminada por nenhuma outra atividade agrícola com um gradiente de renda mais inclinado. No caso ilustrado pela FIGURA 19, no qual há uma competição entre três atividades agrícolas, a atividade agrícola I_2 não atende nenhuma das condições necessárias para que a atividade agrícola sobreviva à concorrência, não tendo, portanto, condições de se manter.

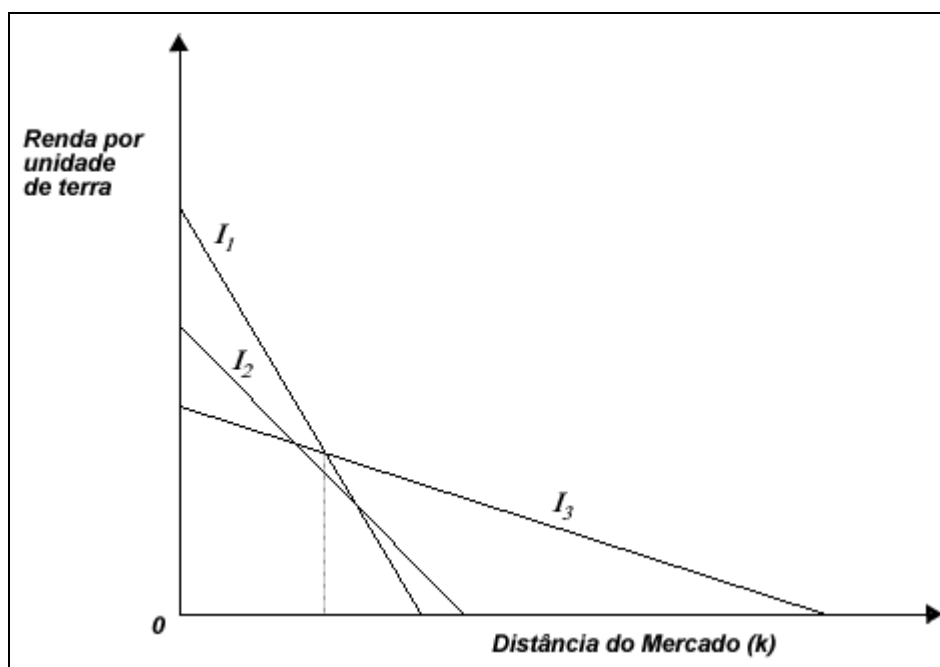


FIGURA 19 – Exemplo de atividade agrícola sem condições de produzir.

A distribuição dos anéis do modelo sobre a área de abastecimento de um mercado consumidor é gerada a partir do gráfico dos gradientes de renda das atividades agrícolas ou produtos envolvidos. Através da rotação do plano cartesiano ao longo eixo das ordenadas, localizado sobre o centro urbano, tem-se a formação de círculos concêntricos que representam os anéis de Thünen para cada produto, como se pode ver na FIGURA 20. Entretanto, é necessário que o gráfico seja elaborado de forma correta, obedecendo-se as condições citadas anteriormente. Segundo Ferreira (1975), Stevens sugere uma seqüência de passos para que se obtenha a distribuição dos anéis em torno do mercado a partir do gráfico dos gradientes de renda dos produtos de n atividades agrícolas:

- 1) Os produtos devem ser ordenados segundo a inclinação de seus gradientes de renda:

$$E_1 r_1 > E_2 r_2 > \dots > E_n r_n \quad (\mathbf{F3.10})$$

- 2) As culturas devem ser submetidas às seguintes condições para verificar se elas realmente serão produzidas:

$$E_i(p_i - a_i) > E_{i+1}(p_{i+1} - a_{i+1}) \quad (\mathbf{F3.11})$$

$$\frac{p_i - a_i}{f_i} > \frac{p_{i-1} - a_{i-1}}{f_{i-1}} \quad (\mathbf{F3.12})$$

- 3) Para se obter a distância dos pontos de intersecção dos gradientes de renda em relação ao mercado, deve-se igualar as correspondentes funções de renda. Assim, para as funções R_i e R_{i+1} tem-se:

$$E_i(p_i - a_i) - E_i f_i k = E_{i+1}(p_{i+1} - a_{i+1}) - E_{i+1} f_{i+1} k \quad (\mathbf{F3.13})$$

$$k_{i,i+1} = \frac{E_i(p_i - a_i) - E_{i+1}(p_{i+1} - a_{i+1})}{E_i f_i - E_{i+1} f_{i+1}} \quad (\mathbf{F3.14})$$

Após executar os passos acima para verificar as condições atendidas por cada produto e obter as informações necessárias como os pontos de indiferença entre as atividades agrícolas é possível gerar os anéis a partir do gráfico de gradientes conforme a FIGURA 20.

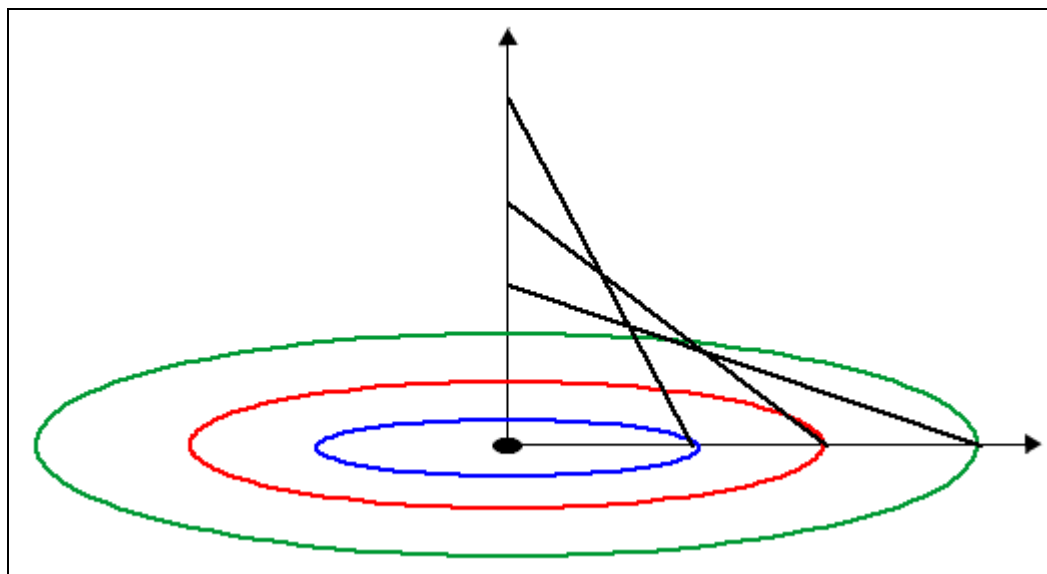


FIGURA 20 – Formação dos anéis a partir do gráfico dos gradientes de renda.

Além do método tradicional utilizado para se calcular e gerar os anéis do modelo de Thünen existem outras contribuições e reformulações propostas, recentemente. Alguns autores como Chisholm, Stevens e Lefebvre propuseram a utilização de modelos de programação linear para analisar a distribuição das atividades agrícolas no espaço geográfico (FERREIRA, 1975). Através desse recurso eles queriam dar mais realismo ao modelo além de simplificar a solução de maximização da renda total do modelo.

Na Alemanha do século XIX, as condições de transporte e de geração de energia eram bem diferentes do que encontramos nos dias de hoje. Por isso, Thünen fez algumas considerações em seu modelo que estão intimamente ligadas às condições de vida da época. Von Thünen denomina a área geográfica localizada nas proximidades da cidade de “economia livre”. Nessa área são produzidos os produtos altamente perecíveis como hortigranjeiros e leite, devido às condições rudimentares dos meios de transporte da época. Assim, esses produtos deveriam ser produzidos muito próximos do mercado.

No anel mais próximo do mercado, após a área de “economia livre”, estava presente o cultivo da madeira, que era na época o principal combustível, servindo como fonte de energia e calor. Nos anéis subseqüentes eram encontrados a cultura de cereais e a pecuária. As áreas localizadas após a criação extensiva de gado, ou seja, situadas mais distantes do centro urbano, não seriam cultivadas devido ao alto custo de transporte, o que tornaria a produção inviável.

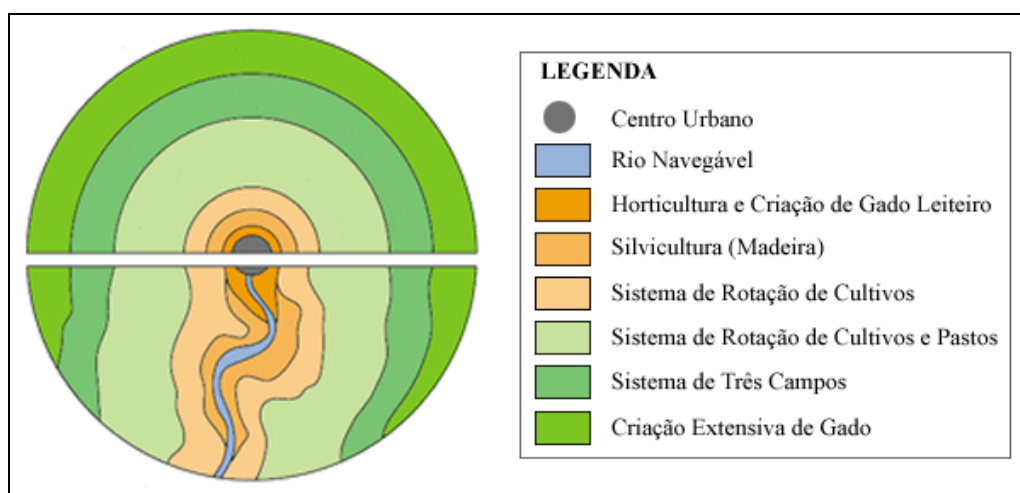


FIGURA 21 – Modelo de uso da terra agrícola.
FONTE: Chisholm (1968).

A FIGURA 21 ilustra o modelo de uso da terra proposto por Thünen no qual há uma área de abastecimento contendo um centro urbano e seis anéis concêntricos que representam os tipos de cultura ao longo desta área. Na metade inferior da área de abastecimento, pode-se observar a distorção que ocorre na distribuição dos tipos de cultura no espaço causada pela existência de um rio navegável ao longo da planície que serve como uma via de acesso mais fácil ao mercado consumidor. Como há um menor custo de transporte ao utilizar o rio como canal de comunicação com o centro urbano, a distribuição das culturas é alterada, podendo-se confirmar a grande influência que o custo de transporte tem sobre a distribuição espacial das culturas ao longo da área de abastecimento.

Além da existência de um canal de comunicação mais eficiente entre o centro urbano e a área de produção, a existência de barreiras geográficas, como uma cadeia de montanhas, podem alterar a distribuição espacial dos tipos de cultura, pois têm influência no custo de transporte. Assim, deve-se pensar na distância como distância econômica e não como distância física, pois, neste caso, o custo decorrido importa mais do que a quantidade de quilômetros percorridos (CHISHOLM, 1962).

No que se refere ao tipo de cultura desenvolvido nos anéis propostos por Thünen, alguns autores questionam o motivo pelo qual a silvicultura (produção de madeira) está localizada mais próxima do mercado do que outras culturas, aparentemente, de maior importância (CHISHOLM, 1962). No entanto, na época de von Thünen, havia uma grande necessidade de madeira para construção e para lenha, que era a principal fonte de energia, além de ter um custo de transporte muito elevado e um baixo custo de produção. Desta forma, a silvicultura tinha uma renda econômica maior do que outras culturas na segunda zona de produção ou segundo anel.

Nos anéis subseqüentes ao ocupado pela silvicultura estão localizadas, principalmente, as culturas de cereais. No entanto, existem diferenças no modo de produção encontrado nos diferentes anéis à medida que se afasta do mercado consumidor. Existem sistemas de cultura intensiva, que utilizam uma maior quantidade de fatores na produção, e sistemas de cultura extensiva, que utilizam menos recursos. Segundo Bradford & Kent (1987), esta medida da quantidade de fatores aplicados por unidade de superfície do solo é denominada intensidade de produção. Assim, quanto maior a intensidade da produção agrícola, maior é a quantidade de capital, máquinas, trabalho e fertilizantes empregados na produção.

Conclui-se, então, que em um tipo de agricultura intensiva a intensidade de produção é maior que em um tipo de agricultura extensiva.

Desta forma, quanto maior for o investimento na produção agrícola, maior será a produção obtida, o que resultará em uma maior receita. Deste modo, uma propriedade com uma produção mais intensiva obterá uma maior renda (BRADFORD & KENT, 1987). De acordo com Mesquita (1978), von Thünen denomina esse excedente que é obtido pela adoção de um sistema mais intensivo de renda de intensidade. Esta renda de intensidade é somada à renda de situação, que é decorrente da localização mais favorável de uma propriedade quando comparada com outra.

No entanto, deve-se levar em conta a distância do centro urbano e os custos de transporte envolvidos. Uma maior produção devido a um sistema intensivo implicará em um custo de transporte maior além do fato de que o retorno de uma agricultura de maior intensidade pode diminuir a partir de certo ponto. De acordo com a Lei dos Rendimentos Decrescentes, idealizada por Malthus e Ricardo, a produção marginal tende a decrescer a partir de certo ponto à medida que se utilizam unidades adicionais de trabalho.

O terceiro, quarto e quinto anéis são caracterizados pelo cultivo de cereais, principalmente o centeio, a cevada e a aveia (MESQUITA, 1978). Nestes anéis são empregados sistemas agrícolas diferentes, sendo que a intensidade de cultivo decresce com o aumento da distância do centro urbano. Como o emprego de investimentos de capital e trabalho no processo de produção torna-se mais desvantajoso a uma maior distância do mercado, é necessário utilizar sistemas de cultivo de fraca intensidade para que a atividade seja lucrativa.

No terceiro anel, é empregado o sistema de rotação de cultivos, no qual culturas diferentes passam por um rodízio sem que haja pousio da terra. Este sistema de cultivo, de origem inglesa, tem uma maior intensidade e possui um ciclo de seis anos.

Já no quarto anel, a rotação de cultivos e pastos é empregada como um sistema menos intensivo, tendo um ciclo de sete anos. Nos primeiros três anos eram cultivados cereais, nos três seguintes o solo era ocupado por pastos e no último ano era feito o pousio da terra.

O sistema de três campos é utilizado no quinto anel, que é o último anel em que são produzidos cereais. Este sistema tem um ciclo de três anos, um destinado a um cereal de inverno, outro de primavera e o terceiro ano é destinado ao pousio. Neste sistema, ainda menos intensivo, existe ainda uma parte da terra destinada para pastos (MESQUITA, 1978).

No último e sexto anel, a atividade mais lucrativa é a criação extensiva de gado, sendo que toda a área desta faixa territorial é ocupada por pastagens (MESQUITA, 1978). O custo de transporte de produtos animais é menor que o de cereais, pois os animais podem se locomover para serem abatidos próximo ao mercado. Além do sexto anel não há nenhuma atividade agrícola, pois a distância do mercado impede que exista uma atividade lucrativa além desse limite. A área de abastecimento é isolada do mundo exterior, não existindo nenhuma iteração ou troca de mercadorias que não seja com o centro urbano.

Segundo Chisholm (1962), von Thünen não criou este modelo para representar algo que realmente existe, mas para representar uma situação ideal ou imaginária. Thünen usava o modelo como ferramenta para observar o efeito de outras variáveis sobre padrão ideal de distribuição do uso da terra agrícola. Ele tinha

consciência que havia uma série de outros fatores que tinham influência sobre a distribuição das atividades agrícolas, mas uma vez estabelecido o padrão ideal poder-se-ia analisar os desvios gerados a partir dele.

4. O Aplicativo

O Modelo de von Thünen e sua teoria de localização, apresentados no capítulo 3, foi codificado em um programa de computador chamado de Tellow. Como foi apresentado no capítulo anterior, Tellow era o nome da propriedade de Johann Heinrich von Thünen, sendo que, atualmente, no local existe um museu em sua homenagem. O aplicativo computacional Tellow é um dos produtos deste trabalho e foi desenvolvido com o objetivo de explorar, metodologicamente, o Modelo de von Thünen. O software possibilita a automatização da geração do gráfico de gradientes de renda e do modelo de anéis de Thünen.

O propósito de desenvolver tal aplicativo é o de prover uma ferramenta computacional sobre o modelo de localização das atividades agrícolas para estudantes e pesquisadores de análise espacial e geografia econômica. A ferramenta é de fácil aprendizado, podendo ser utilizada por pessoas que não tenham muita proficiência em microinformática. Os equipamentos necessários para executar o aplicativo são microcomputadores de baixo custo e fácil acesso no meio acadêmico.

Antes de instalar o software Tellow é preciso observar as configurações mínimas de hardware e software necessárias para se instalar o software. O computador no qual o software será instalado deve atender as condições mínimas de hardware e software discriminadas abaixo:

Pré-requisitos de software

- Sistema operacional:
 - Microsoft Windows® Server 2003
 - Windows XP Professional
 - Windows XP Home
 - Windows 2000
 - Windows Millennium Edition (Windows Me)
 - Windows 98
 - Windows NT® 4.0 Service Pack 6a.
- Os sistemas operacionais Windows NT 4.0 Terminal Server e Windows 95 não são suportados.
- Microsoft Internet Explorer 5.01 ou superior (requisito do .NET Framework).

Pré-requisitos de hardware

- Processador Intel Pentium 90 MHz, processador AMD Opteron, AMD Athlon64, AMD Athlon XP, ou superior.
- Mínimo de 32 MB de memória RAM, sendo recomendo 96 MB.
- 110 MB de espaço livre no disco rígido, sendo que são necessários 40 MB adicionais para a instalação (total de 150 MB).
- Resolução de vídeo de 800 x 600 pixels, com 256 cores ou superior.

Maiores detalhes sobre a instalação e operação podem ser obtidos no Manual do Usuário do Tellow 1.0 que está incluído no Anexo A neste trabalho, como também está presente no conteúdo de ajuda ao usuário do aplicativo.

Desenvolvimento do Aplicativo

Metodologia

O desenvolvimento do software foi realizado com a utilização de uma metodologia orientada por objetos de forma simplificada. Foram utilizados alguns métodos de análise e projeto orientados por objetos, visando a utilização de uma linguagem de Programação Orientada por Objetos (POO). A POO é um método de programação no qual há uma abstração das entidades processadas pelos programas em forma de objetos concretos ou imaginários, os quais possuem certas características, chamadas de propriedades, e realizam algumas ações, conhecidas como métodos. Segundo Archer (2001), o objetivo das linguagens orientadas por objetos é expressar o domínio do problema através do conceito de objetos, tornando a interpretação do código gerado mais intuitiva e mais próxima do mundo real. A orientação por objetos baseia-se a abstração da solução do problema em um conjunto de classes, cujas instâncias são chamadas de objetos, tendo fundamento em três conceitos básicos: o encapsulamento, a herança e o polimorfismo.

No processo de desenvolvimento, foi utilizada a UML (Unified Modeling Language), linguagem de modelagem utilizada em processos de desenvolvimento de software, que foi criada por Grady Booch, Ivar Jacobson e Jim Rumbaugh. A UML propõe um padrão de notação (principalmente gráfica) e um metamodelo, que são diagramas padronizados com o objetivo de melhorar o rigor das metodologias

(FOWLER & SCOTT, 2000). Para a definição dos requisitos e modelagem do aplicativo desenvolvido foi utilizada a linguagem UML, servindo como ferramenta para a geração dos artefatos. Os artefatos do projeto são os documentos que servem para especificar o software a ser desenvolvido e serão a fonte de informação para a etapa de implementação do código fonte, ou programação.

Entre os principais diagramas gerados durante a fase de análise e projeto, utilizando a UML, estão o diagrama de casos de uso e o diagrama de classes. Segundo Fowler & Scott (2000), os casos de uso são uma representação de um conjunto de passos que descrevem a interação entre um usuário e um sistema. Assim, o diagrama de casos de uso representa o conjunto de funcionalidades básicas do sistema, representando os atores, os casos de uso e as associações entre eles.

O diagrama de classes tem a função de representar e descrever os tipos de objetos (classes) do sistema, assim como a relação entre eles. Este diagrama é o ponto central e amplamente utilizado nas metodologias orientadas por objetos (FOWLER & SCOTT, 2000). As classes, contendo atributos e operações, são representadas no diagrama que também contém os relacionamentos de associação ou generalização e suas multiplicidades. Abaixo são exibidos os diagramas básicos da análise da solução para o aplicativo Tellow:

Diagrama de Casos de Uso

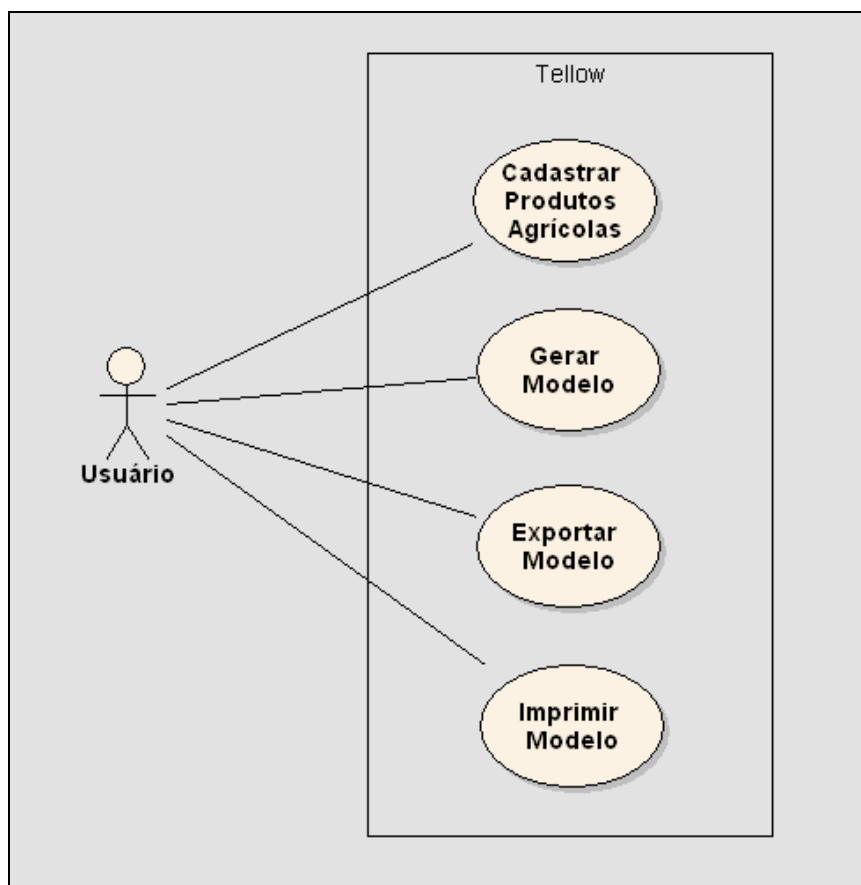
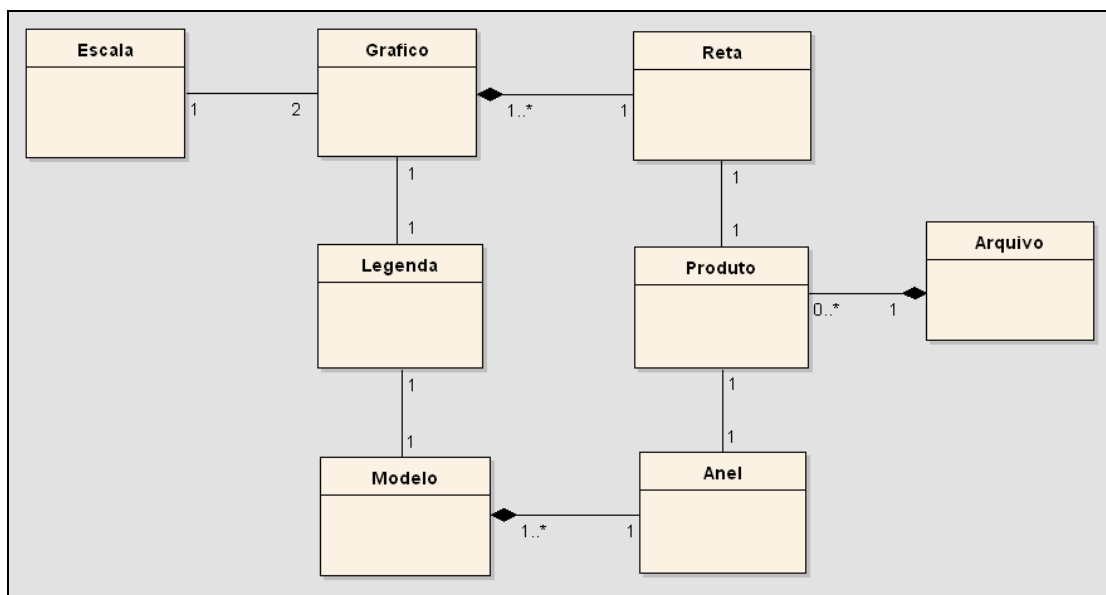


Diagrama de Classes



Estes são os principais diagramas utilizados como ponto de partida para uma melhor especificação das rotinas a serem desenvolvidas, constituindo os principais e mais elementares artefatos do processo de desenvolvimento. Existem outros diagramas suportados pela UML que são utilizados na maioria dos processos de desenvolvimento, descrevendo o problema com maiores detalhes, além de exibir características de requisitos sob outro ponto de vista. Como exemplo de outros diagramas pode-se citar: o Diagrama de Seqüência, o Diagrama de Estado, o Diagrama de Atividade e o Diagrama de Colaboração.

Ferramentas de Desenvolvimento

Para realização do desenvolvimento do aplicativo Tellow foi utilizado o Microsoft Visual Studio .NET 2003, assim como o sistema operacional Microsoft Windows XP Professional. O Visual Studio .NET é uma ferramenta de desenvolvimento de sistemas produzida pela Microsoft Corporation. Esta ferramenta é uma suite ou IDE (Integrated Development Environment – Ambiente Integrado de Desenvolvimento) utilizada para desenvolvimento de software baseados no .NET Framework. Com o Visual Studio é possível utilizar várias linguagens de desenvolvimento orientadas por objetos baseadas no .NET Framework, possibilitando uma excelente produtividade no desenvolvimento de sistemas.

O .NET Framework é dos componentes da Plataforma .NET da Microsoft, que além do framework, é composta pelos softwares servidores, pelas ferramentas de desenvolvimento e serviços web. O .NET Framework é composto pelo Common

Language Runtime (CLR), responsável pelo gerenciamento e execução do código, além da Base Class Library (BCL). O CLR, principal componente do .Net Framework, é similar ao JVM (Java Virtual Machine), e serve como uma camada entre o aplicativo e o sistema operacional do computador, abstraindo uma máquina virtual independente da plataforma utilizada (THAI & LAM, 2002). Esta camada de software permite que o aplicativo desenvolvido possa ser executado em qualquer sistema operacional que possua o .NET Framework, já que o código executável gerado é um código intermediário (Common Intermediate Language).

A linguagem utilizada no desenvolvimento do Tellow é a linguagem C# (C Sharp), que foi criada pela Microsoft em Junho de 2000, tendo se tornado desde então um padrão de mercado. Esta linguagem foi inspirada nas linguagens C++ e Java, da Sun Microsystems, tendo muitas semelhanças com estas duas linguagens. Além de ser uma linguagem moderna e muito poderosa, a linguagem C#, que foi desenvolvida por uma equipe liderada pelos engenheiros de software da Microsoft Anders Hejlsberg e Scott Wiltamuth, é uma versão simplificada do C++, contendo apenas 80 palavras reservadas (LIBERTY, 2001). Hejlsberg foi o responsável pela criação do Turbo Pascal e liderou a equipe que projetou a linguagem Borland Delphi, famoso ambiente de programação cliente/servidor, baseado na linguagem Pascal.

O aplicativo Tellow utiliza toda a teoria matemática sobre o Modelo de von Thünen apresentada no capítulo 3 deste trabalho para realizar os cálculos e geração de gráficos e modelos. É utilizada a biblioteca GDI+ (Graphics Device Interface) do .NET Framework para desenhar o gráfico dos gradientes de renda e o modelo de anéis de von Thünen, que são gerados a partir do aplicativo.

Funcionalidades

Para executar o aplicativo e começar a utilizá-lo é preciso instalar, primeiramente, o aplicativo no computador, utilizando para isso o Manual do Usuário (Anexo A). Durante a instalação serão copiados para o computador os arquivos que fazem parte do aplicativo, dentre eles o arquivo executável (TELOW.EXE), que consiste no principal componente desta ferramenta computacional. Após a execução do programa, que também é detalhada no Manual do Usuário, é exibida a tela de inicialização do aplicativo (FIGURA 22). Esta tela tem apenas a função de exibir o nome e a versão do aplicativo enquanto o aplicativo é inicializado.

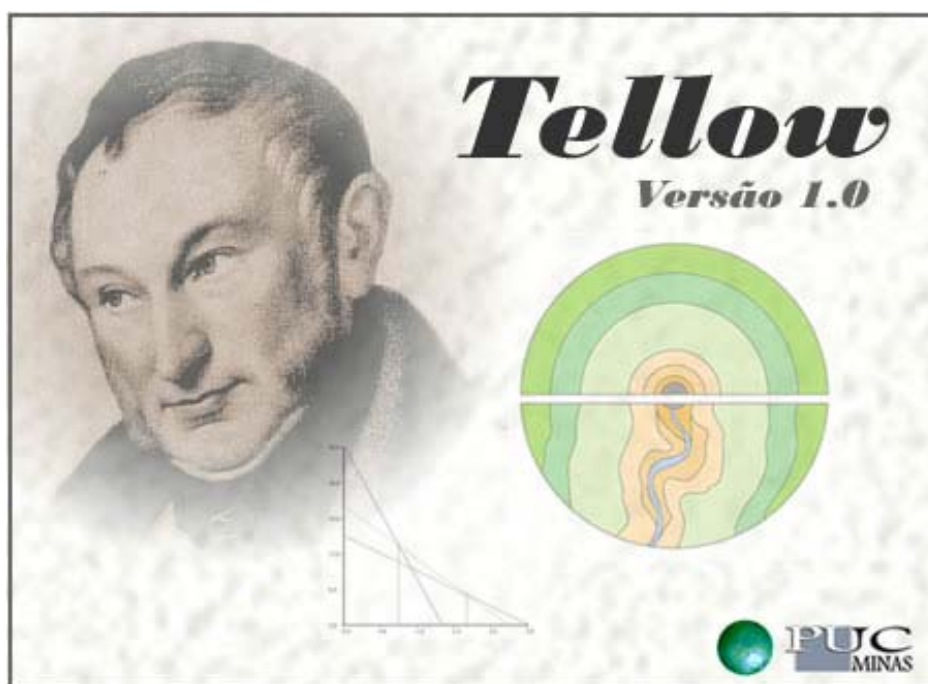


FIGURA 22 – Tela de inicialização do aplicativo.

Logo após a inicialização é exibida a tela principal do Tellow, ilustrada pela FIGURA 23. A partir desta tela é possível acessar todas as funcionalidades do

aplicativo. O aplicativo computacional Tellow (versão 1.0) possui um conjunto de funcionalidades, que serão descritas a seguir. A barra de menus e a barra de ferramentas são os meios utilizados para executar as funções básicas do programa, utilizando para isso o mouse ou outro dispositivo apontador do computador.

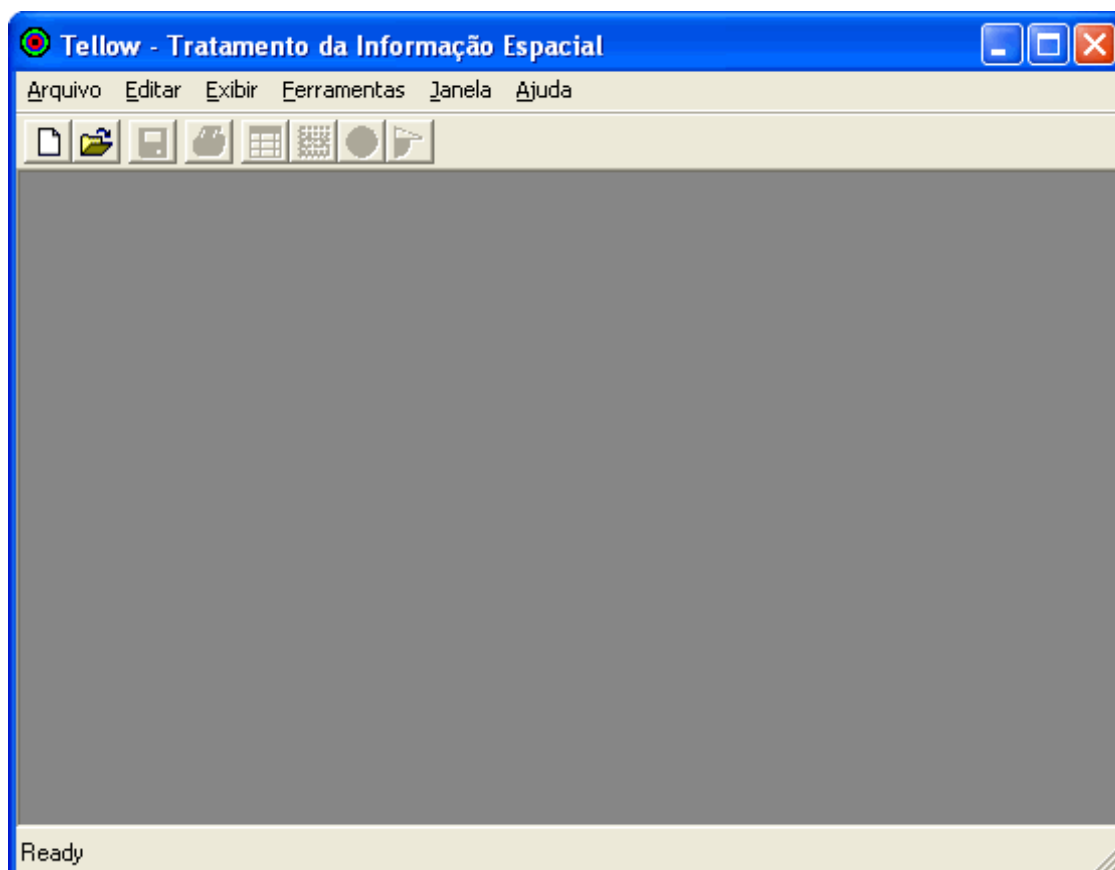


FIGURA 23 – Tela principal do aplicativo.

As principais funcionalidades do aplicativo Tellow, que podem ser acessadas através da tela principal, são:

- Entrada de dados do modelo de von Thünen
- Geração do gráfico e modelo de anéis de von Thünen
- Salvar e recuperar os dados em arquivos
- Impressão do modelo

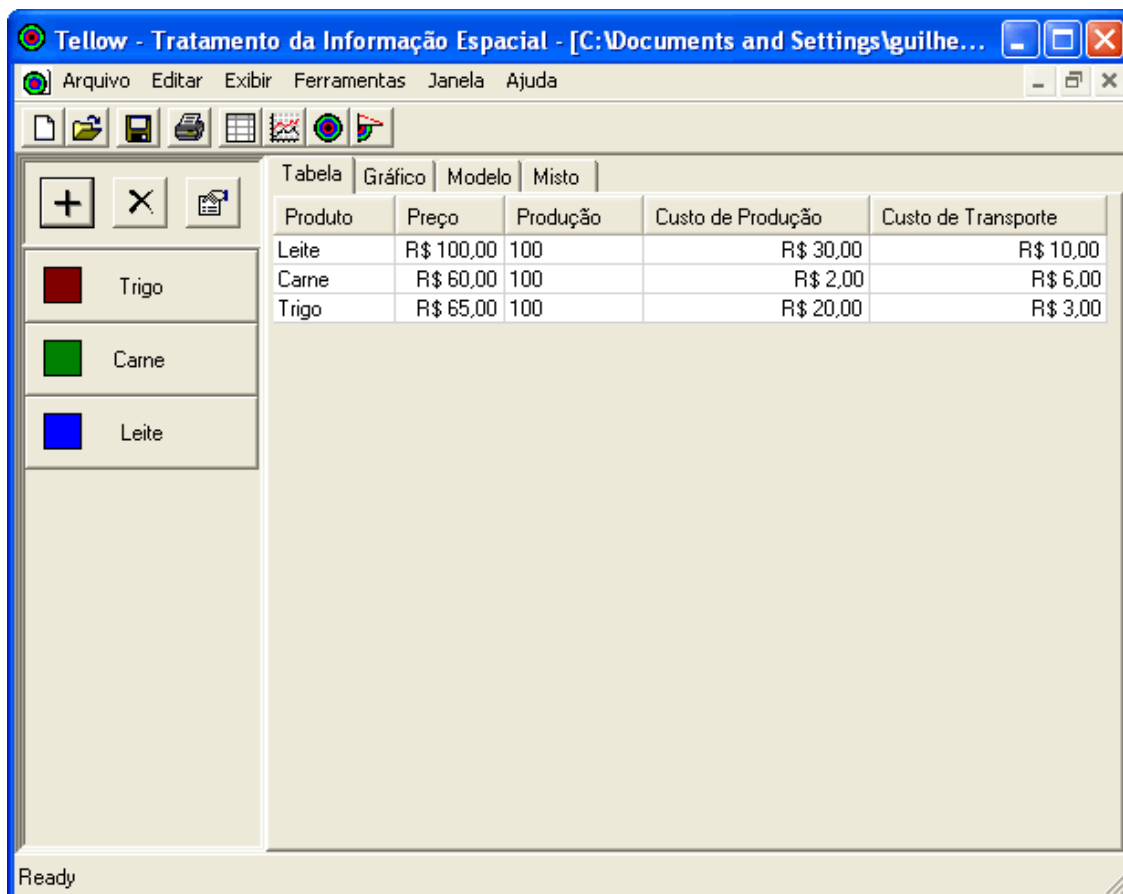
- Exportação do modelo em forma de imagem

A seguir será descrita cada uma das funcionalidades do Tellow.

Entrada de dados

A entrada de dados pode ser feita de duas formas: através da tabela de dados dos produtos (FIGURA 24) ou através da tela de propriedades ou entrada de dados de cada produto do modelo (FIGURA 25). A tabela de dados possui colunas para nome do produto, o preço de venda no mercado, a quantidade da produção, o custo de produção e o custo de transporte. É possível inserir quantas linhas desejar e digitar os dados diretamente na tabela.

Outra forma de entrada de dados é utilizar a tela de propriedades que pode ser acionada pelo botão com sinal de adição (+), quando a tabela não estiver sendo exibida, ou pelo título de menu **Ferramentas**. Nesta tela, existem campos definidos para cada informação sobre o produto, sendo também possível alterar a cor a ser utilizada para representar o produto nos gráficos e modelos.



The screenshot shows a software window titled "Tellow - Tratamento da Informação Espacial". The window has a menu bar with "Arquivo", "Editar", "Exibir", "Ferramentas", "Janela", and "Ajuda". Below the menu bar is a toolbar with icons for file operations and data visualization. The main area is divided into a left sidebar and a central table. The sidebar contains three colored boxes: a red box labeled "Trigo", a green box labeled "Carne", and a blue box labeled "Leite". The central table has four columns: "Produto", "Preço", "Produção", "Custo de Produção", and "Custo de Transporte". The table contains three rows of data.

Produto	Preço	Produção	Custo de Produção	Custo de Transporte
Leite	R\$ 100,00	100	R\$ 30,00	R\$ 10,00
Carne	R\$ 60,00	100	R\$ 2,00	R\$ 6,00
Trigo	R\$ 65,00	100	R\$ 20,00	R\$ 3,00

FIGURA 24 – Tabela de dados dos produtos.

É possível fazer alteração dos dados, mesmo após ser concluída a entrada de dados, bastando alterar os valores na tabela ou na tela de propriedades que é exibida ao se clicar nas caixas dos produtos localizadas no canto esquerdo da tela. Os valores dos produtos podem ser alterados mesmo após ter sido feito o processo de salvar e recuperar os dados de um arquivo.

Propriedades

Produto

Nome: Cor:

Preço: Custo de Produção:

Produção: Custo de Transporte:

Resumo

Distância: 4,33 Renda: R\$ 3.200,00

Limite Espacial: 9,67

FIGURA 25 – Tela de Propriedades do Produto.

Geração do Modelo

A geração do gráfico dos gradientes e do modelo de anéis é feita de forma automática à medida que se faz a entrada de dados dos produtos. Assim, no momento em que já existe um produto cadastrado, os modelos e diagramas serão exibidos quando se alternar o modo de exibição para **Gráfico**, **Modelo** e **Misto**. À medida que são inseridos novos produtos ou os mesmos são excluídos, o modelo é alterado simultaneamente para se adequar à nova configuração dos dados. As figuras abaixo mostram, respectivamente, as telas do gráfico de gradientes de renda, o modelo de anéis e um conjunto misto do gráfico e do modelo.

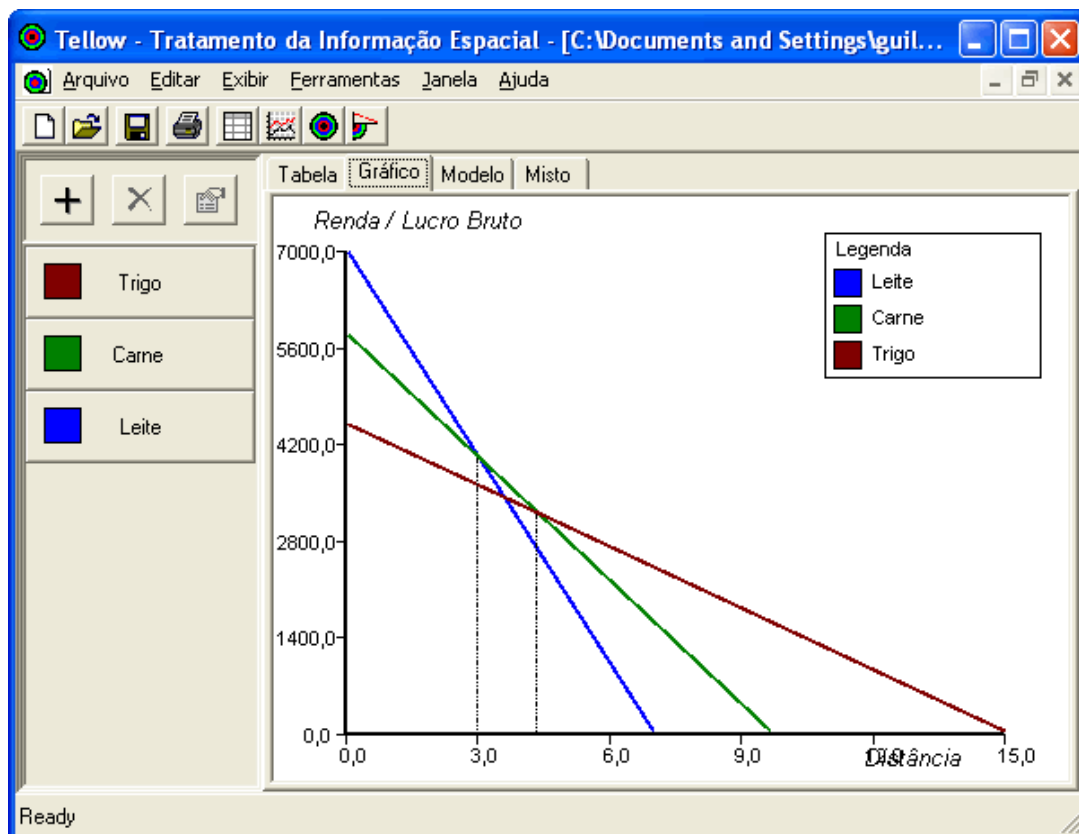


FIGURA 26 – Tela do gráfico dos gradientes de renda.

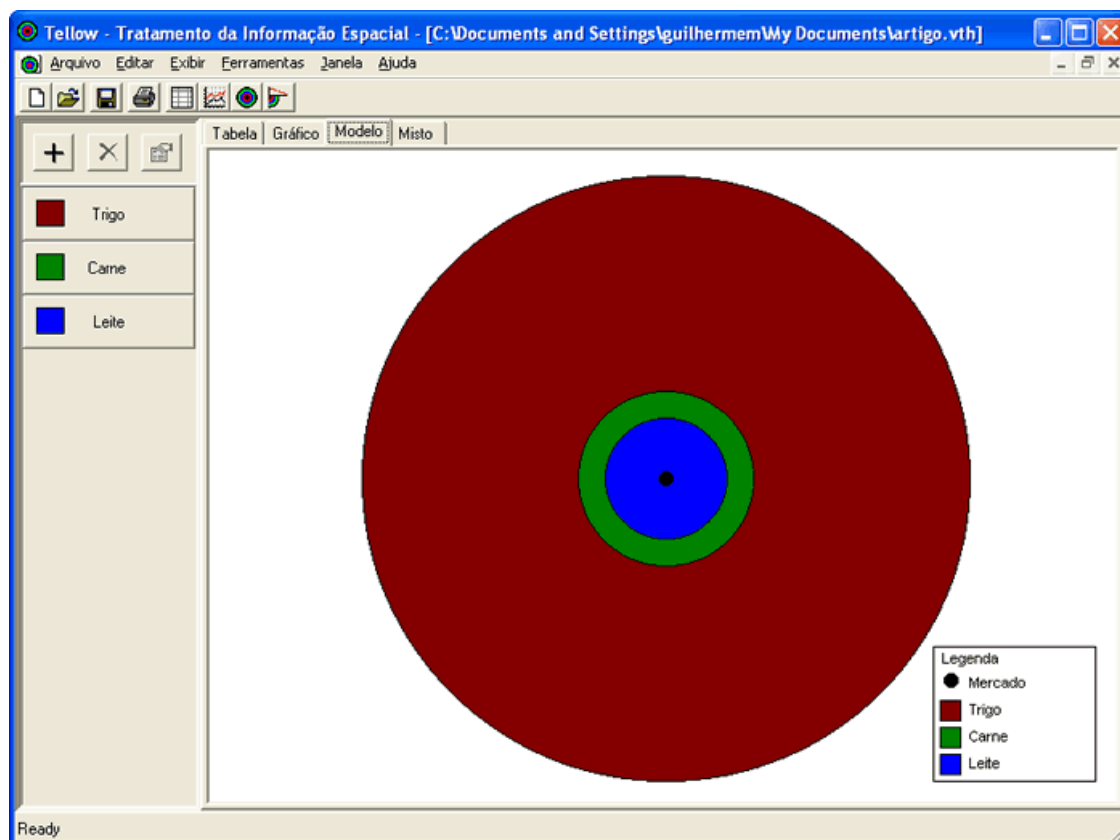


FIGURA 27 – Tela do modelo de anéis de Thünen.

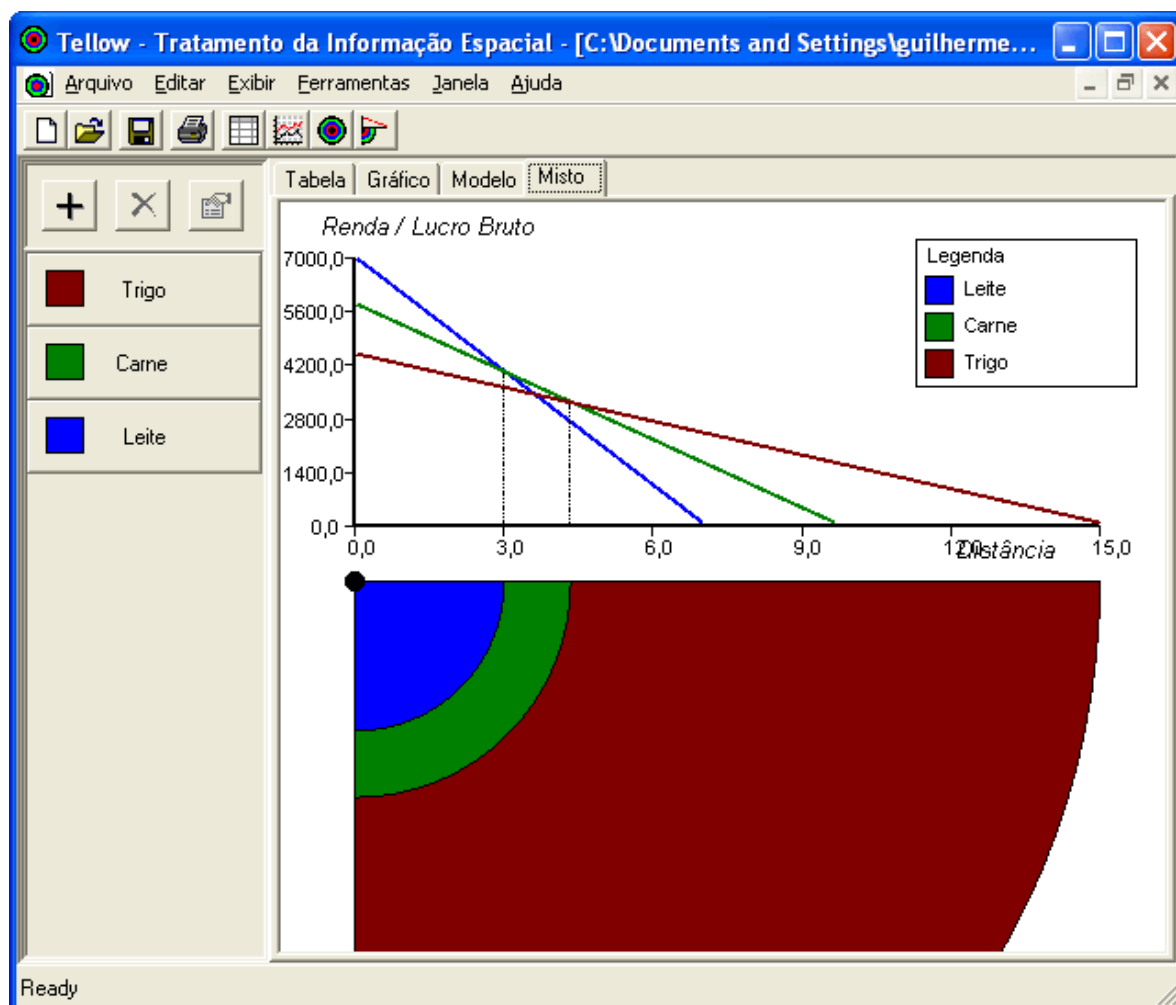


FIGURA 28 – Tela do gráfico e modelo conjugados.

Salvar e Recuperar Arquivos

Depois de realizada a entrada de dados e exibição dos gráficos e modelos é possível armazenar os dados referentes ao modelo em um arquivo para que possa ser recuperado posteriormente, podendo ser alterado ou consultado quando se desejar. Este processo evita que se tenha que digitar os dados novamente caso precise analisar o mesmo modelo em outra ocasião. O processo de salvar e recuperar ou abrir arquivos de dados é semelhante ao processo utilizado em outros

softwares. Os arquivos são salvos em um formato XML que é melhor detalhado no Apêndice B deste trabalho.

No título de menu **Arquivo**, existem itens de menu com o nome **Salvar**, para salvar em um arquivo com o nome já escolhido, e **Salvar Como**, para salvar como um nome de arquivo a ser especificado. É possível realizar a mesma tarefa utilizando a barra de ferramentas, na qual existe um botão para salvar os dados. Caso seja escolhido o item de menu **Salvar Como** ou o arquivo a ser salvo ainda não possua um nome, será exibida a tela para salvar arquivo, ilustrada pela FIGURA 29.

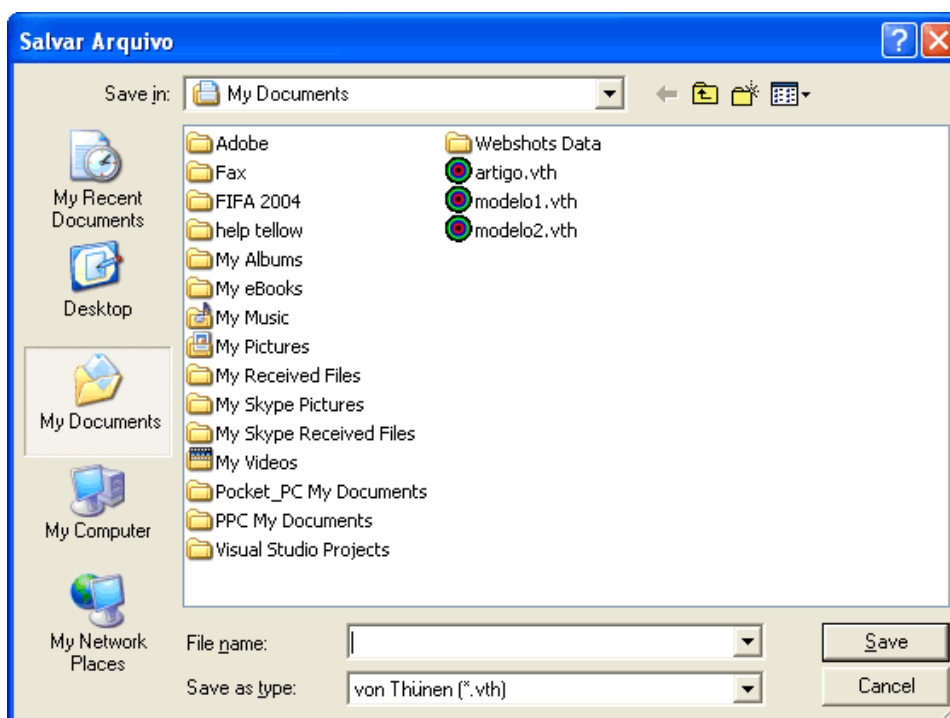


FIGURA 29 – Tela para salvar arquivos.

Do mesmo modo, é possível abrir arquivos salvos previamente utilizando o aplicativo Tellow, recuperando os dados e o modelo. Para abrir um arquivo pode-se utilizar o item de menu **Abrir** no título de menu **Arquivo** ou utilizar a barra de ferramentas, na qual existe um atalho para esta operação. Ao iniciar a abertura de

um arquivo, a tela de abrir arquivos será exibida, devendo ser informado qual o arquivo a ser recuperado (FIGURA 30).

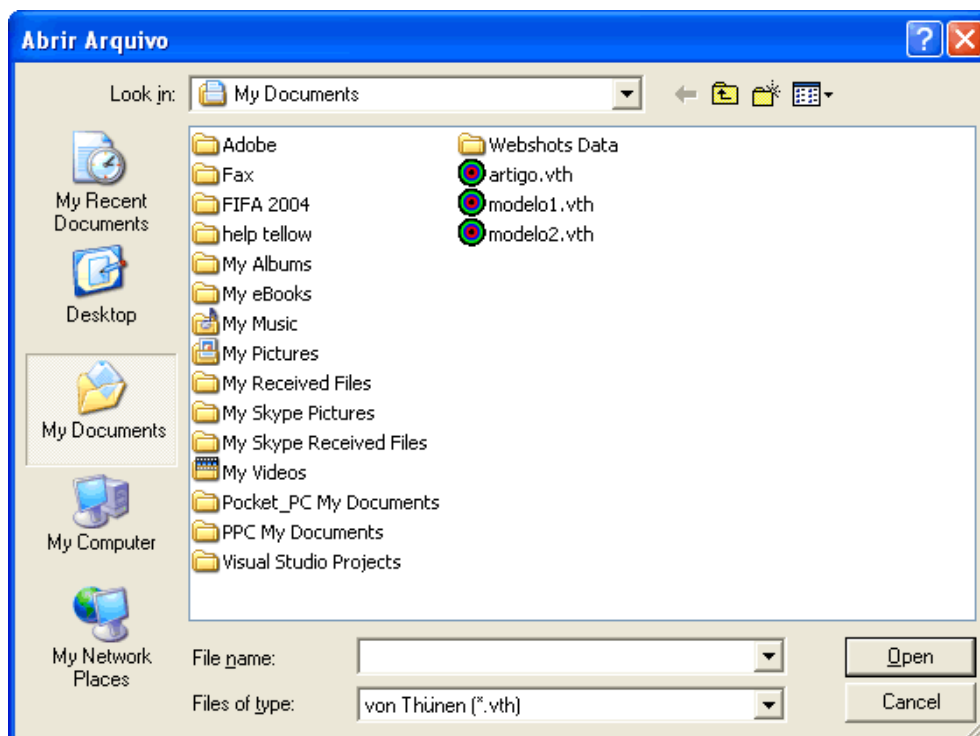


FIGURA 30 – Tela para abrir arquivos.

Impressão do Modelo

O aplicativo Tellow permite que sejam impressas todas as visualizações dos dados do modelo como: tabela de dados, gráfico dos gradientes e modelo de anéis. Para efetuar a impressão é necessário escolher o conteúdo da impressão selecionando a visualização desejada. Pode-se selecionar a visualização de **Tabela**, **Gráfico**, **Modelo** ou **Misto**. Após a seleção, utilize o item de menu Imprimir do título

de menu Arquivo ou o botão de imprimir da barra de ferramentas. Será exibida uma tela de impressão, conforme a FIGURA 31.

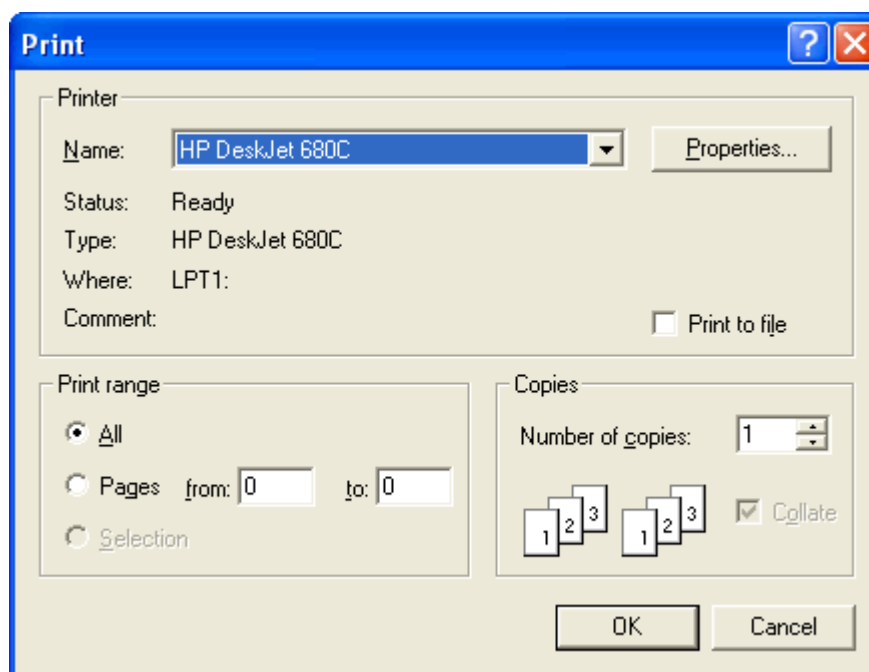


FIGURA 31 – Tela de impressão.

Antes de iniciar a impressão é possível configurar a página, selecionando o formato do papel, o tamanho das margens e a orientação da página. Para fazer esta configuração utilize o item de menu **Configurar página** no título de menu **Arquivo**. Será exibida uma tela semelhante a da FIGURA 32. Outra funcionalidade é visualizar a impressão antes de realizar a impressão propriamente dita. Para visualizar a página a ser impressa utilize o item de menu **Visualizar impressão** no título de menu **Arquivo**. De acordo com o conteúdo escolhido, através da seleção da visualização apropriada, será exibida uma tela diferente. As figuras 33, 34, 35 e 36 exibem as telas de visualização de impressão dos dados, do gráfico, do modelo e da forma mista.

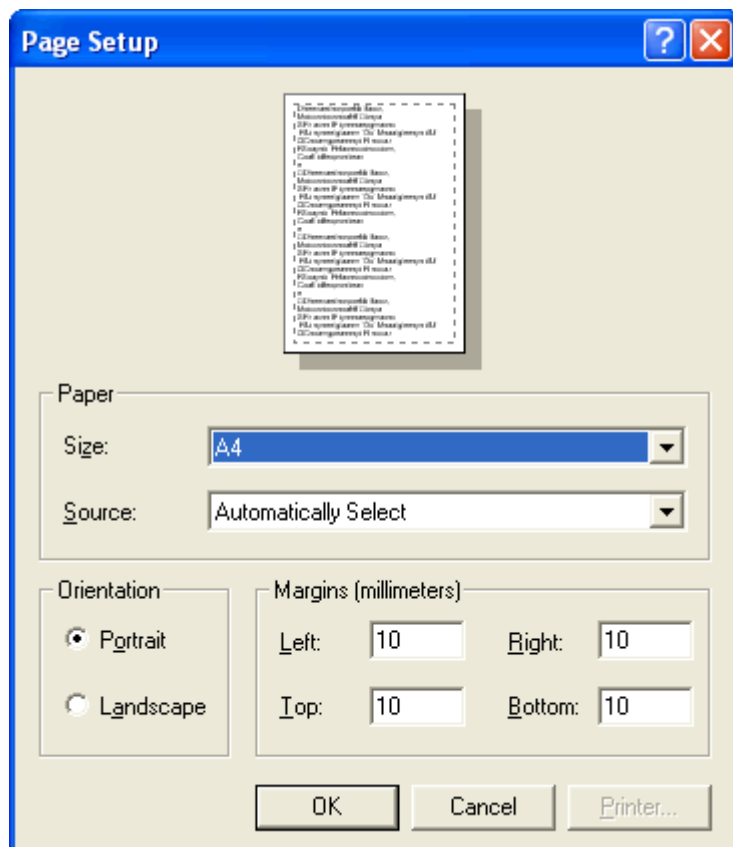


FIGURA 32 – Tela para configurar a página.

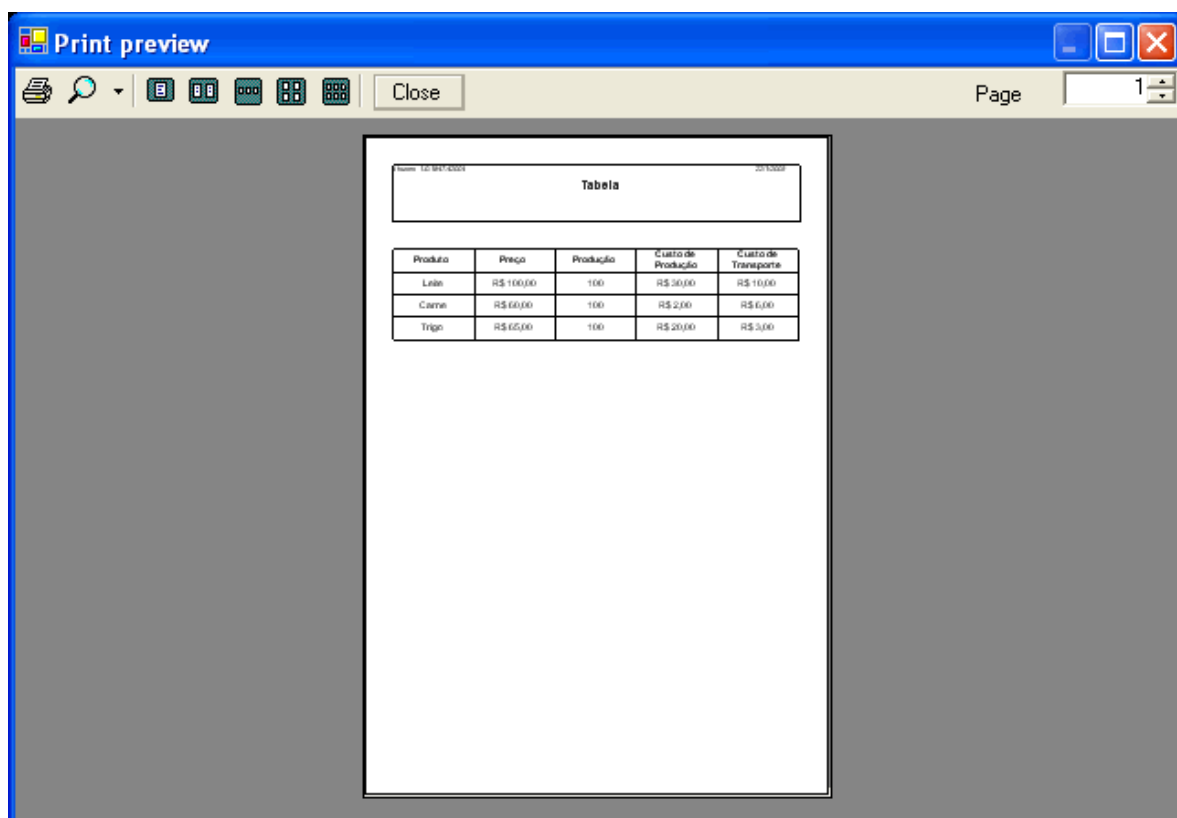


FIGURA 33 - Tela de visualizar impressão da tabela de dados.

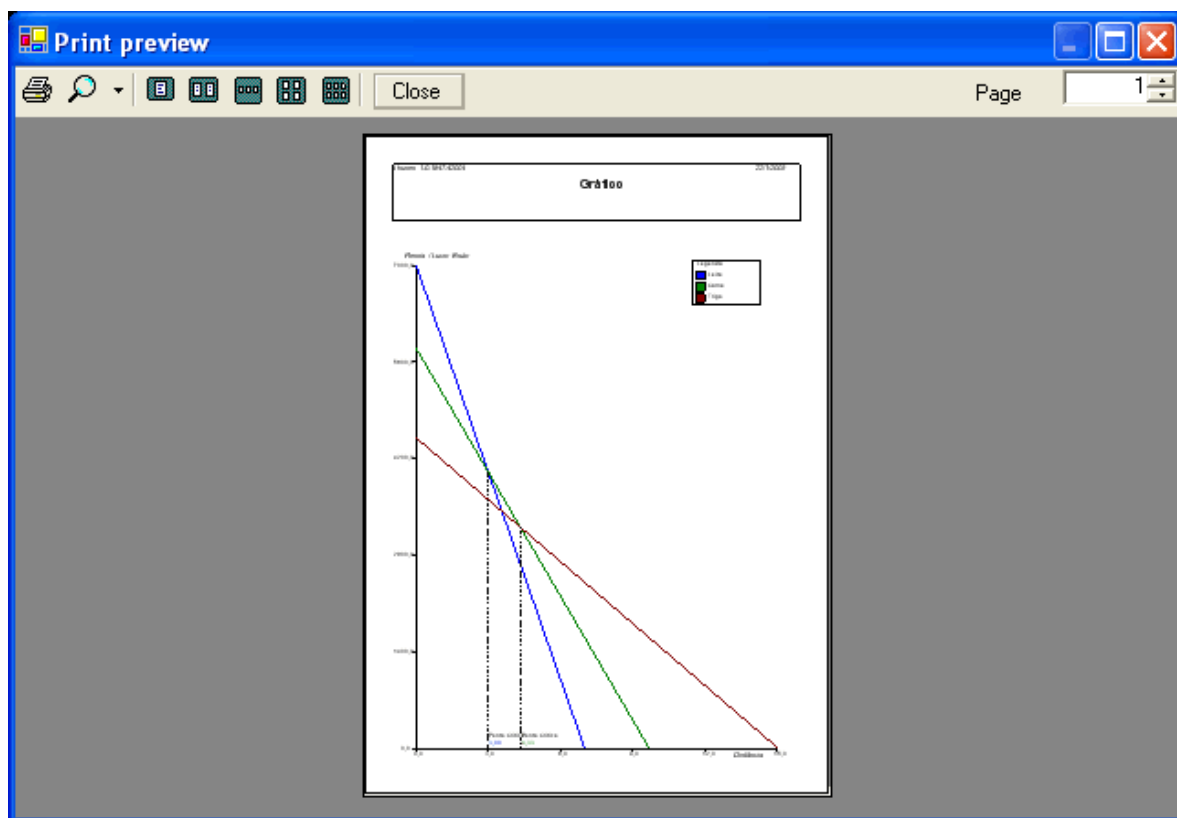


FIGURA 34 – Tela de visualização de impressão do gráfico.

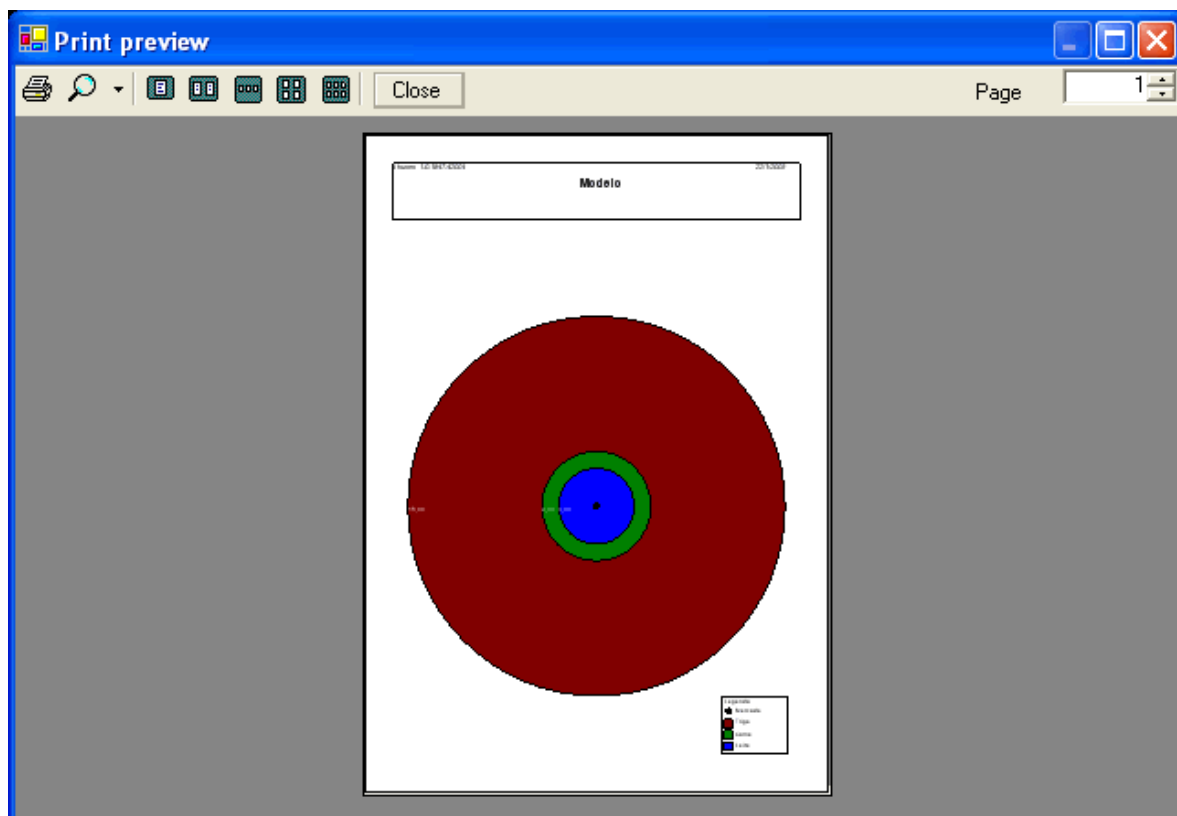


FIGURA 35 – Tela de visualização de impressão do modelo.

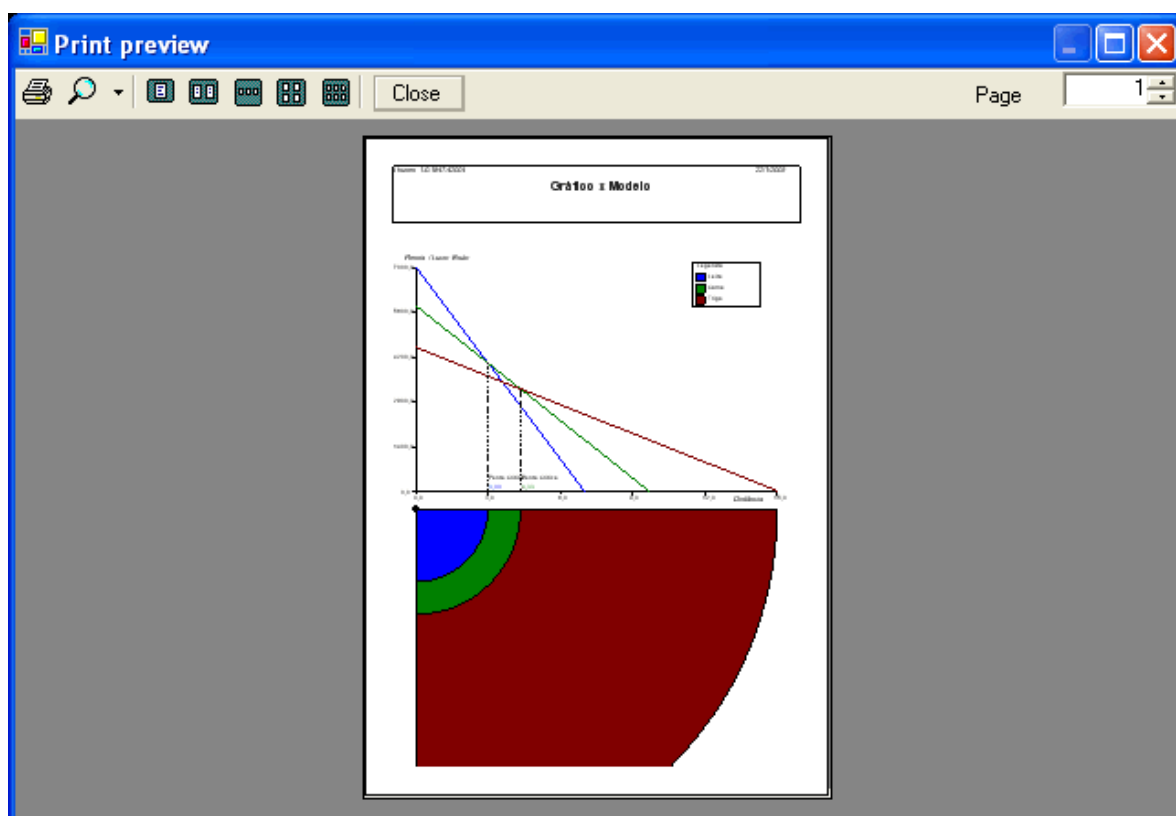


FIGURA 36 – Tela de visualização de impressão do modelo misto.

Exportação do modelo

Outra funcionalidade do aplicativo Tellow é a exportação do modelo em forma de arquivos de imagem, que podem ser utilizados em outros softwares de apoio, ou através da área de transferência do Windows utilizando os comandos Copiar e Colar. Para exportar o gráfico, o modelo ou a forma mista para um arquivo, selecione a visualização desejada e utilize o item de menu **Exportar Imagem** no título de menu **Arquivo**. Uma alternativa é clicar sobre o modelo com o botão direito do mouse e selecionar o item **Exportar imagem**. Será exibida uma tela, semelhante à

da FIGURA 37, na qual deverá ser especificado o arquivo para onde será exportada a imagem.

O processo de exportação pode ser feito através da utilização da área de transferência do Windows. Para isso utilize o item de menu Copiar imagem no título de menu Editar, ou clique sobre o modelo com o botão direito do mouse e selecionar o item **Copiar imagem**. A imagem do modelo ou gráfico será copiada para a área de transferência do Windows, podendo ser colada em outros softwares de apoio como um editor de textos ou um editor de imagens.

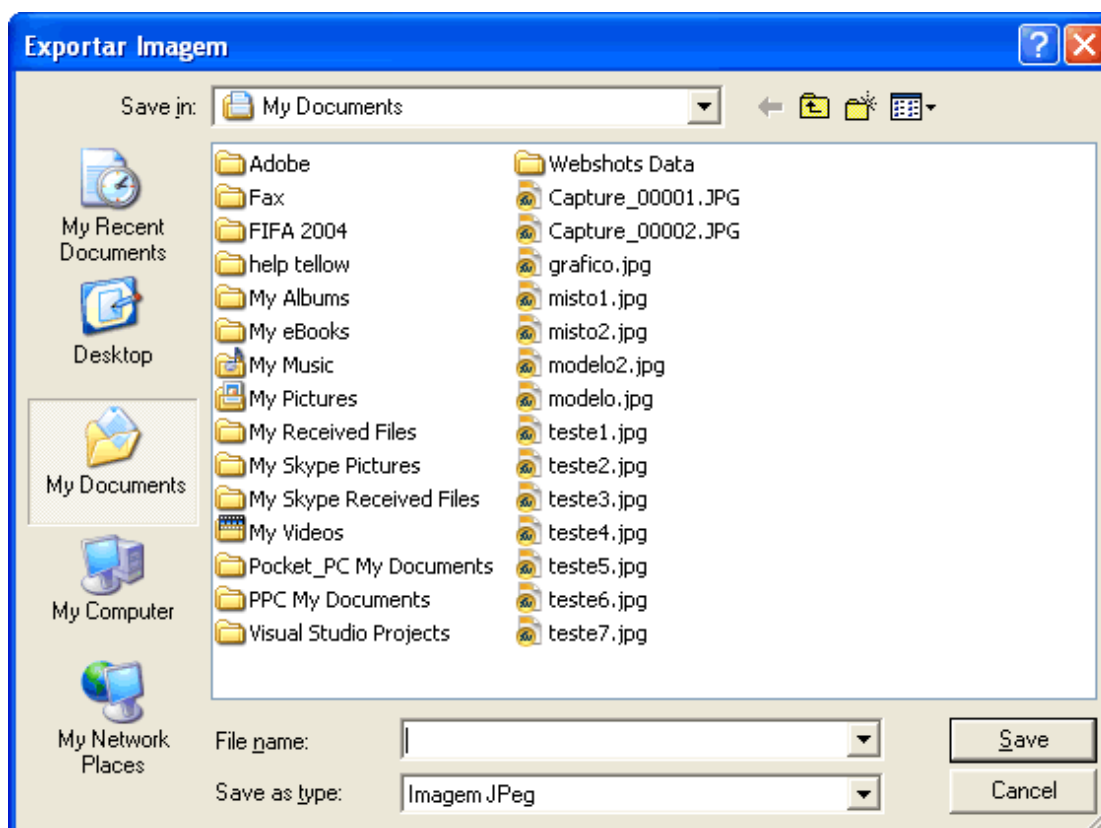


FIGURA 37 – Tela para exportação de imagens.

Outras Telas

Existem algumas outras telas do aplicativo como a tela de informações sobre o Tellow (FIGURA 38), que exibe dados de autoridade e versão do programa, e a tela de ajuda (FIGURA 39), que contém informações importantes sobre a correta operação do aplicativo.



FIGURA 38 – Tela de informações sobre o Tellow 1.0.

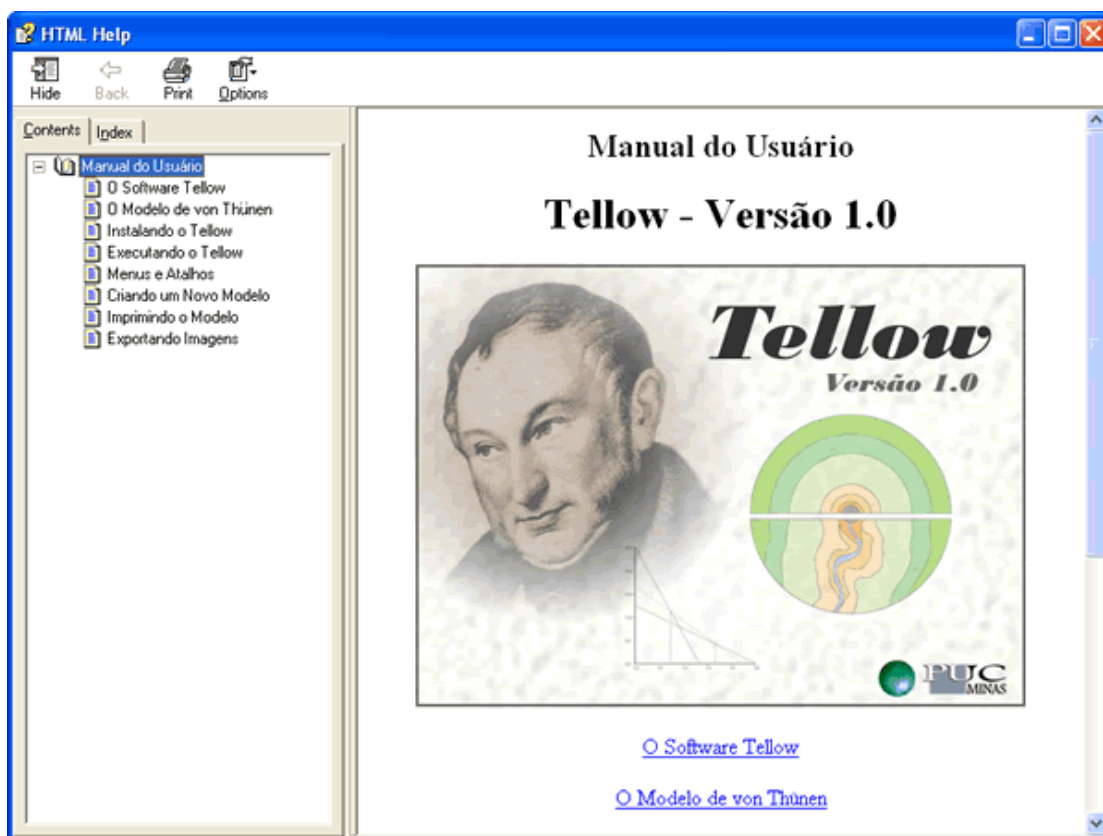


FIGURA 39 – Tela de ajuda do aplicativo.

Exemplo de Utilização

Para exemplificar a utilização do aplicativo, será usado um exemplo hipotético do modelo de von Thünen para exibir os resultados obtidos. Primeiramente, considera-se uma planície que obedeça às condições necessárias do modelo de Thünen, na qual existem três atividades agrícolas que são: a produção de leite, de trigo e de carne. Os dados sobre a produção desses três produtos estão dispostos na tabela abaixo:

Produto	Preço	CP	CT	LB	LS
Leite	100	30	10	70	7
Trigo	65	20	3	45	15
Carne	45	15	1	30	30

Sendo:

CP = Custo de Produção

LB = Lucro Bruto

CT = Custo de Transporte

LS = Limite Espacial

A tabela contém dados sobre os produtos como: o preço de venda no mercado consumidor, o custo de produção envolvido e o custo de transporte. O primeiro passo é realizar a entrada de dados, ou seja, digitar os dados da tabela no aplicativo, criando os três produtos. Para isso utiliza-se a tabela de dados de produtos, representada pela FIGURA 40. Após realizar a entrada dos dados, a tabela de dados do aplicativo deve estar igual à da FIGURA 40. Neste exemplo, consideramos a produção igual para os três produtos e igual a 100, podendo ser diferente em demais utilizações do aplicativo.

The screenshot shows the Tellow software interface. At the top, there is a menu bar with options: Arquivo, Editar, Exibir, Ferramentas, Janela, Ajuda. Below the menu is a toolbar with various icons. The main window is divided into two sections. On the left is a legend with three items: Carne (green square), Trigo (red square), and Leite (blue square). On the right is a data table with the following content:

Produto	Preço	Produção	Custo de Produção	Custo de Transporte
Leite	R\$ 100,00	100	R\$ 30,00	R\$ 10,00
Trigo	R\$ 65,00	100	R\$ 20,00	R\$ 3,00
Carne	R\$ 45,00	100	R\$ 15,00	R\$ 1,00

At the bottom left of the window, the status bar shows 'Ready'.

FIGURA 40 – Tabela de dados do exemplo.

A seguir, pode-se visualizar o gráfico dos gradientes de renda dos produtos e o modelo de anéis gerado pelo aplicativo, referente aos três produtos do exemplo. É possível salvar um arquivo com os dados do exemplo, como também imprimir o modelo.

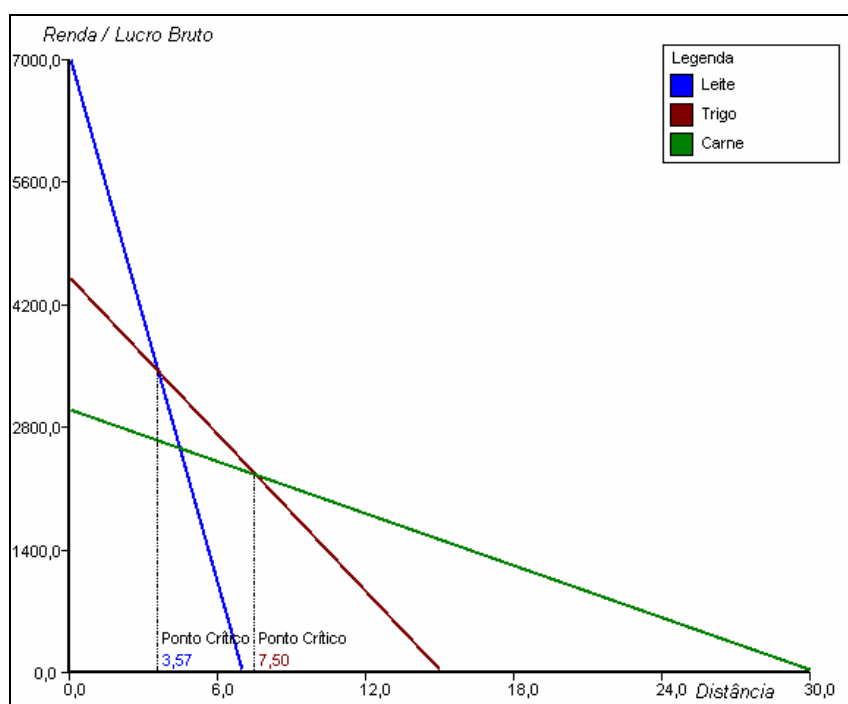


FIGURA 41 – Gráfico dos gradientes de renda dos produtos.

De acordo com o resultado gerado pelo aplicativo, podemos observar na FIGURA 41, que contém o gráfico dos gradientes de renda, que o leite possui a maior renda nas áreas próximas ao mercado, sendo localizado no anel mais próximo do centro.

Nos anéis seguintes é produzido o trigo e a carne como se pode ver no modelo representado pela FIGURA 42. Na FIGURA 43, pode-se notar que os pontos críticos distantes 3,57 e 7,5 unidades de distância do centro urbano são obtidos pela intersecção dos gradientes de renda dos produtos e caracterizam o limite espacial, ou seja, a distância máxima do centro que os produtos devem ser produzidos.

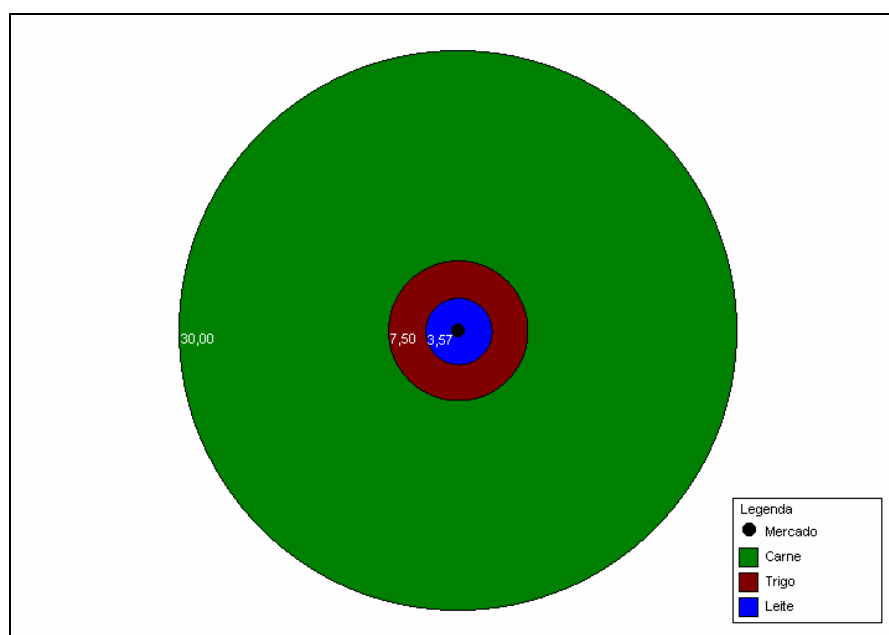


FIGURA 42 – Modelo de anéis de von Thünen.

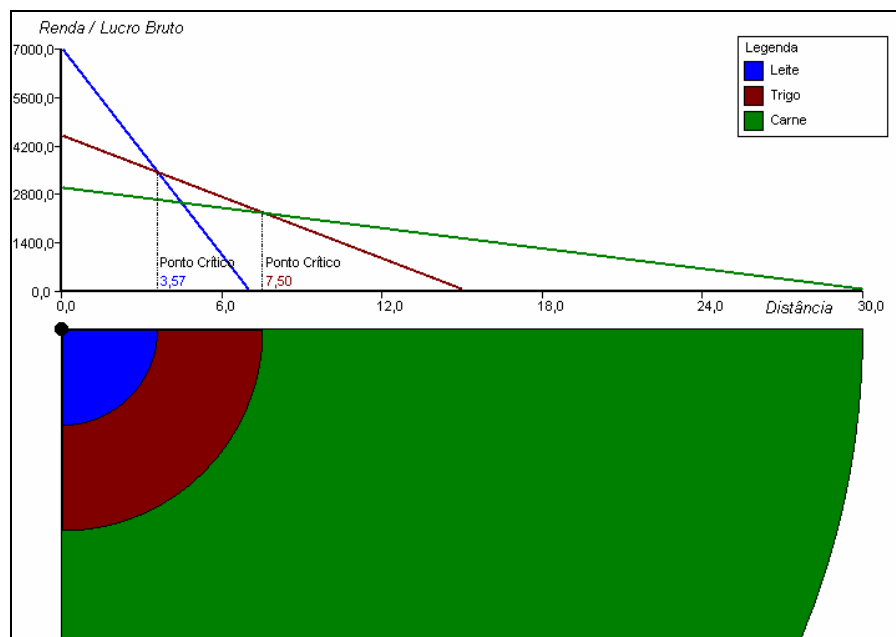


FIGURA 43 – Visualização do gráfico e modelo combinados.

Como se pode notar, a utilização do aplicativo é bastante simples e a geração dos resultados é instantânea, possibilitando a geração rápida de modelos e tornando a ferramenta um instrumento útil e de fácil acesso.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com Amorim (1984), a partir das últimas décadas do século XX houve uma maior procura, por parte dos geógrafos, pelos fundamentos da geografia com o objetivo de saciar um sentimento de dúvida quanto às orientações básicas da disciplina. Este sentimento de dúvida é devido à existência de vários paradigmas geográficos, como se pode observar em Cristofolletti (1952), que representam um crescimento e evolução da atividade geográfica.

O retorno às bases epistemológicas da geografia é observado na maior relevância que é dada ao tema da história do pensamento geográfico em publicações, grupos de estudo e eventos científicos. Este resgate contribui para que haja uma releitura das obras clássicas, tornando-as novamente em importantes referências para os trabalhos atuais (AMORIM, 1984). Assim, a retomada dos antigos modelos de localização, como o modelo de uso do solo agrícola do alemão Johann Heinrich von Thünen, traz benefícios para a disciplina geográfica da atualidade.

O resgate deste modelo é bastante relevante, já que sua teoria foi baseada no conhecimento empírico de Thünen, que passou a vida em sua propriedade rural realizando experiências sobre a localização das atividades agrícolas. Além do valor científico de seu conteúdo teórico, o Modelo de von Thünen tem um valor simbólico para a evolução do pensamento geográfico já que é considerado o primeiro modelo da teoria da localização, inspirando vários outros geógrafos na continuidade e aprimoramento desta vertente do conhecimento geográfico.

Segundo Etges (2000), a produção do conhecimento geográfico realizada pelos geógrafos alemães, os quais são considerados os fundadores da Geografia moderna, é imprescindível quando se trata de Geografia Agrária. A tradição alemã nas teorias de localização é comprovada pelas importantes obras de Thünen, Weber, Lösch e Christaller. O Modelo de von Thünen, um dos modelos mais significativos da abordagem locacional em Geografia, foi o objeto de estudo deste trabalho. Apesar de ter sido concebido a quase 180 anos atrás, numa época em que as condições de vida eram bastante diferentes das atuais, sua teoria ainda serve como base para muitos outros modelos de localização. Von Thünen foi o pioneiro das teorias de localização, sendo que seu modelo foi estudado e reinterpretado, posteriormente, por vários autores numa tentativa de adequá-lo a uma nova realidade.

William Alonso, em sua obra *Location and Land Use* (1964), fez uma outra interpretação do modelo de Thünen, substituindo os fazendeiros que produziam produtos agrícolas em uma planície por trabalhadores que trabalhavam em uma cidade isolada por uma região comercial central (FUJITA, 2002). Já Edgar S. Dunn, expressa em sua obra, *The Location of Agricultural Production*, as afirmativas de Thünen em forma de uma equação linear que descreve a relação entre a renda e a distância. Além disso, Dunn considera outras condições como: a existência de vários mercados, taxas de transporte variáveis e diferenças de recursos entre as propriedades (MESQUITA, 1978).

Outra abordagem do modelo de uso do solo de Thünen é feita por Michael Chisholm em *Rural Settlement and Land Use*. Chisholm se baseia na teoria de Thünen para explicar os padrões de uso da terra para diferentes condições de solo, clima, declividade e distância do mercado, retratando o modelo com a utilização de

escalas diferentes. Mulligan (1997) apresenta uma variação mais realista do modelo tradicional de Thünen, chamada de Modelo Fechado, no qual a demanda por produtos tem influência sobre os preços de mercado dos produtos agrícolas, explorando ainda, conceitos como retorno máximo esperado e retorno máximo garantido.

Como se pode notar, este modelo já foi estudado e reformulado por vários autores, se consolidando como base da teoria de localização. Entretanto, o fator que torna este trabalho diferente dos demais é a integração do modelo clássico de localização de Thünen com a tecnologia dos sistemas de informação, que são bastante utilizados na geografia atual através do GIS. O GIS tem demonstrado sua grande importância para a Análise Espacial, e para a Geografia como um todo, devido a sua alta capacidade de processamento de dados geográficos, servindo como poderosa ferramenta para os geógrafos e demais cientistas na análise dos fenômenos geográficos.

O modelo, que segundo Mesquita (1978, p.63), é “empregado para análise dos padrões de uso agrário da terra e de intensidade da agricultura em torno das cidades”, foi transplantado para o meio digital através da elaboração de um aplicativo computacional que processa uma estrutura de dados tabulares alfanuméricos gerando como resultado o modelo de uso do solo agrícola. Este software poderá ser de grande utilidade para a comunidade, podendo ser empregado no aprendizado e exploração do modelo por estudantes de Geografia, como também para o corpo docente da disciplina.

O software permite que haja um maior dinamismo na análise e modificação dos dados podendo facilitar a geração de vários modelos consecutivos além de proporcionar maior facilidade e rapidez no desenho dos anéis de Thünen. Ele pode

ser utilizado como um recurso para a aprendizagem assim como uma ferramenta de apoio para analistas espaciais e pesquisadores. O aplicativo disponibiliza as funções básicas para a entrada e processamentos dos dados, gerando o gráfico de gradientes e o modelo de anéis como resultado final.

Entretanto, algumas outras funcionalidades e aspectos do software desenvolvido neste trabalho podem ser mais bem explorados em futuros trabalhos. Esta extensão das funções do aplicativo pode ser feita de modo que se possa desenhar o modelo baseando-se na modificação dos pressupostos tradicionais propostos por von Thünen. Deste modo, poder-se-ia, através do aplicativo, inserir um segundo centro urbano na planície isolada do modelo, alterando o padrão de distribuição das atividades já que haveria um segundo centro consumidor. Outro exemplo seria a possibilidade de se desenhar o trajeto de um rio navegável ou alguns acidentes geográficos que alterem a rota de transporte das mercadorias, que também geraria modificações no padrão de distribuição original já que o custo de transporte seria modificado.

Outra sugestão para aprimoramento do aplicativo seria fazer a integração do mesmo com as ferramentas de mapeamento digital, permitindo visualizar os anéis do modelo em conjunto com mapas do entorno das cidades. Assim, o processo que pode ser realizado na versão atual com a exportação e importação das imagens do modelo, poderia ser realizado de forma automática através da integração com os principais softwares de GIS do mercado.

O Modelo Fechado apresentado por Mulligan (1997) como uma variação do modelo tradicional de Thünen apresenta alguns métodos de análise das variáveis envolvidas no problema que também podem ser incorporados no aplicativo com o objetivo de enriquecer a ferramenta. Este novo recurso poderá melhorar a

capacidade de compreensão do modelo por parte dos usuários uma vez que apresenta o problema sob um outro ponto de vista. Neste modelo pode-se observar resultados diferentes dos obtidos no modelo tradicional quando há variação dos valores de variáveis como: a população do centro urbano, a área ocupada pelo centro urbano, o custo de produção, a taxa de transporte e a produtividade da terra.

O processo de desenvolvimento de software não é um processo que tem um início e um fim bem definidos. Após a liberação da primeira versão de um aplicativo, podem ser feitas manutenções evolutivas no sentido de aprimorar o software continuamente de modo que ele possa atender a novas necessidades dos usuários. Essas modificações sugeridas para a evolução do aplicativo Tellow podem servir como base para a continuação deste trabalho, futuramente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, João Francisco. **Métodos de análise espacial**. Belo Horizonte: PUC Minas, 2003. Notas de aula.

ABREU, J.F.; BARROSO, L.C. **Geografia, modelos de análise espacial e GIS**. Belo Horizonte: PUC Minas, 2003.

ABREU, Lisia Rocio de. **Aplicativos computacionais em geografia econômica: o modelo HUFF**. 2002. Dissertação (Mestrado em Tratamento da Informação Espacial) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte.

ALONSO, William. **Location and land use: toward a general theory of land rent**. Cambridge: Harvard University, 1968.

AMORIM FILHO, O. B. A evolução do pensamento geográfico. In: **Revista Geografia e Ensino**, Belo Horizonte Ano I, n.1, mar. 1982.

AMORIM FILHO, O. B. O atlas do pensamento geográfico de Vidal de la Blache. **Revista Geografia e Ensino**, Belo Horizonte, 2(2): 20-29, dez. 1984.

AMORIM FILHO, O. B. **Evolução do pensamento geográfico**. Belo Horizonte: PUC Minas, 2003. Notas de aula.

ARCHER, Tom. **Inside C#**. 1. ed. Redmond: Microsoft Press, 2001.

BERRY, Brian J. L. **Geography of market centers and retail distribution**. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1967.

BRADFORD, M. G.; KENT, W. A. **Geografia humana: teorias e suas aplicações**. Lisboa: Granada, 1987.

CHISHOLM, Michael. **Rural settlement and land use, an essay in location**. London: Hutchinson University Library, 1962.

CHRISTOFOLETTI, A. As perspectivas dos estudos geográficos. In: CHRISTOFOLETTI A. (Ed.). **Perspectivas da geografia**. São Paulo: Difel, 1985.

CLARK, Colin. Von Thünen's Isolated State. In: BLAUG, Mark. **Pioneers in economics - Johann von Thünen (1783-1850), Augustin Cournot (1801-1877), Jules Dupuit (1804-1866)**. Aldershot: Edward Elgar, 1992. v. 24. 489 p.

CLAVAL, P. A revolução pós-funcionalista e as concepções atuais da geografia. Tradução Nathalie Dessartre Mendonça. In: MENDONÇA, Francisco; KOZEL, Salete. **Elementos de epistemologia da geografia contemporânea**. Curitiba: Editora da UFPR, 1ª edição, 2002.

ETGES, Virgínia E. **Geografia agrária – a contribuição de Leo Waibel**. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2000.

FERREIRA, Carlos Maurício de Carvalho. **A evolução das teorias clássicas da economia espacial: suas contribuições para a análise de concentração das atividades**. Belo Horizonte: UFMG (Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional), 1975.

FIGUEIREDO, Ana Tereza Lanna. **Padrão locacional e especializações regionais da indústria mineira**. 1998. Dissertação (Mestrado em Economia) - Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional/UFMG. Belo Horizonte.

FOWLER, Martin; SCOTT, Kendal. **UML essencial: um breve guia para a linguagem-padrão de modelagem de objetos**. Tradução Vera Pezerico e Christian Thomas. Porto Alegre: Bookman, 2000.

FUJITA, Masahisa; KRUGMAN, Paul; VENABLES, Anthony J. **Economia espacial**. São Paulo: Futura, 2002.

GOULD, Peter. *O que é, afinal, a geografia?* Tradução Oswaldo Bueno Amorim Filho. In: **Geographer at work**. London: Routledge & Kegan Paul, 1985. 351p.

HAGGETT, P.; CHORLEY, R. J. **Modelos socio-econômicos em geografia**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1975.

KRUGMAN, Paul. **Development, geography and economic theory**. London: The MIT Press, 1997.

LIBERTY, Jesse. **Programming C#**. Sebastopol: O'Reilly, 2001.

MALEK, O. *O que é um guia? depoimento de um guia Saaraoui*. Tradução Oswaldo Bueno Amorim Filho. In: **Herodote**, Paris, n.16, 4 trimestre, 1979. Título original: Lês yeux éteints.

MESQUITA, Olindina Vianna. O modelo de von Thünen: uma discussão. In: **Revista Brasileira de Geografia**. Rio de Janeiro, ano 40, v.2, p.60-130, abr./jun. 1978.

MEYNIER, A. **A Geografia e as qualidades necessárias ao geógrafo**. Tradução Oswaldo Bueno Amorim Filho. Paris: PUF, 1971. Título Original: Guide de l'étudiant en géographie.

MIRANDA, Dimas Felipe de. **Modelos de análise têmporo-espacial: explorações metodológicas em Janelle, Hagerstrand e Wilson**. 2004. Tese (Doutorado) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte.

MULLIGAN, Gordon F. Some implications of behavior in agricultural markets. In: FISCHER, Manfred M. & GETIS, Arthur. **Recent developments in spatial analysis: spatial statistics, behavioral modeling and computational intelligence**. Berlin. Springer, 1997. 433 p.

SCHNEIDER, Erich. *Johann Heinrich von Thünen*. Tradução Dr. Anne von Bibra Sutton. In: BLAUG, Mark. ***Pioneers in economics*** - *Johann von Thünen (1783-1850), Augustin Cournot (1801-1877), Jules Dupuit (1804-1866)*. Aldershot: Edward Elgar, 1992. v. 24. 489 p.

PUU, Tonu. ***Mathematical location and land use theory***: an introduction. Berlin: Springer, 1997. 294p.

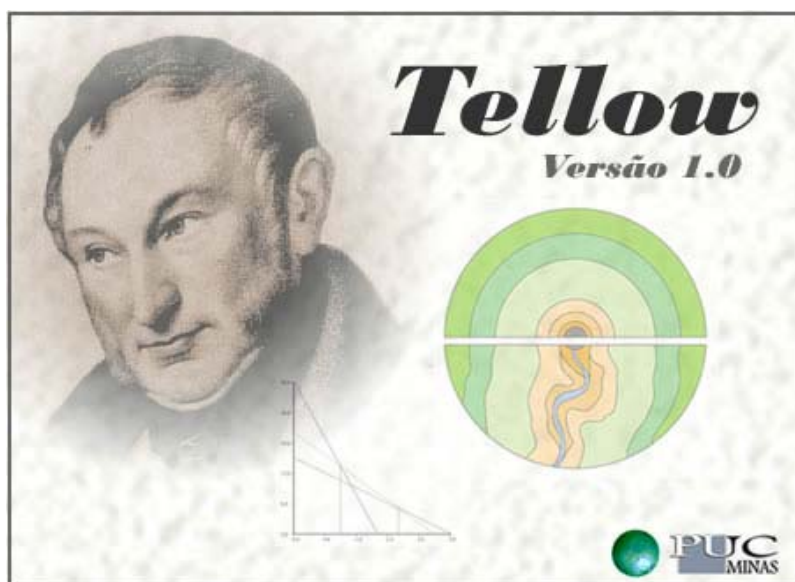
THAI, Thuan L.; LAM, Hoang. ***.NET Framework Essentials***. Sebastopol: O'Reilly, 2001.

WRIGHT, Charles Leslie. ***Método econométrico: algumas reflexões sobre a obra pioneira de von Thünen***. Brasília: UnB: Departamento de Economia, 1982.

ANEXO A – Manual do Usuário

Manual do Usuário

Tellow - Versão 1.0



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS

Belo Horizonte

2005

ÍNDICE

O Software Tellow _____	119
O Modelo de von Thünen _____	120
<i>Pré-requisitos de software</i> _____	121
<i>Pré-requisitos de hardware</i> _____	122
Executando o Tellow _____	127
Menus e Atalhos _____	128
<i>Itens de Menu</i> _____	128
<i>Botões da Barra de Ferramentas</i> _____	131
Criando um Novo Modelo _____	132
Imprimindo os Resultados _____	134
Exportando Imagens _____	136

O SOFTWARE TELLOW

Este software foi desenvolvido pelo aluno Guilherme Morávia Soares de Matos do Programa de Pós-Graduação em Tratamento da Informação Espacial da PUC-MG como produto de sua dissertação de mestrado. O mestrando teve como orientador o Prof. Dr. João Francisco de Abreu (PhD) e como co-orientador o Prof. Dr. Leônidas Conceição Barroso.

O software Tellow tem como função operar o Modelo de von Thünen, disponibilizando, assim, uma importante ferramenta computacional para os estudantes de Geografia, mais especificamente para estudantes e pesquisadores de Análise Espacial. Com o uso do Tellow pode-se fazer a entrada de dados tabulares de um caso do modelo de uso do solo agrícola e obter como resultado o gráfico e o modelo de anéis. Deste modo, é possível fazer uma análise sobre o modelo com a alteração dos dados de origem e a observação do comportamento da distribuição espacial das atividades agrícolas na tela do software.

O software também permite salvar os modelos, com os respectivos dados, em arquivos para que possam ser abertos e analisados posteriormente. É possível também imprimir os resultados, assim como exportar os gráficos e modelos para arquivos de imagem para que possam ser utilizados em outros softwares pelo usuário.

O software Tellow 1.0 é uma ferramenta simples e de fácil aprendizado, mas que possui um grande potencial no meio acadêmico e pode trazer grandes benefícios ao corpo docente e discente dos cursos de Análise Espacial. Ele tem valor tanto como ferramenta computacional quanto como meio de resgatar um dos modelos clássicos da Geografia, que é o Modelo de von Thünen.

O MODELO DE VON THÜNEN

O aplicativo Tellow tem com principal função a geração do gráfico e dos anéis do Modelo de von Thünen a partir dos dados sobre as atividades agrícolas. O modelo de uso do solo agrícola foi proposto por Johann Heinrich von Thünen, em 1826, na Alemanha. Thünen, que detinha grandes conhecimentos em matemática e produção agrícola, desenvolveu esse modelo de uso do solo em sua propriedade, que tinha o nome de Tellow. Thünen baseou sua teoria em experiências práticas realizadas em sua propriedade de modo a otimizar a produção e maximizar o lucro da atividade agrícola.

Von Thünen idealizou uma situação ideal na qual uma cidade, localizada no centro de uma planície uniforme e isolada de demais centros urbanos, é abastecida por toda produção agrícola desta área. O custo de produção, a produtividade da terra e a taxa de transporte são considerados uniformes em toda a área de abastecimento. O preço de venda dos produtos no mercado varia de acordo com o tipo de atividade agrícola. Deste modo, a distância do local de produção ao mercado será um fator importante na determinação da renda de uma propriedade agrícola.

Quanto mais próximo ao mercado maior será a renda da terra, pois o custo de transporte será menor. Assim, há uma competição pelas terras próximas ao mercado, resultando na ocupação destas terras por atividades agrícolas que tenham uma maior renda a uma determinada distância do mercado central.

O modelo tradicional criado por von Thünen considera ainda o transporte de produtos perecíveis, a necessidade de lenha como combustível e a intensidade da produção agrícola. Na Alemanha do século XIX, as condições de transporte e de geração de energia eram bem diferentes do que encontramos nos dias de hoje. Por isso, Thünen fez algumas considerações em seu modelo que estão intimamente

ligadas às condições de vida da época. O modelo é composto por um anel de “economia livre”, um anel de produção de madeira, três anéis de produção de cereais e um último anel de pecuária extensiva.

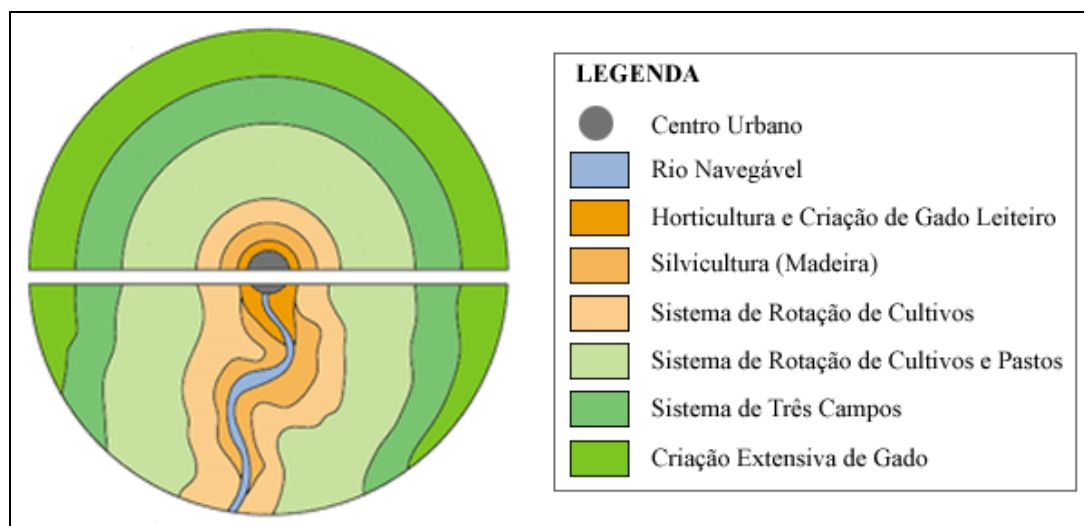


FIGURA 1 – Modelo tradicional proposto por Thünen.
FONTE: Chisholm (1962).

INSTALANDO O TELLOW

Antes de instalar o software Tellow é necessário observar as configurações mínimas de hardware e software necessárias para se instalar o software. O computador no qual o software será instalado deve atender as condições mínimas de hardware e software descritas abaixo.

Pré-requisitos de software

- Sistema operacional:
 - Microsoft Windows® Server 2003
 - Windows XP Professional
 - Windows XP Home Edition

- Windows 2000
 - Windows Millennium Edition (Windows Me)
 - Windows 98
 - Windows NT® 4.0 Service Pack 6a.
- Os sistemas operacionais Windows NT 4.0 Terminal Server e Windows 95 não são suportados.
 - Microsoft Internet Explorer 5.01 ou superior.

Pré-requisitos de hardware

- Processador Intel Pentium 90 MHz, processador AMD Opteron, AMD Athlon64, AMD Athlon XP, ou superior.
- Mínimo de 32 MB de memória RAM, sendo recomendado 96 MB
- 110 MB de espaço livre no disco rígido, sendo que são necessários 40 MB adicionais para a instalação (total de 150 MB).
- Resolução de vídeo de 800 x 600 pixels com 256 cores ou superior

Após a verificação dos pré-requisitos básicos de utilização do aplicativo, pode-se iniciar a instalação do Tellow. Para iniciar a instalação do software é necessário ter acesso ao CD de instalação e executar o programa de instalação do aplicativo, seguindo os passos especificados. Caso algum dos pré-requisitos não seja atendido é aconselhável utilizar um outro computador ou fazer um upgrade, instalando os softwares necessários ou melhorando o hardware, antes de fazer a instalação. Siga os passos descritos abaixo para executar o programa de instalação:

1. Execute o programa SETUP.EXE localizado na raiz do CD-ROM de instalação do Tellow através de um duplo clique no ícone do programa ou através do comando **Executar** do menu **Iniciar** do Windows.

2. Ao executar o SETUP.EXE será exibida a tela de aviso de início de instalação (FIGURA 2). Clique no botão **OK** para iniciar o processo de instalação do software. Neste momento serão verificados os pré-requisitos básicos de software necessários.

Caso não seja detectada a instalação do Microsoft .NET Framework, o mesmo será instalado neste momento. Como o framework possui alguns pré-requisitos de software, como a versão do Internet Explorer igual a 5.01 ou superior, será exibida uma tela de aviso caso algum dos pré-requisitos não sejam atendidos (FIGURA 3). Neste caso, é necessário que sejam instalados os softwares necessários para que se faça a instalação.

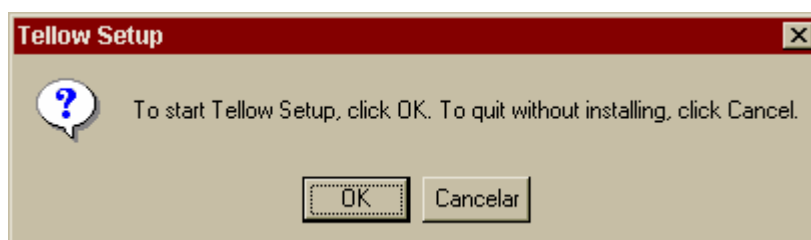


FIGURA 2 – Aviso de início de instalação.



FIGURA 3 – Tela de aviso das necessidades mínimas de software.

3. Se todas as condições mínimas foram atendidas, será exibida a tela inicial do programa de instalação (FIGURA 4). Clique no botão **Next** para continuar o processo.

4. Será exibida a tela “Select Instalation Folder” para que seja especificado o diretório para onde os arquivos serão copiados. Para alterar o diretório sugerido, digite o diretório no campo **Folder** ou clique no botão **Browse** para especificar o caminho. Existe ainda a opção de fazer a instalação apenas para o usuário corrente do computador (opção **Just me**) ou para todos os usuários (opção **Everyone**), caso o sistema operacional permita a utilização por diferentes usuários. Clique no botão **Next** para continuar o processo de instalação.

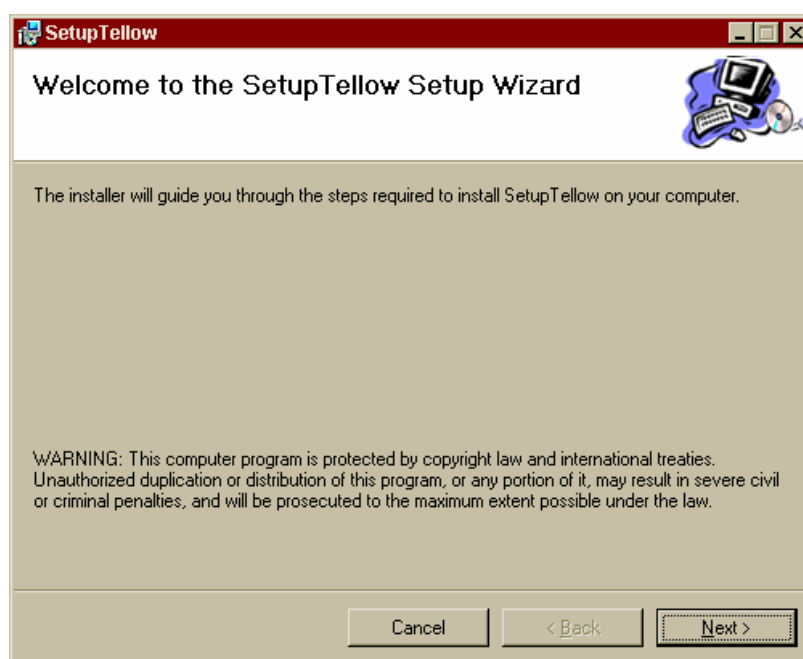


FIGURA 4 – Tela inicial do programa de instalação.

5. Será exibida a tela de confirmação de instalação do aplicativo. Clique no botão **Next** para iniciar a cópia dos arquivos para o computador.

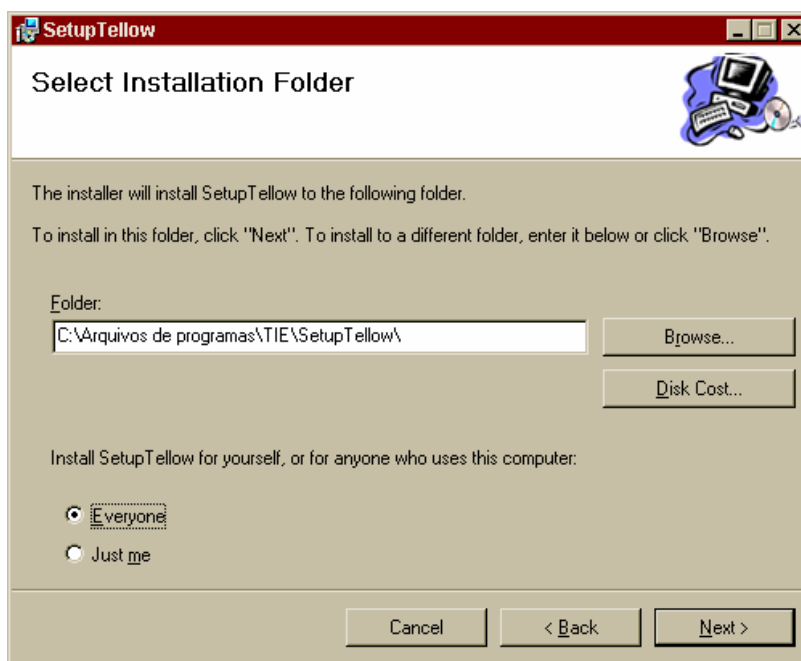


FIGURA 5 – Tela de seleção do caminho de instalação.

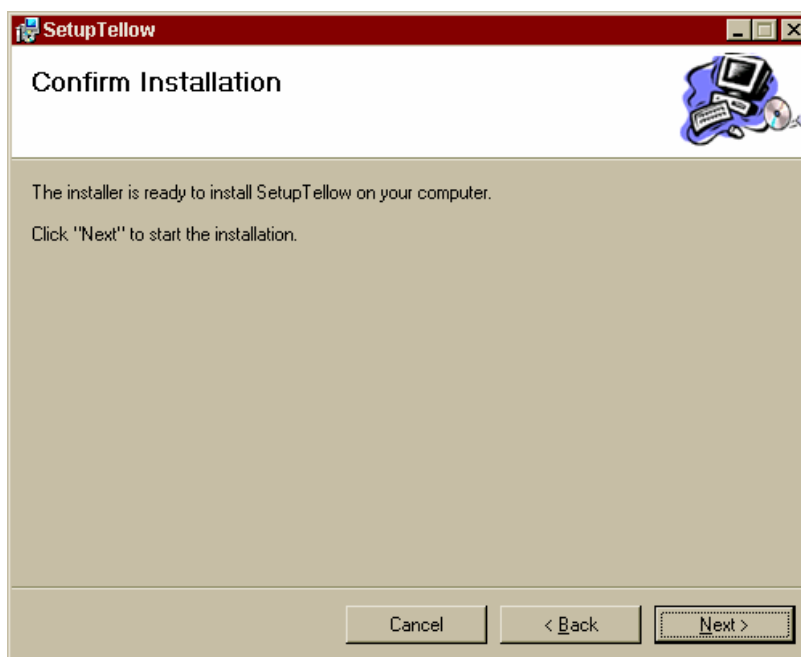


FIGURA 6 – Tela de confirmação de instalação.

6. Após terminar a cópia dos arquivos e a configuração do aplicativo será exibida a tela de finalização da instalação. Clique no botão **Close** para finalizar o programa de instalação.

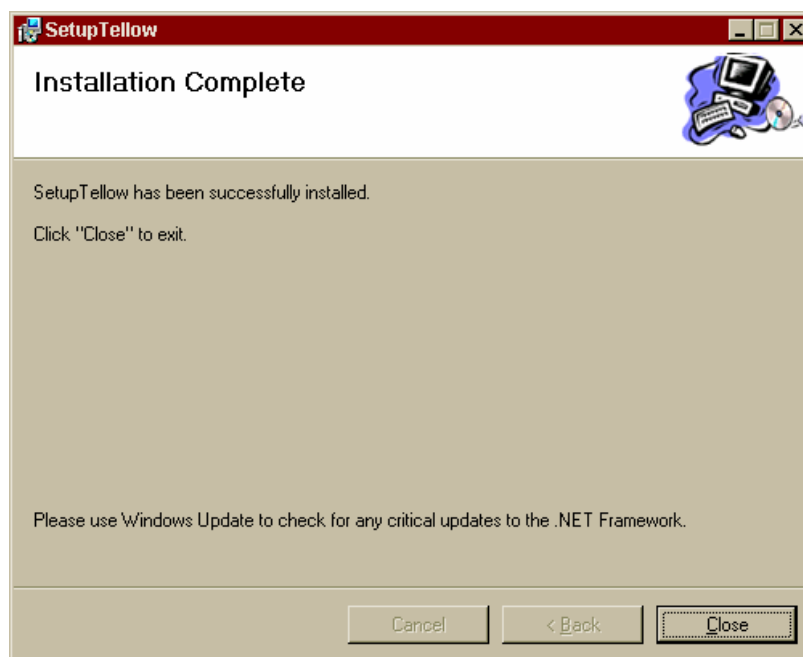


FIGURA 7 – Tela de finalização da instalação.

Após completar todos os passos do programa de instalação do Tellow o aplicativo está instalado no computador, não sendo necessária a utilização do CD-ROM para a execução do aplicativo. O software já pode ser executado a partir dos atalhos criados no Desktop do Windows e no grupo de programas **Tellow** do menu **Iniciar**.

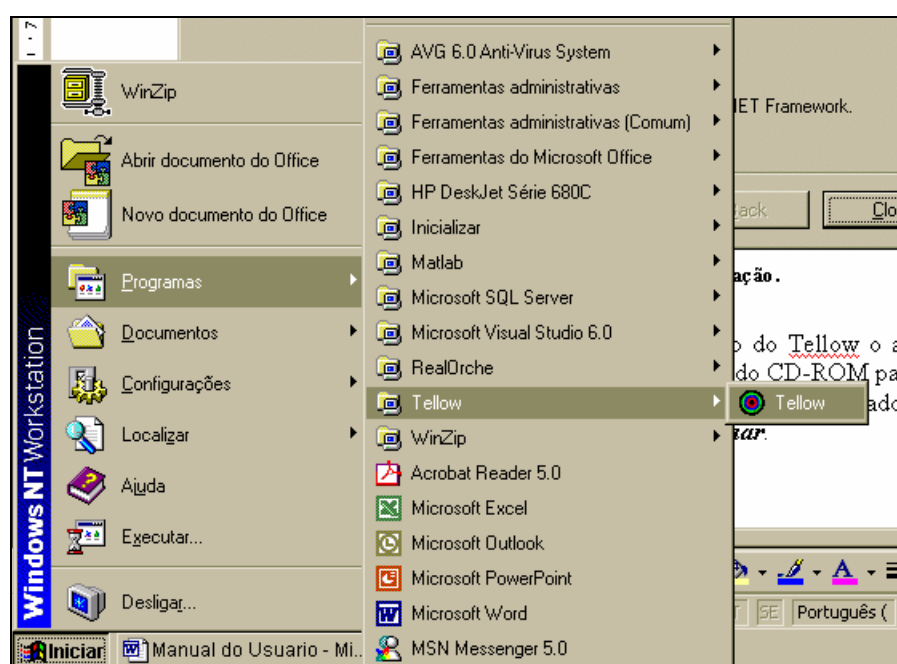


FIGURA 8 – Atalho para executar o aplicativo Tellow.

Executando o Tellow

Para iniciar a execução do aplicativo dê um duplo clique no atalho do Tellow no Desktop do Windows, ou dê um clique no item de menu **Tellow**, do grupo de programas **Tellow**, do menu **Iniciar** (FIGURA 8).

Após iniciar a execução será exibida a tela de abertura do aplicativo (FIGURA 9), que exibe o nome e a versão do aplicativo, sendo automaticamente fechada dentro de alguns segundos.

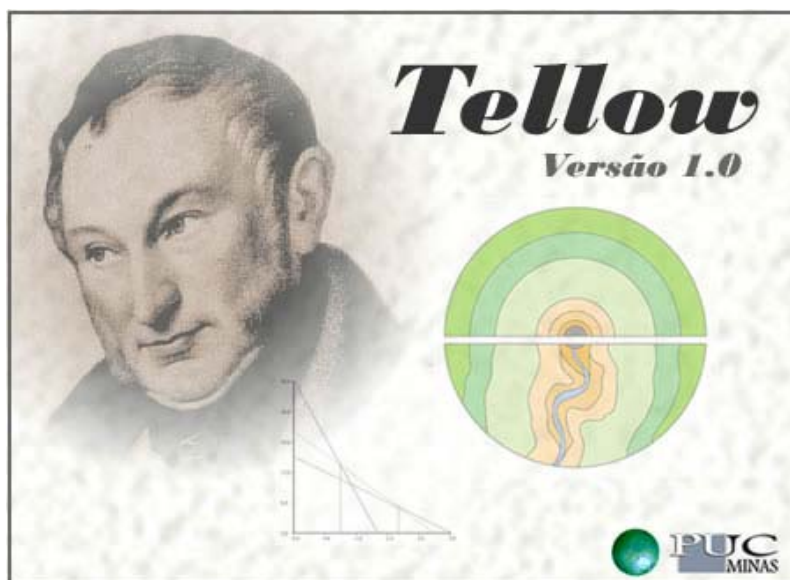


FIGURA 9 – Atalho para executar o aplicativo Tellow.

Em seguida é exibida a tela principal do Tellow (FIGURA 10), a qual contém a barra de menus, a barra de ferramentas e a área de trabalho. A partir da tela principal é possível acessar todas as funcionalidades do aplicativo, sendo que se a mesma for fechada resultará no final da execução do software.

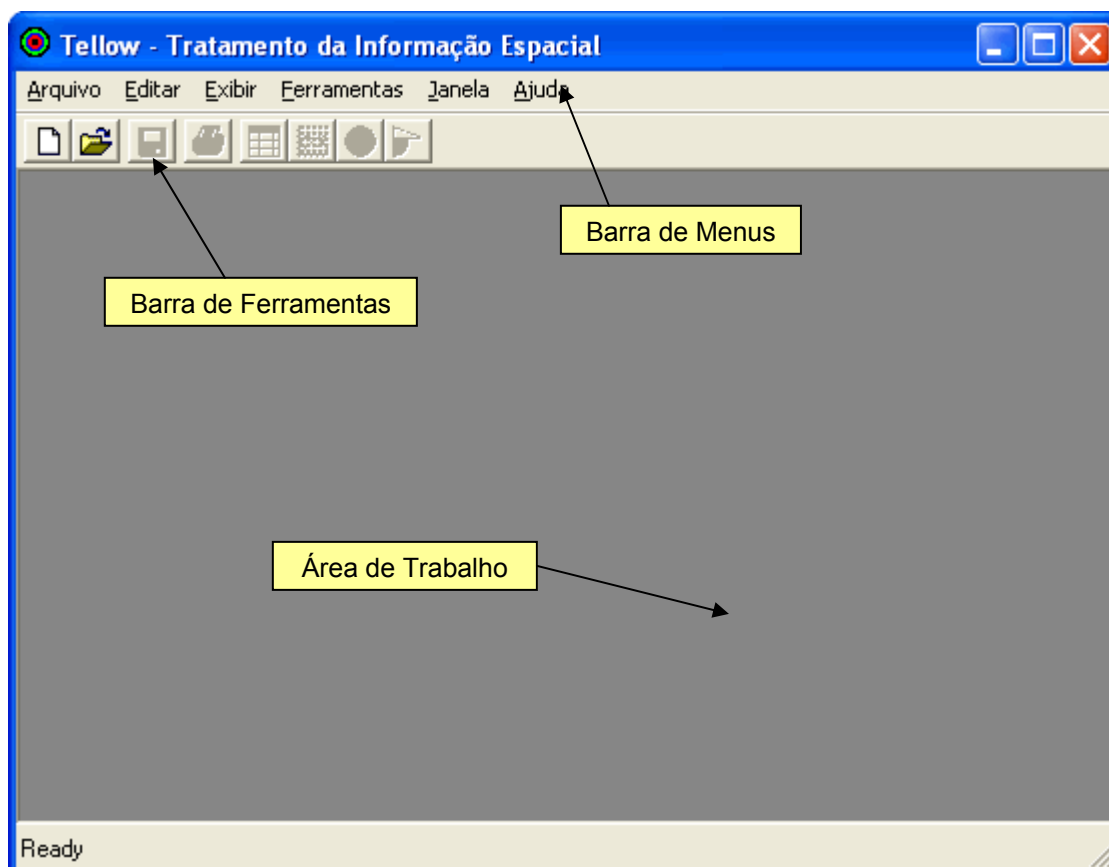


FIGURA 10 – Tela principal do aplicativo.

Menus e Atalhos

A barra de menus da tela principal contém vários títulos de menu e itens de menu que podem ser utilizados para acessar todas as funcionalidades do aplicativo. A barra de ferramentas contém botões com ícones que servem de atalhos para funções que também podem ser acessadas através dos menus.

Itens de Menu

Arquivo / Novo – Opção para criar um novo arquivo de modelo.

Arquivo / Abrir – Opção para abrir um arquivo de modelo.

Arquivo / Salvar – Opção para salvar um arquivo de modelo.

Arquivo / Salvar como – Opção para salvar um arquivo com outro nome.

Arquivo / Exportar imagem – Opção para exportar o conteúdo da visão corrente para um arquivo de imagem.

Arquivo / Configurar página – Opção para alterar as configurações da página de impressão.

Arquivo / Visualizar impressão – Opção para visualizar a impressão das visões do modelo, antes de imprimir.

Arquivo / Imprimir – Opção para imprimir o conteúdo da visão corrente do modelo no dispositivo de impressão indicado.

Arquivo / Sair – Opção para finalizar a execução do aplicativo.

Editar / Copiar Imagem – Opção para copiar a imagem da visão atual para a área de transferência do Windows.

Exibir / Tabela – Opção para exibir a visão de tabela de dados.

Exibir / Gráfico – Opção para exibir a visão de gráfico de gradientes de renda.

Exibir / Modelo – Opção para exibir o modelo de anéis de von Thünen.

Exibir / Misto – Opção para exibir a visão mista contendo o gráfico e o modelo.

Exibir / Legenda – Opção para exibir e ocultar a legenda do gráfico e do modelo de anéis.

Exibir / Rótulos – Opção para exibir e ocultar os rótulos do gráfico e do modelo de anéis.

Ferramentas / Inserir Produto – Opção para inserir um novo produto no modelo, digitando os dados do produto em seguida.

Janela / Lado a Lado Vertical – Opção para organizar as janelas de vários arquivos abertos lado a lado, uma ao lado da outra.

Janela / Lado a Lado Horizontal – Opção para organizar as janelas de vários arquivos abertos lado a lado, uma em cima da outra.

Janela / Lado a Lado Cascata – Opção para organizar as janelas de vários arquivos abertos em forma de cascata.

Janela / Lado a Lado Organizar ícones – Opção para agrupar as janelas de vários arquivos abertos, quando as mesmas estão minimizadas.

Janela / Lista de Janelas – Opção para exibir a lista das janelas de vários arquivos abertos, possibilitando escolher a janela corrente.

Ajuda / Conteúdo – Opção para abrir uma nova tela com o conteúdo da ajuda do aplicativo.

Ajuda / Sobre – Opção para abrir uma nova tela com informações de autoria e versão do aplicativo.

Botões da Barra de Ferramentas



Novo Arquivo – botão de atalho para criar um novo arquivo de modelo.



Abrir Arquivo – botão de atalho para abrir um arquivo de modelo.



Salvar Arquivo – botão de atalho para salvar um arquivo de modelo.



Imprimir Modelo – botão de atalho para imprimir a visão corrente do modelo aberto.



Exibir Tabela – botão de atalho para exibir a tabela de dados dos produtos.



Exibir Gráfico – botão de atalho para exibir o gráfico de gradientes de renda do modelo.



Exibir Modelo – botão de atalho para exibir o modelo de anéis de Thünen.



Exibir Misto – botão de atalho para exibir uma visão mista incluindo o modelo e o gráfico.

Criando um Novo Modelo

A criação de arquivos de modelo no aplicativo é um processo bastante simples e será explicado passo a passo. Para criar um novo modelo no Tellow siga os passos abaixo:

1. No título de menu **Arquivo**, clique no item de menu **Novo**. Ou clique no botão





da barra de ferramentas. Será criada uma janela para o novo modelo, incluindo as visões **Tabela**, **Gráfico**, **Modelo** e **Misto**.

2. Na visão **Tabela**, entre com os dados do primeiro produto na linha em branco da tabela de produtos.



FIGURA 11 – Inserção da dados na tabela de produtos.

3. Para adicionar outros produtos, clique no botão  para inserir uma nova linha na tabela ou clique no item **Adicionar Produto...** do título de menu **Ferramentas**. É possível editar os produtos, alterando os dados de produtos utilizando o botão  ou no item de menu **Propriedades do Produto...** do título de menu **Ferramentas**.
4. Após realizar a entrada de dados dos produtos, clique na visão **Gráfico** para visualizar o gráfico do modelo e nas visões **Modelo** e **Misto** para visualizar os anéis separadamente e junto com o gráfico respectivamente.

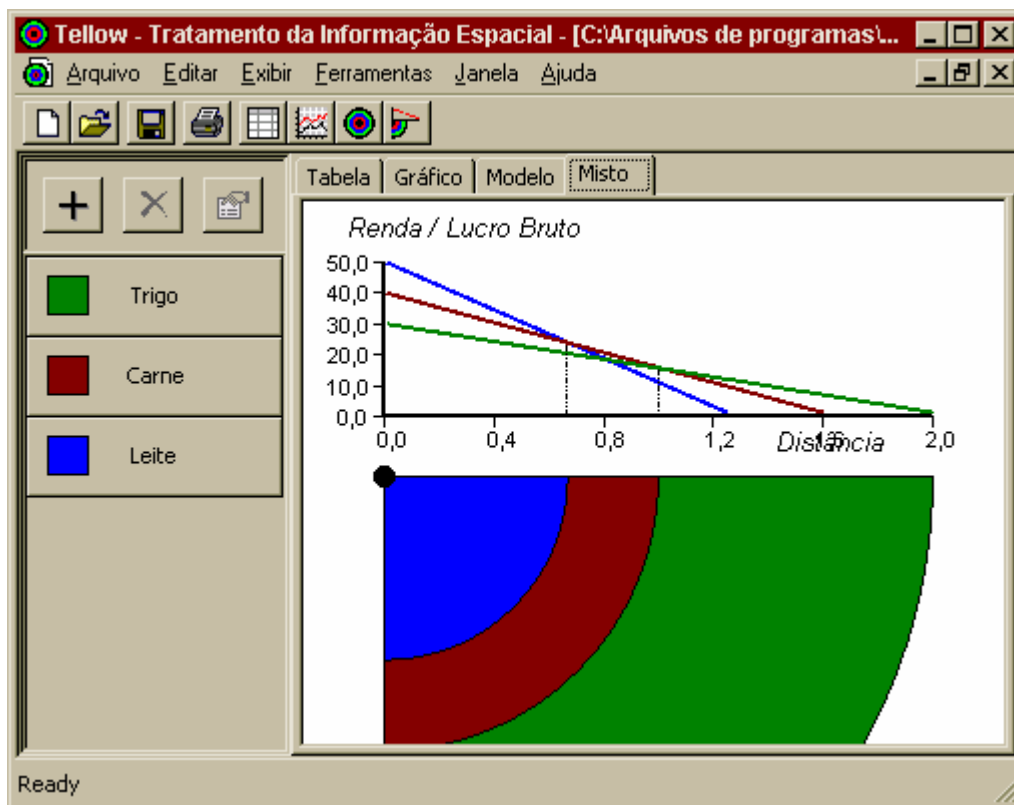


FIGURA 12 – Tela da visão do gráfico e modelo de anéis.

5. É possível ainda exibir e ocultar a legenda e os rótulos através dos itens de menu **Legenda e Rótulos** no título de menu **Visualizar**.



FIGURA 13 – Menu de exibição da legenda e dos rótulos.

Imprimindo os Resultados

O aplicativo também possui a funcionalidade de impressão dos resultados obtidos pelo processamento dos dados numéricos dos produtos. Para imprimir os resultados do modelo como a tabela de dados dos produtos, o gráfico e o modelo de anéis siga os passos abaixo:

1. Selecione uma das visões **Tabela**, **Gráfico**, **Modelo** ou **Misto** de acordo com o conteúdo que deseje imprimir.
2. No item de menu **Configurar Página...** do título de menu Arquivo, pode-se configurar a página de impressão, definindo as margens e o tamanho da folha.
3. É possível visualizar a impressão na tela do computador antes de realizar a impressão. Para isso utilize o item de menu **Visualizar Impressão...** no título de menu **Arquivo**.

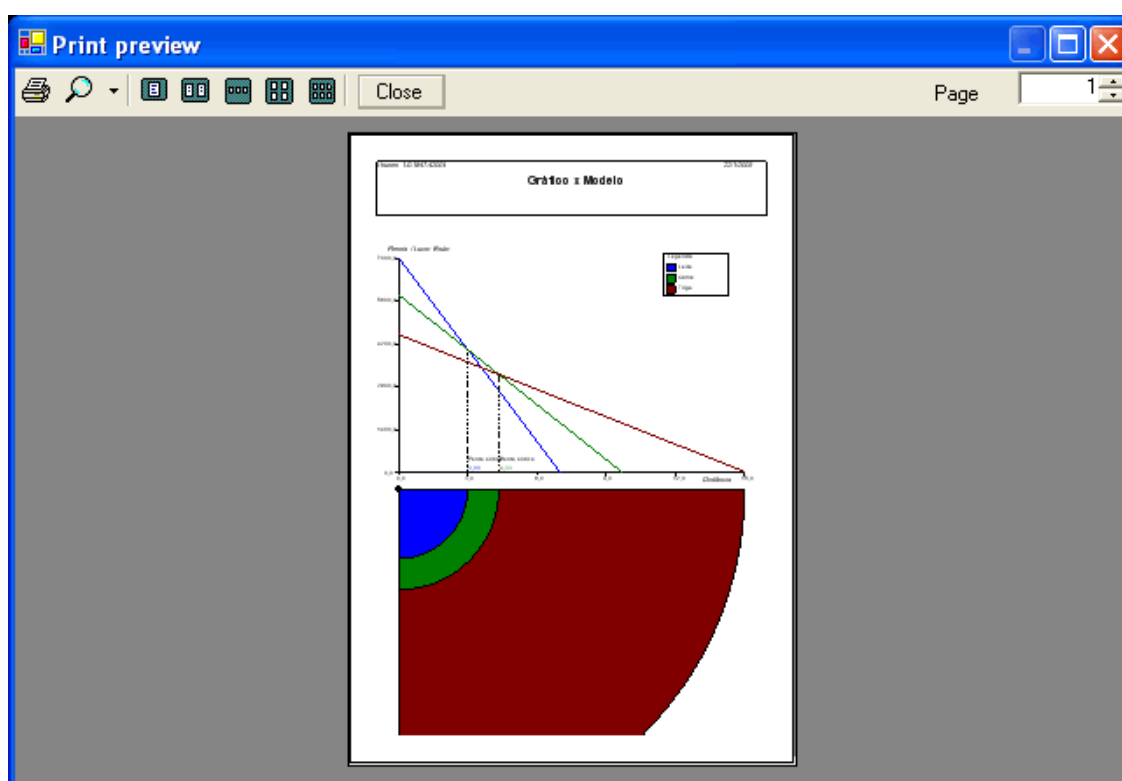



FIGURA 14 – Tela de visualizar a impressão.

4. No título de menu **Arquivo**, clique no item de menu **Imprimir**. Ou clique no botão  da barra de ferramentas. Será exibida uma janela para selecionar a impressora, o número de cópias etc.
5. Altere as configurações de impressão conforme desejar e clique no botão **Imprimir** para iniciar o processo de impressão.

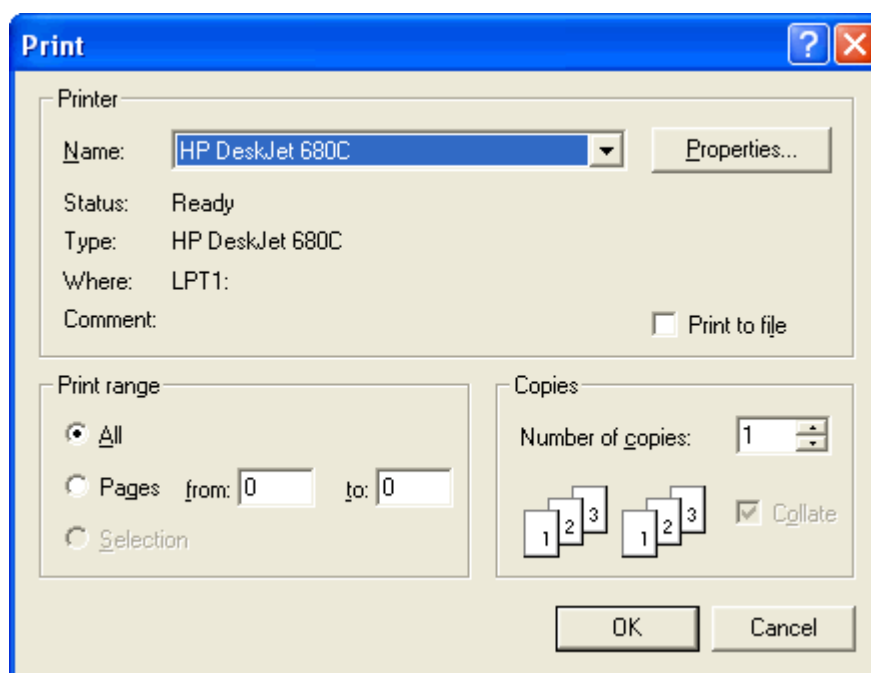


FIGURA 15 – Tela de impressão.

Exportando Imagens

Os gráficos e modelos de anéis gerados pelo aplicativo podem ser exportados para arquivos ou podem ser copiadas para a área de transferência e coladas em um outro aplicativo como um editor de textos. Este recurso é bastante útil quando se

deseja utilizar os modelos e gráficos em um trabalho ou relatório, possibilitando até mesmo que a imagem seja editada.

Para exportar as imagens dos gráficos e modelos siga os passos abaixo:

1. Selecione uma das visões: **Gráfico**, **Modelo** ou **Misto** de acordo com o conteúdo que deseje exportar.
2. No título de menu **Arquivo**, clique no item de menu **Exportar**. Ou clique com o botão direito do mouse sobre o gráfico ou modelo e clique no o item de menu **Exportar...** . Será exibida uma janela para que seja especificado o nome e o tipo do arquivo de destino.

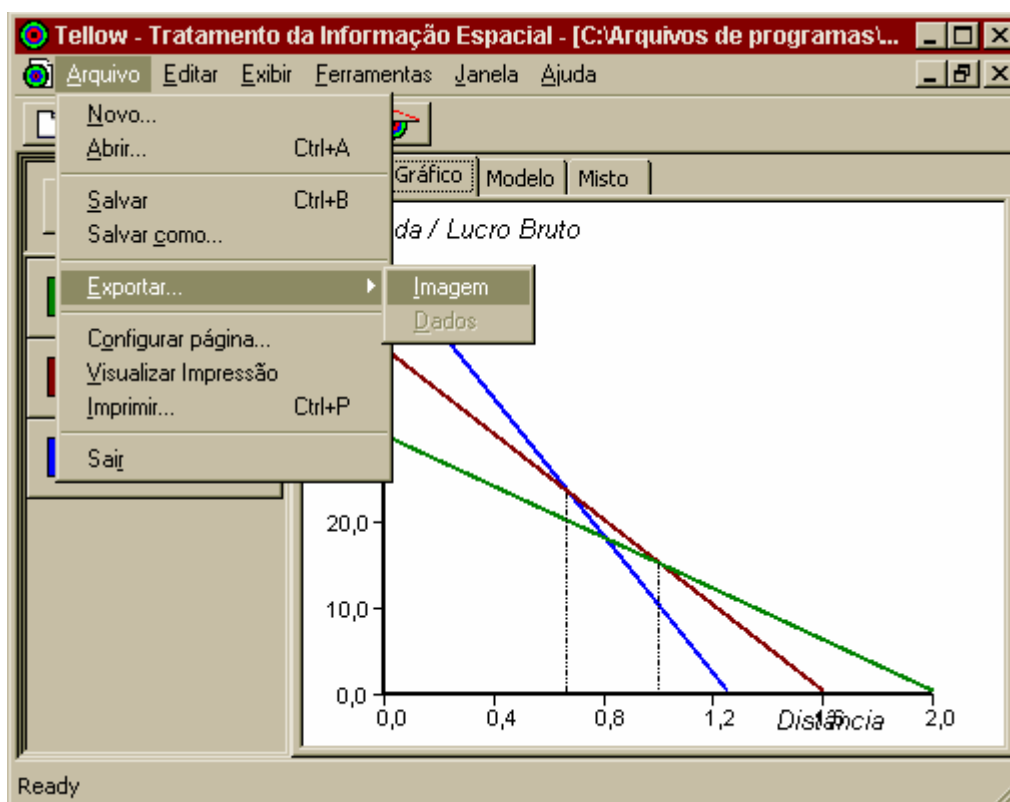


FIGURA 16 – Exportação de imagem do gráfico dos gradientes de renda.

3. Selecione o tipo do arquivo de imagem, especifique o diretório e o nome do arquivo de destino. Clique no botão **OK** para concluir a exportação.
4. Para copiar a imagem para a área de transferência clique no item de menu **Copiar Imagem** do título de menu **Editar** ou clique no item de menu **Copiar Imagem...** ao clicar com botão direito do mouse sobre o gráfico ou modelo. A imagem poderá ser colada em qualquer outro software que tenha suporte a imagens.



FIGURA 17 – Cópia da imagem do modelo para a área de transferência.

ANEXO B – Formato do Arquivo

Arquivo XML

Os arquivos gerados pelo aplicativo Tellow são arquivos texto cujo conteúdo é um arquivo XML (Extensible Markup Language). O padrão de formatação do conteúdo XML segue o DTD apresentado abaixo.

DTD

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-16LE"?>
<!ELEMENT Salvo (#PCDATA)>
<!ELEMENT Nome (#PCDATA)>
<!ELEMENT Preco (#PCDATA)>
<!ELEMENT Producao (#PCDATA)>
<!ELEMENT CustoProducao (#PCDATA)>
<!ELEMENT CustoTransporte (#PCDATA)>
<!ELEMENT Distancia (#PCDATA)>
<!ELEMENT Tipo (#PCDATA)>
<!ELEMENT Cor (#PCDATA)>
<!ELEMENT Produto
(Nome,Preco,Producao,CustoProducao,CustoTransporte,Distancia,Tipo,Cor)>
<!ATTLIST Produto xmlns CDATA #REQUIRED>
<!ELEMENT Produtos (Produto)+>
<!ELEMENT Arquivo (Nome,Salvo,Produtos)>
<!ATTLIST Arquivo
  xmlns:xsd CDATA #REQUIRED
  xmlns:xsi CDATA #REQUIRED>
```


ANEXO C – Código Fonte

Classe Anel

```

using System;
using System.Drawing;

namespace thunen
{
    /// <summary>
    /// Classe: Anel
    /// Autor: Guilherme M. S. Matos
    /// Versão: 1.0
    /// Descricao: Objeto utilizado para desenhar o modelo, que contem uma colecao de
    aneis.
    /// </summary>
    public class Anel
    {
        // Data members.
        private Color clrCor;
        private bool bRotulo;
        private Produto objProduto;

        // Construtor basico.
        public Anel()
        {
            objProduto = new Produto();
            bRotulo = true;
        }

        // Propriedade Rotulo (tipo: booleana).
        public bool Rotulo
        {
            get {return bRotulo;}
            set {bRotulo = value;}
        }

        // Propriedade Cor (tipo: Color).
        public Color Cor
        {
            get {return clrCor;}
            set {clrCor = value;}
        }

        // Propriedade Produto (tipo: Produto).
        public Produto Produto
        {
            get {return objProduto;}
            set {objProduto = value;}
        }

        // Propriedade Area (tipo: decimal).
        public decimal Area
        {
            get {return (objProduto.Distancia * objProduto.Distancia) *
                (decimal)System.Math.PI;}
        }

        // Metodo Desenhar.
        // Desenha o anel de um determinado produto no modelo.
        public void Desenhar(Graphics gLocal, Point ptoCentro, float intEscala)
        {
            // Definir largura e cor.
            Pen myPen = new Pen(Color.Black);
            SolidBrush myBrush = new SolidBrush(Color.FromArgb(objProduto.Cor));

            float fRaio = (float) objProduto.Distancia * intEscala;
            int intCentroX = ptoCentro.X - ((int) fRaio / 2);
            int intCentroY = ptoCentro.Y - ((int) fRaio / 2);

            gLocal.FillEllipse(myBrush, intCentroX, intCentroY, fRaio, fRaio);
            gLocal.DrawEllipse(myPen, intCentroX, intCentroY, fRaio, fRaio);

            if (bRotulo)
            {
                Font myFont = new Font("Arial", 8);
            }
        }
    }
}

```

```

        myBrush.Color = Color.White;

        gLocal.DrawString(objProduto.Distancia.ToString("N"), myFont, myBrush, intCentroX,
intCentroY + (fRaio/2));
    }
}

// Metodo DesenharQuarto.
// Desenha um quarto do anel de um determinado produto no modelo misto com
gráfico.
public void DesenharQuarto(Graphics gLocal, Point ptoCentro, float intEscala)
{
    // Definir largura e cor.
    Pen myPen = new Pen(Color.Black);
    SolidBrush myBrush = new SolidBrush(Color.FromArgb(objProduto.Cor));

    float fRaio = (float) objProduto.Distancia * intEscala;
    int intCentroX = ptoCentro.X - ((int) fRaio / 2);
    int intCentroY = ptoCentro.Y - ((int) fRaio / 2);

    if (fRaio > 0)
    {
        gLocal.FillPie(myBrush, intCentroX, intCentroY, fRaio, fRaio, 0, 90);
        gLocal.DrawPie(myPen, intCentroX, intCentroY, fRaio, fRaio, 0, 90);
    }
}
}
}

```

Classe Arquivo

```

using System;
using System.Collections;
using System.Xml.Serialization;

namespace thunen
{
    /// <summary>
    /// <summary>
    /// Classe: Arquivo
    /// Autor: Guilherme M. S. Matos
    /// Versao: 1.0
    /// Descricao: Objeto utilizado para armazenar a colecao de produtos do modelo
    /// e realizar operacoes com os produtos.
    /// </summary>
    /// </summary>
    public class Arquivo
    {
        // Data members.
        private ArrayList arrProduto;
        private String strNome;
        private bool bolSalvo;

        // Contrutor basico.
        public Arquivo()
        {
            bolSalvo = false;
            arrProduto = new ArrayList();
        }

        // Propriedade Nome (tipo: String).
        public String Nome
        {
            get {return strNome;}
            set {strNome = value;}
        }

        // Propriedade Salvo (tipo: booleana).
        public bool Salvo
        {
            get {return bolSalvo;}
            set {bolSalvo = value;}
        }
    }
}

```



```

// Propriedade Produtos (tipo: ArrayList).
[XmlAttribute(ElementName= "Produto",
    IsNullable=true,
    Type = typeof(Produto),
    Namespace = "thunen")]
[XmlArray]
public ArrayList Produtos
{
    get {return arrProduto;}
    set {arrProduto = value;}
}

// Metodo OrdenarProdutos.
// Ordena os produtos da colecao em ordem decrescente de lucro bruto.
public void OrdenarProdutos()
{
    ArrayList localProdutos = new ArrayList();
    Produto objMaior;

    while (arrProduto.Count > 0)
    {
        objMaior = (Produto) arrProduto[0];
        foreach (Produto objProduto in arrProduto)
        {
            if (objProduto.LucroBruto > objMaior.LucroBruto)
            {
                objMaior = objProduto;
            }
        }
        localProdutos.Add(objMaior);
        arrProduto.Remove(objMaior);
    }
    arrProduto = localProdutos;
}

// Metodo CalcularDistancias.
// Calcula as distancias dos pontos criticos do modelo.
public void CalcularDistancias()
{
    foreach (Produto objProduto in arrProduto)
    {
        if (arrProduto.IndexOf(objProduto) != arrProduto.Count - 1)
        {
            Produto objProximoProduto = new Produto();
            objProximoProduto = (Produto)
arrProduto[arrProduto.IndexOf(objProduto) + 1];
            if (objProduto.CustoTransporte -
objProximoProduto.CustoTransporte != 0)
            {
                objProduto.Distancia = (objProduto.LucroBruto -
objProximoProduto.LucroBruto) / (objProduto.Inclinacao - objProximoProduto.Inclinacao);
                if ((objProduto.Distancia <= 0) ||
(objProduto.Distancia > objProduto.LimiteEspacial))
                {
                    objProduto.Distancia =
objProduto.LimiteEspacial;
                }
            }
        }
        else
        {
            objProduto.Distancia = objProduto.LimiteEspacial;
        }
    }
}

// Metodo AdicionarProduto.
// Adiciona um novo produto a colecao de produtos.
public void AdicionarProduto (Produto objProduto)
{
    arrProduto.Add(objProduto);
    OrdenarProdutos();
    CalcularDistancias();
}

```

```

        // Metodo ProcurarProduto.
        // Procura por um determinado produto na colecao de produtos.
        public Produto ProcurarProduto (Produto objProdutoLocal)
        {
            if (arrProduto.Contains(objProdutoLocal))
            {
                return (Produto)
arrProduto[arrProduto.IndexOf(objProdutoLocal)];
            }
            else
            {
                return null;
            }
        }

        // Metodo ExcluirProduto.
        // Exclui um produto da colecao de produtos.
        public void ExcluirProduto (Produto objProdutoLocal)
        {
            if (arrProduto.Contains(objProdutoLocal))
            {
                arrProduto.Remove(objProdutoLocal);
            }

            OrdenarProdutos();
            CalcularDistancias();
        }

        // Metodo AlterarProduto.
        // Altera os dados de um produto da colecao de produtos.
        public void AlterarProduto (Produto objNovoProduto, String strNome)
        {
            int Indice = 0;
            Produto objProduto;

            objProduto = (Produto) arrProduto[Indice];
            while (strNome != objProduto.Nome)
            {
                Indice += 1;
                objProduto = (Produto) arrProduto[Indice];
            }
            arrProduto[Indice] = objNovoProduto;
            OrdenarProdutos();
            CalcularDistancias();
        }
    }
}

```

Classe Escala

```

using System;
using System.Drawing;

namespace thunen
{
    /// <summary>
    /// Classe: Escala
    /// Autor: Guilherme M. S. Matos
    /// Versao: 1.0
    /// Descricao: Objeto para criar os eixos de escala do grafico.
    /// </summary>
    public class Escala
    {
        // Data members.
        private float intValorInicial;
        private float intValorFinal;
        private float intIntervalo;
        private int intNumIntervalos;
        private char chrOrientacao;
        private Color clrCorLinha;
        private Color clrCorTexto;
        private int intLargura;
        private int intTamLinha;
    }
}

```

```

// Construtor basico.
public Escala(int intVI, int intVF, int intNInt, char chrOrient)
{
    intValorInicial = intVI;
    intValorFinal = intVF;
    intNumIntervalos = intNInt;
    chrOrientacao = chrOrient;
    intIntervalo = (intValorFinal - intValorInicial) / intNumIntervalos;
    clrCorLinha = Color.Black;
    clrCorTexto = Color.Black;
    intLargura = 1;
    intTamLinha = 5;
}

// Propriedade ValorInicial (tipo: float).
public float ValorInicial
{
    get {return intValorInicial;}
    set
    {
        intValorInicial = value;
        intIntervalo = (float)(intValorFinal - intValorInicial) /
intNumIntervalos;
        if (intIntervalo == 0)
        {
            intIntervalo = 1;
        }
    }
}

// Propriedade ValorFinal (tipo: float).
public float ValorFinal
{
    get {return intValorFinal;}
    set
    {
        intValorFinal = value;
        intIntervalo = (float)(intValorFinal - intValorInicial) /
intNumIntervalos;
        if (intIntervalo == 0)
        {
            intIntervalo = 1;
        }
    }
}

// Propriedade Intervalo (tipo: float).
public float Intervalo
{
    get {return intIntervalo;}
    set {intIntervalo = value;}
}

// Método desenhar.
// Desenha os eixos do grafico com as escalas.
public void Desenhar(Graphics gLocal, Point ptoOrigem, float intTamEixo, float
intEscala)
{
    PointF ptoInicioEsc = new Point(0,0);
    PointF ptoFimEsc = new Point(0,0);
    SolidBrush drawBrush = new SolidBrush(clrCorTexto);

    // Definir largura e cor.
    Pen myPen = new Pen(clrCorLinha);
    myPen.Width = intLargura;

    if (chrOrientacao == 'V')
    {
        ptoInicioEsc.X = ptoOrigem.X;
    }
    else
    {
        ptoInicioEsc.Y = ptoOrigem.Y;
    }
}

```



```

private float intEscalaX;
private float intEscalaY;
private int intLarguraEixos;
private Color clrCorEixos;
private bool bolLinhasDistancias;
private Legenda objLegenda;
private bool bLegenda;
private bool bRotulos;
private int intMargemLat;
private int intMargemSup;
private ArrayList arrRetas;
// Constantes.
private const int MARGEM_LATERAL = 80;
private const int MARGEM_SUPERIOR = 60;
private const string PTO_CRITICO = "Ponto Crítico";

// Construtor basico.
public Grafico(int intLargura, int intAltura, int MargemLat, int MargemSup)
{
    intMargemLat = MargemLat;
    intMargemSup = MargemSup;

    if (intLargura > MARGEM_LATERAL)
    {
        intTamX = intLargura - MARGEM_LATERAL;
        if (intMargemLat == 0)
        {
            ptoOrigem.X = MARGEM_LATERAL / 2;
        }
        else
        {
            ptoOrigem.X = intMargemLat + (MARGEM_LATERAL / 2);
        }
    }
    else
    {
        intTamX = 0;
    }

    if (intAltura > MARGEM_SUPERIOR)
    {
        intTamY = intAltura - MARGEM_SUPERIOR;
        if (intMargemSup == 0)
        {
            ptoOrigem.Y = intAltura - (MARGEM_SUPERIOR / 2);
        }
        else
        {
            ptoOrigem.Y = intMargemSup + intAltura - (MARGEM_SUPERIOR
/ 2);
        }
    }
    else
    {
        intTamY = 0;
    }

    bolLinhasDistancias = true;
    clrCorEixos = Color.Black;
    intLarguraEixos = 2;
    intEscalaX = 1;
    intEscalaY = 1;

    objEscalaX = new Escala(0,1,5,'H');
    objEscalaY = new Escala(0,1,5,'V');

    arrRetas = new ArrayList();

    bLegenda = true;
    bRotulos = true;
    objLegenda = new Legenda("Legenda","G");
}

// Propriedade Legenda (tipo: boelana).
public bool Legenda
{

```

```

        get {return bLegenda;}
        set {bLegenda = value;}
    }

    // Propriedade Rotulos (tipo: boelana).
    public bool Rotulos
    {
        get {return bRotulos;}
        set {bRotulos = value;}
    }

    // Propriedade LinhasDistancias (tipo: boelana).
    public bool LinhasDistancias
    {
        get {return bolLinhasDistancias;}
        set {bolLinhasDistancias = value;}
    }

    // Metodo AdicionarReta.
    // Adicionar um objeto reta na colecao de retas do grafico.
    public void AdicionarReta(Reta objReta)
    {
        arrRetas.Add(objReta);
    }

    // Método DeterminarEscalas.
    // Calcular a escla a ser utilizada no grafico.
    public void DeterminarEscalas ()
    {
        decimal decMaiorLB = 0, decMaiorLS = 0;
        foreach (Reta objReta in arrRetas)
        {
            // Armazenar o maior lucro bruto.
            if (objReta.Produto.LucroBruto > decMaiorLB)
            {
                decMaiorLB = objReta.Produto.LucroBruto;
            }
            // Armazenar a maior distância.
            if (objReta.Produto.LimiteEspacial > decMaiorLS)
            {
                decMaiorLS = objReta.Produto.LimiteEspacial;
            }
        }

        // Calcular escalas.
        if (decMaiorLB != 0)
        {
            intEscalaY = (float) (intTamY / decMaiorLB);
        }
        else
        {
            intEscalaY = 1;
        }
        if (decMaiorLS != 0)
        {
            intEscalaX = (float) (intTamX / decMaiorLS);
        }
        else
        {
            intEscalaX = 1;
        }
        // Alterar valor máximo da escala gráfica.
        objEscalaY.ValorFinal = (float) decMaiorLB;
        objEscalaX.ValorFinal = (float) decMaiorLS;
    }

    // Método Desenhar.
    // Desenha o grafico de gradientes.
    public void Desenhar()
    {
        gLocal.Clear(Color.White);
        Pen myPen = new Pen(clrCorEixos);
        myPen.Width = intLarguraEixos;
        // Traçar as retas do eixo cartesiano.
        gLocal.DrawLine(myPen,ptoOrigem.X,ptoOrigem.Y,ptoOrigem.X, ptoOrigem.Y -
intTamY);

```

```

        gLocal.DrawLine(myPen,ptoOrigem.X,ptoOrigem.Y,ptoOrigem.X + intTamX,
ptoOrigem.Y);
        // Nome dos eixos.
        Font fontNome = new Font("Arial",10,FontStyle.Italic);
        SolidBrush drawBrush = new SolidBrush(Color.Black);
        gLocal.DrawString("Renda / Lucro Bruto",fontNome,drawBrush,ptoOrigem.X -
20,ptoOrigem.Y - intTamY - 25);
        gLocal.DrawString("Distância",fontNome,drawBrush,ptoOrigem.X + intTamX -
80,ptoOrigem.Y + 5);
        // Desenhar os eixos.
        DeterminarEscalas();
        objEscalaX.Desenhar(gLocal,ptoOrigem,intTamX,intEscalaX);
        objEscalaY.Desenhar(gLocal,ptoOrigem,intTamY,intEscalaY);
        // Desenhar as retas.
        foreach (Reta objReta in arrRetas)
        {
            objReta.Desenhar(gLocal,ptoOrigem,intEscalaX,intEscalaY);
        }
        // Desenhar Linhas das distâncias.
        if (bolLinhasDistancias)
        {
            Pen penLinhasDistancias = new Pen(Color.Black,1);
            SolidBrush myBrush = new SolidBrush(Color.Black);
            SolidBrush myBlackBrush = new SolidBrush(Color.Black);
            Font myFont = new Font("Arial", 8);
            penLinhasDistancias.DashStyle =
System.Drawing.Drawing2D.DashStyle.DashDotDot;
            foreach (Reta objReta in arrRetas)
            {
                myBrush.Color = Color.FromArgb(objReta.Produto.Cor);
                float fltAuxPosX = ptoOrigem.X +
((float)objReta.Produto.Distancia * intEscalaX);
                float fltAuxPosY = ptoOrigem.Y -
((float)objReta.Produto.Renda * intEscalaY);
                gLocal.DrawLine(penLinhasDistancias, fltAuxPosX,
fltAuxPosY, fltAuxPosX, ptoOrigem.Y);
                if ((bRotulos) && (fltAuxPosY < ptoOrigem.Y))
                // (arrRetas.IndexOf(objReta) != arrRetas.Count - 1))
                {
                    gLocal.DrawString(objReta.Produto.Distancia.ToString("N"),myFont,myBrush,fltAuxPosX +
2, ptoOrigem.Y - 15);

                    gLocal.DrawString(PTO_CRITICO,myFont,myBlackBrush,fltAuxPosX + 2, ptoOrigem.Y - 30);
                }
            }
        }
        // Legenda.
        if (bLegenda)
        {
            objLegenda.Produtos = arrRetas;
            Point ptoLegenda = new Point(intTamX + MARGEM_LATERAL -
objLegenda.Largura - 20, intMargemSup + 20);
            objLegenda.Desenhar(gLocal,ptoLegenda);
        }
    }

    // Propriedade Graph (tipo: Graphics).
    public Graphics Graph
    {
        get { return gLocal;}
        set {gLocal = value;}
    }
}
}

```

Classe Legenda

```

using System;
using System.Drawing;
using System.Collections;

```

```

namespace thunen
{
    /// <summary>
    /// Classe: Legenda
    /// Autor: Guilherme M. S. Matos
    /// Versao: 1.0
    /// Descricao: Objeto para desenhar a legenda do modelo e do grafico.
    /// </summary>
    public class Legenda
    {
        // Data members.
        public String strTitulo;
        private Color clrCorLinha;
        private Color clrCorTexto;
        private Color clrCorFundo;
        private int intLegLargura;
        private int intLegAltura;
        private int intLarguraLinha;
        private ArrayList arrProdutos;
        private String strTipo;
        // Constantes.
        private const int intAlturaLinha = 20;
        private const int MARGEM_ESQUERDA_TXT = 25;
        private const int MARGEM_ESQUERDA_COR = 5;
        private const int TAM_QUADRADO = 15;
        private const string CENTRO_URBANO = "Mercado";
        private const int TAM_CENTRO_URBANO = 10;

        // Construtor basico.
        public Legenda(string nTitulo, string nTipo)
        {
            clrCorLinha = Color.Black;
            clrCorTexto = Color.Black;
            clrCorFundo = Color.White;
            intLegLargura = 120;
            intLegAltura = intAlturaLinha;
            intLarguraLinha = 1;
            strTitulo = nTitulo;
            strTipo = nTipo;
            // Posicao da legenda.
            if (nTipo == "M")
            {
                this.intLegAltura += intAlturaLinha;
            }
        }

        // Propriedade Produtos (tipo: ArrayList).
        public ArrayList Produtos
        {
            get {return arrProdutos;}
            set {
                arrProdutos = value;
                intLegAltura = (arrProdutos.Count + 1) * intAlturaLinha;
                if (strTipo == "M")
                {
                    this.intLegAltura += intAlturaLinha;
                }
            }
        }

        // Propriedade Largura (tipo: inteiro).
        public int Largura
        {
            get {return intLegLargura;}
        }

        // Propriedade Altura (tipo: inteiro).
        public int Altura
        {
            get {return intLegAltura;}
        }
    }
}

```



```

// Método desenhar.
// Desenha a legenda no grafico ou modelo.
public void Desenhar(Graphics gLocal, Point ptoOrigem)
{
    // Definir largura e cor.
    Pen myPen = new Pen(clrCorLinha);
    myPen.Width = intLarguraLinha;
    SolidBrush myBrush = new SolidBrush(clrCorFundo);
    // Desenha borda.

    gLocal.FillRectangle(myBrush, ptoOrigem.X, ptoOrigem.Y, intLegLargura, intLegAltura);

    gLocal.DrawRectangle(myPen, ptoOrigem.X, ptoOrigem.Y, intLegLargura, intLegAltura);
    // Mostrar o texto da legenda.
    string drawString = this.strTitulo;
    Font drawFont = new Font("Arial", 8);
    SolidBrush drawBrush = new SolidBrush(clrCorTexto);
    StringFormat drawFormat = new StringFormat(StringFormatFlags.NoWrap);
    // Origem do texto.
    float fltPosTextoX;
    float fltPosTextoY;
    fltPosTextoX = ptoOrigem.X;
    fltPosTextoY = ptoOrigem.Y;
    // Titulo da legenda.
    gLocal.DrawString(strTitulo, drawFont, drawBrush, fltPosTextoX +
5, fltPosTextoY + 2);
    fltPosTextoX = fltPosTextoX + MARGEM_ESQUERDA_TXT;
    // Tipo modelo.
    if (strTipo == "M")
    {
        // Desenha centro urbano.
        myBrush.Color = Color.Black;
        fltPosTextoY = fltPosTextoY + intAlturaLinha;
        gLocal.FillEllipse(myBrush, fltPosTextoX - MARGEM_ESQUERDA_TXT +
MARGEM_ESQUERDA_COR + 3, fltPosTextoY, TAM_CENTRO_URBANO, TAM_CENTRO_URBANO);
        gLocal.DrawEllipse(myPen, fltPosTextoX - MARGEM_ESQUERDA_TXT +
MARGEM_ESQUERDA_COR + 3, fltPosTextoY, TAM_CENTRO_URBANO, TAM_CENTRO_URBANO);

        gLocal.DrawString(CENTRO_URBANO, drawFont, drawBrush, fltPosTextoX, fltPosTextoY);
        foreach (Anel objAnel in arrProdutos)
        {
            fltPosTextoY = fltPosTextoY + intAlturaLinha;

            gLocal.DrawString(objAnel.Produto.Nome, drawFont, drawBrush, fltPosTextoX, fltPosTextoY);
            myBrush.Color = Color.FromArgb(objAnel.Produto.Cor);
            gLocal.FillRectangle(myBrush, fltPosTextoX -
MARGEM_ESQUERDA_TXT + MARGEM_ESQUERDA_COR, fltPosTextoY, TAM_QUADRADO, TAM_QUADRADO);
            myPen.Width = 1;
            gLocal.DrawRectangle(myPen, fltPosTextoX -
MARGEM_ESQUERDA_TXT + MARGEM_ESQUERDA_COR, fltPosTextoY, TAM_QUADRADO, TAM_QUADRADO);
        }
    }
    // Tipo grafico.
    if (strTipo == "G")
    {
        foreach (Reta objReta in arrProdutos)
        {
            fltPosTextoY = fltPosTextoY + intAlturaLinha;

            gLocal.DrawString(objReta.Produto.Nome, drawFont, drawBrush, fltPosTextoX, fltPosTextoY);
            myBrush.Color = Color.FromArgb(objReta.Produto.Cor);
            gLocal.FillRectangle(myBrush, fltPosTextoX -
MARGEM_ESQUERDA_TXT + MARGEM_ESQUERDA_COR, fltPosTextoY, TAM_QUADRADO, TAM_QUADRADO);
            myPen.Width = 1;
            gLocal.DrawRectangle(myPen, fltPosTextoX -
MARGEM_ESQUERDA_TXT + MARGEM_ESQUERDA_COR, fltPosTextoY, TAM_QUADRADO, TAM_QUADRADO);
        }
    }
    drawFont.Dispose();
    drawBrush.Dispose();
}
}
}

```

Classe Modelo

```

using System;
using System.Drawing;
using System.Collections;

namespace thunen
{
    /// <summary>
    /// Classe: Modelo
    /// Autor: Guilherme M. S. Matos
    /// Versao: 1.0
    /// Descricao: Objeto para desenhar o modelo de aneis.
    /// </summary>
    public class Modelo
    {
        // Data member.
        //private String strNome;
        private Point ptoCentro;
        private int intDstCidade;
        private Graphics gLocal;
        private ArrayList arrAneis;
        private float intEscala;
        private Legenda objLegenda;
        private bool bLegenda;
        private bool bRotulos;
        private int intMargemSup;
        private int intMargemLat;

        // Construtor basico.
        public Modelo(int MargemLat, int MargemSup)
        {
            intDstCidade = 10;
            intEscala = 1;
            if (MargemSup == 0)
            {
                intMargemSup = 30;
            }
            else
            {
                intMargemSup = MargemSup;
            }
            if (MargemLat == 0)
            {
                intMargemLat = 30;
            }
            else
            {
                intMargemLat = MargemLat;
            }
            arrAneis = new ArrayList();
            bLegenda = true;
            bRotulos = true;
            objLegenda = new Legenda("Legenda", "M");
        }

        // Propriedade Legenda (tipo: booleana).
        public bool Legenda
        {
            get {return bLegenda;}
            set {bLegenda = value;}
        }

        // Propriedade Rotulos (tipo: booleana).
        public bool Rotulos
        {
            get {return bRotulos;}
            set {bRotulos = value;}
        }
    }
}

```

```

// Propriedade Graph (tipo: Graphics).
public Graphics Graph
{
    get {return gLocal;}
    set {gLocal = value;}
}

// Método AnalisarModelo.
// Verifica se o modelo e valido.
public decimal AnalisarModelo()
{
    ArrayList localAneis = new ArrayList();
    Anel objMaior;
    decimal decMaiorLS = 0;

    while (arrAneis.Count > 0)
    {
        // Ordena os aneis por Lucro Bruto.
        objMaior = new Anel();
        foreach (Anel objAnel in arrAneis)
        {
            if (objAnel.Produto.LucroBruto >=
objMaior.Produto.LucroBruto)
            {
                objMaior = objAnel;
            }
            else
            {
                if (objAnel.Produto.LucroBruto <= 0 &&
arrAneis.Count == 1)
                {
                    objMaior = objAnel;
                }
            }
        }
        localAneis.Add(objMaior);
        arrAneis.Remove(objMaior);
        // Determina qual é a maior distância.
        if (objMaior.Produto.LimiteEspacial > decMaiorLS)
        {
            decMaiorLS = objMaior.Produto.LimiteEspacial;
        }
    }
    arrAneis = localAneis;
    return decMaiorLS;
}

// Método AdicionarAnel.
// Adiciona um objeto anel na colecao de aneis.
public void AdicionarAnel(Anel objAnel)
{
    arrAneis.Add(objAnel);
}

// Método Desenhar.
// Desenha o modelo de aneis.
public void Desenhar(int intLargura, int intAltura, bool bolImprimir)
{
    decimal decMaiorLS;
    //Definir ponto central.
    if (bolImprimir)
    {
        ptoCentro.Y = (intAltura / 2) + intMargemSup;
        ptoCentro.X = (intLargura)/ 2 + intMargemLat;
    }
    else
    {
        ptoCentro.Y = (intAltura / 2);
        ptoCentro.X = (intLargura)/ 2;
    }
    decMaiorLS = AnalisarModelo();
    // Definir escala do modelo.
    if (decMaiorLS > 0)

```

```

        {
            if (intLargura < intAltura)
            {
                intEscala =(int) ((intLargura - intMargemLat) /
decMaiorLS);
            }
            else
            {
                intEscala =(int) ((intAltura - intMargemSup)/
decMaiorLS);
            }
        }
        else
        {
            intEscala = 1;
        }
        // Definir largura e cor.
        Pen myPen = new Pen(Color.Black);
        SolidBrush myBrush = new SolidBrush(Color.Black);
        gLocal.Clear(Color.White);
        arrAneis.Reverse();
        foreach (Anel objAnel in arrAneis)
        {
            objAnel.Rotulo = this.bRotulos;
            objAnel.Desenhar(gLocal,ptoCentro,intEscala);
        }
        int intCentroX = ptoCentro.X - ((int) intDstCidade / 2);
        int intCentroY = ptoCentro.Y - ((int) intDstCidade / 2);
        // Desenha centro urbano.

        gLocal.FillEllipse(myBrush,intCentroX,intCentroY,intDstCidade,intDstCidade);

        gLocal.DrawEllipse(myPen,intCentroX,intCentroY,intDstCidade,intDstCidade);
        // Legenda.
        if (bLegenda)
        {
            objLegenda.Produtos = arrAneis;
            Point ptoLegenda = new Point(0,0);
            if (intMargemLat == 30)
            {
                ptoLegenda.X = intLargura - objLegenda.Largura - 20;
                ptoLegenda.Y = intAltura - objLegenda.Altura - 20;
            }
            else
            {
                ptoLegenda.X = intLargura + intMargemLat -
objLegenda.Largura - 20;
                ptoLegenda.Y = intAltura + intMargemSup -
objLegenda.Altura - 20;
            }
            objLegenda.Desenhar(gLocal,ptoLegenda);
        }
        myPen.Dispose();
        myPen = null;
        myBrush.Dispose();
        myBrush = null;
    }

    // Método Desenhar.
    // Desenha um quarto do modelo de aneis na visao mista do modelo.
    public void DesenharQuarto(Point ptoOrigem, int intLargura, int intAltura)
    {
        decimal decMaiorLS;
        //Definir ponto central.
        if (ptoOrigem.X == 0)
        {
            ptoCentro.X = 40;
        }
        else
        {
            ptoCentro.X = ptoOrigem.X + 40;
        }
        ptoCentro.Y = ptoOrigem.Y;

        decMaiorLS = AnalisarModelo();
    }

```

```

// Definir escala do modelo.
if (decMaiorLS > 0)
{
    intEscala = (float) (((intLargura - 80)*2)) / decMaiorLS;
}
else
{
    intEscala = 1;
}
// Definir largura e cor.
Pen myPen = new Pen(Color.Black);
SolidBrush myBrush = new SolidBrush(Color.Black);
arrAneis.Reverse();
foreach (Anel objAnel in arrAneis)
{
    objAnel.DesenharQuarto(gLocal,ptoCentro,intEscala);
}
int intCentroX = ptoCentro.X - ((int) intDstCidade / 2);
int intCentroY = ptoCentro.Y - ((int) intDstCidade / 2);

gLocal.FillEllipse(myBrush,intCentroX,intCentroY,intDstCidade,intDstCidade);

gLocal.DrawEllipse(myPen,intCentroX,intCentroY,intDstCidade,intDstCidade);
myPen.Dispose();
myPen = null;
myBrush.Dispose();
myBrush = null;
}

// Método Desenhar.
// Desenha um quarto do modelo de aneis na visao mista do modelo.
public void DesenharQuarto(int intLargura, int intAltura)
{
    decimal decMaiorLS;
    //Definir ponto central.
    ptoCentro.X = 40;
    ptoCentro.Y = 0;
    decMaiorLS = AnalisarModelo();
    // Definir escala do modelo.
    if (decMaiorLS > 0)
    {
        intEscala = (float) (((intLargura - 80)*2)) / decMaiorLS;
    }
    else
    {
        intEscala = 1;
    }
    // Definir largura e cor.
    Pen myPen = new Pen(Color.Black);
    SolidBrush myBrush = new SolidBrush(Color.Black);
    gLocal.Clear(Color.White);
    arrAneis.Reverse();
    foreach (Anel objAnel in arrAneis)
    {
        objAnel.Desenhar(gLocal,ptoCentro,intEscala);
    }
    int intCentroX = ptoCentro.X - ((int) intDstCidade / 2);
    int intCentroY = ptoCentro.Y - ((int) intDstCidade / 2);

    gLocal.FillEllipse(myBrush,intCentroX,intCentroY,intDstCidade,intDstCidade);

    gLocal.DrawEllipse(myPen,intCentroX,intCentroY,intDstCidade,intDstCidade);
    myPen.Dispose();
    myPen = null;
    myBrush.Dispose();
    myBrush = null;
}
}
}

```

Classe Produto

```

using System;
using System.Drawing;
using System.Xml.Serialization;

namespace thunen
{
    /// <summary>
    /// Classe: Produto
    /// Autor: Guilherme M. S. Matos
    /// Versao: 1.0
    /// Descricao: Objeto que representa um produto agrícola do modelo.
    /// </summary>
    [XmlInclude(typeof(System.Drawing.Color))]
    public class Produto
    {
        // Data Members.
        private string strNome;
        private decimal decPreco;
        private decimal decProducao;
        private decimal decCustoProducao;
        private decimal decCustoTransporte;
        private decimal decDistancia;
        private decimal decRenda;
        private byte bytTipo;
        private int intCor;

        // Construtor basico.
        public Produto()
        {
            // Inicialização dos data members.
            strNome = String.Empty;
            decPreco = 0;
            decProducao = 0;
            decCustoProducao = 0;
            decCustoTransporte = 0;
            decDistancia = 0;
            decRenda = 0;
            intCor = escolherCor().ToArgb();
        }

        // Metodo escolherCor.
        // Escolher uma cor inicial para o produto.
        private Color escolherCor()
        {
            Random rnd = new Random();
            int cor = rnd.Next(10);
            switch (cor)
            {
                case 1: return Color.Green; break;
                case 2: return Color.Red; break;
                case 3: return Color.Blue; break;
                case 4: return Color.Orange; break;
                case 5: return Color.BlueViolet; break;
                case 6: return Color.Magenta; break;
                case 7: return Color.SlateGray; break;
                case 8: return Color.Turquoise; break;
                case 9: return Color.Purple; break;
                case 10: return Color.DarkGreen; break;
                default: return Color.LightBlue; break;
            }
        }

        // Propriedade Nome (tipo: String).
        public string Nome
        {
            get {return strNome;}
            set {strNome = value;}
        }
    }
}

```

```

// Propriedade Preço (tipo: decimal).
public decimal Preço
{
    get {return decPreco;}
    set {decPreco = value;}
}

// Propriedade Producao (tipo: decimal).
public decimal Producao
{
    get {return decProducao;}
    set {decProducao = value;}
}

// Propriedade CustoProducao (tipo: decimal).
public decimal CustoProducao
{
    get {return decCustoProducao;}
    set {decCustoProducao = value;}
}

// Propriedade CustoTransporte (tipo: decimal).
public decimal CustoTransporte
{
    get {return decCustoTransporte;}
    set {decCustoTransporte = value;}
}

// Propriedade Distancia (tipo: decimal).
public decimal Distancia
{
    get {return decDistancia;}
    set {decDistancia = value;}
}

// Propriedade Renda (tipo: decimal).
public decimal Renda
{
    get {return this.LucroBruto - (decDistancia * decCustoTransporte *
decProducao);}
}

// Propriedade Tipo (tipo: byte).
public byte Tipo
{
    get {return bytTipo;}
    set {bytTipo = value;}
}

// Propriedade LucroBruto (tipo: decimal).
public decimal LucroBruto
{
    get {return (decPreco - decCustoProducao) * decProducao;}
}

// Propriedade LimiteEspacial (tipo: decimal).
public decimal LimiteEspacial
{
    get
    {
        if (decCustoTransporte != 0)
        {
            return (decPreco - decCustoProducao) /
decCustoTransporte;
        }
        else
        {
            return 0;
        }
    }
}

// Propriedade Cor (tipo: inteiro).
public int Cor
{

```

```

        get {return intCor;}
        set {intCor = value;}
    }

    // Propriedade Inclinação (tipo: decimal).
    public decimal Inclinação
    {
        get {return decProdução * decCustoTransporte;}
    }

    // Metodo Validar.
    // Verificar se o preço é maior que os custos.
    public bool Validar()
    {
        if (decPreço < decCustoProdução)
        {
            return false;
        }
        if (decPreço < decCustoTransporte)
        {
            return false;
        }
        return true;
    }
}
}

```

Classe Reta

```

using System;
using System.Drawing;

namespace thunen
{
    /// <summary>
    /// Classe: Reta
    /// Autor: Guilherme M. S. Matos
    /// Versão: 1.0
    /// Descrição: Objeto que representa uma reta ou gradiente.
    /// </summary>
    public class Reta
    {
        // Data Members.
        private PointF ptoInicio;
        private PointF ptoFim;
        private Produto objProduto;
        private Color clrCor;
        private int intLargura;

        // Construtor básico.
        public Reta()
        {
            clrCor = Color.Black;
            intLargura = 2;
        }

        // Propriedade Produto (tipo: Produto).
        public Produto Produto
        {
            get {return objProduto;}
            set {objProduto = value;}
        }

        // Propriedade Largura (tipo: inteiro).
        public int Largura
        {
            get {return intLargura;}
            set {intLargura = value;}
        }

        // Propriedade Cor (tipo: Color).
        public Color Cor
        {
            get {return clrCor;}
        }
    }
}

```



```
        set {clrCor = value;}
    }

    // Método Desenhar.
    // Desenha a reta do grafico.
    public void Desenhar(Graphics gLocal, PointF ptoOrigem, float intEscalaX,
float intEscalaY)
    {
        // Definir largura e cor.
        Pen myPen = new Pen(Color.FromArgb(objProduto.Cor));
        myPen.Width = intLargura;
        // Definição dos pontos inicio e fim baseados na origem do gráfico e nos
dados do produto.
        ptoInicio.Y = ptoOrigem.Y - ((float) objProduto.LucroBruto *
intEscalaY);
        ptoInicio.X = ptoOrigem.X + 1;
        ptoFim.X = ptoOrigem.X + ((float) objProduto.LimiteEspacial *
intEscalaX);
        ptoFim.Y = ptoOrigem.Y - 2;
        // Desenhar a reta.
        gLocal.DrawLine(myPen, ptoInicio.X, ptoInicio.Y, ptoFim.X, ptoFim.Y);
    }
}
```