

DANIEL JYO SHIBAZAKI

**PREVISÃO DO MERCADO DE
TELECOMUNICAÇÕES MÓVEIS BRASILEIRO**

Trabalho de formatura apresentado
à Escola Politécnica da Universidade de
São Paulo para obtenção do
Diploma de Engenheiro de Produção

São Paulo
2011

DANIEL JYO SHIBAZAKI

**PREVISÃO DO MERCADO DE
TELECOMUNICAÇÕES MÓVEIS BRASILEIRO**

Trabalho de formatura apresentado
à Escola Politécnica da Universidade de
São Paulo para obtenção do
Diploma de Engenheiro de Produção

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Uiara Bandineli
Montedo

Co-Orientador: Prof. Melvin Cymbalista

São Paulo
2011

FICHA CATALOGRÁFICA

Shibazaki, Daniel Jyo

**Previsão do mercado de telecomunicações móveis brasileiro/
D.J.Shibazaki. – São Paulo, 2011.**

103 p.

**Trabalho de Formatura – Escola Politécnica da Universidade de São
Paulo. Departamento de Engenharia de Produção.**

**1. Previsão de mercado 2. Mercado de Telecomunicações 3. Demanda
(Previsão) I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de
Engenharia de Produção. II. T**

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Manabu Shibazaki e Paulina Shibazaki que sempre deram todo o suporte e dedicação necessária a minha educação. E minha irmã, Andréia, por toda a consideração e ajuda.

A minha orientadora Prof^a. Dr^a. Uiara Bandineli Montedo por aceitar e orientar no tema proposto deste trabalho. Agradeço pela compreensão, paciência, conselhos e reuniões durante a execução de todo o trabalho.

Ao Prof. Melvin Cymbalista pela valiosa orientação, dedicação e auxílio prestado na parte de desenvolvimento de modelagem do problema.

Aos meus amigos da graduação, pelo companheirismo e por tudo que representaram esses anos de graduação.

À todos na VR Capital por auxiliarem de alguma forma no desenvolvimento deste trabalho.

RESUMO

Este trabalho visa projetar o mercado de telecomunicações móveis brasileiro num período de médio a longo prazo, principalmente entendendo como será este crescimento e até onde este mercado poderá crescer. Com vista a este objetivo, preferiu-se adotar um modelo qualitativo para resolução deste problema.

Realizou-se um estudo comparativo deste mercado em diferentes países, para entender como foi à evolução destes mercados e até que ponto estes cresceram. O que se pode perceber foram as diferentes fases de um ciclo de vida de um produto, claramente demonstrados nas estatísticas de mercado.

Criou-se também dois tipos de curvas típicas de evolução do mercado de telecomunicações móveis: uma na qual o mercado é mais concentrado e outra em que o mercado é menos concentrado. A partir destes é que foram traçadas as previsões para as diferentes regiões brasileiras. Consolidando estes, obtivemos a previsão para o mercado brasileiro como um todo.

Por fim, realizou-se um estudo comparativo com os dados projetados com os já divulgados até o momento.

Palavras-chave: Previsão do mercado de telecomunicações móveis. Previsão de Mercado. Mercado de Telecomunicações.

ABSTRACT

This work aims to forecast the Brazilian mobile telecommunications market in the medium and long term, mainly comprehending how this market will grow and its limitations. With this goal in mind, it was preferred to adopt a qualitative model to solve this problem.

A comparative study was conducted about this market in different countries in order to understand the evolution of these markets and until what point they grew. It was noticed the different stages of a product life cycle, clearly demonstrated in the market statistics.

The study created two types of typical evolution curves of the mobile telecommunications market: one with a concentrated market and another curve with a lower market concentration.

Based on them, the forecast of the different regions of the country were estimated. Consolidating the data, we obtained estimations for the Brazilian market as a whole

Finally, we carried out a comparative study with the projected data against those already published so far.

Keyword: Mobile Telecommunications market forecast. Market forecast. Telecommunications market.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1.1. Ciclo de Vida de um Produto.....	27
Figura 2.1. Métodos de Previsão e seus Relacionamentos.....	38
Figura 2.2. Etapas de uma Previsão.	39
Figura 2.3. Exemplo de Regressão Linear.	42
Figura 2.4. Exemplo de Intervalo de Confiança para Regressão.....	45
Figura 2.5. Análise de Melhoria do modelo linear para o quadrático.....	48
Figura 2.6. Exemplo de Linha de Tendência.....	52
Figura 2.7. Exemplo de Sazonalidade do Farelo de Soja.....	53
Figura 2.8. Exemplo de Sazonalidade Aditiva	58
Figura 2.9. Exemplo de Sazonalidade Multiplicativa.....	59
Figura 3.1. Evolução do Mercado de Telecomunicações e seu crescimento.	68
Figura 3.2. Evolução da Penetração da telefonia móvel.	69
Figura 3.3. Ciclo de Vida de um Produto.....	69
Figura 3.4. Evolução da Penetração em países menos penetrados.	75
Figura 3.5. Evolução da Penetração em países mais penetrados.....	76
Figura 3.6. Curva de Penetração de um Mercado concentrado.	82
Figura 3.7. Evolução da curva de Penetração de um mercado menos penetrável.....	86
Figura 3.8. Projeção da Penetração de Telefones celulares no Brasil.	98

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1.Dados Anatel (março de 2011).....	29
Tabela 2.1. Penetração em Março de 2011.	34
Tabela 2.2. Tabela de Análise de Variância aplicada a regressão linear.	44
Tabela 2.3.Tabela de Análise de Variância para Regressão Polinomial.....	47
Tabela 2.4. Tabela de Análise de Melhoria do Modelo linear para o Quadrático.....	48
Tabela 2.5. Tabela de dados para Regressão Linear Múltipla.....	49
Tabela 2.6. Tabela de Análise de Variância para regressão Múltipla.....	50
Tabela 3.1. Evolução da Penetração de Argentina, Chile e Uruguai.....	73
Tabela 3.2. Evolução da Penetração: Países menos penetrados.....	74
Tabela 3.3. Evolução da Penetração em Países mais penetrados.	75
Tabela 3.4. Fases do Ciclo de Vida do Mercado de Telecomunicações móveis em cada país.....	79
Tabela 3.5. Parâmetros de cada Fase (Mercado mais concentrado).	80
Tabela 3.6. Curva de evolução do mercado de telecomunicações pela Penetração.	82
Tabela 3.7. Evolução da penetração nos países menos penetráveis.	83
Tabela 3.8. Duração e Crescimento Médios dos mercados menos penetráveis.	84
Tabela 3.9. Curva de penetração de um Mercado menos penetrável.	85
Tabela 3.10. Número de acessos por Estado e Regiões brasileiras.	87
Tabela 3.11. Penetração da telefonia Móvel por Estado e Região.	88
Tabela 3.12. Penetração histórica da Região Centro Oeste.....	89
Tabela 3.13. Evolução da Penetração no Centro Oeste.	89
Tabela 3.14. Penetração histórica da Região Nordeste.....	90
Tabela 3.15. Evolução da penetração do Mercado nordestino.	90
Tabela 3.16. Histórico da Penetração no Mercado da Região Norte.....	91
Tabela 3.17. Evolução da penetração na região Norte.....	91
Tabela 3.18. Histórico da penetração na região Sudeste.....	91
Tabela 3.19. Evolução da penetração na região Sudeste.	92
Tabela 3.20. Histórico da penetração na Região Sul.	92
Tabela 3.21. Evolução da Penetração na Região Sul.....	93
Tabela 3.22. População Implícita nos Estados brasileiros.	95
Tabela 3.23. Percentual da População por Região Brasileira.....	96
Tabela 3.24. Taxa de Crescimento Populacional.....	96

Tabela 3.25. Evolução da População por Região.	96
Tabela 3.26. Histórico de Acessos à rede de Telefonia Móvel por Região.	97
Tabela 3.27. Projeção do Número de Acessos por Região e Total do Brasil.....	97
Tabela 3.28. Histórico da evolução da penetração brasileira.	97
Tabela 3.29. Projeção da Evolução da Penetração no Brasil.	98
Tabela 3.30. Comparação do Resultado do Modelo x Real (divulgado pela Anatel).....	99
Tabela 3.31. Comparação de Resultado pelo modelo e o divulgado pela Anatel	100

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	24
1.1. A EMPRESA.....	25
1.2. O ESTÁGIO	25
1.3. MOTIVAÇÃO.....	26
1.4. APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA	27
1.5. OBJETIVOS E PARÂMETROS DO TRABALHO	28
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	31
2.1. MERCADO DE TELECOMUNICAÇÕES MÓVEL	31
2.1.1. HISTÓRICO.....	31
2.1.2. ANATEL.....	32
2.1.3. EMPRESAS DE TELECOMUNICAÇÕES MÓVEIS	33
2.1.4. MERCADO DE TELECOMUNICAÇÕES BRASILEIRO	33
2.2. IMPORTÂNCIA DAS PREVISÕES	35
2.3. TIPOS DE PREVISÕES	36
2.4. PASSOS PARA A PROJEÇÃO.....	38
2.5. MODELOS DE PREVISÃO.....	40
2.5.1. MODELOS QUANTITATIVOS	40
2.5.1.1. REGRESSÃO	41
2.5.1.1.1. REGRESSÃO LINEAR SIMPLES	41
2.5.1.1.2. REGRESSÃO POLINOMIAL SIMPLES	46
2.5.1.1.3. REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA.....	49
2.5.1.2. SÉRIES TEMPORAIS	52
2.5.1.2.1. DECOMPOSIÇÃO DAS SÉRIES TEMPORAIS	52
2.5.1.2.2. MÉDIA SIMPLES	54
2.5.1.2.3. MÉDIA MÓVEL	54

2.5.1.2.4.	MODELOS DE SUAUIZACÃO EXPONENCIAL	55
2.5.1.2.4.1.	MÉTODO DE SUAUIZACÃO EXPONENCIAL SIMPLES	55
2.5.1.2.4.2.	MÉTODO DE HOLT	56
2.5.1.2.4.3.	MÉTODO HOLT-WINTERS	57
2.5.1.2.4.3.1.	HOLT-WINTERS COM SAZONALIDADE ADITIVA	57
2.5.1.2.4.3.2.	HOLT-WINTERS COM SAZONALIDADE MULTIPLICATIVA.....	59
2.5.1.3.	MEDIDAS DE ERROS DE PREVISÃO	60
2.5.2.	MODELOS QUALITATIVOS	61
2.5.2.1.1.	DINÂMICA DE GRUPO	61
2.5.2.1.2.	PESQUISA DE MERCADOS (INTENÇÕES)	62
2.5.2.1.3.	OPINIÃO DE ESPECIALISTAS	62
2.5.2.1.4.	ANÁLISE CONJUNTA	63
2.5.2.1.5.	JUDMENTAL BOOTSTRAPPING	64
2.5.3.	ASSOCIAÇÃO DE MÉTODOS	64
3.	O MODELO DE PREVISÃO	67
3.1.	ANÁLISE DE DADOS	67
3.2.	ESCOLHA DO MODELO A SER DESENVOLVIDO	70
3.3.	DESENVOLVIMENTO DO MODELO	71
3.3.1.	COLETA E ORGANIZAÇÃO DOS DADOS.....	72
3.3.2.	ANÁLISE DOS DADOS	73
3.3.2.1.	LIMITE DE PENETRAÇÃO DE MERCADO	73
3.3.3.	CONSTRUÇÃO DA CURVA DE PENETRAÇÃO NOS MERCADOS.....	76
3.3.3.1.	MERCADO MAIS PENETRADO	78
3.3.3.2.	MERCADO MENOS PENETRADO	83
3.3.4.	A PREVISÃO.....	86
3.3.4.1.	BASE DE DADOS	86

3.3.4.2.	PREVISÃO DA PENETRAÇÃO.....	88
3.3.4.2.1.	REGIÃO CENTRO OESTE.....	89
3.3.4.2.2.	REGIÃO NORDESTE	89
3.3.4.2.3.	REGIÃO NORTE	90
3.3.4.2.4.	REGIÃO SUDESTE	91
3.3.4.2.5.	REGIÃO SUL.....	92
3.3.4.3.	EVOLUÇÃO DA POPULAÇÃO	93
3.3.4.3.1.	POPULAÇÃO IMPLÍCITA	93
3.3.4.3.2.	PROJEÇÃO DA POPULAÇÃO POR REGIÃO.....	95
3.3.4.4.	PROJEÇÃO DO NÚMERO DE ACESSOS	97
3.3.4.5.	ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	98
4.	CONCLUSÃO.....	100
5.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	103

INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho visa a construção de um modelo que preveja a evolução do mercado de telecomunicações móveis brasileiro, tanto como será seu crescimento como até que ponto este mercado poderá crescer. Esta previsão se torna importante para muitos envolvidos na indústria de telecomunicações, tanto para planejamento de redes de infraestrutura, fornecimento de peças, chips e produtos que envolvam o serviço de telecomunicação móvel, assim como para empresários e investidores que venham a se interessar pelo setor.

Assim sendo, o trabalho visa prever como será o crescimento deste mercado, e os números encontrados aqui servirão como base para um estudo mais aprofundado de quanto vale uma empresa de telecomunicações móvel. Porém, como já citado, os números encontrados aqui também podem ser utilizados pelos mais diversos interessados nesta indústria.

Introduzido o contexto deste trabalho, fará uma breve descrição do que se encontra neste documento.

No capítulo 1 é introduzido o problema, sua motivação e os objetivos do trabalho. Também é feita uma breve descrição da empresa no qual o trabalho foi desenvolvido

No capítulo 2 é realizada a pesquisa bibliográfica, tanto do mercado de telecomunicações móveis brasileiro em geral, como uma pesquisa sobre previsões e diversas formas de desenvolvê-las. A literatura servirá como base para fundamentar o problema e desenvolver o modelo de previsão.

No capítulo 3 é desenvolvido o modelo de previsão, explicando a escolha do modelo adotado, e o passo a passo para construção do mesmo. Faz-se também uma análise de resultados.

Por fim, o capítulo 4 é destinado às considerações finais e conclusões sobre o estudo realizado. Também se faz sugestões para afinamento do modelo.

1.1. A EMPRESA

O grupo VR atualmente está presente em quatro frentes de negócios: serviços e tecnologia, a gestão de recursos, serviços financeiros e empreendimentos imobiliários.

O grupo foi fundado em 1977, com o nome de VR, reconhecida no mercado brasileiro por atuar na área de benefícios, no qual oferecia o serviço de vale refeições, sendo uma das líderes do mercado.

Em 2007, esta empresa VR foi adquirida pelo grupo francês Sodexo, e o grupo VR passou a fornecer Serviços e Tecnologias ligados a área de benefícios para o grupo francês. Surgia aí a Smartnet, empresa de tecnologia em processamento de benefícios e o VR Desenvolvimento, empresa que cria soluções também ligadas à área.

Além disso, o grupo passou a atuar na gestão de recursos de terceiros, com o nome VR Capital, com o propósito de servir e cuidar do patrimônio de seus clientes.

O grupo conta também com um braço em empreendimentos imobiliários e também conta com outro em serviços financeiros, responsável por gerenciar os recursos financeiros do grupo.

1.2. O ESTÁGIO

O estágio está sendo realizado no braço de gestão de recursos de terceiros do grupo, a VR Capital, responsável por fazer investimentos para seus clientes.

Atualmente, a empresa oferece três tipos de produtos, um fundo de investimentos em ações, um fundo de investimentos em fundos em ações onshore e outro fundo de fundos de investimentos offshore. Sua meta é realizar investimentos que superam o custo de capital dos seus clientes.

Atuo no fundo de investimento em ações, no qual a área busca realizar investimentos que, como escrito anteriormente, superem o custo de capital de seus clientes. O perfil do fundo é de investimentos em ações brasileiras com uma visão de longo-prazo, focando em princípios e fundamentos que gerem vantagens competitivas para os setores e empresas

investidas. Para isto, realizam-se estudos aprofundados dessas empresas, envolvendo toda uma análise setorial, contábil e econômico-financeira. A classe de empresas estudadas são as negociadas na bolsa de valores de São Paulo, a BMF&Bovespa.

A área é enxuta, contando atualmente com 5 profissionais: um gestor do portfólio de ações, responsável pela estratégia do portfólio, da decisão final dos investimentos, e pela mitigação dos riscos da carteira, e 4 analistas, sendo que cada um deles são responsáveis por alguns setores específicos da economia.

Assim, sou responsável pelo setor de construção civil e de telecomunicações, sendo encarregado por realizar estudos econômico-financeiros de empresas atuantes nestes setores e do acompanhamento de notícias e regulamentações que possam impactar os resultados dessas empresas.

1.3. MOTIVAÇÃO

A ferramenta utilizada pela área na busca dos melhores investimentos são modelos econômico-financeiros (*valuation*) que, simplificada, projetam o fluxo de caixa futuro da empresa, e trazem estes a valor presente por uma taxa de desconto adequada, dando a ideia de qual é o valor justo da companhia.

Assim, um dos aspectos-chaves para a realização desta atividade seria o de previsão dos mais diversos tipos de dados, sejam elas o crescimento ou decréscimo de um determinado mercado, e qual a intensidade deste, além da previsão de receita, de custos, de despesas e lucro da companhia ou qual a fatia de mercado que uma empresa poderá ter no futuro, entre outros.

E por isso, é de extrema importância para o analista ter o conhecimento das principais informações da empresa ou do setor a ser estudado e também de modelos de previsões, para que se consiga criar modelos que se aproximem suficientemente bem da realidade. Assim, o analista pode ter em mãos o valor mais justo possível de uma companhia e decidir se é um investimento bom ou ruim a ser feito.

1.4. APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA

Para o desenvolvimento deste trabalho foi escolhido o mercado de telecomunicações móvel brasileiro. E algumas razões para tal escolha podem ser citadas:

É de extrema importância para o analista de mercado saber o quanto o mercado ainda pode crescer e a que taxas este cresce, sendo esses um dos pontos chaves de investimentos interessantes ou não. Feito o modelo, ele também deve monitorar fatores que possam vir a surgir no mercado e que não estavam incorporados no modelo, para analisar se o modelo ainda continua válido ou não.

Outro fator pela escolha do tema é que o setor fornece dados mensais confiáveis. Por ser um setor altamente regulamentado (é um setor estratégico no país), a Anatel tem um controle bem rígido das operações das empresas atuantes no Brasil. Além disso, como é um setor que tem poucos *players* no mercado, os dados obtidos podem ser facilmente comparados com o das empresas para conferência de consistências.

Além disso, por ser tratar de um setor altamente competitivo, os *players* do setor são empresas de grande porte atuantes no mundo inteiro, e a tendência é que no longo-prazo os preços dos serviços oferecidos acabem se estabilizando em um setor patamar no qual não haverá muita discrepância entre os competidores, assim como os serviços oferecidos e a eficiência de suas operações. Isto ocorre principalmente porque o serviço oferecido encontra-se entre a fase de crescimento (crescendo a taxa de 15% a.a.) e a fase de maturidade, onde não há muito diferenciação dos produtos concorrentes, como mostrado na **Error! Reference source not found.** Por isso no longo prazo uma das variáveis importantes será o tamanho do mercado e a sua taxa de crescimento, resposta que o modelo tentará responder.

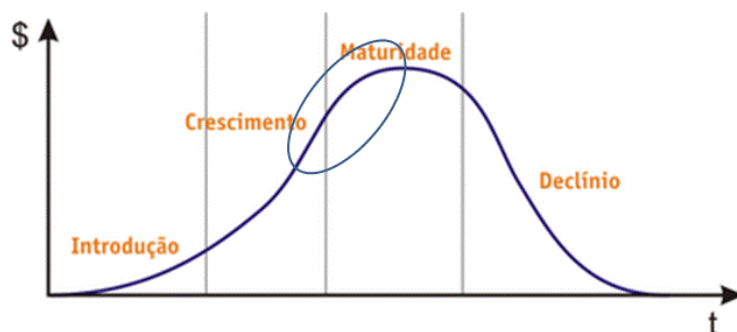


Figura 1.1. Ciclo de Vida de um Produto.

Fonte: adaptado do http://pt.wikipedia.org/wiki/Ciclo_de_vida_do_produto

O modelo que o trabalho pretende desenvolver visa prever o mercado de telecomunicações num curto e médio prazo, com a previsão indo até 2020. Isto se aplica principalmente, porque o setor de telecomunicações está muito ligado ao de tecnologia que é um setor muito dinâmico, onde a taxa de inovações é muito alta. Consequentemente, é muito difícil ter alguma visibilidade se alguma inovação tecnológica surgirá daqui a 20 ou 30 anos (por isso o modelo não tem a pretensão de estimar um crescimento para estes prazos) cabendo ao analista apenas monitorar se alguns destes fatores surgirem e ter a sensibilidade de notar se o modelo continuará sendo aplicável ou não no futuro.

Assim sendo, fatores como a potencialidade de crescimento do mercado e sua intensidade, possuir dados confiáveis e a importância do crescimento projetado no modelo econômico-financeiro são os fatores que suportam a necessidade e a viabilidade da resolução do problema. Sendo responsabilidade do analista de mercado a monitoração de fatores que possam tornar o modelo inconsistente ao longo do tempo.

1.5. OBJETIVOS E PARÂMETROS DO TRABALHO

O principal objetivo do trabalho será o desenvolvimento de um modelo que projete o mercado de telecomunicações móveis brasileiro.

Os dados disponíveis são um histórico da quantidade de planos de serviços no país de janeiro de 2004 a março de 2011, divididos por Unidades Federativas e também por tipo de serviços, que seriam os pré-pagos e os pós-pagos. A **Error! Reference source not found.** mostra um exemplo dos tipos de dados divulgados, sendo estes referentes ao mês de março de 2011.

BRASIL	Pré-Pago	Percentual (%)	Pós-Pago	Percentual (%)	Total
REGIAO NORTE	13.394.556	90,44	1.416.035	9,56	14.810.591
ACRE	618.320	89,86	69.747	10,14	688.067
AMAPA	615.161	90,41	65.275	9,59	680.436
AMAZONAS	2.980.533	88,71	379.215	11,29	3.359.748
PARA	5.960.006	91,72	537.724	8,28	6.497.730
RONDONIA	1.606.199	90,42	170.270	9,58	1.776.469
RORAIMA	354.759	88,59	45.685	11,41	400.444
TOCANTINS	1.259.578	89,48	148.119	10,52	1.407.697
REGIAO NORDESTE	45.194.711	90,04	5.000.331	9,96	50.195.042
ALAGOAS	2.642.372	90,45	279.060	9,55	2.921.432
BAHIA	11.944.643	89,57	1.390.162	10,43	13.334.805
CEARA	7.263.919	90,14	794.819	9,86	8.058.738
MARANHAO	3.962.838	92,74	310.174	7,26	4.273.012
PARAIBA	3.269.104	90,86	328.721	9,14	3.597.825
PERNAMBUCO	8.709.253	89,35	1.038.012	10,65	9.747.265
PIAUI	2.534.542	92,25	212.873	7,75	2.747.415
RIO GRANDE DO NORTE	2.994.809	88,82	377.118	11,18	3.371.927
SERGIPE	1.873.231	87,43	269.392	12,57	2.142.623
REGIAO SUDESTE	74.358.763	77,76	21.261.409	22,24	95.620.172
ESPIRITO SANTO	2.990.159	77,72	857.020	22,28	3.847.179
MINAS GERAIS	16.370.920	78,15	4.577.361	21,85	20.948.281
RIO DE JANEIRO	14.219.663	75,69	4.567.258	24,31	18.786.921
SAO PAULO	40.778.021	78,36	11.259.770	21,64	52.037.791
REGIAO SUL	24.546.245	78,04	6.905.802	21,96	31.452.047
PARANA	9.585.282	80,9	2.262.678	19,1	11.847.960
RIO GRANDE DO SUL	9.428.876	74,34	3.254.884	25,66	12.683.760
SANTA CATARINA	5.532.087	79,94	1.388.240	20,06	6.920.327
REGIAO CENTRO-OESTE	15.511.933	84,16	2.919.777	15,84	18.431.710
DISTRITO FEDERAL	3.917.950	80,49	949.704	19,51	4.867.654
GOIAS	6.161.978	87,44	885.098	12,56	7.047.076
MATO GROSSO	3.000.354	85,45	510.759	14,55	3.511.113
MATO GROSSO DO SUL	2.431.651	80,9	574.216	19,1	3.005.867
TOTAL	173.006.208	82,18	37.503.354	17,82	210.509.562

Tabela 1.1.Dados Anatel (março de 2011)

Fonte: Anatel

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nesta seção, basicamente o que se pretende é dar uma visão geral sobre o mercado de telecomunicações móveis. Além disso, mostrar o que é uma previsão, sua importância, como é seu processo e, por fim, seus mais variados tipos encontrados na literatura.

Para esta revisão bibliográfica foram utilizadas as seguintes bibliografias: Vivo S.A. (2009), Armstrong (2002), Hanke e Reitsch (1998), Jarret (1987), Makridakis, Wheelwright e Hyndman (1998) e Ramos (2010).

2.1. MERCADO DE TELECOMUNICAÇÕES MÓVEL

Esta seção pretende dar uma breve resumida no setor de telecomunicações brasileiro, mostrando seu histórico, sua regulação e como ele funciona. As informações contidas neste tópico são do Prospecto Definitivo da Vivo S.A., Vivo S.A. (2009), na parte sobre a visão geral do setor de telecomunicações e telecomunicações móvel.

2.1.1. HISTÓRICO

Antes da constituição da Telebrás, em 1972, existiam aproximadamente 900 empresas de Telecomunicações atuando no País. A partir daquele ano, e até 1975, essas empresas foram sendo adquiridas pela Telebrás ou pelas Sociedades Operadoras do Sistema Telebrás, constituindo o monopólio na prestação dos serviços de telefonia na quase totalidade do território brasileiro (Sistema Telebrás).

A partir da metade da década de 90, iniciou-se a implementação de uma profunda reorganização do modelo de organização institucional da prestação dos serviços de telecomunicação no Brasil, com incentivo à introdução da competição neste setor.

O processo de abertura do mercado brasileiro de telecomunicações começou com a Emenda Constitucional n.º 8, de 1995, que introduziu a possibilidade de prestação de serviços

de telecomunicações pelo setor privado, e com o Plano Real (plano com as diretrizes econômicas, oferecidas pelo Poder Executivo brasileiro), que criaram um ambiente propício para o crescimento dos investimentos no setor.

O primeiro passo rumo à reestruturação do setor de telecomunicações brasileiro foi dado com a aprovação da Lei Mínima, que propiciou o início da abertura do setor mediante a introdução das bases de um novo modelo institucional de abertura à competição do mercado de telefonia celular. Em 1997, o Congresso Brasileiro aprovou a Lei Geral de Telecomunicações, que substituiu grande parte da Lei Mínima, bem como definiu e regulamentou a nova estrutura legal para a prestação de serviços de telecomunicações no Brasil, norteadas pelo princípio da livre concorrência, determinando ainda a privatização das Sociedades Operadoras do Sistema Telebrás. A Lei Geral de Telecomunicações estabeleceu, adicionalmente, a criação da ANATEL como o órgão regulador e fiscalizador do setor de telecomunicações. Esse novo modelo de organização gerou expressivos impactos sobre o setor brasileiro de telecomunicações.

No início de 1998, as operações de telefonia celular das Sociedades Operadoras do Sistema Telebrás foram cindidas, originando companhias independentes, que permaneceram controladas pela Telebrás até sua efetiva privatização. A privatização das doze Sociedades de Participação, com a transferência do então monopólio estatal à iniciativa privada, foi concluída através de leilão realizado em 29 de julho de 1998, um dos maiores leilões de privatização já ocorridos no mundo.

A partir desta data, foram feitos diversos leilões e aberturas de novas sub-faixas de comunicações que são descritas mais a fundo em Vivo S.A. (2009).

2.1.2. ANATEL

A ANATEL é o órgão regulador do Sistema de Telecomunicações brasileiro. Ela foi criada pela Lei Geral de Telecomunicações em 7 de outubro de 1997.

Basicamente sua função é regular e gerenciar o mercado de telecomunicações em geral, os direitos de exploração, os contratos de concessão e fiscalizar a prestação do serviço ao público, aplicando sanções e realizando intervenções quando necessário.

A partir deste momento, focaremos mais no mercado de telecomunicações móvel, objeto de estudo deste trabalho.

2.1.3. EMPRESAS DE TELECOMUNICAÇÕES MÓVEIS

Hoje são seis os player atuantes no mercado de telecomunicações móvel, sendo apenas quatro deles os mais relevantes.

Os quatro grandes players do setor são: Vivo, Claro, Tim, Oi e os players mais regionais são a CTBC (com pequena participação no mercado do sudeste e centro-oeste) e a Sercomtel (com pequena participação do mercado no sul do Brasil).

As empresas atuantes neste setor têm a obrigatoriedade de respeitar as regulações impostas pelo órgão público, principalmente em relação à qualidade do serviço (tais como a capacidade do sistema de fazer e receber chamadas, índice de falha de ligações, capacidade da rede de lidar com períodos de pico, falhas de interconexão das chamadas e atendimento às reclamações dos clientes) e à expansão da rede.

Assim sendo, elas são obrigadas a:

- Oferecerem a Interconexão: ou seja, disponibilizar suas redes para interconexão, sempre que solicitado e quando houver viabilidade técnica, a qualquer outro prestador de serviços de interesse coletivo;
- Oferecerem a Portabilidade: que estabelece regras que permitiram aos usuários portar o número do seu telefone ao mudar de operadora;
- Estão sujeitas à Regulamentação das Tarifas: autorizações que continuam a estabelecer um mecanismo de preço limite para fixar e ajustar tarifas anualmente.
- Regime de Preços: os preços dos serviços praticados pelas Prestadoras são livres, devendo ser justos e não discriminatórios, podendo variar em função de características técnicas, de custos específicos e de comodidades e facilidades ofertadas aos usuários.

2.1.4. MERCADO DE TELECOMUNICAÇÕES BRASILEIRO

Mais detalhes sobre como tem evoluído o mercado de telecomunicações serão mostrados quando analisarmos os dados da série histórica.

Porém podemos adiantar que o mercado tem crescido a taxas de aproximadamente 15% a.a., impulsionado principalmente pela inclusão social nas classes econômicas mais baixas.

Sobre a penetração do mercado, em março de 2011, era de aproximadamente 108%. Ela é calculada pela divisão entre os acessos à rede e pelo número total da população brasileira. Em março de 2011, a Anatel detectou que houve mais de 210 milhões de acesso à rede, enquanto a população estimada estava em torno de 194 milhões, resultando num percentual de 108%.

Por região, à Anatel divulgou que à região centro-oeste estava com penetração de 129%, o Nordeste com 92%, a Região Norte com 93%, a Sudeste com 118% e a Região Sul com 112%. A tabela a seguir ilustra isto:

Região	Nº de Acessos em Operação	Densidade (acessos por 100 habitantes)(*)
Brasil	210.509.562	108%
CENTRO-OESTE	18.431.710	129%
REGIAO NORDESTE	50.195.042	92%
REGIAO NORTE	14.810.591	93%
REGIAO SUDESTE	95.620.172	118%
REGIAO SUL	31.452.047	112%

Tabela 2.1. Penetração em Março de 2011.

Fonte: Anatel

2.2. IMPORTÂNCIA DAS PREVISÕES

A partir deste momento da revisão bibliográfica, focaremos mais no tema de previsões, relatando sua importância, o seu processo e detalhando os mais variados tipos encontrados na literatura.

Sobre previsões, existem muitos livros sobre regressões e estatísticas e a seguir são mostradas algumas ideias sobre o tema.

Basicamente existe um *lead time* entre estar ciente de um evento e a sua ocorrência, e este *lead time* é a grande razão de se fazer planejamentos e previsões. Porém, se este *lead time* é zero ou perto de zero, o planejamento torna-se desnecessário. Porém, se este *lead time* é longo, e a superação deste evento for condicionada a fatores identificáveis, o planejamento se torna muito importante. E, assim, as previsões se tornam necessárias, principalmente para prever quando o evento ocorrerá, e assim tomar ações oportunas no tempo certo (MAKRIDAKIS; WHEELWRIGHT; HYNDMAN, 1998).

Outra ideia interessante é de Jarret (1987) em que diz que todas as organizações atuam num ambiente de incertezas sobre eventos futuros, e mesmo assim, são obrigadas a tomar decisões. Para estes tomadores de decisões, escolhas tomadas com maior conhecimento sobre eventos futuros serão sempre mais valiosas que meras intuições sem princípios. E por isso as previsões se tornam importantes para eles.

Segundo Hanke; Reitsch (1998), o objetivo das previsões é de reduzir as incertezas de julgamentos que possam enviesar uma decisão. As previsões devem seguir dois princípios:

- Estarem tecnicamente corretas e produzirem resultados com a acurácia que atenda as necessidades do problema a ser resolvido;
- Serem utilizadas para auxiliar no processo de decisão dando uma vantagem para a firma;

Pode-se perceber que a principal função da previsão é a de auxiliar na decisão, adicionando uma informação a mais no processo decisório. Porém existem diferentes tipos de previsões que serão citadas a seguir.

2.3. TIPOS DE PREVISÕES

Segundo Hanke; Reitsch (1998), as previsões podem ser classificadas como sendo de longo prazo, nas que auxiliam em decisões que possam mudar o curso geral da organização (por exemplo, decisões sobre estratégias de empresas) ou de curto prazo, nas que são usadas para decisões mais imediatas na empresa (como por exemplo, a programação da produção de uma fábrica ou a gestão de estoques de uma companhia). Existem também as previsões micro econômicas e macro econômicas, sendo que diferentes níveis gerenciais estarão interessados em cada resultado.

Outra forma de definir os tipos de previsões é em relação às técnicas aplicadas à previsão realizada, podendo ser elas quantitativas ou qualitativas.

Métodos Quantitativos

De acordo com Makridakis; Wheelwright; Hyndman (1998), os métodos quantitativos são previsões que utilizam dados do passado para realizar projeções futuras. Para isso, três condições devem existir:

- Informações do passado devem estar disponíveis;
- As informações devem ser quantificáveis;
- E na previsão, pode ser assumido que alguns padrões do passado serão mantidos no futuro;

Dos modelos quantitativos existentes, pode-se separá-los em dois modelos: os modelos de explicação e os modelos de séries temporais.

Os modelos de explicação basicamente assumem que a variável a ser projetada tem relação com uma ou mais variáveis independentes. Admite-se a dependência entre passado e futuro, porém o propósito principal é o de descobrir as relações que afetam a variável e prever seu valor futuro. Assume-se que estas relações sempre continuarão. Como exemplos, tem-se regressões e modelos econométricos.

Já as previsões por séries temporais são baseadas em dados passados, onde o objetivo principal é encontrar padrões históricos nesta série de dados e extrapolar este para o futuro.

Aqui, o sistema é tratado como uma caixa preta. Duas razões para este tratamento são citadas a seguir: primeiro, assume-se que o sistema (a caixa preta) pode não ser entendido e se for entendido será extremamente difícil medir as relações que explicam esses comportamentos. E segundo, o principal objetivo é o de prever o que ocorrerá e não o porquê ocorrerá.

São exemplos de séries temporais: média simples, média móvel, suavizações exponenciais, decomposição, entre outros.

Métodos Qualitativos

Ainda de acordo com Makridakis; Wheelwright; Hyndman (1998), os métodos qualitativos são principalmente o produto de julgamentos de especialistas e o de acúmulo de conhecimentos. Eles são mais utilizados para darem pistas, ajudar planejadores e complementar modelos quantitativos; e não tanto para darem um número específico projetado. Por esta natureza, são usados mais para projeções de médio e longo prazo.

Segundo Jarret (1987), este método também é aplicado para previsões de muito longo prazo, quando extrapolações numéricas se tornarem insensatas. Outra razão para este método ser utilizado, é quando estruturas de um setor estão se transformando (podendo tanto melhorar como se deteriorar), a ponto que os dados do passado não serviriam para explicar os dados do futuro. Exemplos para tal modelo são: Dinâmicas de Grupos, Pesquisa de Mercado, Opiniões de Especialistas (Método Delphi e Painel de Especialistas), entre outros.

Para dar uma visão geral sobre previsões, Armstrong (2002) monta um esquema ilustrativo mostrando uma visão macro dos métodos de previsão e como estes se relacionam entre si. Na figura também estão incluídos métodos nos quais há integração de métodos qualitativos com métodos quantitativos.

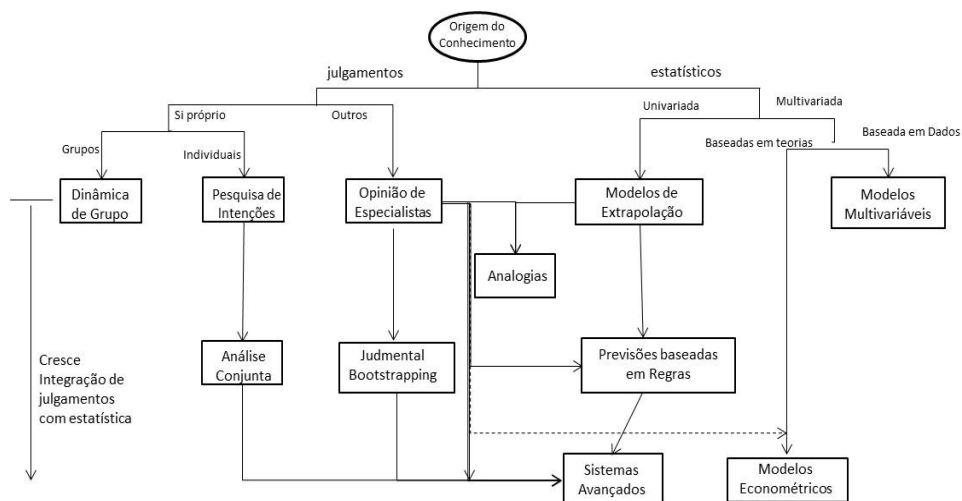


Figura 2.1. Métodos de Previsão e seus Relacionamentos

Fonte: Armstrong (2002) adaptado

Feita as descrições dos tipos de projeções existentes, realizou-se uma pesquisa para se descobrir as etapas de uma projeção.

2.4. PASSOS PARA A PROJEÇÃO

Segundo Makridakis; Wheelwright; Hyndman (1998) existem cinco etapas para fazer uma projeção quantitativa, sendo elas:

Definição do Problema:

Envolve um profundo entendimento de como a projeção será utilizada, quem está pedindo a projeção e como a projeção se encaixa dentro da empresa. Envolve também a definição do horizonte de tempo para direcionar que tipos de informações serão necessários levantar.

Coleta de Informações:

Existem dois tipos de informações disponíveis, as estatísticas (numéricas) e as de acúmulo de conhecimento e expertise. Ambas as informações, se possível, devem ser coletadas. Nesta fase, é necessária a coleta de todos os dados históricos relevantes.

Análise Preliminar dos Dados:

Nesta fase, faz-se uma análise preliminar dos dados, verificando médias, desvios-padrões, mínimos, máximos, percentis. Além disso, verifica-se se existem correlações entre diferentes tipos de dados e também se existem tendências históricas, sazonalidades, ciclos e também se existem *outliers* ou dados fora do padrão.

Essa análise preliminar ajudará a sugerir uma classe de modelos quantitativos que poderá ser útil na tarefa da projeção.

Escolha do Modelo:

Escolhidos os possíveis modelos que podem ser adotados, estes são testados, para que no final um deles seja escolhido.

Usando e avaliando o Modelo escolhido:

Uma vez o modelo escolhido e seus parâmetros definidos, deve-se fazer a previsão e avaliar os prós e contras do modelo conforme o tempo passa. A tarefa de previsão não estará terminada quando o modelo se encaixar nos dados conhecidos. A performance do modelo só poderá ser avaliada e medida depois que o dado projetado se tornar disponível para comparação.

Já Armstrong (2002) define as etapas de uma projeção conforme a figura a seguir:

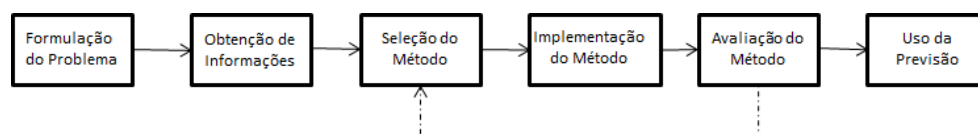


Figura 2.2. Etapas de uma Previsão.

Fonte: Armstrong (2002) adaptado

Outra forma de analisar o procedimento de projeção é citado por Hanke; Reitsch (1998), em que citam cuidados que devem ser tomados na execução do processo de projeção. Os autores criaram um *check list* para verificar se todos os cuidados necessários foram tomados antes de começar a ser feita a projeção em si. E este é mostrado a seguir:

- *Por que a previsão é necessária?*
- *Quem a usará e quais as especificações requeridas?*
- *Que nível de detalhe e agregação de dados são necessários e qual o horizonte de tempo apropriado?*

- *Que dados estão disponíveis? E estes serão suficientes para gerar a previsão?*
- *Quanto a previsão custará?*
- *Qual a acurácia que podemos esperar da previsão?*
- *A previsão a ser realizada ficará pronta em tempo de ajudar no processo decisório?*
- *A pessoal que está criando a previsão entendeu perfeitamente como a previsão será usada na organização?*
- *Existe um processo de feedback para avaliar a previsão, depois de ela feita e para ajustar o processo de previsão apropriadamente?*

Citados os cuidados e os passos a serem realizados numa projeção, serão apresentados e descritos modelos de previsão de dados.

2.5. MODELOS DE PREVISÃO

Nesta seção os métodos de projeção serão mais bem detalhados. Começaremos explicando os modelos quantitativos e depois os qualitativos. As referências bibliográficas usadas nessas seções são explicitadas em cada um dos itens.

2.5.1. MODELOS QUANTITATIVOS

Os modelos quantitativos são previsões que utilizam dados do passado para realizar projeções futuras. Existem dois tipos de modelos a serem estudados: os modelos de explicação e os modelos de séries temporais.

Os modelos de explicação basicamente assumem que a variável a ser projetada tem relação com uma ou mais variáveis independentes

Já as previsões por séries temporais são baseadas em dados passados, onde se procuram padrões históricos na série de dados e extrapolam estes para o futuro.

Os primeiros modelos a serem vistos serão os modelos quantitativos de explicação. Nestas situações, deve-se decidir quantas variáveis serão usadas, qual será a variável a ser prevista e qual ou quais serão as explicativas.

2.5.1.1. REGRESSÃO

Ramos (2010) explica que o objetivo fundamental de uma regressão é o de descobrir a equação que relaciona duas ou mais variáveis, e esta relação é dada pela equação:

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_k) + \varepsilon \quad (2.1)$$

Onde:

x_1, x_2, \dots, x_k são os fatores;

$f(x_1, x_2, \dots, x_k)$ indica uma função de variáveis

ε é chamado de erro;

As hipóteses básicas assumidas na regressão são que:

- x_1, x_2, \dots, x_k são admitidos sem erro;
- y é admitido sem erro;
- ε é admitido $\sim N(0, \delta_R^2)$;
- δ_R^2 é admitido constante;

Caso alguma dessas hipóteses não possa ser admitida, algumas ferramentas utilizadas para o cálculo do modelo não serão mais válidas e o modelo estará estatisticamente incorreto.

2.5.1.1.1. REGRESSÃO LINEAR SIMPLES

Segundo Makridakis; Wheelwright; Hyndman (1998), o modelo de regressão simples é aquela que a variável dependente é explicada por apenas uma variável explicativa.

$$Y = f(x) \quad (2.2)$$

Segundo Ramos (2010), se admitirmos que uma equação de primeiro grau represente satisfatoriamente o modelo, tem-se:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 \cdot x \quad (2.3)$$

Como as constantes β_0 e β_1 são desconhecidas, a equação da reta será estimada através de:

$$\hat{Y} = b_0 + b_1X + e \quad (2.4)$$

Onde:

\hat{Y} é a previsão;

b_0 é onde a reta intercepta o eixo y;

b_1 é o coeficiente angular da reta;

e é o erro observado;

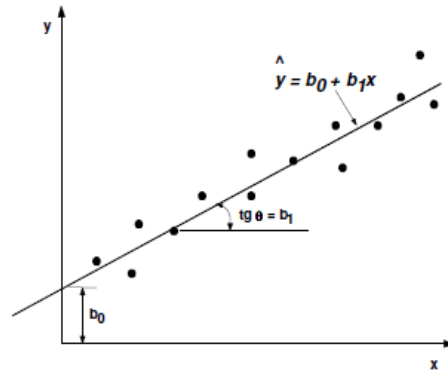


Figura 2.3. Exemplo de Regressão Linear.

Fonte: Ramos (2010)

O e é considerado como:

$$e_i = Y_i - \hat{Y}_i, \quad (2.5)$$

onde $\hat{Y}_i = b_0 + b_1 \cdot X_i$ (2.6)

e \hat{Y}_i se refere ao valor estimado de Y_i .

Teste dos Mínimos Quadrados

Para se achar a reta que melhor se encaixa nos dados, utiliza-se o método dos mínimos quadrados nos erros, onde busca-se minimizar a soma quadrada dos erros obtidos.

$$\min \sum e_i^2 = \min \sum (Y_i - \hat{Y}_i)^2 = \min \sum (Y_i - b_0 - b_1 X_i)^2 \quad (2.7)$$

Para se obter o mínimo, faz-se:

$$\frac{\partial}{\partial b_0} \min \sum e_i^2 = 0 \quad (2.8) \quad \text{e} \quad \frac{\partial}{\partial b_1} \min \sum e_i^2 = 0 \quad (2.9)$$

E chega-se na equação:

$$b_1 = \frac{S_{XY}}{S_{XX}} \quad (2.10)$$

Onde,

$$S_{XY} = \sum X_i Y_i - \frac{(\sum X_i \sum Y_i)}{n} \quad (2.11) \quad \text{e} \quad S_{XX} = \sum X_i^2 - \frac{(\sum X_i)^2}{n} \quad (2.12)$$

$$\text{E, } b_0 = \frac{\sum Y_i}{n} - b_1 \frac{\sum X_i}{n} = \bar{Y} - b_1 \bar{X} \quad (2.13)$$

Sendo, \bar{X} a média de X_i e, \bar{Y} a média de Y_i .

Análise de Variância aplicada à regressão

Para se verificar se a regressão linear é estatisticamente significativa, faz-se a análise de variância aplicada à regressão, que testa o seguinte conjunto de hipóteses:

$$H_0: \beta_1 = 0 \quad (\text{não há regressão})$$

$$H_1: \beta_1 \neq 0 \quad (\text{há regressão})$$

Para verificação destas hipóteses, calcula-se a variância total, residual e a do modelo:

A variância total é estimada através de:

$$S_T^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}{n-1} = \frac{S_{YY}}{n-1} \quad (2.14)$$

A variância residual (em torno da reta de regressão) é estimada através de:

$$S_R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{n-2} = \frac{S_{YY} - b_1^2 S_{XX}}{n-2} \quad (2.15)$$

Lembrando que:

$$SQ_{Total} = SQ_{Regressão} + SQ_{Erro} \quad (2.16)$$

Então a variância do modelo de regressão é dado por:

$$S_M^2 = \frac{b_1^2 S_{XX}}{1} \quad (2.17)$$

A tabela de variância fica:

Fonte	GL	SQ	QM	F_{calc}
Regressão	1	$b_1^2 S_{XX}$	S_M^2	$\frac{S_M^2}{S_R^2}$
Residual	n-2	$S_{YY} - b_1^2 S_{XX}$	S_R^2	
Total	n-1	S_{YY}		

Tabela 2.2. Tabela de Análise de Variância aplicada a regressão linear.

Fonte: Ramos (2010)

Se a regressão for significativa, a variância residual deve ser pequena quando compara com a variância devida a regressão. O cálculo para esta verificação é feito através do teste de *F-Snedecor*, onde se calcula:

$$F_{calc} = \frac{s_M^2}{s_R^2} \quad (2.18)$$

E compara-o com o $F_{crit} = F_{1;n-2;\alpha}$. Se $F_{calc} > F_{crit}$, rejeita-se H_0 e verifica-se que há regressão.

Coeficiente de Determinação

O coeficiente de determinação informa que % da variação de Y é explicada pela variação de X. As características deste coeficiente são citadas a seguir:

- O sinal do coeficiente indica a direção da correlação (positiva ou negativa);
- A magnitude da correlação indica a força da mesma, ou seja, quanto maior for o valor absoluto do coeficiente, maior será a chance de que a regressão seja estatisticamente válida;

Percebe-se que o R^2 nada mais é do que o coeficiente de correlação (R) elevado ao quadrado, dada pela fórmula a seguir:

$$R^2 = \frac{b_1^2 S_{XX}}{S_{YY}} = \frac{b_1 S_{XY}}{S_{YY}} = \frac{S_{XY}^2}{S_{XX} S_{YY}} \quad (2.19)$$

Para completar a análise, Ramos (2010) diz que é necessário calcular os intervalos de confiança da reta de regressão e fazer a análise de resíduos. Estas são explicadas a seguir:

Intervalo de Confiança

O intervalo de confiança representa a região no qual a equação estará com α chances de erro. Um exemplo é dado a seguir:

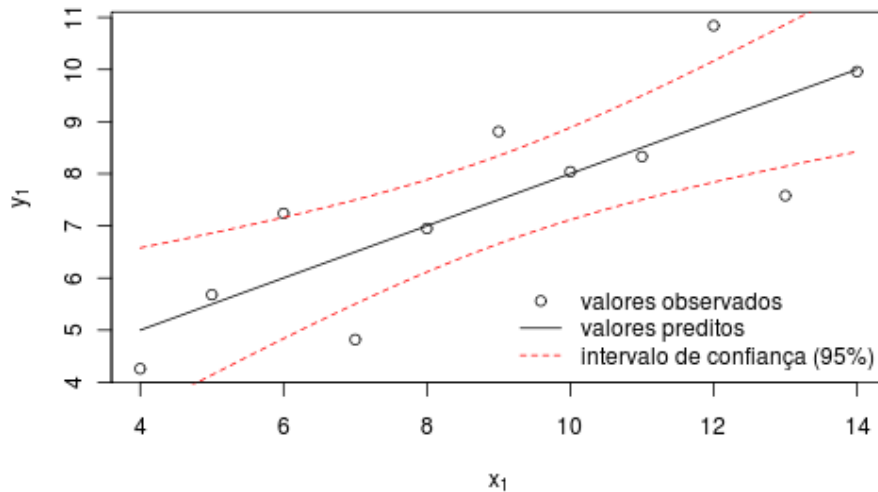


Figura 2.4. Exemplo de Intervalo de Confiança para Regressão.

Fonte: <http://ridiculas.wordpress.com/2011/04/02/expressoes-bandas-de-confianca-e-legenda/>

O intervalo de confiança para a reta de regressão é dado pela equação a seguir:

$$\hat{y}' \pm t_{n-2;\alpha/2} \cdot S_R \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{(x' - \bar{x})^2}{S_{XX}}} \quad (2.20)$$

E o intervalo de confiança para futuras observações é dado por:

$$\hat{y}' \pm t_{n-2;\alpha/2} \cdot S_R \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{(x' - \bar{x})^2}{S_{XX}}} \quad (2.21)$$

Análise de Resíduos

Faz-se a análise de resíduos calculando $e_i = Y_i - \hat{Y}_i$ e plotando estes num gráfico cartesiano.

Se o modelo ajustado aos dados for adequado, então os resíduos devem se apresentar distribuídos aleatoriamente. Se aparecerem padrões estranhos nos gráficos, estes podem ser indícios de problemas.

2.5.1.1.2. REGRESSÃO POLINOMIAL SIMPLES

Ramos (2010) também diz que muitas vezes, fica evidente que o modelo linear não é o mais adequado para:

$$Y = f(x) + \varepsilon \quad (2.22)$$

E um modelo que pode ser adotado é do tipo polinomial:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 \cdot x + \beta_2 x^2 + \beta_3 x^3 + \beta_4 x^4 + \dots \quad (2.23)$$

Nesta revisão bibliográfica será mostrado o caso do polinômio de 2º grau:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 \cdot x + \beta_2 x^2 \quad (2.24)$$

Que será estimado por:

$$\hat{y}_p = b_0 + b_1 \cdot x + b_2 x^2 \quad (2.25)$$

Mínimos Quadrados

Aplicando o método dos mínimos quadrados, chega-se:

$$\sum y_i = nb_0 + b_1 \cdot \sum x_i + b_2 \sum x_i^2 \quad (2.26)$$

$$\sum x_i y_i = b_0 \sum x_i + b_1 \cdot \sum x_i^2 + b_2 \sum x_i^3 \quad (2.27)$$

$$\sum x_i^2 y_i = b_0 \sum x_i^2 + b_1 \cdot \sum x_i^3 + b_2 \sum x_i^4 \quad (2.28)$$

Cuja solução fornece b_0 , b_1 , b_2 .

Análise de variância aplicada à regressão

Para verificar se a regressão polinomial é estatisticamente significativa, faz-se a análise de variância, testando-se:

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = 0 \quad (\text{não há regressão})$$

$$H_1: \text{pelo menos um } \beta_i \neq 0 \quad (\text{há regressão})$$

Para verificação destas hipóteses, calcula-se a variância total, residual e a do modelo:

A variância Total é dada por:

$$S_T^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}{n-1} \quad (2.29)$$

A variância residual em torno da parábola:

$$S_R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{n-3} = \frac{\sum e_i^2}{n-3} \quad (2.30)$$

E utilizando a propriedade da análise de Variância:

$$SQ_{Total} = SQ_{Regressão} + SQ_{Erro} \quad (2.31)$$

A tabela de análise variância fica:

<i>Fonte</i>	<i>GL</i>	<i>SQ</i>	<i>QM</i>	<i>F_{calc}</i>
Regressão	2	por diferença	S_M^2	$\frac{S_M^2}{S_R^2}$
Residual	n-3	$\sum e_i^2$	S_R^2	
Total	n-1	$\sum (y_i - \bar{y})^2$		

Tabela 2.3.Tabela de Análise de Variância para Regressão Polinomial.

Fonte: Ramos (2010)

Compara-se $F_{calc} = \frac{s_M^2}{s_R^2}$ contra $F_{crit} = F_{1;n-3;\alpha}$. Se $F_{calc} > F_{crit}$, rejeita-se H_0 e a regressão é significativa.

Análise de Melhoria

Na etapa de análise de melhoria, compara-se o modelo linear com o quadrático. Dada na figura a seguir:

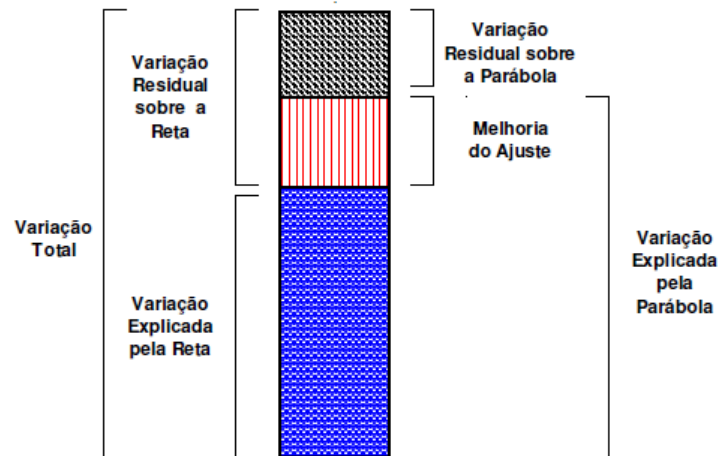


Figura 2.5. Análise de Melhoria do modelo linear para o quadrático.

Fonte: Ramos (2010)

Pode-se decompor a variação residual sobre a reta em duas parcelas: variação residual sobre a parábola e melhoria de ajuste.

Então é realizado um teste de hipóteses para avaliar:

H_0 : não há melhoria

H_1 : há melhoria

Num teste de variância verifica-se se houve melhoria:

Fonte	GL	SQ	QM	F_{calc}
Melhoria do Ajuste	1	$\sum (\hat{y}_{pi} - \hat{y}_i)^2$	$s_{Melhoria}^2$	$\frac{s_{Melhoria}^2}{s_p^2}$
Residual sobre a parábola	n-3	$\sum (y_i - \hat{y}_{pi})^2$	s_p^2	
Residual sobre a reta	n-2	$\sum (y_i - \hat{y}_i)^2$		

Tabela 2.4. Tabela de Análise de Melhoria do Modelo linear para o Quadrático.

Fonte: Ramos (2010)

Compara-se $F_{calc} = \frac{s_{Melhoria}^2}{s_p^2}$ contra $F_{crit} = F_{1;n-3;\alpha}$. Se $F_{calc} > F_{crit}$, rejeita-se H_0 e a melhoria estatisticamente significativa no modelo quadrático.

2.5.1.1.3. REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA

Neste modelo, Ramos (2010) diz que existe uma variável a ser prevista, mas há diversas variáveis explicativas. A forma geral desta regressão é dada por:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 \cdot x_1 + \beta_2 \cdot x_2 + \dots + \beta_k \cdot x_k \quad (2.32)$$

Que será estimado mediante:

$$Y = b_0 + b_1 \cdot X_1 + b_2 \cdot X_2 + \dots + b_k \cdot X_k \quad (2.33)$$

Mínimos Quadrados

Como no método de regressão linear, todos os coeficientes b_k 's devem ser determinados. Faz-se isso da mesma maneira que na regressão linear simples, ou seja, busca-se a opção no qual a soma quadrado dos erros seja a mínima possível (Métodos dos Mínimos Quadrados).

Possuindo os dados de y_i e x_{ij} :

y	x_1	x_2	...	x_k
y_1	x_{11}	x_{12}	...	x_{1k}
y_2	x_{21}	x_{22}	...	x_{2k}
.
.
.
y_n	x_{n1}	x_{n2}	...	x_{nk}

Tabela 2.5. Tabela de dados para Regressão Linear Múltipla.

Fonte: Ramos (2010)

Através da notação matricial escreve-se:

$$y = X \cdot \beta + \varepsilon \quad (2.34)$$

Onde:

$$y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} \quad X = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1k} \\ 1 & x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2k} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ 1 & x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{nk} \end{bmatrix} \quad \beta = \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \beta_k \end{bmatrix} \quad \varepsilon = \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \varepsilon_3 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix}$$

O método dos mínimos quadrados quer encontrar β tal qual minimize:

$$MQ = \sum_{i=1}^n e_i^2 = e'e = (y - X\beta)' \cdot (y - X\beta) \quad (2.35)$$

E tem-se:

$$\left. \frac{\partial MQ}{\partial \beta} \right|_b = -2X'y + 2X'Xb = 0 \quad (2.36)$$

Ou

$$b = (X'X)^{-1} \cdot X'y \quad (2.37)$$

Análise de Variância

Para verificar a adequação no modelo, emprega-se a análise de variância.

<i>Fonte</i>	<i>GL</i>	<i>SQ</i>	<i>QM</i>	<i>F_{calc}</i>
Regressão	k	por diferença	s_M^2	$\frac{s_M^2}{s_R^2}$
Residual	n-k-1	$\sum e_i^2$	s_R^2	
Total	n-1	$\sum (y_i - \bar{y})^2$		

Tabela 2.6. Tabela de Análise de Variância para regressão Múltipla.

Fonte: Ramos (2010)

Também é recomendável se fazer uma análise de resíduos para completar a análise de adequação do modelo.

Para $k > 2$, Ramos (2010) recomenda o emprego de algum software estatístico para análise de regressão.

Coefficiente de Determinação Múltiplo

Pode-se adaptar a idéia de coeficiente de determinação também para o caso de regressão múltipla, ou seja, calcula-se o R^2 :

$$R^2 = \frac{SQ_{Regressão}}{SQ_{Total}} = \frac{\sum(y_i - \bar{y})^2 - \sum e_i^2}{\sum(y_i - \bar{y})^2} \quad (2.38)$$

Para finalizar, define-se quais as variáveis serão incluídas no modelo. Para tal é utilizada a equação do R -ajustado:

$$\bar{R}^2 = 1 - \left[(1 - R^2) \cdot \frac{n-1}{n-k-1} \right] \quad (2.39)$$

Onde,

n é o número de observações;

k é o número de variáveis independentes;

O modelo que apresentar o melhor \bar{R}^2 seria o modelo mais adequado.

Este último coeficiente é o mais adequado, pois a inclusão de um novo X (uma nova variável explicativa) sempre faz com que aumente R^2 , mas não necessariamente o \bar{R}^2 .

Multicolinearidade

Na regressão múltipla admite-se que as variáveis X 's sejam independentes entre si, ou seja, não existe correlação entre elas. Quando ocorre a correlação, fica impossível separar o efeito individual de cada uma das variáveis, e isto que é chamado de multicolinearidade.

Uma saída para esta questão é considerar somente os X 's com maior R^2 .

Um método para avaliar se existe multicolinearidade é mediante o cálculo do VIF (*Variation Inflation Factor*):

$$VIF = \frac{1}{1 - R^2} \quad (2.40)$$

Onde, R^2 é o coeficiente de determinação de X_i com todos os demais X 's. Se $VIF > 5$, então há problema de multicolinearidade.

Descritos os modelos quantitativos explicativos, partiremos para as séries temporais.

2.5.1.2. SÉRIES TEMPORAIS

As previsões por séries temporais são baseadas em dados passados, onde se procura padrões históricos na série de dados e estes são extrapolados para o futuro.

2.5.1.2.1. DECOMPOSIÇÃO DAS SÉRIES TEMPORAIS

Segundo Makridakis, Wheelwright e Hyndman (1998), os dados de séries temporais podem apresentar: tendência, sazonalidade, ciclicidade ruído.

- Tendência: padrão em que se observa uma direção clara, que pode ser tanto ascendente como decrescente;



Figura 2.6. Exemplo de Linha de Tendência

Fonte: <http://dinheirama.com/blog/2009/08/24/analise-grafica-linhas-de-tendencia-5/>

- Sazonalidade: padrão de movimento que se repete num determinado intervalo de tempo, podendo ser causado por flutuações de temperatura, chuvas, meses do ano, época de férias, de colheita, safra e entre-safra, entre outros;

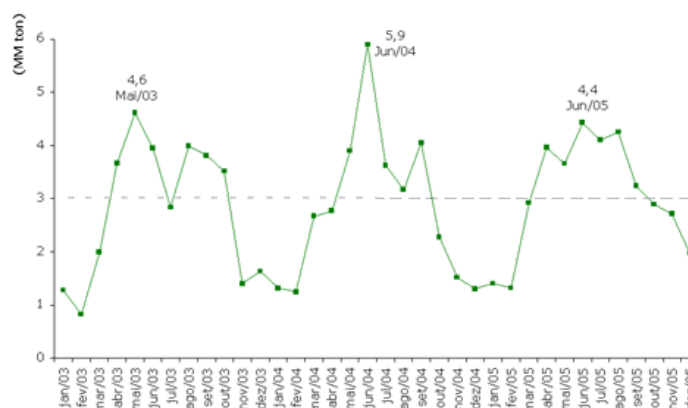


Figura 2.7. Exemplo de Sazonalidade do Farelo de Soja.

Fonte: <http://www.iea.sp.gov.br>, SECEX

- Ciclicidade: trata-se de um padrão encontrado em demandas que apresentam crescimentos e quedas em períodos não fixados, típicos da sazonalidade. Tal comportamento se dá devido à influência de alguma variável como, por exemplo, flutuações econômicas;
- Ruído: componente aleatória que não é explicada pelo modelo e é imprevisível;

Esta decomposição das características da série temporal é representada matematicamente, segundo Makridakis, Wheelwright e Hyndman (1998), por:

$$Dado = Padrões + Erros = f(Tendência, Sazonalidade, Erros)$$

Desta forma, os autores sugerem que separemos cada componente. Remove-se primeiro a componente de tendência, e em seguida, separa-se a sazonalidade do ruído. Separados, eles são analisados para depois serem novamente integrados e formarem uma previsão.

Os modelos podem ser aditivos, ou seja, da forma:

$$y = tendência + sazonalidade + ruído$$

Este modelo é mais adequado quando a magnitude das flutuações não varie com o nível das séries.

Ou podem ser multiplicativos, de forma:

$$y = \text{tendência} \times \text{sazonalidade} \times \text{ruído}$$

Onde as flutuações sazonais aumentam ou diminuem em proporção aos níveis das séries.

Os autores indicam o uso do método como uma forma de análise preliminar dos dados históricos para auxiliar no processo de escolha e aplicação de um modelo de previsão, pois é bastante complexo projetar cada componente individualmente para depois uni-las.

2.5.1.2.2. MÉDIA SIMPLES

É o modelo no qual se calcula a previsão através da média aritmética de todos os valores do passado. Só é utilizado para casos onde os dados são horizontais fortemente estacionários.

$$F_{t+1} = \frac{1}{t} \sum_{t=1}^t Y_t \quad (2.41)$$

Admite-se que a média aritmética descreva o comportamento futuro, sendo que para cada nova observação, a previsão será a média de todos os dados mais esta nova previsão. O modelo se torna cada vez mais estável, conforme mais dados forem analisados.

2.5.1.2.3. MÉDIA MÓVEL

Neste método se calcula a média aritmética de um número fixo (k) de dados observados. A cada nova observação é calculada uma nova média:

$$F_{t+1} = \frac{1}{k} \sum_{t=1}^t Y_t \quad (2.42)$$

Onde, k é o número fixo de dados a serem incluídos para cálculo da média. Quanto maior o valor de k, maior a suavização das médias, enquanto menor for k, maior será a rapidez às variações de comportamento de demanda.

Assim como na média simples, esse método não é indicado para casos de demanda que apresentem alguma tendência e/ou sazonalidade. Além disso, a média móvel não é utilizada com tanta frequência visto que os métodos de suavização exponencial são, geralmente, melhores e mais recomendados.

2.5.1.2.4. MODELOS DE SUAVIZAÇÃO EXPONENCIAL

Para os modelos de suavização exponencial, dá-se maior importância aos mais recentes ou mais antigos, dependendo do que faz mais sentido para a previsão. Caso se dê maior importância para os dados recentes à medida que novos dados vão sendo divulgados, os valores mais antigos acabam perdendo influência no resultado.

Modelos mais comuns encontrados na literatura são:

- Suavização Exponencial simples;
- Suavização Exponencial com Tendência;
- Suavização Exponencial com Tendência e Sazonalidade;

Segundo Makridakis, Wheelwright e Hyndman (1998) é aconselhável seguir os seguintes passos para criação de modelos de suavização exponencial:

1. Dividir os dados a serem analisados em “inicialização” e em “teste”. A primeira série de dados é que servirão para cálculo dos valores iniciais e coeficientes do modelo. Já a segunda série de dados é a série que permite o cálculo de erros de previsão e o ajuste do modelo;
2. Escolher método de suavização exponencial que melhor se adequa aos dados de série temporais;
3. Inicializar o método com a série de dados de inicialização;
4. Usar método escolhido para “previsão” sobre os dados de teste. Para avaliar os erros, pode-se utilizar métodos como o MAPE (Mean Absolute Percentage) e MSE (Mean Squared Error), que serão detalhados na seção 2.5.1.3. *Medidas de Erros de Previsão*. Aqui se faz também as modificações dos parâmetros de inicialização até achar os valores ótimos;
5. Realizar a previsão dos dados da série para o futuro;

2.5.1.2.4.1. MÉTODO DE SUAVIZAÇÃO EXPONENCIAL SIMPLES

É o método no qual se dá maior importância aos dados recentes da série temporal. O modelo faz isso mediante a um fator de ponderação de acordo com a proximidade do período

de previsão. Esta ponderação é matematicamente realizada pelo uso de uma constante de ponderação α , que varia de $0 < \alpha < 1$.

A equação que representa este método é dada a seguir:

$$F_{t+1} = \alpha.Y_t + (1 - \alpha).F_t \quad (2.43)$$

Para a realização da previsão não é necessário um grande histórico de informação, pois como descrito acima, os valores mais recentes acabam tendo mais importância no modelo.

Para se entender o grau com que α influencia o modelo, basta abrirmos a equação acima:

$$F_{t+1} = \alpha.Y_t + \alpha.(1 - \alpha).Y_{t-1} + \alpha.(1 - \alpha)^2.Y_{t-2} + \alpha.(1 - \alpha)^3.Y_{t-3} + \dots + \alpha.(1 - \alpha)^{t-1}.Y_1 + \alpha.(1 - \alpha)^t.F_1 \quad (2.44)$$

Makridakis, Wheelwright e Hyndman (1998) sugerem a obtenção de F_1 de duas formas. A primeira é utilizando $F_1 = Y_1$ e é a adoção de F_1 como média dos 4 ou 5 primeiros dados da série histórica.

Para a definição do α , existem inúmeros estudos e os autores parecem que chegaram a um consenso que α deva variar entre 0,5 e 0,35. Na fase de otimização do modelo, deve-se escolher alguma medida de erro citada (MAPE e MSE, descritos na seção 2.5.1.3. *Medidas de Erros de Previsão*) e tentar minimizá-lo, ou por tentativa e erro ou por algum algoritmo de otimização. Assim, pode-se descobrir o α mais adequado do modelo.

2.5.1.2.4.2. MÉTODO DE HOLT

O modelo, também conhecido com método de suavização exponencial com tendência, foi criado para permitir a previsão para casos em que os dados apresentem tendência linear de crescimento ou decrescimento. O modelo de suavização exponencial simples responderia de forma mais lenta a esta tendência.

A previsão de dados é realizada perante 2 constantes de suavização (α e β) e três equações. O α se baseia na estimativa do nível (base) da série no período de tempo t e na estimativa β do grau de inclinação de tendência, sendo $0 < \alpha < 1$ e $0 < \beta < 1$.

$$L_t = \alpha.Y_t + (1 - \alpha).(L_{t-1} + b_{t-1}) \quad (2.45)$$

$$b_t = \beta \cdot (L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta) \cdot b_{t-1} \quad (2.46)$$

$$F_{t+m} = L_t + m \cdot b_t \quad (2.47)$$

Onde,

L_t = nível da série no período t

α = constante de ponderação exponencial para a base

b_t = tendência da série no período t

β = constante de ponderação para tendência

m = número de períodos a frente que deseja se prever

Para a fase de inicialização devem ser estimados L_1 e b_1 . Os autores sugerem duas alternativas para tal.

A primeira a adoção de $L_1 = Y_1$ e $b_1 = Y_2 - Y_1$ ou $b_1 = \frac{Y_2 - Y_1}{3}$;

Ou a utilização do método dos mínimos quadrados nos primeiros valores da série histórica, descobrindo L_1 e b_1 .

Na fase de otimização, tenta-se minimizar os erros (MAPE ou MSE, descritos na seção 2.5.1.3. *Medidas de Erros de Previsão*) ou por meio de tentativa e erro ou por meio de um algoritmo de otimização, descobrindo, então valores de α e β .

2.5.1.2.4.3. MÉTODO HOLT-WINTERS

Os métodos acima citados são apropriados para dados não sazonais. Já o método de Holt-Winters leva em consideração o fator, ou seja, pode considerar um aumento ou uma diminuição significativa da demanda em determinada época do ano, por exemplo. Este método também é conhecido como método de suavização exponencial com tendência e sazonalidade.

Basicamente este método é composto de três equações de suavização referentes ao nível dos dados, tendência e sazonalidade.

A sazonalidade pode ser representada por dois tipos: a sazonalidade aditiva e a sazonalidade multiplicativa. Os modelos com suas respectivas equações são demonstrados a seguir:

2.5.1.2.4.3.1. HOLT-WINTERS COM SAZONALIDADE ADITIVA

A seguir é demonstrada uma figura com sazonalidade aditiva e em seguida a descrição do modelo de Holt-Winters para este tipo de sazonalidade.

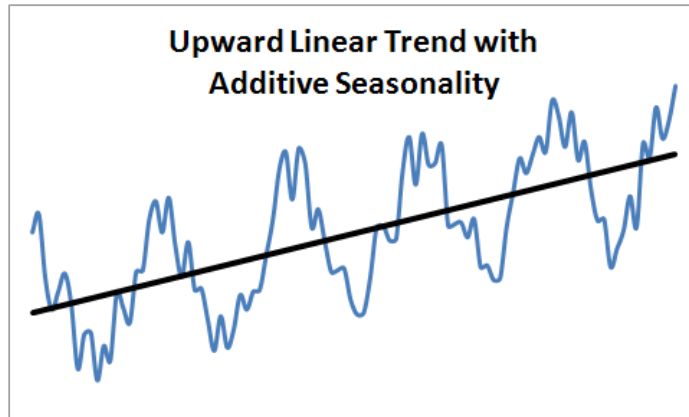


Figura 2.8. Exemplo de Sazonalidade Aditiva

Fonte: <http://jcflowers1.iweb.bsu.edu/rlo/trends.htm>

As equações que descrevem este modelo são:

$$L_t = \alpha \cdot (Y_t - S_{t-s}) + (1 - \alpha) \cdot (L_{t-1} + b_{t-1}) \quad (2.48)$$

$$b_t = \beta \cdot (L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta) \cdot b_{t-1} \quad (2.49)$$

$$S_t = \gamma \cdot (Y_t - L_t) + (1 - \gamma) \cdot S_{t-s} \quad (2.50)$$

$$F_{t+m} = L_t + b_t \cdot m + S_{t-s+m} \quad (2.51)$$

Onde,

s : intervalo de sazonalidade

L_t : nível da série temporal;

b_t : estimativa da tendência da série temporal;

S_t : componente sazonal no período t ;

m : número de períodos futuros para o qual se deseja fazer a previsão;

F_{t+m} : previsão para o período m ;

α : constante de suavização do nível, assumindo valores entre 0 e 1;

β : constante de suavização da tendência, assumindo valores entre 0 e 1;

γ : constante de suavização da sazonalidade, assumindo valores entre 0 e 1;

Para Makridakis, Wheelwright e Hyndman (1998), a inicialização do modelo deve ser feita utilizando dados de pelo menos duas sazonalidades consecutivas. Para a forma aditiva usa-se:

$$L_s = \frac{1}{s} \cdot (Y_1 + Y_2 + \dots + Y_s) \quad (2.52)$$

$$b_s = \frac{1}{s} \cdot \left(\frac{Y_{s+1} - Y_1}{s} + \frac{Y_{s+2} - Y_2}{s} + \dots + \frac{Y_{s+s} - Y_s}{s} \right) \quad (2.53)$$

$$S_t = (Y_1 - L_s); S_t = (Y_2 - L_s); \dots; S_s = (Y_s - L_s) \quad (2.54)$$

2.5.1.2.4.3.2. HOLT-WINTERS COM SAZONALIDADE MULTIPLICATIVA

A sazonalidade multiplicativa tem o comportamento mostrado na figura a seguir:

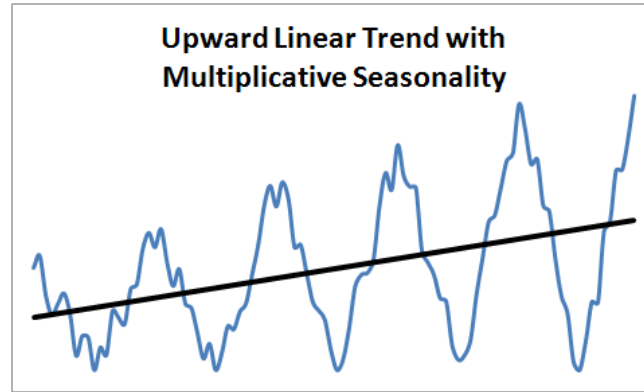


Figura 2.9. Exemplo de Sazonalidade Multiplicativa

Fonte: <http://jcflowers1.iweb.bsu.edu/rlo/trends.htm>

O modelo com sazonalidade multiplicativa é descrito a seguir:

$$L_t = \alpha \cdot \left(\frac{Y_t}{S_{t-s}} \right) + (1 - \alpha) \cdot (L_{t-1} + b_{t-1}) \quad (2.55)$$

$$b_t = \beta \cdot (L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta) \cdot b_{t-1} \quad (2.56)$$

$$S_t = \gamma \cdot \left(\frac{Y_t}{L_t} \right) + (1 - \gamma) \cdot S_{t-s} \quad (2.57)$$

$$F_{t+m} = (L_t + b_t \cdot m) \cdot S_{t-s+m} \quad (2.58)$$

Para a fase de inicialização do modelo, a obtenção dos valores de L_s e b_s são os mesmos que no modelo de sazonalidade aditiva, conforme descrito na equação (2.52) e na equação (2.53). Para inicializar os índices sazonais utiliza-se a equação a seguir:

$$S_1 = \frac{Y_1}{L_s}, S_2 = \frac{Y_2}{L_s}, \dots ; S_s = \frac{Y_s}{L_s} \quad (2.59)$$

2.5.1.3. MEDIDAS DE ERROS DE PREVISÃO

A medida de erro é fundamental num modelo de previsão, pois é a partir dele que o modelo é calibrado e ajustado. Por isso nesta parte do trabalho, tenta-se explicar um pouco desta medida.

O erro de previsão pode ser definido como a diferença entre o que foi previsto e o que foi observado.

$$e_t = Y_t - F_t \quad (2.60)$$

Onde, e_t é o erro observado, Y_t é a observação e F_t é a previsão dada pelo modelo no período t .

Uma outra forma de se calcular é utilizando o percentual do erro:

$$Pe_t = \frac{Y_t - F_t}{Y_t} \quad (2.61)$$

Para se medir a confiabilidade de um modelo de previsão são utilizadas algumas técnicas que analisam o conjunto de erros (e_t ou Pe_t). Elas são demonstradas a seguir:

➤ Erro Absoluto Médio (MAE – *Mean Absolute Error*)

$$MAE = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n |e_t| \quad (2.62)$$

O MAE é o módulo da média aritmética das diferenças entre o que se observou e o que se previu.

➤ Erro Quadrático Médio (MSE – *Mean Squared Error*)

$$MSE = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n e_t^2 \quad (2.63)$$

Este método considera exponencialmente a medida do erro, penalizando os erros maiores. Dessa forma, o MSE é adequado quando se analisa um modelo que deve possuir erros pequenos.

- Erro Absoluto Percentual Médio (MAPE – *Mean Absolute Percentage Error*)

$$MAPE = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n |Pe_t| \quad (2.64)$$

Essa medida permite comparar os erros de diferentes séries históricas com seus respectivos erros, informando a magnitude do valor previsto com relação ao valor observado na realidade. Outro ponto é que se a série contiver valores nulos, o MPE não poderá ser calculado.

2.5.2. MODELOS QUALITATIVOS

Os métodos qualitativos são modelos baseados principalmente no produto de julgamentos de especialistas e no de acúmulo de conhecimentos. Eles são mais utilizados para darem pistas, ajudar planejadores a complementar modelos quantitativos. Por esta natureza, são usados mais para projeções de médio e longo prazo.

Este método pode ser utilizado quando estruturas de um setor estão se transformando, a ponto que os dados do passado não servirem para explicar os dados do futuro, assim invalidando os modelos estatísticos.

Os métodos descritos abaixo foram tirados da bibliografia de Armstrong (2002).

2.5.2.1.1. DINÂMICA DE GRUPO

Segundo Armstrong (2002), dinâmica de grupos é um jeito de prever as decisões de pessoas ou de grupos. Pessoas são colocadas em certas situações a serem testadas (como por exemplo, como reagiriam com uma política de aumento de preços de um certo produto) ou em interações entre si ou de conflitos.

As situações criadas nessas dinâmicas ajudam a entender as percepções das pessoas em diversas situações e essas diferentes percepções é que ajudarão na modelagem de um modelo de previsão.

2.5.2.1.2. PESQUISA DE MERCADOS (INTENÇÕES)

Pesquisas de mercado (ou de intenções) são pesquisas nas quais o objetivo é o de descobrir as possíveis decisões futuras de pessoas ou de um segmento de mercado. Essas intenções ao serem medidas dependem muito do tipo de produto, quem faz a pesquisa (ou a pergunta) e também como a pergunta é feita.

Basicamente, se faz um levantamento através de questionários e entrevistas fatores mais relevantes do que se quer saber. Essa ferramenta é considerada de menor validade em termos de horizonte de projeção e menor confiabilidade, por estar sujeito a erros de orientação e interpretação.

Em seu livro, Armstrong (2002) indica cuidados que ser tomados ao realizar esta pesquisa, tais como:

Utilizar escalas de probabilidades. Além disso, diz para deixar claro aos participantes para se concentrarem apenas em suas decisões pessoais. Outro item importante é para confiar mais nas respostas nas quais os participantes já tomaram. E por fim, tomar cuidado para que as medidas de intenções podem alterar respostas comportamentais.

Devido a grande necessidade de dados necessários, a pesquisa pode demorar e custa caro.

2.5.2.1.3. OPINIÃO DE ESPECIALISTAS

Basicamente, este método apenas usa o conhecimento acumulado e a experiência adquirida para dar uma estimativa quanto à qualquer previsão. Constatou-se duas metodologias para se ter uma opinião mais embasada.

Método Delphi

Neste método, um questionário é enviado a alguns especialistas previamente selecionados para que seja respondido individualmente e devolvido à equipe analista. De acordo com as respostas obtidas, o questionário é readaptado e enviado novamente aos mesmos respondentes. Recebidos de volta, passam por uma nova readaptação, iniciando mais uma vez o ciclo. Assim, uma série de questionários é enviada até se obter um consenso no qual a opinião de todos os especialistas tenha sido considerada.

Devido a essas interações, o tempo para a obtenção de um resultado pode ser longo e, o custo, elevado. Entretanto, trata-se de uma forma de modelo qualitativo de previsão com boa precisão e que obtém dados sem viés.

Painel de Especialistas

Trata-se de um modelo qualitativo cuja idéia é a mesma pretendida no Método Delphi: buscar um grupo de especialistas para que trabalhem em grupo e possam obter um consenso que expresse uma boa projeção.

A diferença desse método para o anterior é que, nesse caso, a comunicação entre os envolvidos ocorre direta e pessoalmente, ou seja, é realizada uma reunião (ou mais) para que possam ser discutidos todos os pontos relevantes e para que cada um expresse suas opiniões pessoais.

Por ser um modelo que necessita de menos iterações em seu procedimento, o custo e o tempo despendidos são sensivelmente menores que no método anterior. Entretanto, o resultado do painel pode ser influenciado pelas características e opiniões pessoais de alguns membros com maior liderança, maior poder persuasão ou, até mesmo, maior prestígio que os demais. Por esse motivo, pode ser considerado um modelo mais frágil

2.5.2.1.4. ANÁLISE CONJUNTA

Neste método é perguntado sobre situações ou decisões em que ocorram certos tipos de *trade-offs*. Os pesquisadores perguntam sobre as preferências (ou escolhas) em certas situações hipotéticas, modificando características de um produto, pode-se criar diversas situações plausíveis de mercado. Assim, os pesquisadores conseguem decompor as preferências citadas e entender quais parâmetros mais importantes a serem considerados num produto, por exemplo. Usado dessa forma, este método consegue entender as preferências de

um determinado segmento de mercado e permite que gerentes possam explorar um novo mercado, criar um novo produto ou melhorar o produto atual.

Um exemplo deste tipo de conflito é que logicamente um consumidor deseja um produto com a maior qualidade ao menor preço possível. Então, este método buscaria entender as preferências do consumidor para entender sua maneira de decidir sobre certas situações. Por fim, conseguiria entender o trade-off de qualidade e preço deste produto.

2.5.2.1.5. JUDMENTAL BOOTSTRAPPING

Basicamente, este método, descrito por Armstrong (2002), é um tipo de sistema que examina as previsões de um especialista ou um grupo de especialistas, entende os input que esse usam e se monta um sistema estatístico utilizando esses.

2.5.3. ASSOCIAÇÃO DE MÉTODOS

Existem também métodos que juntam informações tanto qualitativas como quantitativas para a geração de uma previsão. Neste caso, a análise seria a mais completa, pois se colocaria todas as informações e associações que julgássemos importantes para geração de um modelo.

As vantagens seriam:

- Estimativas mais precisas;
- Aproveitar-se-ia dos pontos positivos dos métodos existentes;

Exemplos para a associação de métodos são:

- Sistemas econométricos;
- Sistemas avançados;

Descritos os mais variados tipos de métodos de previsão encontrados na literatura, passará se a focar na escolha e no desenvolvimento do modelo de previsão em si. Isto é realizado no capítulo a seguir.

O MODELO DE PREVISÃO

3. O MODELO DE PREVISÃO

O objetivo do trabalho é o desenvolvimento de um modelo que possa representar a evolução do mercado de telecomunicações móveis brasileiro. Dado todo o referencial teórico no tema de previsões, podemos a partir de agora desenvolver o trabalho em si.

O primeiro passo será o de análise dos dados. Como já mencionado, os dados são fornecidos pela Anatel (agência reguladora do mercado de telecomunicações) e datam desde 2004 até o fim do ano de 2010. Infelizmente, os dados do ano de 2008 não foram publicados pela agência.

Feito a análise destes, será estudado qual a melhor forma de modelagem, e será desenvolvido o modelo.

3.1. ANÁLISE DE DADOS

Os dados fornecidos pela Anatel são o número de linhas (acessos) da telefonia móvel a rede de telecomunicações. Por ser um mercado bem concentrado, onde existem apenas quatro grandes players no setor em escala nacional e mais dois players focados em suas regiões (com pouca participação de mercado), podemos dizer que os dados são bem monitorados e confiáveis.

A seguir temos como foi a evolução deste mercado desde 2004.

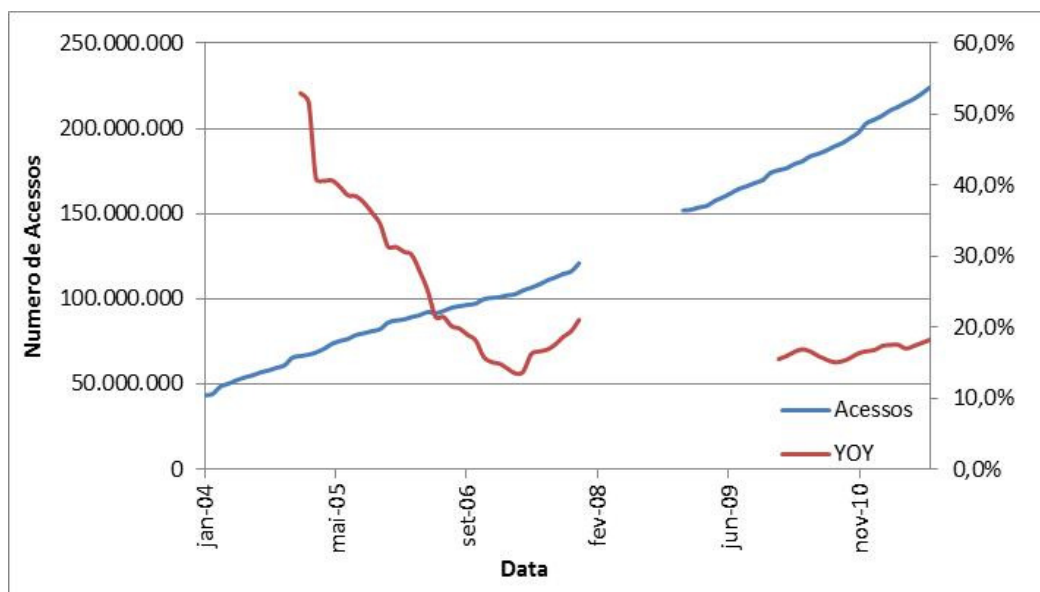


Figura 3.1. Evolução do Mercado de Telecomunicações e seu crescimento.

Fonte de dados: Anatel

A linha azul representa o número de acessos, em termos absolutos, do mercado, enquanto que a linha vermelha representa o crescimento ano contra ano deste mercado. Como já citado, a quebra do gráfico se deve a não disponibilização dos dados de 2008 pela agência reguladora.

Podemos notar neste gráfico que desde 2004, o mercado de telecomunicações vem sempre crescendo a altas taxas. Porém desacelerando a cada ano, em 2004 crescia a taxas de 50%, 40% a.a. e em 2010 veio crescendo a taxas de quase 20% a.a.

Um outro dado interessante é a penetração da telefonia móvel dentro do país (mostrada na figura abaixo). A penetração é calculada como sendo o número de acessos dividido pela população do país. Essa taxa chegou a 104% no fim de 2010.

A parte tracejada é a evolução do mercado entre os anos de 2004 e 2010.

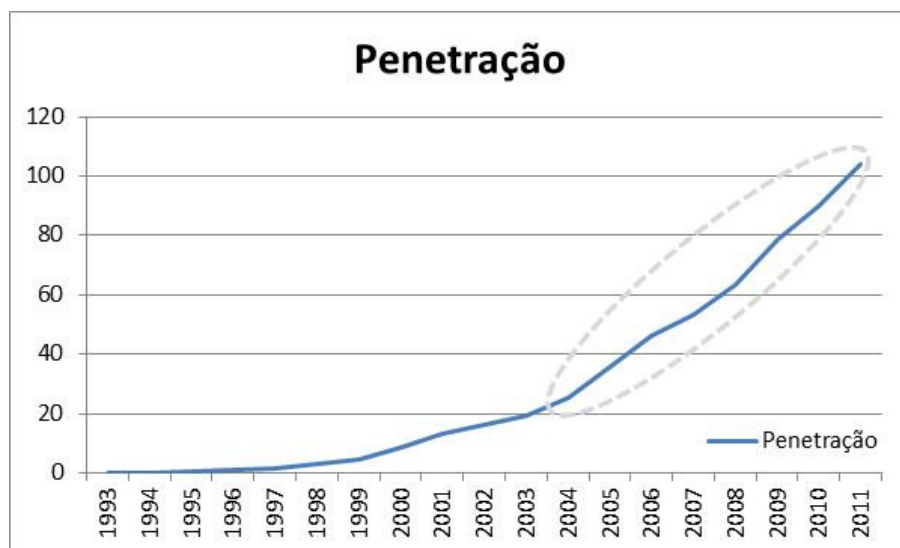


Figura 3.2. Evolução da Penetração da telefonia móvel.

Fonte de dados: Anatel

Podemos comparar o crescimento do mercado de telecomunicações móvel com um gráfico de ciclo de vida de um produto qualquer, e analisar onde este deve estar no momento:

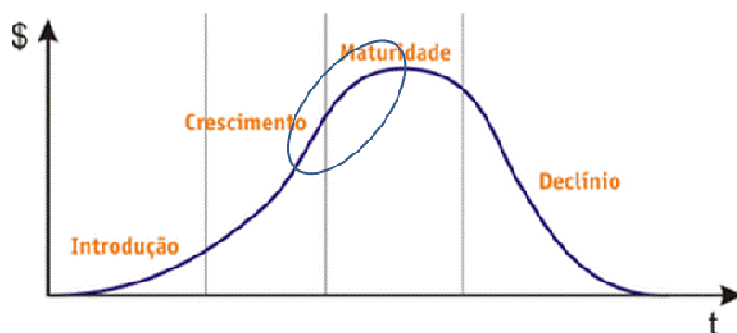


Figura 3.3. Ciclo de Vida de um Produto.

Fonte: adaptado do http://pt.wikipedia.org/wiki/Ciclo_de_vida_do_produto

Podemos concluir que este mercado está na fase de crescimento, mas terminando este período (o que explica a desaceleração nas taxas de crescimento) e está em vias de entrar para a fase de maturidade.

Mas é aqui que está o problema que o trabalho visa resolver: até quando o mercado irá crescer e como será este crescimento daqui para frente?

3.2. ESCOLHA DO MODELO A SER DESENVOLVIDO

Conforme mencionado no capítulo anterior, o objetivo do trabalho passa a ser o de tentar descobrir até onde o mercado de comunicações pode crescer e como será este crescimento.

Assim, analisaremos os métodos referidos na parte teórica (revisão bibliográfica) para buscarmos qual o melhor método para desenvolvermos o modelo desejado.

Conforme citado neste mesmo trabalho, os métodos quantitativos são previsões que utilizam dados do passado para realizar projeções futuras. Para isso, três condições devem existir:

- Informações do passado devem estar disponíveis;
- As informações devem ser quantificáveis;
- E na previsão, pode ser assumido que alguns padrões do passado serão mantidos no futuro;

Neste caso, os dois primeiros itens são satisfeitos (existem informações disponíveis e elas são quantificáveis).

Porém, o terceiro item não é satisfeito pela seguintes razão:

- Se considerássemos que os dados passados explicassem os dados futuros, este método não levaria em conta a penetração (densidade) do mercado em si e projetaria um crescimento que no curto prazo até poderia fazer sentido, porém que não teríamos a certeza necessária que produziria bons resultados para um horizonte de 5 a 10 anos (objetivo do trabalho)

Assim, tanto os modelos quantitativos explicativos (regressões) como as séries temporais descritos no trabalho não serão utilizados.

Focado no cumprimento do objetivo do trabalho, partiremos para um método qualitativo para a resolução do problema. Os argumentos de Makridakis; Wheelwright; Hyndman e Jarret explicam o fato de preferirmos utilizar este tipo de modelo.

Segundo Makridakis; Wheelwright; Hyndman (1998), os métodos qualitativos são mais utilizados para darem pistas, ajudar planejadores e complementar modelos quantitativos;

e não tanto para darem um número específico projetado. Por esta natureza, são usados mais para projeções de médio e longo prazo.

Segundo Jarret (1987), este método também é aplicado para previsões de muito longo prazo, quando extrapolações numéricas se tornarem insensatas.

Como o trabalho não teve acesso a especialistas dos setores (e assim não pôde aplicar o método Delphi), partimos para a estratégia de fazer um *benchmarking* (um estudo comparativo) com os mercados de outros países, onde poderíamos estudar como foi e como está sendo a evolução nestes e identificar em que ponto da curva de evolução do produto que o mercado brasileiro de telecomunicações móveis se encontra e a partir daí traçarmos sua projeção.

Esta estratégia é bastante eficaz, pois fazendo essas comparações podemos:

- Analisar como foi a evolução destes mercados e, mais precisamente, identificar as fases do ciclo de um produto, e quantificá-las (respondendo a pergunta de como será o crescimento do mercado)
- Estudar e concluir até que ponto a densidade (penetração) de telefones celulares é factível (responde a pergunta até onde o mercado crescerá)
- E possibilita ainda mitigar as características particulares de cada país, pois analisando cerca de 10 a 20 países, teremos, na média, um comportamento considerado normal para realização deste estudo (Assim mitiga também fatores de como é a regulação nestes países, a quantidades de *players* no mercado, o comportamento da concorrência, as diferenças culturais dos países (que poderia afetar em como é usado o serviço de telefonia móvel), entre outros)

Assim, este estudo de *benchmarking* teria como principais metas o desenvolvimento de uma curva de evolução do mercado de telecomunicações e também o de estudar até que ponto a penetração de celulares poderia chegar no mercado brasileiro.

Decidido o método de resolução do problema, partimos para o desenvolvimento do mesmo.

3.3. DESENVOLVIMENTO DO MODELO

O estudo do *benchmarking* se consistirá nas seguintes etapas:

- 1º: Coleta de dados e organização dos mesmos;
- 2º: Análise dos dados (Identificação de padrões, fases do ciclo de vida do produto e duração dos mesmos)
- 3º: Identificação da penetração máxima do produto e construção da curva do produto

3.3.1. COLETA E ORGANIZAÇÃO DOS DADOS

Nesta etapa, o que foi feito primeiramente, foi a de identificar que tipo de dado que nos mostraria de forma mais eficiente o comportamento do mercado.

A variável **penetração do mercado** é a que se mostrou a mais eficiente neste quesito, pois ela que demonstra concretamente a densidade de celulares que um país comporta no longo prazo. Além disso, esta variável consegue demonstrar como foi à velocidade de crescimento nestes mercados.

A segunda parte desta etapa foi à busca dos dados brutos em si. Utilizando a ferramenta *Bloomberg* (uma rede (banco de dados) repleta de informações financeiras e operacionais dos mais diversos tipos e países oferecido pelo grupo de mesmo nome), pude ter acesso a dados de penetração de telefonia móvel de diversos países, fornecidos pelas suas respectivas agências reguladoras.

Foram coletadas a evolução da penetração de telefonia móvel de 16 países, de todos os continentes. Este países são: Estados Unidos, Canadá, França, Japão, Coréia, Austrália, Espanha, Alemanha, Reino Unido, Portugal, Rússia, Israel, Cingapura, Argentina, Chile e Uruguai.

Estes dados são anuais, e todos terminam no fim do ano de 2010, e começam dependendo de quando foi a introdução do produto no país (por exemplo, o Japão tem o começo a mais antigo, iniciando em 1981).

3.3.2. ANÁLISE DOS DADOS

A primeira ação tomada nesta etapa foi a de separar os países que a penetração do mercado já estava em fase de estabilização daqueles que ainda demonstravam crescimento.

Estes últimos foram excluídos da análise porque não poderíamos analisar até que ponto estes mercados seriam penetrados, pela simples razão que estes ainda estavam se desenvolvendo. Estes países eram os sul-americanos Argentina, Chile e Uruguai.

Penetração (%)	Argentina	Chile	Uruguai
Dec-10	141,79	116	131,71
Dec-09	128,84	96,94	113,13
Dec-08	116,61	88,05	104,73
Dec-07	102,31	83,88	89,98
Dec-06	80,58	75,61	69,96
Dec-05	57,21	64,85	34,73
Dec-04	35,21	57,43	18,04
Dec-03	20,62	45,56	14,96
Dec-02	17,43	39,57	15,43
Dec-01	18,07	32,69	15,63
Dec-00	17,56	22,06	12,37
Dec-99	10,53	14,84	9,64
Dec-98	7,4	6,41	4,6
Dec-97	4,57	2,8	3,06
Dec-96	1,65	2,21	2,45
Dec-95	1	1,38	1,25
Dec-94	0,72	0,83	0,22
Dec-93	0,34	0,62	0,16
Dec-92	0,14	0,47	0,05
Dec-91	0,08	0,27	
Dec-90	0,04	0,11	
Dec-89	0,01	0,04	

Tabela 3.1. Evolução da Penetração de Argentina, Chile e Uruguai.

Fonte: Bloomberg (Agências Reguladoras de Argentina, Chile e Uruguai)

3.3.2.1. LIMITE DE PENETRAÇÃO DE MERCADO

Com os dados restantes (de treze países), verificou-se a existência de dois padrões:

- Países que tinham uma penetração estabilizada aos níveis de aproximadamente 90% a 100% (EUA, Canadá, França, Japão, Coreia, Austrália, Espanha)
- E países que tinham a estabilização da penetração em níveis mais altos, variando de 125% a 145% (Alemanha, Reino Unido, Portugal, Rússia, Israel, Cingapura)

Estes dados com os respectivos gráficos são mostrados a seguir:

Penetração (%)	EUA	Canadá	França	Japão	Coreia	Austrália	Espanha
Dec-10	89,86	70,66	99,7	95,39	105,36	101,04	111,75
Dec-09	94,83	68,75	95,51	90,37	99,2	113,75	113,56
Dec-08	86,79	66,42	93,45	86,73	94,71	104,96	111,67
Dec-07	85,2	61,55	89,7	82,65	90,69	101,95	109,92
Dec-06	79,1	57,46	84,18	78,33	84,15	95,79	104,86
Dec-05	70,36	52,67	78,82	75,7	80,61	90,32	99,15
Dec-04	61,64	46,97	73,47	71,81	77,24	81,78	90,91
Dec-03	54,1	42	69,24	68,09	71,22	72,08	88,89
Dec-02	48,23	37,91	64,49	63,82	68,89	64,47	81,27
Dec-01	44,16	34,36	62,22	58,96	62,19	57,36	72,85
Dec-00	38,03	28,44	49,13	52,71	57,76	44,66	60,26
Dec-99	30,24	22,74	36,42	44,94	50,84	33,33	37,56
Dec-98	24,62	17,75	19,13	37,46	30,64	26,26	16,2
Dec-97	20,4	14,67	9,99	30,33	15,24	24,63	11,03
Dec-96	16,44	12,13	4,24	21,38	7,09	21,79	7,63
Dec-95	12,77	9,08	2,25	9,33	3,68	12,41	2,41
Dec-94	9,23	6,61	1,53	3,46	2,17	6,84	1,05
Dec-93	6,2	4,78	1	1,71	1,07	3,91	0,66
Dec-92	4,33	3,72	0,76	1,38	0,62	2,84	0,46
Dec-91	3	2,84	0,66	1,11	0,38	1,68	0,28
Dec-90	2,12	2,16	0,5	0,7	0,18	1,08	0,14
Dec-89	1,42	1,28	0,32	0,4	0,09	0,56	0,08
Dec-88	0,84	0,76	0,17	0,2	0,05	0,19	0,03
Dec-87	0,51	0,37	0,07	0,12	0,02	0,03	0,01
Dec-86	0,28	0,23	0,02	0,08	0,02		0
Dec-85	0,14	0,05		0,05			
Dec-84	0,04			0,03			
Dec-83				0,02			
Dec-82				0,02			
Dec-81				0,01			

Tabela 3.2. Evolução da Penetração: Países menos penetrados

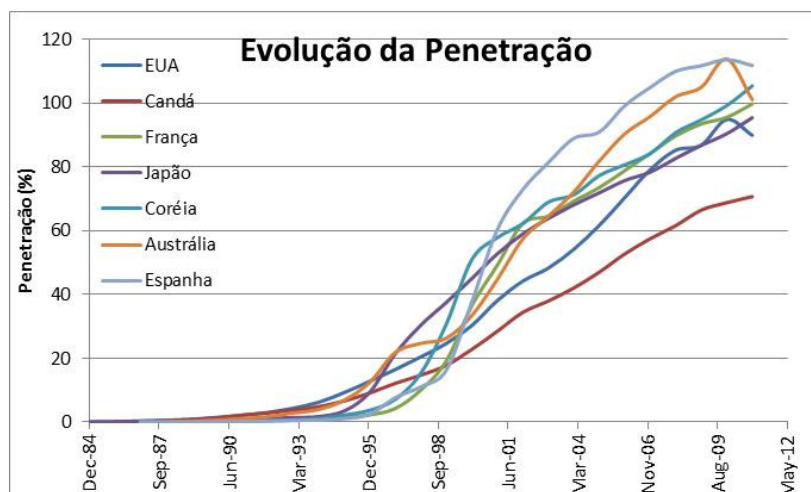


Figura 3.4. Evolução da Penetração em países menos penetrados.

Fonte: Bloomberg

Penetração (%)	Alemanha	R.Unido	Portugal	Rússia	Israel	Cingapura
Dec-10	127,04	130,25	142,33	166,26	128,5	143,66
Dec-09	127,79	130,55	141,76	163,62	122,74	140,43
Dec-08	128,27	126,34	139,64	141,11	112,42	138,15
Dec-07	116,87	121,24	126,41	120,61	104,74	132,1
Dec-06	103,96	115,69	115,37	105,71	95,45	109,72
Dec-05	96,19	108,65	108,54	83,82	90,66	102,76
Dec-04	86,57	99,55	100,8	51,24	70,18	95,04
Dec-03	78,72	90,93	95,99	24,99	47,18	86,11
Dec-02	71,9	82,89	83,75	12,12	35,88	80,4
Dec-01	68,32	78,26	77,56	5,31	28,32	73,33
Dec-00	58,73	73,76	65,18	2,22	18,19	68,37
Dec-99	28,58	46,31	45,91	0,93	7,93	41,47
Dec-98	16,97	25,42	30,35	0,51	2,39	28,59
Dec-97	10,09	14,98	15,13	0,33	1,2	22,37
Dec-96	6,72	12,32	6,68	0,15	0,69	11,74
Dec-95	4,55	9,79	3,43	0,06	0,46	8,68
Dec-94	3,05	6,75	1,75	0,02	0,32	6,89
Dec-93	2,18	3,9	1,02	0,01		5,4
Dec-92	1,2	2,6	0,38	0		3,71
Dec-91	0,69	2,18	0,13	0		2,61
Dec-90	0,38	1,93	0,07			1,7
Dec-89	0,24	1,7	0,03			0,9
Dec-88	0,15	0,98				0,38
Dec-87	0,08	0,51				
Dec-86	0,04	0,23				
Dec-85	0	0,09				

Tabela 3.3. Evolução da Penetração em Países mais penetrados.

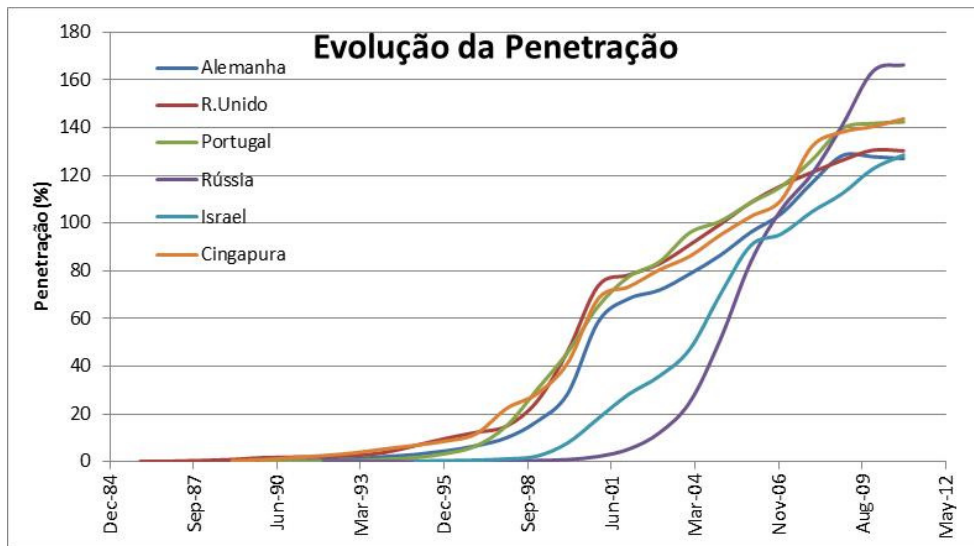


Figura 3.5. Evolução da Penetração em países mais penetrados.

Fonte de dados: Bloomberg

Esta divisão nos faz concluir que:

- Simplesmente existem países (regiões) que são menos penetradas que outras e, por isso trataremos as diferentes regiões do Brasil como independentes e cada uma delas terá sua própria evolução da penetração e seu próprio limite de penetração
- Consequentemente, construiremos 2 tipos de curva: a das regiões menos penetradas e das mais concentradas

3.3.3. CONSTRUÇÃO DA CURVA DE PENETRAÇÃO NOS MERCADOS

Feita a divisão entre dois tipos de mercados (os mais concentrados e os menos concentrados), pôde-se verificar a existência de fases do ciclo de vida de um produto e encaixá-las em termos de duração dessas respectivas fases.

Notou-se a existência de quatro fases:

Fase 1:

A fase 1 compreende a fase de introdução do produto no mercado e corresponde a fase em que os crescimentos de penetração no mercado são os mais vigorosos (mas há de se notar que a base de comparação é baixa).

Nesta fase, o produto é apresentado ao mercado através de um esforço de marketing intenso e focado visando estabelecer uma identidade clara e promover ao máximo o conhecimento do produto.

Considerou-se o início da fase de penetração mercados onde a penetração mínima fosse de pelo menos 0,25%. Foi considerado que o término desta fase compreenderia quando o mercado atingisse 5% de penetração.

Fase 2:

A fase 2 compreende a fase de crescimento da penetração no mercado, onde as taxas de crescimento continuam vigoras e o produto já está mais difundido.

Neste estágio há uma aceitação mais rápido pelo mercado. O mercado apresenta uma abertura à expansão que deve ser explorada. Caracterizado por vendas crescentes, este estágio também traz concorrentes. As ações de marketing buscam sustentação e as repetições de compra do consumidor.

O início desta fase foi considerado quando a penetração está acima de 5% e termina quando notamos uma desaceleração nas taxas de crescimento.

Preferimos terminar esta fase quando o crescimento deixa de ser a altas taxas de crescimento, ao invés de considerar um nível de penetração em que poderia se considerar que esta fase acabasse, pois cada mercado admite um certo tipo de penetração e, portanto, esta fase terminaria em diferentes níveis de penetração para cada país. Por exemplo, um mercado em que aceita uma penetração de 170% (Rússia), o término desta fase de crescimento mais vigoroso se dá até uma penetração 100%, simplesmente pois o mercado consegue ser mais penetrável. E, por exemplo, a Alemanha que aceita uma penetração por volta de 130%, tem o término da fase 2 em uma penetração de 60%, simplesmente pois o mercado aceita uma penetração menor.

Fase 3:

A fase 3 continua sendo uma fase de crescimento, mas é um crescimento mais moderado. As vendas e a penetração neste mercado continuam crescendo, mas a taxas menores. Enquanto a fase 2 compreende crescimentos por volta de 50% a 120% a.a., nesta fase a taxa de crescimento é por volta de 10% a 20% a.a.

Iniciamos esta fase quando o mercado desacelera seu crescimento e terminamos quando o mercado deixa de crescer a taxas de dois dígitos.

Fase 4:

A fase 4 compreende a fase de maturidade do mercado. É o momento de redução no crescimento das vendas, porque o produto já foi aceito pela maioria dos consumidores potenciais. O lucro estabiliza-se até entrar em declínio graças ao aumento das despesas de marketing em defendê-lo da concorrência. Nesta fase, os consumidores fiéis repetem suas compras.

É o último estágio verificado nos mercados estudados.

Fase de Declínio:

Seria a fase em apresenta forte queda nas vendas e no lucro. Este estágio seria causado por uma competição feroz, condições econômicas desfavorecidas, mudanças nas tendências ou outros fatos. É o momento de desaceleração, eliminação ou revitalização, com a introdução de um novo produto/serviço e seu próprio ciclo de vida.

Como o modelo a ser desenvolvido é para um médio prazo, evolução do mercado de telecomunicações até 2020, considera-se que não haverá um declínio no ciclo de vida de um produto.

Haverá um declínio quando houver uma introdução de uma nova tecnologia ou tendência no mercado que torne os celulares obsoletos. Por esta métrica ser difícil de ser prevista, o modelo visou trabalhar até 2020 considerando que não houvesse a introdução deste novo produto ou tendência.

A seguir apresentamos as fases encontradas em cada mercados, seu comportamento e sua duração. Em seguida mostramos a curva média construída para cada mercado considerado: mercados mais penetráveis e os menos penetráveis.

3.3.3.1. MERCADO MAIS PENETRADO

Conforme já comentado os países considerados mais penetrados foram: Alemanha, Reino Unido, Portugal, Rússia, Israel e Cingapura.

A seguir está um quadro onde se identifica as fases da evolução do mercado de telecomunicações móveis em cada país. A cor rosa representa a fase 1 (Introdução), a fase 2 (Crescimento mais vigorosos) está em verde, a fase 3 (Crescimento mais moderado) em azul, e por fim, em branco a fase 4, a de maturidade do mercado.

	Germany		UK		Portugal		Russia		Israel		Singapoure	
Dec-10	127,04	-1%	130,25	0%	142,33	0%	166,26	2%	128,5	5%	143,66	2%
Dec-09	127,79	0%	130,55	3%	141,76	2%	163,62	16%	122,74	9%	140,43	2%
Dec-08	128,27	10%	126,34	4%	139,64	10%	141,11	17%	112,42	7%	138,15	5%
Dec-07	116,87	12%	121,24	5%	126,41	10%	120,61	14%	104,74	10%	132,1	20%
Dec-06	103,96	8%	115,69	6%	115,37	6%	105,71	26%	95,45	5%	109,72	7%
Dec-05	96,19	11%	108,65	9%	108,54	8%	83,82	64%	90,66	29%	102,76	8%
Dec-04	86,57	10%	99,55	9%	100,8	5%	51,24	105%	70,18	49%	95,04	10%
Dec-03	78,72	9%	90,93	10%	95,99	15%	24,99	106%	47,18	31%	86,11	7%
Dec-02	71,9	5%	82,89	6%	83,75	8%	12,12	128%	35,88	27%	80,4	10%
Dec-01	68,32	16%	78,26	6%	77,56	19%	5,31	139%	28,32	56%	73,33	7%
Dec-00	58,73	105%	73,76	59%	65,18	42%	2,22	139%	18,19	129%	68,37	65%
Dec-99	28,58	68%	46,31	82%	45,91	51%	0,93	82%	7,93	232%	41,47	45%
Dec-98	16,97	68%	25,42	70%	30,35	101%	0,51	55%	2,39	99%	28,59	28%
Dec-97	10,09	50%	14,98	22%	15,13	126%	0,33	120%	1,2	74%	22,37	91%
Dec-96	6,72	48%	12,32	26%	6,68	95%	0,15		0,69	50%	11,74	35%
Dec-95	4,55	49%	9,79	45%	3,43	96%	0,06		0,46	44%	8,68	26%
Dec-94	3,05	40%	6,75	73%	1,75	72%	0,02		0,32		6,89	28%
Dec-93	2,18	82%	3,9	50%	1,02	168%	0,01				5,4	46%
Dec-92	1,2	74%	2,6	19%	0,38	192%	0				3,71	42%
Dec-91	0,69	82%	2,18	13%	0,13		0				2,61	54%
Dec-90	0,38	58%	1,93	14%	0,07						1,7	89%
Dec-89	0,24		1,7	73%	0,03						0,9	137%
Dec-88	0,15		0,98	92%							0,38	
Dec-87	0,08		0,51	122%								
Dec-86	0,04		0,23									
Dec-85	0		0,09									

Tabela 3.4. Fases do Ciclo de Vida do Mercado de Telecomunicações móveis em cada país.

Fonte: Bloomberg (adaptado)

Em seguida, foi identificada a duração de cada fase e qual foi seu crescimento médio (média das taxas de crescimento) e também seu crescimento médio anual (quanto foi o crescimento médio em cada ano: CAGR). A equação do crescimento médio anual é mostrada a seguir:

$$CAGR = \left(\frac{VF}{VP} \right)^{\frac{1}{D}} - 1$$

Onde, VF é o ultimo valor da série, VP é o primeiro valor da série, e D é o número de períodos existentes na série menos um.

Estes dados são mostrados no quadro a seguir:

		Germany	UK	Portugal	Russia	Israel	Singapoure	Geral
Fase 4	Duração	2	4	2	1	1	3	2,2
	Média	0%	3%	1%	2%	5%	3%	2%
	CAGR	0%	3%	1%	2%	5%	3%	2%
Fase 3	Duração	8	6	8	3	4	7	6,0
	Média	10%	8%	10%	16%	8%	10%	10%
	CAGR	10%	8%	10%	16%	8%	10%	10%
Fase 2	Duração	4	6	4	5	6	7	5,3
	Média	73%	51%	80%	86%	54%	45%	65%
	CAGR	72%	49%	77%	82%	50%	44%	62%
Fase 1	Duração	7	8	5	5	5	5	5,8
	Média	62%	57%	125%	107%	100%	73%	87%
	CAGR	61%	53%	120%	104%	90%	70%	83%
Total	Duração	21	24	19	14	16	22	19
	Média	38%	34%	54%	72%	54%	35%	48%
	CAGR	35%	30%	45%	65%	45%	31%	42%
Em 2010	Penetração	127,04	130,25	142,33	166,26	128,5	143,66	139,6733
	Início	0,24	0,23	0,13	0,15	0,32	0,38	0,24

Tabela 3.5. Parâmetros de cada Fase (Mercado mais concentrado).

Na coluna Geral se encontra a média do da duração de cada fase, do crescimento médio e também do crescimento anual médio (CAGR).

Foi utilizado a média, pois assim tenta-se mitigar as peculiaridades e características de cada país, utilizando-se os valores médios encontrados. Além disso, a média demonstrou ser a estimativa mais precisa.

Assim pode-se verificar que para um mercado mais concentrado a fase 1 dura por volta de 5,8 anos, e tem um crescimento anual médio de 83% a.a. Utilizaremos no modelo uma duração de 5 anos, com início do modelo com 0,25% de penetração. 5 anos, pois com esta taxa de crescimento e esta duração de período atingimos uma penetração de 5% (característica desta fase).

A fase 2 tem uma duração de 5,3 anos e um crescimento médio de 62% a.a. Utilizaremos no modelo uma duração de 5 anos e 62% a.a.

A fase 3 tem uma duração média de 6 anos e uma taxa de crescimento de 10% a.a. Será utilizado no modelo uma duração de 7 anos, pois países como Rússia e Israel tiveram uma fase de crescimento com duração menor que os outros países e isto distorce a média (tanto em relação ao prazo como a taxa de crescimento médio). Se analisarmos o caso brasileiro, ele teria uma duração parecida Alemanha, Reino Unido, Portugal e Cingapura.

Utilizaremos também um crescimento médio de 12% a.a., pois quando se utiliza esta taxa resulta na média de penetração no término da fase de maturidade desses países.

E por fim, a fase 4 tem um prazo médio de 2,2 anos. Utilizaremos no modelo, um prazo de 3 anos até a chegada do limite de penetração do mercado. Esta fase apresentou um crescimento médio anual de 2% a.a.

Mas mais importante que a duração da fase de maturidade é saber até que ponto o mercado pode ser penetrado. Infelizmente não podemos inferir com 100% de certeza qual será a penetração do mercado brasileiro. Porém, como já comentado, considerando a média destes mercados podemos ter uma boa estimativa até que ponto o mercado brasileiro poderá chegar. Assim, a média de penetração destes mercados é de aproximadamente 140%, e esta será a medida na qual a curva de penetração a ser construída objetivará.

Assim sendo, o modelo considerou que a fase de maturidade teria 3 anos de duração, o que é bem factível (no cálculo da média, temos países que acabaram de chegar no período de maturidade e outros que já estão a algum tempo, o que distorce um pouco os valores da média, e por esta razão, excluindo os países que acabaram de chegar na fase de maturidade, pode-se checar que 3 anos seria uma boa estimativa). Em relação as taxas de crescimento, supôs-se taxas de crescimento desacelerando-se até que se chegue a uma penetração de 140% (utilizou-se 5%, 3% e 2%).

Assim, com os parâmetros definidos pudemos desenhar a curva de penetração do mercado de telecomunicações móveis para uma região concentrada. Este segue a seguir:

	Penetração	Crescimento
20	140%	2%
19	138%	3%
18	134%	5%
17	127%	12%
16	114%	12%
15	101%	12%
14	91%	12%
13	81%	12%
12	72%	12%
11	64%	12%
10	58%	62%
9	35%	62%
8	22%	62%
7	13%	62%
6	8%	62%
5	5,1%	83%
4	2,8%	83%
3	1,5%	83%
2	0,8%	83%
1	0,5%	83%
0	0,25%	

Tabela 3.6. Curva de evolução do mercado de telecomunicações pela Penetração.

O gráfico a seguir mostra a evolução desta curva.

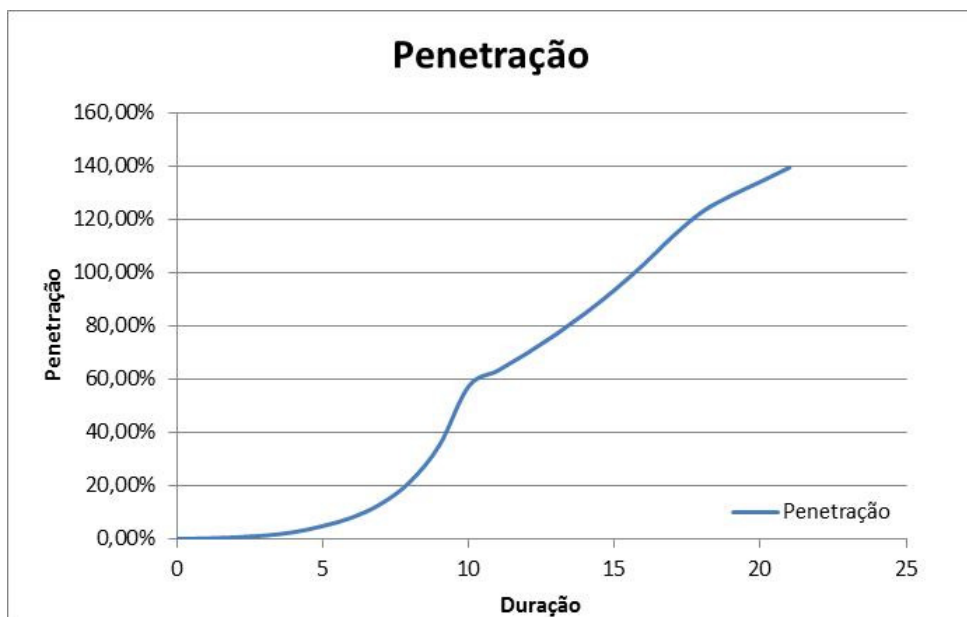


Figura 3.6. Curva de Penetração de um Mercado concentrado.

As mudanças de concavidades no gráfico se devem as mudanças nos patamares de crescimento de cada fase. Como o objetivo do trabalho é o de prever a evolução do mercado brasileiro daqui para frente, consideramos nas fases em que o Brasil já viveu (fases 1, 2 e no momento está terminado a fase 3) com taxas de crescimento médios anuais. E apenas na ultima fase que suavizamos a curva para torná-la mais parecida possível com o comportamento de outros países e para tentarmos prever o mercado com a máxima precisão possível.

Mostrado como foi à construção da curva de um mercado mais concentrado, fizemos de forma análoga à construção da curva do mercado menos concentrado.

3.3.3.2. MERCADO MENOS PENETRADO

Os países considerados aqui foram os EUA, Canadá, França, Japão, Coreia, Austrália e Espanha. Separamos as fases de crescimento do mesmo modo que feito anteriormente. Os resultados seguem a seguir:

	USA		Canada		France		Japan		Korea		Australia		Spain	
Dec-10	89,86	-5%	70,66	3%	99,7	4%	95,39	6%	105,36	6%	101,04	-11%	111,75	-2%
Dec-09	94,83	9%	68,75	4%	95,51	2%	90,37	4%	99,2	5%	113,75	8%	113,56	2%
Dec-08	86,79	2%	66,42	8%	93,45	4%	86,73	5%	94,71	4%	104,96	3%	111,67	2%
Dec-07	85,2	8%	61,55	7%	89,7	7%	82,65	6%	90,69	8%	101,95	6%	109,92	5%
Dec-06	79,1	12%	57,46	9%	84,18	7%	78,33	3%	84,15	4%	95,79	6%	104,86	6%
Dec-05	70,36	14%	52,67	12%	78,82	7%	75,7	5%	80,61	4%	90,32	10%	99,15	9%
Dec-04	61,64	14%	46,97	12%	73,47	6%	71,81	5%	77,24	8%	81,78	13%	90,91	2%
Dec-03	54,1	12%	42	11%	69,24	7%	68,09	7%	71,22	3%	72,08	12%	88,89	9%
Dec-02	48,23	9%	37,91	10%	64,49	4%	63,82	8%	68,89	11%	64,47	12%	81,27	12%
Dec-01	44,16	16%	34,36	21%	62,22	27%	58,96	12%	62,19	8%	57,36	28%	72,85	21%
Dec-00	38,03	26%	28,44	25%	49,13	35%	52,71	17%	57,76	14%	44,66	34%	60,26	60%
Dec-99	30,24	23%	22,74	28%	36,42	90%	44,94	20%	50,84	66%	33,33	27%	37,56	132%
Dec-98	24,62	21%	17,75	21%	19,13	91%	37,46	24%	30,64	101%	26,26	7%	16,2	47%
Dec-97	20,4	24%	14,67	21%	9,99	136%	30,33	42%	15,24	115%	24,63	13%	11,03	45%
Dec-96	16,44	29%	12,13	34%	4,24	88%	21,38	129%	7,09	93%	21,79	76%	7,63	217%
Dec-95	12,77	38%	9,08	37%	2,25	47%	9,33	170%	3,68	70%	12,41	81%	2,41	130%
Dec-94	9,23	49%	6,61	38%	1,53	53%	3,46	102%	2,17	103%	6,84	75%	1,05	59%
Dec-93	6,2	43%	4,78	28%	1	32%	1,71	24%	1,07	73%	3,91	38%	0,66	43%
Dec-92	4,33	44%	3,72	31%	0,76	15%	1,38	24%	0,62	63%	2,84	69%	0,46	64%
Dec-91	3	42%	2,84	31%	0,66	32%	1,11	59%	0,38	111%	1,68	56%	0,28	
Dec-90	2,12	49%	2,16	69%	0,5	56%	0,7	75%	0,18		1,08	93%	0,14	
Dec-89	1,42	69%	1,28	68%	0,32		0,4	100%	0,09		0,56	195%	0,08	
Dec-88	0,84	65%	0,76	105%	0,17		0,2		0,05		0,19		0,03	
Dec-87	0,51	82%	0,37	61%	0,07		0,12		0,02		0,03		0,01	
Dec-86	0,28		0,23		0,02		0,08		0,02				0	
Dec-85	0,14		0,05				0,05							
Dec-84	0,04						0,03							
Dec-83							0,02							
Dec-82							0,02							
Dec-81							0,01							

Tabela 3.7. Evolução da penetração nos países menos penetráveis.

Em seguida foi calculado o prazo médio de cada uma destas fases e seu crescimento médio. O resultado é mostrado a seguir:

		USA	Canada	France	Japan	Korea	Australia	Spain		Geral
Fase 4	Duração	3	2	3	5	3	5	5		3,7
	Média	2%	3%	4%	5%	5%	3%	2%		3%
	CAGR	2%	3%	4%	5%	5%	2%	2%		3%
Fase 3	Duração	7	7	6	6	7	4	4		5,9
	Média	12%	10%	6%	9%	7%	12%	8%		9%
	CAGR	12%	10%	6%	9%	7%	12%	8%		9%
Fase 2	Duração	7	7	5	5	4	7	5		5,7
	Média	30%	27%	76%	77%	74%	38%	61%		55%
	CAGR	30%	27%	71%	67%	69%	35%	57%		51%
Fase 1	Duração	7	8	7	6	6	6	5		6,4
	Média	56%	54%	46%	64%	85%	87%	103%		71%
	CAGR	56%	52%	45%	61%	84%	82%	94%		68%
Total	Duração	24	24	21	22	20	22	19		21,7
	Média	29%	29%	36%	38%	43%	39%	45%		37%
	CAGR	27%	27%	35%	32%	32%	33%	37%		32%
2010 Penetração		89,86	70,66	99,7	95,39	105,36	101,04	111,75		96,25
Início		0,28	0,23	0,32	0,2	0,18	0,19	0,28		0,24

Tabela 3.8. Duração e Crescimento Médios dos mercados menos penetráveis.

Para início do modelo foi considerado uma penetração inicial de 0,25%.

A fase 1 do modelo foi considerada com duração de 6 anos (a média deste países foi de 6,4 anos) com um crescimento médio de 68% a.a.

A fase 2 foi considerada com um prazo de 6 anos (a média destes países foi de 5,7 anos) com um crescimento de 47% a.a. (a média calculada foi de 51% a.a.). Este desconto de crescimento se deve ao arredondamento para cima na duração da fase. Então foi necessário ter um crescimento um pouco menor por conta de arredondamento para cima.

A fase 3 teve uma duração média de 5,9 anos, e consideramos no modelo um prazo de mais 6 anos. O crescimento médio considerado foi de 9% a.a.

A fase 4 teve uma duração média 3,7 anos. Como pudemos notar que muitos destes países já apresentavam taxas de crescimento baixas e alguns até taxas de decrescimento, notamos que os mercados já estavam há alguns anos na maturidade e por isso pudemos utilizar um prazo de 4 anos para a maturidade. O crescimento médio nesta fase foi de 3% a.a. No modelo consideramos nos dois primeiros anos um crescimento de 3% a.a. e nos dois seguintes um crescimento de 2% a.a.

Assim, chegamos a uma penetração final de 98%. Comparando com a média de penetração destes países (96,25%), podemos concluir que a curva pode representar bem a evolução da penetração num mercado menos penetrável. A seguir demonstramos a curva:

	Penetração	Crescimento
22	98%	2%
21	96%	2%
20	94%	3%
19	91%	3%
18	89%	8%
17	82%	8%
16	76%	8%
15	70%	8%
14	65%	8%
13	60%	8%
12	56%	47%
11	38%	47%
10	26%	47%
9	18%	47%
8	12%	47%
7	8%	47%
6	5,5%	68%
5	3,3%	68%
4	2,0%	68%
3	1,2%	68%
2	0,7%	68%
1	0,4%	68%
0	0,25%	

Tabela 3.9. Curva de penetração de um Mercado menos penetrável.

A seguir também mostramos a curva de penetração deste tipo de mercado:

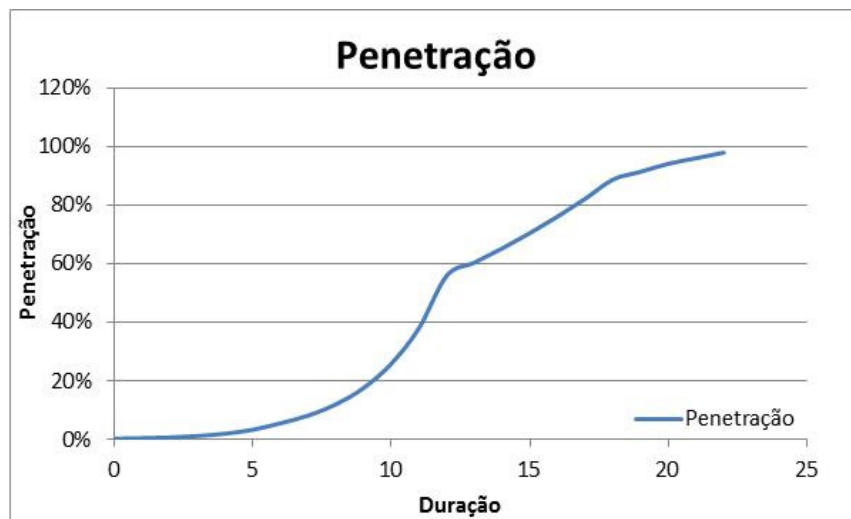


Figura 3.7. Evolução da curva de Penetração de um mercado menos penetrável.

3.3.4. A PREVISÃO

Realizada as construções das curvas de penetração de um mercado de telecomunicações típico, chegou-se a etapa de se concentrar na previsão do mercado de telecomunicações brasileiro.

3.3.4.1. BASE DE DADOS

Como já citado em capítulos anteriores a base de dados disponível é o de número de acessos a rede de telefonia móvel. Estes dados estão divididos por estados brasileiros. Os dados são mensais, mas para efeito de previsão de demanda consideraremos os dados do fim do ano de 2004 a 2010. Isto se justifica, pois a curva de penetração criada trabalha também em termos anuais.

Lembrando novamente que não estão disponíveis os dados do ano de 2008.

A base de dados a ser trabalhada está mostrada a seguir:

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Acessos		31,4%	15,9%	21,1%			16,7%
Brasil	65.605.577	86.210.336	99.918.621	120.980.103	#N/D	173.959.368	202.944.033
DISTRITO FEDERAL	2.101.129	2.714.514	2.684.909	2.886.316	#N/D	4.105.143	4.648.672
GOIAS	2.299.263	3.133.387	3.585.502	4.166.829	#N/D	5.702.107	6.727.642
MATO GROSSO	1.151.510	1.518.430	1.631.508	1.969.031	#N/D	2.983.797	3.417.661
MATO GROSSO DO SUL	1.103.845	1.415.812	1.494.618	1.815.741	#N/D	2.542.205	2.888.983
TOTAL DA REGIAO CENTRO-OESTE	6.655.747	8.782.143	9.396.537	10.837.917	#N/D	15.333.252	17.682.958
ALAGOAS	679.414	1.004.401	1.313.369	1.574.379	#N/D	2.314.783	2.798.956
BAHIA	2.636.473	3.939.639	5.269.562	6.854.099	#N/D	10.263.853	12.561.991
CEARA	1.718.882	2.529.657	3.346.564	4.258.685	#N/D	6.321.736	7.734.210
MARANHAO	825.575	1.112.109	1.299.434	1.712.266	#N/D	2.871.408	3.981.782
PARAIBA	761.681	1.114.549	1.472.822	1.850.586	#N/D	2.684.754	3.410.413
PERNAMBUCO	2.312.184	3.392.100	4.368.876	5.422.855	#N/D	7.651.990	9.371.357
PIAUI	417.889	652.207	874.087	1.098.242	#N/D	1.835.495	2.586.292
RIO GRANDE DO NORTE	793.846	1.181.735	1.520.521	1.876.169	#N/D	2.691.640	3.270.160
SERGIPE	485.564	704.716	916.686	1.215.420	#N/D	1.773.521	2.066.689
TOTAL DA REGIAO NORDESTE	10.631.508	15.631.113	20.381.921	25.862.701	#N/D	38.409.180	47.781.850
ACRE	175.199	245.673	277.606	369.472	#N/D	538.339	658.802
AMAPA	215.317	276.787	290.521	344.666	#N/D	517.639	656.662
AMAZONAS	978.302	1.218.818	1.317.826	1.693.476	#N/D	2.535.887	3.210.296
PARA	1.615.959	2.082.700	2.391.579	3.041.586	#N/D	4.827.709	6.149.424
RONDONIA	472.785	659.434	719.065	905.785	#N/D	1.333.068	1.693.224
RORAIMA	106.475	136.104	144.872	200.852	#N/D	305.008	385.042
TOCANTINS	294.953	457.106	555.118	655.389	#N/D	1.010.070	1.333.227
TOTAL DA REGIAO NORTE	3.858.990	5.076.622	5.696.587	7.211.226	#N/D	11.067.720	14.086.677
ESPIRITO SANTO	1.104.936	1.466.338	1.804.560	2.291.245	#N/D	3.359.589	3.749.024
MINAS GERAIS	6.450.483	8.866.812	10.884.282	13.394.374	#N/D	18.121.985	20.415.733
RIO DE JANEIRO	8.062.784	9.648.493	10.513.198	12.596.874	#N/D	16.676.473	18.300.849
SAO PAULO	16.734.169	21.305.222	24.250.561	29.298.610	#N/D	44.512.302	50.590.165
TOTAL DA REGIAO SUDESTE	32.352.372	41.286.865	47.452.601	57.581.103	#N/D	82.670.349	93.055.771
PARANA	3.823.759	5.142.823	5.756.811	6.775.300	#N/D	9.632.408	11.339.341
RIO GRANDE DO SUL	5.862.698	7.011.271	7.605.900	8.472.270	#N/D	10.980.469	12.304.739
SANTA CATARINA	2.420.503	3.279.499	3.628.264	4.239.586	#N/D	5.865.990	6.692.697
TOTAL DA REGIAO SUL	12.106.960	15.433.593	16.990.975	19.487.156	#N/D	26.478.867	30.336.777

Tabela 3.10. Número de acessos por Estado e Regiões brasileiras.

Fonte: Anatel

No site da Anatel também está disponível a penetração da telefonia móvel, também dividido por estados e regiões. Esta base de dados é a mesma encontrada pela ferramenta *Bloomberg* (a fonte de dados é a mesma: a Anatel).

Será através dela (da curva de penetração das diferentes regiões brasileiras) que realizaremos a previsão da evolução do mercado de telecomunicações, já que construímos a curva de penetração de mercados típicos de telefonia móvel.

A base de dados a ser trabalhada encontra-se a seguir:

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Densidade	4	5	6	7	8	9	10
Brasil	36,63	46,58	53,24	63,59	#N/D	90,55	104,68
DISTRITO FEDERAL	94,07	115,48	111,81	117,7	#N/D	159,18	177,31
GOIAS	42,56	55,37	62,15	70,86	#N/D	95,59	111,34
MATO GROSSO	42,68	53,81	56,73	67,21	#N/D	97,33	109,86
MATO GROSSO DO SUL	50,21	62,2	64,71	77,49	#N/D	105,75	118,9
TOTAL DA REGIAO CENTRO-OESTE	53,11	67	70,36	79,66	#N/D	109,41	124,48
ALAGOAS	23,05	33,17	42,88	50,83	#N/D	72,08	86,34
BAHIA	19,45	28,41	37,65	48,5	#N/D	69,72	84,59
CEARA	21,86	31,08	40,52	50,83	#N/D	73,63	89,13
MARANHAO	13,89	18,13	20,92	27,21	#N/D	44,31	60,82
PARAIBA	21,5	30,91	40,54	50,56	#N/D	70,08	88,32
PERNAMBUCO	28,06	40,17	51,2	62,89	#N/D	86,62	105,24
PIAUI	14,17	21,61	28,7	35,7	#N/D	57,39	80,16
RIO GRANDE DO NORTE	27,16	39,17	49,73	60,55	#N/D	84,27	101,33
SERGIPE	25,51	35,61	45,56	59,43	#N/D	86,24	99,46
TOTAL DA REGIAO NORDESTE	21,32	30,52	39,34	49,35	#N/D	70,98	87,49
ACRE	28,52	36,91	40,68	52,84	#N/D	76,25	91,84
AMAPA	38,93	45,98	46,63	53,5	#N/D	80,57	100,09
AMAZONAS	31,55	37,28	39,36	49,41	#N/D	73,19	91,23
PARA	24,14	29,67	33,4	41,68	#N/D	64,4	80,89
RONDONIA	31,95	42,7	45,74	56,61	#N/D	86,96	109,63
RORAIMA	28,96	34,41	35,55	47,87	#N/D	70,61	87,36
TOCANTINS	23,53	34,76	41,37	47,89	#N/D	76,61	100,18
TOTAL DA REGIAO NORTE	27,44	34,28	37,64	46,65	#N/D	70,98	89,1
ESPIRITO SANTO	33,49	42,78	51,8	64,73	#N/D	96,39	106,63
MINAS GERAIS	34,38	45,88	55,64	67,63	#N/D	90,07	100,59
RIO DE JANEIRO	53,64	62,47	67,3	79,71	#N/D	105,4	114,87
SAO PAULO	42,64	52,4	58,77	69,96	#N/D	108,15	121,99
TOTAL DA REGIAO SUDESTE	42,38	52,36	59,36	71,06	#N/D	102,59	114,58
PARANA	38,17	49,91	55,18	64,18	#N/D	89,89	104,92
RIO GRANDE DO SUL	55,23	64,41	69,11	76,17	#N/D	100,49	112,05
SANTA CATARINA	42,56	55,6	60,57	69,7	#N/D	95,05	107,32
TOTAL DA REGIAO SUL	46,01	56,97	61,95	70,19	#N/D	95,2	108,25

Tabela 3.11. Penetração da telefonia Móvel por Estado e Região.

Fonte: Anatel

3.3.4.2. PREVISÃO DA PENETRAÇÃO

Com base nas curvas de mercados, podemos construir as curvas de penetração das diferentes regiões brasileiras: Centro Oeste, Nordeste, Norte, Sudeste e Sul.

A metodologia aplicada aqui é simples. Analisamos em que ponto da curva de penetração a região está, e aplicamos o crescimento esperado para este mercado.

3.3.4.2.1. REGIÃO CENTRO OESTE

A região Centro Oeste é composta dos estados do Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. O histórico da penetração do mercado é mostrado a seguir:

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
DISTRITO FEDERAL	94,07	115,48	111,81	117,7	#N/D	159,18	177,31
GOIAS	42,56	55,37	62,15	70,86	#N/D	95,59	111,34
MATO GROSSO	42,68	53,81	56,73	67,21	#N/D	97,33	109,86
MATO GROSSO DO SUL	50,21	62,2	64,71	77,49	#N/D	105,75	118,9
TOTAL DA REGIAO CENTRO-OESTE	53,11	67	70,36	79,66	#N/D	109,41	124,48

Tabela 3.12. Penetração histórica da Região Centro Oeste.

Fonte: Anatel

Conforme se pode notar, a região já está com uma penetração de 124%. Pode-se dizer então que ela apresenta a característica de um mercado concentrado. Por isso utilizaremos a curva deste tipo de mercado.

A evolução da penetração neste tipo de mercado é mostrada na Tabela 3.6. Curva de evolução do mercado de telecomunicações pela Penetração. Nela vemos que o mercado do Centro Oeste está no último período de crescimento mais moderado e indo para a fase de maturação. Portanto, aplicando a curva de evolução da penetração prevemos para este mercado um crescimento de 12% em 2011, 5% em 2012, 3% em 2013 e 2% em 2014. Estabilizando aí o crescimento da penetração.

O resultado desta previsão é mostrado na tabela seguinte:

2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
124,48	139,42	146,39	150,78	153,80	153,80	153,80	153,80	153,80	153,80	153,80

Tabela 3.13. Evolução da Penetração no Centro Oeste.

3.3.4.2.2. REGIÃO NORDESTE

A região do nordeste é composta pelos estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe. Sua penetração histórica é mostra a seguir:

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
ALAGOAS	23,05	33,17	42,88	50,83	#N/D	72,08	86,34
BAHIA	19,45	28,41	37,65	48,5	#N/D	69,72	84,59
CEARA	21,86	31,08	40,52	50,83	#N/D	73,63	89,13
MARANHAO	13,89	18,13	20,92	27,21	#N/D	44,31	60,82
PARAIBA	21,5	30,91	40,54	50,56	#N/D	70,08	88,32
PERNAMBUCO	28,06	40,17	51,2	62,89	#N/D	86,62	105,24
PIAUI	14,17	21,61	28,7	35,7	#N/D	57,39	80,16
RIO GRANDE DO NORTE	27,16	39,17	49,73	60,55	#N/D	84,27	101,33
SERGIPE	25,51	35,61	45,56	59,43	#N/D	86,24	99,46
TOTAL DA REGIAO NORDESTE	21,32	30,52	39,34	49,35	#N/D	70,98	87,49

Tabela 3.14. Penetração histórica da Região Nordeste.

Fonte: Anatel

Nota-se que a Região Nordeste também pode ser caracterizada como uma região mais concentrada. Lembrando que para ser uma região de menor concentração, seu limite seria uma penetração de 100%. Nota-se que a região ainda demonstra crescer a taxas que permitem supor que ela ainda está na fase crescimento, e podemos concluir que ela ultrapassará este limite de 100% de penetração.

Olhando a curva da Tabela 3.6. Curva de evolução do mercado de telecomunicações pela Penetração. Podemos supor que a região crescerá nos próximos anos a taxas de: 12% (2011), 12% (2012), 12% (2013) e 5% (2014) ao ano.

Como resultado, temos que esta região terá uma penetração próxima a 130% em 2014, se estabilizando neste patamar. O resultado é mostrado a seguir:

2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
87,49	97,99	109,75	122,92	129,06	129,06	129,06	129,06	129,06	129,06	129,06

Tabela 3.15. Evolução da penetração do Mercado nordestino.

3.3.4.2.3. REGIÃO NORTE

A região norte é composta dos estados do Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins. O histórico da penetração neste mercado é mostrado a seguir:

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
ACRE	28,52	36,91	40,68	52,84	■	#N/D	76,25
AMAPA	38,93	45,98	46,63	53,5	■	#N/D	80,57
AMAZONAS	31,55	37,28	39,36	49,41	■	#N/D	73,19
PARA	24,14	29,67	33,4	41,68	■	#N/D	64,4
RONDONIA	31,95	42,7	45,74	56,61	■	#N/D	86,96
RORAIMA	28,96	34,41	35,55	47,87	■	#N/D	70,61
TOCANTINS	23,53	34,76	41,37	47,89	■	#N/D	76,61
TOTAL DA REGIAO NORTE	27,44	34,28	37,64	46,65	■	#N/D	70,98
							89,1

Tabela 3.16. Histórico da Penetração no Mercado da Região Norte.

Fonte: Anatel

Vemos também a característica de um mercado mais concentrado, principalmente, pois a penetração nos estados tem crescido a taxas maiores que num mercado maduro. Utilizamos a curva da Tabela 3.6. Curva de evolução do mercado de telecomunicações pela Penetração. para prevermos o crescimento da penetração neste mercado.

Olhando para a mesma, previu-se um crescimento de 12% (2011), 12% (2012), 12% (2013) e 5% (2014). O mercado se estabiliza com uma penetração de 130% a partir de 2014. O resultado é mostrado a seguir:

2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
89,1	99,79	111,77	125,18	131,44	131,44	131,44	131,44	131,44	131,44	131,44

Tabela 3.17. Evolução da penetração na região Norte.

3.3.4.2.4. REGIÃO SUDESTE

A região sudeste é composta dos estados do Espírito Santos, Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo. O seu histórico de penetração está mostrada na tabela a seguir:

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
ESPIRITO SANTO	33,49	42,78	51,8	64,73	■	#N/D	96,39
MINAS GERAIS	34,38	45,88	55,64	67,63	■	#N/D	90,07
RIO DE JANEIRO	53,64	62,47	67,3	79,71	■	#N/D	105,4
SAO PAULO	42,64	52,4	58,77	69,96	■	#N/D	108,15
TOTAL DA REGIAO SUDESTE	42,38	52,36	59,36	71,06	■	#N/D	102,59
							114,58

Tabela 3.18. Histórico da penetração na região Sudeste.

Fonte: Anatel

Nota-se também que esta região apresenta uma característica de um mercado concentrado (continua a crescendo a taxas de fase de crescimento com uma taxa de penetração alta).

O mercado em 2010 estava com uma penetração de 115%. Olhando a Tabela 3.6. Curva de evolução do mercado de telecomunicações pela Penetração. podemos impor as taxas de crescimento do final da fase de crescimento.

Prevemos então um crescimento de: 12% (2011), 12% (2012), 5% (2013), 3% (2014), chegando a uma penetração limite de 155% em 2014. Este resultado é mostrado a seguir:

2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
114,58	128,33	143,73	150,92	155,44	155,44	155,44	155,44	155,44	155,44	155,44

Tabela 3.19. Evolução da penetração na região Sudeste.

3.3.4.2.5. REGIÃO SUL

A região Sul é composta dos Estados do Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina. O histórico de penetração neste mercado é mostrado a seguir:

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
PARANA	38,17	49,91	55,18	64,18	#N/D	89,89	104,92
RIO GRANDE DO SUL	55,23	64,41	69,11	76,17	#N/D	100,49	112,05
SANTA CATARINA	42,56	55,6	60,57	69,7	#N/D	95,05	107,32
TOTAL DA REGIAO SUL	46,01	56,97	61,95	70,19	#N/D	95,2	108,25

Tabela 3.20. Histórico da penetração na Região Sul.

Fonte: Anatel

Podemos também perceber que esta região também apresenta características de um mercado concentrado. Por isto também utilizaremos a curva mostrada na Tabela 3.6. Curva de evolução do mercado de telecomunicações pela Penetração.

Em 2010 este mercado apresentou uma penetração de 108%, por isso prevemos um crescimento de 12% (2011), 12% (2012), 5% (2013) e 3% em 2014. Fazendo com que este mercado se estabilize em 2014 com uma penetração de 146%.

Este resultado é mostrado na tabela a seguir:

2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
108,25	121,24	135,79	142,58	146,86	146,86	146,86	146,86	146,86	146,86	146,86

Tabela 3.21. Evolução da Penetração na Região Sul.

Assim, obtivemos a previsão de como será a evolução da penetração nestas regiões. Como o trabalho objetiva a previsão do mercado de telecomunicações móveis brasileiro, temos que calcular o número de acessos (de chips) à rede.

Lembrando que a penetração é a fração entre o número de acessos / população. Como temos a penetração já calculada para as regiões brasileiras, e queremos o número de acessos, temos que obter a previsão da evolução da população até 2020. Isto será desenvolvido no próximo item.

3.3.4.3. EVOLUÇÃO DA POPULAÇÃO

Nesta parte do trabalho, obteremos a evolução da população brasileira até 2020. Esta previsão é importante para calcularmos a evolução do número de acessos no mercado brasileiro.

Em resumo, nesta seção calcularemos primeiro a população implícita nos números divulgados pela Anatel para em seguida, colocarmos as taxas de crescimento da população brasileira prevista num estudo realizado pelo IBGE, chamado de Projeção da População Brasileira por Sexo e Idade – 1980 – 2050, revisão 2008.

Com isto teremos uma projeção da população até 2020, dado necessário para complemento deste trabalho.

Como o objetivo do trabalho não é o cálculo da evolução da população brasileira, nos baseamos na projeção do IBGE para previsão deste dado.

3.3.4.3.1. POPULAÇÃO IMPLÍCITA

A Anatel divulga os dados de acessos à rede de telefonia e também a penetração dos estados e regiões brasileiras. No próprio relatório divulgado pela Anatel ela coloca que a projeção da população é baseada no estudo do IBGE.

Como a penetração é a razão entre o número de acessos dividido pela população brasileira, podemos calcular a população implícita nestes estados:

$$Penetração = \frac{Número\ de\ Acessos}{População}$$

E calculamos a População pela fórmula:

$$População = \frac{Número\ de\ Acessos}{Penetração}$$

Assim, o resultado que chegamos é mostrado na tabela a seguir:

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
População Implícita							
Brasil	179.103.404	185.080.155	187.675.847	190.250.201	#N/D	192.114.156	193.870.876
DISTRITO FEDERAL	2.233.580	2.350.636	2.401.314	2.452.265	#N/D	2.578.931	2.621.777
GOIAS	5.402.404	5.658.998	5.769.110	5.880.368	#N/D	5.965.171	6.042.430
MATO GROSSO	2.698.008	2.821.836	2.875.918	2.929.670	#N/D	3.065.650	3.110.924
MATO GROSSO DO SUL	2.198.456	2.276.225	2.309.717	2.343.194	#N/D	2.403.976	2.429.759
TOTAL DA REGIAO CENTRO-OESTE	12.532.003	13.107.676	13.354.942	13.605.218	#N/D	14.014.489	14.205.461
ALAGOAS	2.947.566	3.028.040	3.062.894	3.097.342	#N/D	3.211.408	3.241.784
BAHIA	13.555.131	13.867.086	13.996.181	14.132.163	#N/D	14.721.533	14.850.444
CEARA	7.863.138	8.139.180	8.259.042	8.378.290	#N/D	8.585.816	8.677.449
MARANHAO	5.943.665	6.134.082	6.211.444	6.292.782	#N/D	6.480.271	6.546.830
PARAIBA	3.542.702	3.605.788	3.633.009	3.660.178	#N/D	3.830.985	3.861.428
PERNAMBUCO	8.240.143	8.444.361	8.532.961	8.622.762	#N/D	8.833.976	8.904.748
PIAUI	2.949.111	3.018.080	3.045.599	3.076.308	#N/D	3.198.284	3.226.412
RIO GRANDE DO NORTE	2.922.850	3.016.939	3.057.553	3.098.545	#N/D	3.194.067	3.227.238
SERGIPE	1.903.426	1.978.983	2.012.041	2.045.129	#N/D	2.056.495	2.077.910
TOTAL DA REGIAO NORDESTE	49.866.360	51.215.967	51.809.662	52.406.689	#N/D	54.112.680	54.614.070
ACRE	614.302	665.600	682.414	699.228	#N/D	706.018	717.337
AMAPA	553.088	601.973	623.035	644.236	#N/D	642.471	656.072
AMAZONAS	3.100.799	3.269.362	3.348.135	3.427.395	#N/D	3.464.800	3.518.904
PARA	6.694.114	7.019.548	7.160.416	7.297.471	#N/D	7.496.443	7.602.205
RONDONIA	1.479.765	1.544.342	1.572.070	1.600.044	#N/D	1.532.967	1.544.490
RORAIMA	367.662	395.536	407.516	419.578	#N/D	431.961	440.753
TOCANTINS	1.253.519	1.315.035	1.341.837	1.368.530	#N/D	1.318.457	1.330.832
TOTAL DA REGIAO NORTE	14.063.375	14.809.282	15.134.397	15.458.148	#N/D	15.592.730	15.809.963
ESPIRITO SANTO	3.299.301	3.427.625	3.483.707	3.539.696	#N/D	3.485.412	3.515.919
MINAS GERAIS	18.762.312	19.326.094	19.561.973	19.805.373	#N/D	20.119.890	20.295.987
RIO DE JANEIRO	15.031.290	15.445.002	15.621.394	15.803.380	#N/D	15.822.081	15.931.792
SAO PAULO	39.245.237	40.658.821	41.263.503	41.879.088	#N/D	41.157.931	41.470.748
TOTAL DA REGIAO SUDESTE	76.338.773	78.851.919	79.940.366	81.031.668	#N/D	80.583.243	81.214.672
PARANA	10.017.708	10.304.194	10.432.785	10.556.715	#N/D	10.715.773	10.807.607
RIO GRANDE DO SUL	10.615.061	10.885.376	11.005.498	11.122.844	#N/D	10.926.927	10.981.472
SANTA CATARINA	5.687.272	5.898.379	5.990.200	6.082.620	#N/D	6.171.478	6.236.207
TOTAL DA REGIAO SUL	26.313.758	27.090.737	27.426.917	27.763.436	#N/D	27.813.936	28.024.736

Tabela 3.22. População Implícita nos Estados brasileiros.

3.3.4.3.2. PROJEÇÃO DA POPULAÇÃO POR REGIÃO

Para a projeção da população brasileira, coletou-se as informações da taxa de crescimento dos próximos anos até 2020, do estudo *Projeção da População do Brasil por sexo e idade – 1980 – 2050 – Revisão 2008*, feito pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Como a Anatel se baseia neste mesmo estudo sobre o tamanho da população, não vemos que problemas em usar este mesmo estudo para considerarmos como será a evolução da população daqui para frente.

Como este estudo divulga apenas o tamanho da população brasileira sem divisões por estados e regiões, supomos em nosso modelo que a porcentagem populacional atual de cada região se mantém constante. Essa hipótese é bem viável, pois do ano de 2004 até o ano de 2010 não houve uma grande diferença da porcentagem da população em cada região. A tabela a seguir mostra isto:

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
% População Total							
Centro Oeste	7,0%	7,1%	7,1%	7,2%		7,3%	7,3%
Nordeste	27,8%	27,7%	27,6%	27,5%		28,2%	28,2%
Norte	7,9%	8,0%	8,1%	8,1%		8,1%	8,2%
Sudeste	42,6%	42,6%	42,6%	42,6%		41,9%	41,9%
Sul	14,7%	14,6%	14,6%	14,6%		14,5%	14,5%

Tabela 3.23. Percentual da População por Região Brasileira.

Assim, utilizando as taxas de crescimento do estudo do IBGE, impomos o crescimento populacional, supondo que o percentual regional se mantém constante, ou seja, Centro Oeste com 7,3% da população Brasileira, o Nordeste com 28,2%, o Norte com 8,2%, o Sudeste com 41,9% e o Sul com 14,5%. As taxas de crescimento utilizadas são mostradas na tabela a seguir.

Taxa de Crescimento	0,9%	0,9%	0,8%	0,8%	0,7%	0,7%	0,7%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%
População Implícita											
Brasil	193.870.876	195.556.332	197.155.038	198.676.919	200.130.668	201.524.365	202.866.019	204.161.512	205.415.081	206.629.141	207.805.955

Tabela 3.24. Taxa de Crescimento Populacional.

Com essas hipóteses temos como resultado a tabela a seguir:

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Brasil	193.870.876	195.556.332	197.155.038	198.676.919	200.130.668	201.524.365	202.866.019	204.161.512	205.415.081	206.629.141	207.805.955
TOTAL DA REGIAO CENTRO-OESTE	14.205.461	14.328.959	14.446.101	14.557.613	14.664.134	14.766.254	14.864.560	14.959.485	15.051.337	15.140.295	15.226.523
TOTAL DA REGIAO NORDESTE	54.614.070	55.088.869	55.539.230	55.967.948	56.377.474	56.770.083	57.148.032	57.512.976	57.866.111	58.208.116	58.539.628
TOTAL DA REGIAO NORTE	15.809.963	15.947.410	16.077.783	16.201.891	16.320.442	16.434.097	16.543.507	16.649.153	16.751.381	16.850.386	16.946.354
TOTAL DA REGIAO SUDESTE	81.214.672	81.920.728	82.590.444	83.227.977	83.836.969	84.420.804	84.982.838	85.525.534	86.050.668	86.559.251	87.052.232
TOTAL DA REGIAO SUL	28.024.736	28.268.375	28.499.474	28.719.467	28.929.612	29.131.076	29.325.017	29.512.285	29.693.493	29.868.990	30.039.102

Tabela 3.25. Evolução da População por Região.

3.3.4.4. PROJEÇÃO DO NÚMERO DE ACESSOS

Com o resultado da penetração em cada região e também da evolução populacional, podemos chegar a nossa projeção do número de acessos à rede de telefonia móvel.

A fórmula utilizada é a seguinte:

$$\text{Número de Acessos} = \text{Penetração} \times \text{População}$$

O histórico de acessos é mostrado na tabela seguinte:

		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Brasil	3	65.605.577	86.210.336	99.918.621	120.980.103	#N/D	173.959.368	202.944.033
TOTAL DA REGIAO CENTRO-OESTE	8	6.655.747	8.782.143	9.396.537	10.837.917	#N/D	15.333.252	17.682.958
TOTAL DA REGIAO NORDESTE	18	10.631.508	15.631.113	20.381.921	25.862.701	#N/D	38.409.180	47.781.850
TOTAL DA REGIAO NORTE	26	3.858.990	5.076.622	5.696.587	7.211.226	#N/D	11.067.720	14.086.677
TOTAL DA REGIAO SUDESTE	31	32.352.372	41.286.865	47.452.601	57.581.103	#N/D	82.670.349	93.055.771
TOTAL DA REGIAO SUL	35	12.106.960	15.433.593	16.990.975	19.487.156	#N/D	26.478.867	30.336.777

Tabela 3.26. Histórico de Acessos à rede de Telefonia Móvel por Região.

E o resultado da projeção, utilizando a equação citada é:

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Brasil	229.273.373	257.475.620	277.577.294	289.570.062	291.586.608	293.527.855	295.402.310	297.216.105	298.972.735	300.675.473
TOTAL DA REGIAO CENTRO-OESTE	19.977.091	21.147.428	21.949.989	22.552.812	22.709.869	22.861.060	23.007.050	23.148.315	23.285.128	23.417.744
TOTAL DA REGIAO NORDESTE	53.980.921	60.952.892	68.794.208	72.762.464	73.269.177	73.756.969	74.227.978	74.683.744	75.125.145	75.553.005
TOTAL DA REGIAO NORTE	15.914.239	17.969.662	20.281.378	21.451.269	21.600.655	21.744.462	21.883.321	22.017.686	22.147.817	22.273.955
TOTAL DA REGIAO SUDESTE	105.128.543	118.706.545	125.604.009	130.318.764	131.226.295	132.099.939	132.943.522	133.759.807	134.550.365	135.316.669
TOTAL DA REGIAO SUL	34.272.578	38.699.094	40.947.711	42.484.751	42.780.612	43.065.426	43.340.439	43.606.553	43.864.280	44.114.100

Tabela 3.27. Projeção do Número de Acessos por Região e Total do Brasil.

Também apresentamos nas seguintes tabelas o histórico da penetração brasileira de 2004 a 2010, e na tabela seguinte como será a sua evolução até 2020.

		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Densidade		4	5	6	7	8	9	10
Brasil	3	36,63	46,58	53,24	63,59	#N/D	90,55	104,68

Tabela 3.28. Histórico da evolução da penetração brasileira.

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Densidade										
Brasil	117,24	130,60	139,71	144,69	144,69	144,69	144,69	144,69	144,69	144,69

Tabela 3.29. Projeção da Evolução da Penetração no Brasil.

A figura a seguir demonstra como será a evolução da penetração nos próximos anos.

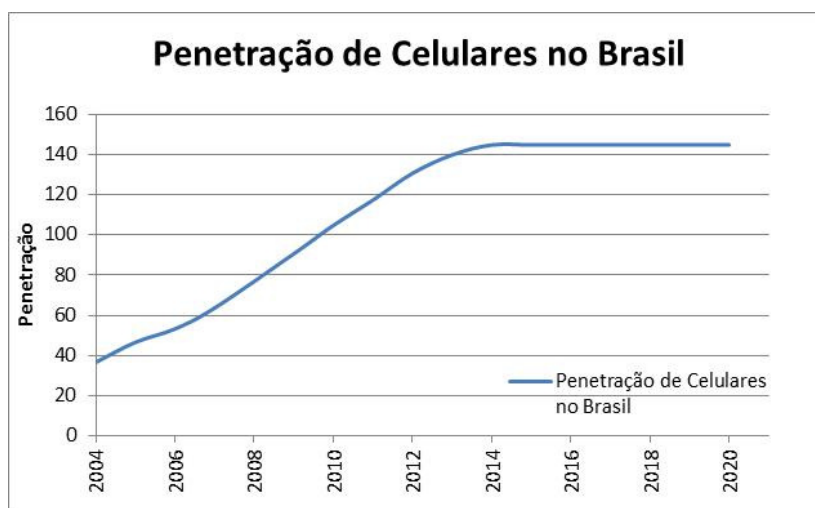


Figura 3.8. Projeção da Penetração de Telefones celulares no Brasil.

O modelo nos diz que o mercado de telefonia móvel estará com uma penetração de 117,24% no fim de 2011 (crescimento de 12% no ano), 130,6% em 2012 (crescimento de 11,4%), 139,71% em 2013 (crescimento de 7% no ano) e em 2014 chega a uma penetração de 144,69% (crescimento de 3,6% no ano), estabilizando aí o crescimento da penetração.

Em relação ao número de acessos, o modelo nos afirma que teremos ao fim de 2011 aproximadamente 229 milhões de linhas telefônicas de celulares, um crescimento de 13% no ano. Em 2012, 257 milhões (crescimento de 12,3%), em 2013, 278 milhões de acessos (mais 7,8% de crescimento), perto de 290 milhões de acessos em 2014. E partir daí um crescimento mais moderado.

3.3.4.5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Podemos comparar os resultados obtidos com os dados já disponíveis até o momento. O dado mais recente é de agosto de 2011, divulgado pela Anatel.

A tabela a seguir mostra a penetração estimada pelo modelo no fim de 2011 e o crescimento esperado anual (%), a penetração em agosto de 2011, a taxa de crescimento acumulada no ano (%) e o crescimento anualizado da penetração nas 5 diferentes regiões do Brasil e o consolidado no país.

A penúltima coluna seria considerando uma hipótese de que caso o crescimento anualizado ocorrido até agora se mantivesse até o fim do ano, qual seria a penetração esta penetração em dezembro de 2011 e a última coluna seria o desvio entre este valor e o que o modelo pressupõe.

Penetração	Modelo 2011 (%)	Cresc. (%)	Anatel Agosto/2011 (%)	Cresc. Acum. (%)	Cresc. Anual. (%)	dez-11	Desvio
Centro Oeste	139,42	12%	136,7	9,8%	15,1%	143,3	2,8%
Nordeste	97,99	12%	98,58	12,7%	19,6%	104,6	6,8%
Norte	99,79	12%	101,61	14,0%	21,8%	108,5	8,7%
Sudeste	128,33	12%	123,77	8,0%	12,3%	128,6	0,2%
Sul	121,24	12%	117,36	8,4%	12,9%	122,2	0,8%
Brasil	117,24	12%	114,88	9,7%	15,0%	120,3	2,6%

Tabela 3.30. Comparação do Resultado do Modelo x Real (divulgado pela Anatel)

Podemos notar que em na região Sul e Sudeste o crescimento real e o estimado pelo modelo foram bem em linha (12% de crescimento pelo modelo e 12,3% de crescimento anualizado no Sudeste e 12,9% de crescimento no Sul). No Centro Oeste, estimamos um crescimento de 12%, enquanto o crescimento até então foi de 15,1% anualizando. E nas regiões menos penetráveis do país, estimamos um crescimento de 12%, enquanto que a região Nordeste apresentou até o momento um crescimento de 19,6% e a região Norte um crescimento de 21,8%.

Olhando para o desvio do resultado estimado pelo modelo e o que poderá ocorrer caso as taxas se mantenham até o fim do ano são: 0,2% de erro em relação a região Sudeste, 0,8% em relação a região Sul, 2,8% em relação a região Centro Oeste, 6,8% em relação a região Nordeste e 8,7% em relação a região Norte. No consolidado, o desvio na penetração foi de 2,6%.

O resultado se mostrou de certa forma bem eficiente. Os maiores desvios foram na região Norte e Nordeste (8,7% e 6,8%), onde o crescimento foi mais acelerado que o estimado. Isso pode ser porque essas regiões são as menos penetradas do Brasil, e um aumento da renda da população em geral provavelmente fez com que este crescimento fosse mais acelerado do que o previsto. Nas outras regiões, os resultados foram bem satisfatórios (desvios de 2,8%, 0,2% e 0,8%).

Em relação ao número de acessos, mostraremos um quadro similar ao mostrado anteriormente:

Acessos	Modelo 2011	Cresc. (%)	Anatel Agosto/2011 (%)	Cresc. Acum. (%)	Cresc. Anual. (%)	dez-11	Desvio
Centro Oeste	19.977.091	13,0%	19.586.952	10,8%	16,6%	20.614.501	3,2%
Nordeste	53.980.921	13,0%	54.154.576	13,3%	20,7%	57.652.914	6,8%
Norte	15.914.239	13,0%	16.206.333	15,0%	23,4%	17.382.925	9,2%
Sudeste	105.128.543	13,0%	101.027.108	8,6%	13,1%	105.265.298	0,1%
Sul	34.272.578	13,0%	33.047.168	8,9%	13,7%	34.491.863	0,6%
Brasil	229.273.373	13,0%	224.022.137	10,4%	16,0%	235.368.457	2,7%

Tabela 3.31. Comparação de Resultado pelo modelo e o divulgado pela Anatel

Fazendo a mesma hipótese da tabela de cima, chegamos a desvio parecidos. Isto porque a taxa de penetração é um componente importante para cálculo do número de acessos.

Portanto novamente vemos um desvio pequeno nas regiões Sul e Sudeste (0,6% e 0,1%), Centro Oeste com um desvio de 3,2% e Nordeste e Norte com um desvio um pouco maior (6,8% e 9,2%).

Como próximas atividades, o que poderia ser feito é o de ajustar melhor o crescimento dessas duas regiões, acelerando o crescimento nessas 2 regiões, fazendo com que se chegue a fase de maturidade num período mais curto.

Porém, de forma geral, os resultados encontrados podem ser considerados bem satisfatórios.

Conforme já citado, para Makridakis; Wheelwright; Hyndman (1998), os métodos qualitativos são mais utilizados para darem pistas e ajudar planejadores; e não são desenvolvidos para darem um número específico exato. Por esta natureza, são usados mais para projeções de médio e longo prazo.

E o modelo conseguiu atingir este resultado de forma bem satisfatória, pelo menos no curto prazo. O que poderia se fazer é o de calibrar e afinar o modelo, conforme os dados divulgados pela Anatel vão saindo. Porém, o modelo dá uma ideia clara do potencial de crescimento do mercado brasileiro, que foi o objetivo deste trabalho.

4. CONCLUSÃO

O objetivo do trabalho foi o de estudar e desenvolver um modelo de previsão do mercado de telecomunicações móveis brasileiro, que demonstrasse como seria o crescimento deste mercado e até onde ele poderia crescer.

Para tanto, estudou-se as mais diversas formas de previsão encontradas na literatura e qual a que se adaptaria melhor para modelagem do problema.

Como o trabalho envolveria um prazo médio de longo prazo, verificou-se que os números que poderiam ser encontrados num modelo de previsão quantitativa poderia não significar muita coisa, principalmente, pois os dados do passado simplesmente poderiam não representar o futuro.

Pretendendo contornar esta dificuldade, resolvemos adotar um modelo qualitativo de previsão, onde poderia se ter uma postura mais crítica do modelo a ser previsto. O que se fez foi um estudo comparativo (*bechmarking*) de como foi e como está sendo a evolução dos mercados de telecomunicações móveis em diferentes países, para depois inferirmos como será o crescimento no mercado brasileiro.

O que se descobriu foi que basicamente existem dois tipos de mercados, um mercado em que a penetração de celulares é maior (o mercado aceita uma penetração por volta de 140%) e um mercado menos penetrável (mas que ainda assim aceita uma penetração por volta de 100%).

Passada esta etapa, construiu-se 2 tipos de curvas que representasse a evolução da penetração nestes dois tipos de mercado. Com estas em mãos pôde-se prever a evolução do mercado para as diferentes regiões brasileiras (Norte, Nordeste, Centro Oeste, Sudeste e Sul). Esta divisão por regiões deu uma maior precisão para a modelagem, assim como ofereceu a possibilidade de compararmos melhor os resultados obtidos com os dados reais.

Como resultado, obtivemos que o Brasil chegará a uma penetração por volta de 145% em 2014, patamar no qual se estabilizará. Em 2014, chegará a ter por volta de 290 milhões de celulares e em 2020 por volta de 300 milhões.

Pôde-se também comparar os resultados obtidos pelo modelo como os dados que saíram até o momento. O último relatório foi o de agosto de 2011. Considerando uma hipótese de que o crescimento até então demonstrado continuasse até o fim do ano, pôde-se notar pequenos desvios nos resultados para o fim de 2011. As regiões Sul e Sudeste

demonstraram desvios mínimos (0,8% e 0,2% em relação ao real), a Centro Oeste um desvio de 2,8% e a região Norte e Nordeste com desvios de 8,7% e 6,8%.

Como sugestão para afinamento do modelo, pode-se acelerar o crescimento tanto na região Norte e Nordeste, fazendo que estas cheguem à fase de maturidade num período mais curto que o projetado.

Para efeitos de previsão e cumprimento do objetivo do trabalho, pode-se considerar que os resultados são bem satisfatórios.

Além disso, para previsões de médio e longo prazo, o que se busca não é um número exato em si, mas sim uma estimativa consistente de como será o mercado. E os estudos comparativos com outros países são a maior segurança para que os números aqui projetados estejam próximos ao que acontecerá no futuro.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARMSTRONG, J.S. **Principles of Forecasting: A Handbook for Reseachers and Practioners**. 2nd ed. Massachusetts: Kluwer Academic Publishers, 2002.

HANKE, J.E.; REITSCH, A.G. **Business forecasting**. 6th ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1998.

JARRET, J. **Business Forecasting Methods**. 1st ed. New York: Basil Blackwell Inc., 1987.

MAKRIDAKIS, S.; WHEELWRIGHT, S.C.; HYNDMAN, R.J. **Forecasting: methods and applications**. 3rd ed. New York: John Wiley & Sons, 1998.

OLIVEIRA, L.A.P., Diretoria de Pesquisa do IBGE. **Projeção da População do Brasil por Sexo e Idade – 1980 – 2050 – Revisão 2008**. Rio de Janeiro: IBGE, 2008.

RAMOS, ALBERTO W. **Estatística II**, Apostila de PRO2711. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Produção, 2010.

VIVO S.A. **Prospecto Definitivo de Distribuição Pública da 4ª Emissão de Debentures**. São Paulo: CVM, 2009.