Campus de São Carlos

**MODELOS PARA PREVISÃO DE DEMANDA POR
TRANSPORTE DE GRÃOS: VERIFICAÇÃO,
AVALIAÇÃO E ANÁLISE COMPARATIVA**

PAULO DE MAGALHÃES BENTO GONÇALVES

ORIENTADOR: PROF. DR. EIJI KAWAMOTO

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

**ESCOLA DE ENGENHARIA
DE SÃO CARLOS**

**MODELOS PARA PREVISÃO DE DEMANDA POR TRANSPORTE DE
GRÃOS: VERIFICAÇÃO, AVALIAÇÃO E ANÁLISE COMPARATIVA**

PAULO DE MAGALHÃES BENTO GONÇALVES

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia
de São Carlos, da Universidade de São Paulo,
como parte dos requisitos para obtenção do Título
de Mestre em Engenharia. Área: Transportes.

ORIENTADOR: Prof. Dr. Eiji Kawamoto

DEDALUS - Acervo - EESC

31100017943

São Carlos
1996

Class.	TICA-EESC
Cutt.	2507
Tombo	202/96

Transportes

st 0745812

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento
da Informação do Serviço de Biblioteca - EESC-USP

G635m Gonçalves, Paulo de Magalhães Bento
Modelos para previsão de demanda por transporte
de grãos : verificação, avaliação e análise
comparativa / Paulo de Magalhães Bento
Gonçalves. -- São Carlos, 1996.

Dissertação (Mestrado). -- Escola de Engenharia
de São Carlos-Universidade de São Paulo, 1996.
Orientador: Prof. Dr. Eiji Kawamoto.

1. Análise de demanda. 2. Modelos de demanda.
3. Transporte de grãos. I. Título

“Não basta ensinar ao homem apenas uma especialidade, porque ele se tornará uma máquina utilizável e não uma personalidade. É necessário que ele adquira um sentimento, um senso prático daquilo que vale a pena ser empreendido, daquilo que é belo e do que é moralmente correto”.

Albert Einstein
Físico alemão
(1879-1955)

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Associado Eiji Kawamoto, meu orientador, pela eficiência, dedicação, e humildade com que me acompanhou e orientou neste trabalho.

A todos os Professores, secretários e colegas do Departamento de Transportes da EESC-USP e do Instituto de Economia Agrícola da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, não apenas por haver possibilitado a conclusão deste trabalho, mas também pela amizade e pelo carinho com que me acolheram.

Ao Eng. Sérgio Zulian Cardoso, por ter solicitado autorização para minha participação no curso de pós-graduação e confiado que este seria útil e importante para o meu desenvolvimento profissional.

Ao Eng. Jocelyn Fernandes Lopes Junior, pelo apoio necessário durante o tempo em que trabalhamos juntos.

Aos colegas José Ricardo e Barbieri, pelo companheirismo.

Ao Eng. Paulo Rahal Sacoman pela atenção, colaboração e amizade com que sempre pude contar.

E a todas aquelas pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

HOMENAGEM ESPECIAL

A Deus, pela força superior presente em todos os momentos.

A minha esposa, Maria Lucia, pelo amor.

A Eduardo, meu filho, pela paciência e compreensão nesses quase 5 anos.

A meu pai, minha mãe e meus irmãos, por tudo, e principalmente pelo incentivo.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Considerações iniciais	1
1.2. Projeções de produção no setor agrícola	5
1.3. Objetivos	8
1.4. Estrutura do trabalho	8
2. MODELOS	10
2.1. Modelo de oferta	11
2.2. Modelo de incorporação de área e aumento de produtividade	12
2.3. Modelo da RFFSA	15
2.3.1. Questionário Quantitativo	17
2.3.2. Questionário Qualitativo	18
3. COLETA E PROCESSAMENTO DOS DADOS	20
3.1. Área de estudo: Mato Grosso do Sul	21
3.2. Regiões	21
3.3. Variáveis e suas séries históricas	24
4. CALIBRAÇÃO DOS MODELOS	28
4.1. Modelo de oferta	29
4.2. Modelo de incorporação de área e aumento de produtividade	40
5. PROJEÇÕES E ANÁLISE DOS RESULTADOS	48
5.1. Verificação da consistência do modelo de oferta	48
5.2. Avaliação do desempenho dos modelos	51
5.2.1. Modelo de oferta	51
5.2.1.1. Região de Bodoquena	52
5.2.1.2. Região de Campo Grande	54
5.2.1.3. Região de Dourados	56
5.2.1.4. Região de Iguatemi	58
5.2.1.5. Região de Nova Andradina	61
5.2.1.6. Região de Pantanaís	63
5.2.1.7. Região de Paranaíba	65
5.2.1.8. Região de Alto Taquari	67

5.2.1.9.	Região de Três Lagoas	69
5.2.1.10.	Estado como única área	71
5.2.2.	Modelo de incorporação de área e aumento de produtividade	73
5.2.2.1.	Região de Bodoquena	73
5.2.2.2.	Região de Campo Grande	75
5.2.2.3.	Região de Dourados	77
5.2.2.4.	Região de Iguatemi	79
5.2.2.5.	Região de Nova Andradina	81
5.2.2.6.	Região de Pantanaís	83
5.2.2.7.	Região de Paranaíba	85
5.2.2.8.	Região de Alto Taquari	87
5.2.2.9.	Região de Três Lagoas	89
5.2.2.10.	Estado como única área	91
5.3.	Comparação do desempenho dos modelos	93
5.4.	Desempenho dos modelos nas projeções da produção do Estado pela soma das projeções das regiões	95
5.5.	Avaliação do desempenho das projeções do modelo da RFFSA	98
6.	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	102
6.1.	Conclusões gerais	102
6.2.	Recomendações	111
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	113
	ANEXO 1 - Exemplos de modelos de projeção das variáveis e métodos para definição dos parâmetros	118
	ANEXO 2 - Pesquisa Quantitativa e Qualitativa do modelo da RFFSA	125
	ANEXO 3 - Área e densidade populacional dos municípios do Estado de Mato Grosso do Sul	134
	ANEXO 4 - Dados usados no tratamento das variáveis do modelo de oferta	139
	ANEXO 5 - Metodologia para identificação das áreas com aptidão agrícola	145
	ANEXO 6 - Clientes, órgãos oficiais e fluxos de carga do modelo da RFFSA	151
	ANEXO 7 - Projeções das variáveis do modelo de oferta	154

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-2 - Gráficos para verificação de tendência	13
Figura 2-2 - Mapa do Estado de Mato Grosso do Sul com a malha rodoviária e ferroviária	22
Figura 3-2 - Mapa do Estado de Mato Grosso do Sul dividido em microrregiões homogêneas	23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1-4 -	Principais dados coletados no Estado de Mato Grosso do Sul	30
Tabela 2-4 -	Dados das variáveis menos significativas coletados no Estado de Mato Grosso do Sul	31
Tabela 3-4 -	Produção de soja em mil toneladas por região no Estado de Mato Grosso do Sul	32
Tabela 4-4 -	Precipitação em mm por região no Estado de Mato Grosso do Sul	33
Tabela 5-4 -	Temperatura em °C por região no Estado de Mato Grosso do Sul	34
Tabela 6-4 -	Resumo dos resultados estatísticos e parâmetros dos modelos	35
Tabela 7-4 -	Estatística de Durbin-Watson	39
Tabela 8-4 -	Área colhida em ha por região no Estado de Mato Grosso do Sul	40
Tabela 9-4 -	Produtividade em kg/ha por região no Estado de Mato Grosso do Sul	41
Tabela 10-4 -	Verificação de tendência de área cultivada e de produtividade no Estado de Mato Grosso do Sul	42
Tabela 11-4 -	Parâmetros das variáveis dos modelos estacionários	43
Tabela 12-4 -	Resumo dos resultados estatísticos e parâmetros dos modelos para área	43
Tabela 13-4 -	Resumo dos resultados estatísticos e parâmetros dos modelos para produtividade	45
Tabela 14-5 -	Valores reais das variáveis	49
Tabela 15-5 -	Projeções de volume de produção de soja usando variáveis reais	49
Tabela 16-5.2.1 -	Projeções das variáveis do modelo de Bodoquena	52
Tabela 17-5.2.1 -	Projeções de volume de produção de soja na Região de Bodoquena	53
Tabela 18-5.2.1 -	Projeções das variáveis do modelo de C. Grande	55
Tabela 19-5.2.1 -	Projeções de volume de produção de soja na Região de C. Grande	55
Tabela 20-5.2.1 -	Projeções das variáveis do modelo de Dourados	57
Tabela 21-5.2.1 -	Projeções de volume de produção de soja na Região de Dourados	57
Tabela 22-5.2.1 -	Projeções das variáveis do modelo de Iguatemi	59
Tabela 23-5.2.1 -	Projeções de volume de produção de soja na Região de Iguatemi	60

Tabela 24-5.2.1	- Projeções das variáveis do modelo de Nova Andradina	61
Tabela 25-5.2.1	- Projeções de volume de produção de soja na Região de Nova Andradina	62
Tabela 26-5.2.1	- Projeções das variáveis do modelo de Pantanaís	63
Tabela 27-5.2.1	- Projeções de volume de produção de soja na Região de Pantanaís	64
Tabela 28-5.2.1	- Projeções das variáveis do modelo de Paranaíba	65
Tabela 29-5.2.1	- Projeções de volume de produção de soja na Região de Paranaíba	66
Tabela 30-5.2.1	- Projeções das variáveis do modelo de Alto Taquari	67
Tabela 31-5.2.1	- Projeções de volume de produção de soja na Região de Alto Taquari	68
Tabela 32-5.2.1	- Projeções das variáveis do modelo de Três Lagoas	69
Tabela 33-5.2.1	- Projeções de volume de produção de soja na Região de Três Lagoas	70
Tabela 34-5.2.1	- Projeções das variáveis do modelo do Estado como única área	71
Tabela 35-5.2.1	- Projeções de volume de produção de soja no Estado como única área	72
Tabela 36-5.2.2	- Projeções das variáveis do modelo de Bodoquena	73
Tabela 37-5.2.2	- Projeções de volume de produção de soja na Região de Bodoquena	74
Tabela 38-5.2.2	- Projeções das variáveis do modelo de C. Grande	75
Tabela 39-5.2.2	- Projeções de volume de produção de soja na Região de C. Grande	76
Tabela 40-5.2.2	- Projeções das variáveis do modelo de Dourados	77
Tabela 41-5.2.2	- Projeções de volume de produção de soja na Região de Dourados	78
Tabela 42-5.2.2	- Projeções das variáveis do modelo de Iguatemi	79
Tabela 43-5.2.2	- Projeções de volume de produção de soja na Região de Iguatemi	80
Tabela 44-5.2.2	- Projeções das variáveis do modelo de Nova Andradina	81
Tabela 45-5.2.2	- Projeções de volume de produção de soja na Região de Nova Andradina	82
Tabela 46-5.2.2	- Projeções das variáveis do modelo de Pantanaís	83
Tabela 47-5.2.2	- Projeções de volume de produção de soja na Região de Pantanaís	84
Tabela 48-5.2.2	- Projeções das variáveis do modelo de Paranaíba	85
Tabela 49-5.2.2	- Projeções de volume de produção de soja na Região de Paranaíba	86
Tabela 50-5.2.2	- Projeções das variáveis do modelo de Alto Taquari	87
Tabela 51-5.2.2	- Projeções de volume de produção de soja na Região de Alto Taquari	88

Tabela 52-5.2.2 - Projeções das variáveis do modelo de Três Lagoas	89
Tabela 53-5.2.2 - Projeções de volume de produção de soja na Região de Três Lagoas	90
Tabela 54-5.2.2 - Projeções das variáveis do modelo do Estado como única área	91
Tabela 55-5.2.2 - Projeções de volume de produção de soja no Estado como única área	92
Tabela 56-5 - Resumo das avaliações dos modelos	93
Tabela 57-5 - Distribuição das diferenças entre os valores estimados e observados	94
Tabela 58-5 - Projeções da produção do Estado somando as projeções das regiões	96
Tabela 59-5 - Erros médios de projeção	96
Tabela 60-5 - Projeções da produção pelo modelo da RFFSA	98

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1-5 -	Valores observados e estimados segundo o modelo de oferta	50
Gráfico 2-5.2.1 -	Valores observados e estimados segundo o modelo de Bodoquena	53
Gráfico 3-5.2.1 -	Valores observados e estimados segundo o modelo de C. Grande	56
Gráfico 4-5.2.1 -	Valores observados e estimados segundo o modelo de Dourados	58
Gráfico 5-5.2.1 -	Valores observados e estimados segundo o modelo de Iguatemi	60
Gráfico 6-5.2.1 -	Valores observados e estimados segundo o modelo de Nova Andradina	62
Gráfico 7-5.2.1 -	Valores observados e estimados segundo o modelo de Pantanaís	64
Gráfico 8-5.2.1 -	Valores observados e estimados segundo o modelo de Paranaíba	66
Gráfico 9-5.2.1 -	Valores observados e estimados segundo o modelo de Alto Taquari	68
Gráfico 10-5.2.1 -	Valores observados e estimados segundo o modelo de Três Lagoas	70
Gráfico 11-5.2.1 -	Valores observados e estimados segundo o modelo do Estado como única área	72
Gráfico 12-5.2.2 -	Valores observados e estimados segundo o modelo de Bodoquena	74
Gráfico 13-5.2.2 -	Valores observados e estimados segundo o modelo de C. Grande	76
Gráfico 14-5.2.2 -	Valores observados e estimados segundo o modelo de Dourados	78
Gráfico 15-5.2.2 -	Valores observados e estimados segundo o modelo de Iguatemi	80
Gráfico 16-5.2.2 -	Valores observados e estimados segundo o modelo de Nova Andradina	82
Gráfico 17-5.2.2 -	Valores observados e estimados segundo o modelo de Pantanaís	84
Gráfico 18-5.2.2 -	Valores observados e estimados segundo o modelo de Paranaíba	86
Gráfico 19-5.2.2 -	Valores observados e estimados segundo o modelo de Alto Taquari	88
Gráfico 20-5.2.2 -	Valores observados e estimados segundo o modelo de Três Lagoas	90

Gráfico 21-5.2.2 - Valores observados e estimados segundo o modelo do Estado como única área	92
Gráfico 22-5 - Valores estimados (somando as regiões) e observados do Estado	97
Gráfico 23-5 - Valores observados e estimados segundo o modelo da RFFSA	99

..

RESUMO

GONÇALVES, P. de M. B. *Modelos para previsão de demanda por transporte de grãos: verificação, avaliação e análise comparativa*. São Carlos, 1996. 115p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

Neste trabalho realiza-se uma análise individual e comparativa de três modelos de demanda por transporte de grãos: de Oferta, de Incorporação de área e aumento de produtividade, e da Rede Ferroviária Federal S/A. O estudo foi desenvolvido com base num conjunto de dados coletados no Estado de Mato Grosso do Sul. Esse conjunto contém dados referentes ao período de 1974 a 1994, e foi dividido em duas partes: a primeira, de 1974 a 1988, usada na calibração dos modelos, e a segunda, de 1989 a 1994, na verificação de desempenho dos modelos. A produção estimada para o segundo período foi comparada com a produção observada no mesmo período. A precisão dos modelos foi verificada para curto e longo prazos, e para dois níveis de agregação. Concluiu-se que tanto o modelo de Oferta como o modelo da RFFSA são apropriados para a previsão de curto prazo. E que o modelo de Oferta é melhor do que o de Incorporação de área e aumento de produtividade para a projeção de produção em nível agregado, e vice-versa.

Palavras-chave: Análise de demanda; Modelos de demanda; Transporte de grãos.

ABSTRACT

GONÇALVES, P. de M. B. *Grain transportation demand models: verification, evaluation and comparative analysis*. São Carlos, 1996. 115p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

This work carries out an individual and comparative analysis of three grain transportation demand models: Supply model, Area and Productivity model and RFFSA (Federal Railway) model. The study was developed based on the data set collected in the State of Mato Grosso do Sul. This set contains data related to the period from 1974 to 1994. It was divided into two periods, the first from 1974 to 1988, used to calibrate the models, and the second, from 1989 to 1994, used to verify the performance of the models. The production estimated for second period was compared to the observed production. The accuracy of the models was verified for short and long terms, and for two levels of aggregation. It was concluded that both Supply and RFFSA models are appropriate to the short term forecasting, and that the Area and Productivity model may be used for the long term. It was also concluded that the Supply model is better than Area and Productivity model for estimating production at the aggregate level, and vice-versa.

Keywords: Demand Analysis; Demand models; Transport of grains.

1. INTRODUÇÃO

1.1. Considerações iniciais

Estudos de viabilidade econômica de novos projetos no setor de transporte ou avaliação de investimentos em projetos de transporte já consolidados, bem como planejamento de transporte, necessitam invariavelmente de previsões de demanda por transporte. É através dela que se estima a magnitude dos benefícios proporcionados por uma intervenção no sistema de transporte.

Ao contrário da área de transporte de passageiros, a aplicação da teoria da demanda ao transporte de carga é mais recente e menos extensiva.

De acordo com KANAFANI (1983), isto não é devido a maior dificuldade na sua aplicação ao transporte de cargas, mas sim porque este, assim como a política e o planejamento associados a ele, passou a receber as devidas atenções somente mais tarde.

MORLOK (1978) acredita que isso se deve ao fato de só recentemente ter surgido problemas associados ao movimento de cargas em áreas urbanas ou entre regiões. O transporte de carga era sempre visto em segundo plano em relação ao movimento de pessoas, dada a pequena participação (10 a 20%) de veículos de transporte de carga em relação ao total de veículos nas vias. Além disso, as empresas transportadoras têm procurado melhorar seus conhecimentos a respeito do mercado e o governo vem se preocupando com a crescente participação do custo de transporte no preço final dos produtos.

De fato, numa conferência promovida pelo Transportation Research Board (TRB), em 1974, concluiu-se que as pesquisas em transporte de carga estavam apenas no seu estágio inicial. Como decorrência dessa conclusão, o TRB financiou uma pesquisa

desenvolvida por Creighton e Banks e publicada em 1977 em que faz uma avaliação detalhada do estado da arte em transporte de carga, identificando os dados necessários para a aplicação dos métodos e técnicas de projeção da demanda. Na pesquisa os autores citam Bruck et al. (1974) que desenvolveram um trabalho para a Southern California Association of Governments (SCAG) e California Department of Transportation (CALTRANS). O trabalho enfocou os métodos empregados na projeção da demanda e identificou um total de 19 métodos diferentes aplicados à projeção da demanda, os quais foram classificados em quantitativos, projeção e análise de série temporal, e qualitativos.

Foram considerados métodos quantitativos os modelos econométricos, entre eles a análise de regressão, os modelos input-output e os estudos com base no comportamento da economia. O método quantitativo mais usado é a análise de regressão e os mais importantes são os de input-output e os de estudos com base no comportamento da economia. A precisão estatística da análise de regressão geralmente é boa, necessita de 10 ou mais observações numa série temporal e a variável dependente normalmente é a variável a ser projetada. Geralmente o número de variáveis explicativas é limitado. A análise de regressão passo a passo proporciona uma maneira sistemática de selecionar as melhores variáveis explicativas. Essa técnica é ainda mais útil quando não se tem muitas evidências de quais variáveis devem ser incluídas no modelo. Existem, no entanto, muitos problemas com multicolinearidade que devem ser verificados atentamente. Modelo econométrico serve de base ao estudo de dados empíricos por métodos estatísticos de estimação e teste de hipóteses. Exemplos de aplicações de modelos econométricos, especificamente de análise de regressão, encontram-se em FARNUM (1989). Modelos input-output refletem o fluxo de mercadorias e serviços entre indústrias e regiões de uma economia regional ou nacional. Sua precisão é boa, porém exige um considerável esforço para torná-lo viável, pois é grande o nível de detalhamento dos dados requeridos pelo modelo. Exemplos de aplicação do modelo input-output podem ser vistos em BULMER-THOMAZ (1982). Estudos com base no comportamento da economia, levam em conta mudanças na economia e na indústria de base. São úteis na identificação de alterações de curto prazo na atividade industrial e na identificação do comportamento

do fluxo de cargas entre indústrias. ISAR (1960) discute e analisa exemplos de aplicação desse modelo.

O segundo grupo de métodos é o de projeção e análise de série temporal ou extrapolação de tendência. É o método mais antigo e ainda o mais usado. Ele difere do método quantitativo porque não inclui no modelo outras variáveis que poderiam explicar a demanda. As projeções com série temporal são mais eficazes tanto quanto ocorra estabilidade nos dados da variável a ser projetada. Em razão disso, a sua aplicação requer dados de alta qualidade e estáveis por longo período. A credibilidade de seus resultados é inferior à do método quantitativo, e é considerado bom apenas para projeções de curto prazo. Alguns exemplos desse método encontram-se em FARNUM (1989).

O terceiro e último grupo dos métodos de projeção da demanda é o qualitativo. Esses métodos devem ser usados quando a série temporal de dados disponível é pequena ou quando não houver informações suficientes para se empregar outros métodos. Frequentemente aparecem em discussões de alternativas para futuros cenários relativo a um projeto particular. Esse método é mais eficiente quando acompanhado por um método quantitativo. Geralmente os métodos qualitativos contêm pesquisa de mercado, análise do setor e algumas analogias. Um exemplo de aplicação de modelo qualitativo encontra-se em RFFSA (1989).

MORLOK (1978) considera dois tipos de demanda por transporte de carga, quais sejam: urbana e inter-regionais. O número de viagens atraídas por uma atividade econômica desenvolvida em uma certa área pode ser analisado usando o modelo de geração de viagens desenvolvido para passageiros. Entre os modelos de demanda por transporte de cargas inter-regionais existe o de input-output, e também os aplicados à previsão de viagens urbanas de passageiros. As quantidades e os tipos de cargas geradas em uma região ou zona são relacionadas, por suas características, às atividades econômicas e a população consumidora de outras regiões, que atraem produção para o consumo final. Esses fluxos podem ser distribuídos por modelos de gravidade. Outra técnica de previsão, mais simples, é o estudo, através de dados históricos, do comportamento da quantidade de um certo produto demandada ao

longo do tempo. Trata-se de modelo com base em série temporal. A principal limitação desse método é que ele assume que a taxa de crescimento (ou diminuição) da demanda ocorrida no passado, continuará no futuro. Isso significa assumir que as mudanças na preferência do usuário de transporte ocorrerão a taxas constantes ou que nunca ocorrerão, mesmo com o surgimento de nova tecnologia de transporte, alterações de políticas de preços, etc.

WRIGHT (1980) projeta a demanda por transporte de produtos agrícolas utilizando um modelo quantitativo bastante simples, onde a produção é função de duas variáveis: incorporação de novas áreas e aumento de produtividade. A projeção ocorre para dois níveis de produção, um mais otimista e outro mais pessimista. As estimativas das variáveis partem de uma série de pressupostos com base na potencialidade e tendências do mercado, bem como nos recursos naturais e na configuração das áreas estudadas.

KANAFANI (1983) dá 3 enfoques básicos para a análise da demanda por transporte de carga. O primeiro vem da microeconomia em que uma empresa, usuária do transporte, é a unidade básica de análise. O transporte nesse caso é um dos insumos no processo de produção. O segundo enfoque é o modelo de interação espacial, onde excedentes e “déficits” de cargas são associados a dados pontos do espaço, permitindo identificar os possíveis fluxos de carga entre os pontos com excesso de oferta e excesso de demanda. Modelos de gravidade e métodos de otimização matemática são freqüentemente usados neste enfoque. O terceiro é o macroeconômico, cuja relação entre os setores da economia são geralmente analisados com o auxílio do modelo input-output.

VALEC (1987) e DUCTOR (1988) projetam a demanda de produtos agrícolas através das projeções das variáveis: área e produtividade. Os autores projetam a área e a produtividade analisando conjuntamente a evolução da incorporação de novas áreas e do aumento de produtividade. O estudo do consumo interno e da exportação é feito através da análise do excedente e “déficit” do produto no mercado interno e externo, e também considerando a variação no consumo percapita do produto e seus derivados.

RFFSA (1979-1989) emprega o método quantitativo no estudo da projeção da demanda ferroviária. A metodologia é bastante simples e suas aplicações evoluíram ao longo do tempo. O método consiste basicamente na aplicação de uma entrevista com os clientes potenciais, quando estes fornecem suas expectativas de produção futura e indicam como pretendem transportar seus produtos. No estudo da demanda de 1989 foi introduzida a pesquisa qualitativa, onde os clientes responderam a questões sobre a qualidade dos serviços prestados pela empresa transportadora. Os resultados da pesquisa são usados na tentativa de eliminar as deficiências do transporte e consequentemente atender as condições estabelecidas na pesquisa quantitativa, isto é que a empresa transportadora oferecerá as condições operacionais e tarifárias adequadas aos clientes.

KAWAMOTO (1993) comenta em seu trabalho que estão se processando duas mudanças básicas em termos de perspectivas para a análise de demanda por transporte. A primeira é na metodologia e no processo de planejamento. Pouco a pouco o planejamento de transporte vem sendo considerado um processo político. As análises técnicas dão suporte às questões que envolvem intervenções políticas no sistema de transporte. A segunda é consequência da mudança do estado da arte da análise da demanda, pela introdução de micro computadores de grande capacidade, que permitem armazenar e tratar um grande volume de informações com relativa facilidade.

1.2. Projeções de produção no setor agrícola

O produto escolhido para esta pesquisa é a soja. O volume ofertado de produtos agrícolas demanda transporte, seja para o mercado local, para outros mercados nacionais ou para exportação. Assim, a produção futura de um produto projetada por um modelo do setor agrícola é equivalente ao volume de viagens projetada pelo modelo de produção de viagens no modelo clássico de quatro etapas utilizado no planejamento de transporte.

Embora muitas vezes desconhecido dos planejadores de transporte, o setor agrícola tem desenvolvido vários métodos e modelos para a previsão do volume de oferta de seus produtos. Para o setor agrícola, previsões fidedignas das safras agrícolas, que permitam a condução dos ajustamentos sócio-econômicos necessários em tempo hábil, são de grande relevância. As previsões de safras e de intenções de plantio são valiosos tanto para os produtores e comerciantes, na formulação de projeções de preços e volume de negócios, como para as agências de crédito, agro-indústrias, indústrias de insumos agrícolas, operadoras de transporte e o poder público, em suas formulações de política de suprimento de produtos, serviços e/ou insumos (Santos, 1974).

Dentre os métodos mais conhecidos para projeções de produtos agrícolas, os dois mais usados são o modelo de oferta e o modelo de previsão de safra por amostragem.

Os recenseamentos gerais são operações custosas e demoradas, não preenchendo, por isso, as necessidades imediatas de análise. Nesse caso, deve-se optar por um levantamento parcial ou amostra, que apresenta muitas vantagens, tais como: custo reduzido, maior rapidez, maior profundidade e maior precisão (Cochran, 1963). Portanto, o objetivo da amostragem é tornar a amostra mais eficiente, procurando desenvolver métodos de seleção e estimação que proporcionem, a custo baixo, estimativas que sejam bastante precisas para o fim a que se destinam. A obtenção da amostra pode ser feita por escolha proposital, mas sua precisão depende da capacidade do investigador e não se presta a um tratamento matemático, como no caso da retirada aleatória (ao acaso), onde unidades escolhidas ou sorteadas se apresentam conforme a frequência com que se distribuem na população. Um dos tipos de amostra é a estratificada, que tem sido a preferida nas projeções agrícolas, onde o grupo de áreas deve ser constituído de unidades semelhantes e muito diferentes grupo a grupo. As estimativas obtidas das amostras estratificadas são mais eficientes do que as obtidas das amostras aleatórias simples (Vicente et al., 1989). O tamanho da amostra pode também ser determinado através de cálculos estatísticos. A fim de tornar válido a amostra, é conveniente realizar pesquisa preliminar exploratória. Qualquer descuido nesta fase pode prejudicar o resultado da pesquisa. As questões

formuladas também são de grande importância (Camargo, 1988). O prazo para as projeções é de 1 ano, ou seja, a produção é projetada para o curto prazo. Para o setor agrícola, que requer projeção da produção ano a ano, bem como investigação de outras questões tais como área da propriedade para fins de cobrança de imposto e nível de ocupação da área, esse método é bastante útil e preciso. Seus resultados podem ser aproveitados para projetar a demanda de curto prazo. Já, em locais que não se emprega esse método, aplicá-lo unicamente para projetar a demanda é relativamente trabalhoso. O Instituto de Economia Agrícola, que projeta a produção por amostragem no Estado de São Paulo, tem alcançado bons resultados com o método.

O outro modelo mais usado no setor agrícola é o de oferta. O modelo de oferta é um dos modelos de projeção do tipo quantitativo, onde diversas variáveis independentes, econômicas e não econômicas, são testadas na tentativa de melhor explicar a oferta do produto. É um modelo bastante atrativo para o cálculo da demanda por transporte, uma vez que não requer muito esforço, possui alguma base teórica e projeta a produção para período maior que 1 ano. A metodologia para sua aplicação, os dados necessários, os resultados de sua aplicação, e o teste de sua consistência e desempenho encontram-se nos capítulos seguintes.

No Estado de Mato Grosso do Sul, área selecionada para aplicação dos modelos, as projeções da produção agrícola ocorrem todos os anos, passando por 3 etapas. Na primeira etapa, as Coordenadorias Municipais de Estatística Agropecuária (COMEA) reúnem os produtores a fim de somar suas estimativas individuais. Na segunda etapa, as Coordenadorias Regionais de Estatística Agropecuária (COREA) reúnem os representantes das COMEA de sua região, totalizando a sua produção. Na terceira e última etapa, o Grupo de Coordenadorias de Estatística Agropecuária (GCEA) reúne as COREA e estima a produção futura no Estado de Mato Grosso do Sul. É um método simples, que tem apresentado bons resultados. Poderia ser enquadrado como sendo do tipo qualitativo. A sua eficiência depende do cadastro das propriedades agrícolas no município e da realização da produção conforme programação prevista.

1.3. Objetivos

O presente trabalho reuniu 3 modelos de projeção da produção. O modelo de oferta, um dos modelos mais utilizados na projeção da produção de grãos para o setor agrícola; o modelo de incorporação de área e aumento de produtividade, um modelo muito usado na avaliação de projetos de transporte; e o modelo da RFFSA, o qual ajuda no planejamento da operação e na definição de novos investimentos de uma empresa transportadora. O objetivo geral desta pesquisa é realizar uma análise individual e comparativa desses modelos. Assim, esse objetivo foi desmembrado em três partes:

- Verificar a consistência do modelo de oferta, projetando a produção com valores reais das variáveis.
- Avaliar o desempenho dos modelos: de oferta, de incorporação de área e aumento de produtividade (projetando a produção com valores projetados para as variáveis) e da RFFSA.
- Comparar o desempenho dos modelos de oferta e de incorporação de área e aumento de produtividade em dois níveis de agregação.

1.4. Estrutura do trabalho

Este trabalho é apresentado em seis capítulos.

No primeiro capítulo, faz-se considerações a respeito da situação da análise de demanda no transporte de carga; expõem-se os métodos de projeção de demanda que vem sendo mais usados na prática da engenharia de transportes; faz-se uma analogia do volume de oferta de produto agrícola com a geração de viagens; apresentam-se alguns modelos de projeção da produção mais difundidos no setor agrícola; discutem-se os modelos escolhidos para aplicação; e finalmente propõem-se os objetivos a serem alcançados.

No segundo capítulo, apresentam-se em detalhes os modelos escolhidos para a projeção da produção.

No terceiro capítulo faz-se a escolha de um produto específico, cuja produção deseje-se projetar e cujos dados de produção estejam registrados há pelo menos 20 anos, uma vez que os dados correspondentes aos primeiros 15 anos serão utilizados na calibração dos modelos e os restantes na verificação e análise do seu desempenho; em seguida, é definida a área de estudo em função do produto escolhido, e a área definida é dividida em regiões a fim de comparação de suas avaliações em dois níveis de agregação; e processam-se os dados necessários para a realização das projeções.

No quarto capítulo calibram-se as funções de acordo com os métodos próprios de cada modelo, sendo escolhidas aquelas que tenham apresentado os melhores resultados estatísticos e os menores valores dos resíduos. Verifica-se a existência de multicolinearidade nos modelos de oferta e tendência no modelo de incorporação de área e aumento de produtividade. No encerramento do capítulo, faz-se uma análise geral dos resultados estatísticos obtidos usando os modelos.

No quinto capítulo, faz-se projeções da produção para os anos subsequentes aplicando as funções escolhidas, tanto na área como um todo como em cada uma das regiões que a compõem, usando, para isso, valores reais e projetados para as variáveis independentes. Com os resultados, verifica-se a consistência do modelo de oferta, analisa-se o desempenho do modelo de oferta, do modelo de incorporação de área e aumento de produtividade e do modelo da RFFSA, e comparam-se as projeções em dois níveis de agregação. No decorrer do capítulo analisam-se os parâmetros e os sinais das variáveis incluídas nos modelos.

No sexto capítulo apresentam-se as conclusões relativas à utilização dos modelos, tendo por base suas aplicações no Estado de Mato Grosso do Sul, incluindo críticas aos procedimentos adotados e registrando algumas recomendações quanto ao uso dos modelos.

Ao final, encontram-se relacionadas as referências bibliográficas.

2. MODELOS

Neste capítulo serão apresentados os modelos comumente utilizados para obtenção da produção futura de soja. Os modelos abordados são: modelos de oferta; de incorporação de área e aumento de produtividade; e da REDE FERROVIÁRIA FEDERAL S/A (RFFSA).

Os dois últimos são do setor de transportes, sendo que a projeção da produção no modelo de incorporação foi usada para dimensionar a demanda por transportes nos estudos de viabilidade econômica de novos projetos e o da RFFSA para planejar a operação do transporte, bem como para direcionar novos investimentos da Empresa.

O modelo de oferta vem do setor agrícola sendo útil principalmente aos órgãos do governo que controlam a produção e a economia em geral.

O horizonte de projeção depende da finalidade a que ela se destina. O modelo da RFFSA considera curto prazo o ano seguinte, médio prazo o segundo ano e longo prazo o terceiro ano. O modelo de oferta projeta para o curto prazo e o de incorporação de área e aumento de produtividade pode projetar para um período de até 20 anos.

O modelo de incorporação parte da premissa de que a produção varia apenas em função da área e da produtividade. A projeção da produção é feita indiretamente, através da projeção dessas duas variáveis. O modelo de oferta seleciona, entre muitas variáveis, aquelas que podem afetar a produção do produto, eliminando as variáveis não significativas estatisticamente, para depois projetar a produção, também indiretamente. O modelo da RFFSA consiste em organizar as informações fornecidas por seus clientes efetivos e/ou potenciais, através de pesquisa, onde são coletadas projeções da produção por eles estimadas na área de influência da ferrovia, a fim de identificar sua demanda potencial após criteriosa análise dos resultados da pesquisa.

2.1. Modelo de oferta

O modelo de oferta foi desenvolvido por NERLOVE (1958) e aperfeiçoado por outros autores, tais como BRANDT (1972), CARMO (1974) e TOYAMA (1970). Trata-se de um modelo que resulta da combinação de uma função oferta de longo prazo e uma função de ajustamento da produção para o curto prazo.

A expressão matemática da função oferta de longo prazo pode ser expressa conforme Equação (1):

$$y^* = \alpha_0 + \alpha_1 \cdot x_1 + \alpha_2 \cdot x_2 + \alpha_3 \cdot x_3 + \dots + \alpha_k \cdot x_k + \varepsilon \quad (1)$$

onde, y^* é a quantidade de equilíbrio a longo prazo ou a produção que os agricultores desejam colocar no mercado após realocarem os fatores produtivos, em resposta às alterações nos preços relativos; x_1 é o preço do produto; $x_2, \dots, x_{1+c}$ são os preços de c produtos supostamente concorrentes; $x_{2+c}, \dots, x_k$, com $k > 2+c$, são outras variáveis explicativas; $\alpha_0, \dots, \alpha_k$ são os coeficientes das respectivas variáveis e ε é um erro que por hipótese tem uma distribuição normal.

A variação na produção face as mudanças no seu preço é um processo relativamente lento. Supõe-se que essa variação seja dependente das características e do ciclo vital de cada cultura, do custo dos insumos, e dos preços das culturas concorrentes. A impossibilidade de se ajustar imediatamente a produção aos novos preços conduz ao ajustamento da produção para o ano seguinte, considerando a produção do ano anterior, conforme expressa a Equação (2):

$$y_t - y_{t-1} = B \cdot (y^* - y_{t-1}), \quad 0 < B \leq 1 \quad (2)$$

onde, y_t é a produção no ano t ; y_{t-1} é a produção do ano anterior a t ; e B é o coeficiente de ajustamento, que mostra a parcela de desequilíbrio entre a produção atual e a produção planejada a longo prazo que supostamente é eliminada em um ano, ou seja, deve variar entre 0 e 1. Se $B=1$, $y^*=y_t$, portanto, não há defasagem entre a oferta no ano t e a de longo prazo, o que em última análise implica em uma realocação contígua dos fatores produtivos. Talvez aqui resida a principal diferença entre calibrar uma simples equação matemática e uma função que tem pelo menos

algum fundamento teórico. Portanto, os modelos não foram selecionados apenas em função das estatísticas da regressão, e sim em função também da compatibilidade dos modelos com a teoria.

Combinando-se as Equações (1) e (2), obtém-se uma terceira Equação (3), denominada modelo de oferta, utilizada no ajustamento empírico da oferta, e com a qual estimam-se as produções futuras.

$y_t - y_{t-1} = B \cdot (\alpha_0 + \alpha_1 \cdot x_1 + \alpha_2 \cdot x_2 + \alpha_3 \cdot x_3 + \dots + \alpha_k \cdot x_k + \varepsilon - y_{t-1})$, portanto:

$$y_t = B \cdot \alpha_0 + (1-B) \cdot y_{t-1} + B \cdot \alpha_1 \cdot x_1 + B \cdot \alpha_2 \cdot x_2 + B \cdot \alpha_3 \cdot x_3 + \dots + B \cdot \alpha_k \cdot x_k + \varepsilon$$

Fazendo $B \cdot \alpha_0 = b_0$; $1 - B = b_{t-1}$; $B \cdot \alpha_1 = b_1$; $B \cdot \alpha_2 = b_2$;; $B \cdot \alpha_k = b_k$, tem-se

$$y_t = b_0 + b_{t-1} \cdot y_{t-1} + b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_2 + \dots + b_k \cdot x_k + \varepsilon \quad (3)$$

onde, b_0 , b_{t-1} , b_1 ,, b_k são os parâmetros do modelo, os quais servirão também de base para o cálculo dos coeficientes de elasticidade; e ε é o erro aleatório.

Os parâmetros são ajustados através de regressão linear múltipla entre os valores de produção observados e os valores das variáveis escolhidas, usando o método dos mínimos quadrados. Os aspectos teóricos das técnicas de ajustamento têm sido abordados por vários autores, tais como COSTA NETO (1977) e FARNUM (1989), razão pela qual não serão tratados neste trabalho.

Definidas as variáveis significativas do modelo, a etapa seguinte será projetá-las, uma vez que seus valores futuros não são conhecidos. Os procedimentos de projeção são idênticos aos do modelo de incorporação de área e aumento de produtividade.

2.2. Modelo de incorporação de área e aumento de produtividade

É um dos modelos de projeção da demanda por transporte de grãos mais usados em estudos de viabilidade econômica de novos projetos em transportes (ver, por

exemplo: WRIGHT, 1980; VALEC, 1987 e DUCTOR, 1988). Consiste em projetar a produção, através da projeção da área incorporada para o cultivo do produto e da produtividade. O volume de produção obtém-se multiplicando estes dois valores projetados para a mesma data.

Segundo FARNUM (1989), antes de aplicar o modelo recomenda-se que seja verificada, através de métodos estatísticos e de análise gráfica, se a série temporal de dados disponível para área e produtividade pode ser considerada uma série com tendência de crescimento (diminuição) ou se é uma série estacionária.

A análise gráfica consiste na confecção dos gráficos como os apresentados na Figura 1. Ela pode mostrar uma eventual tendência na série da área ou da produtividade. A tendência ocorre quando o gráfico resultante da série $y(t)$ em função do tempo não for horizontal, como o da Figura 1a. O gráfico da Figura 1b, da diferença $(y_t - y_{t-1})$ da série, não indica tendência se a sua média tiver uma aparência horizontal. Por último, o gráfico da Figura 1c, representando valores relativos (y_t/y_{t-1}) da série, resulta também em uma reta horizontal cuja média é 1 caso não haja tendência.

Figura 1 - Gráficos para verificação de tendência

Fig. 1a.- série c/ tendência

Fig. 1b.- série estacionária

Fig. 1c.- série c/ tendência

Muitas vezes a existência da tendência não fica bem definida na análise gráfica. Nesse caso, testes de hipótese podem ajudar a resolver a questão, estabelecendo as seguintes hipóteses:

H_0 : A série é estacionária.

H_a : A série não é estacionária.

Testes estatísticos aceitam ou rejeitam a hipótese H_0 . Teste de Daniel (DANIEL, 1950 citado por FARNUM, 1989) é um teste estatístico não paramétrico baseado no coeficiente de correlação de Spearman (ρ). Trata-se de um dos testes não paramétricos mais potentes para detectar uma série estacionária. Entre os testes paramétricos está o coeficiente de correlação momento produto de Pearson (r), que também é muito poderoso e deve ser usado para verificar a existência ou não da tendência. O coeficiente de Pearson foi desenvolvido para detectar tendência linear, mas freqüentemente rejeita H_0 mesmo que ocorra tendência curvilínea. Conceitos e exemplos de aplicação podem ser vistos em FARNUM, 1989.

Não existindo tendência, o modelo para projeção da área ou da produtividade será estacionário ($y_t = \alpha_0 + \varepsilon_t$).

Existindo a tendência, a projeção da área colhida e da produtividade se dá após identificar o tipo de relação funcional que ocorre entre a variável e o tempo. Geralmente as funções (FARNUM, 1989) são divididas em linear e curvilínea. Um modelo curvilíneo ocorre quando a taxa esperada de crescimento (ou diminuição) dos valores de uma série mudam de um período para outro.

O modelo linear é o mais usado principalmente por causa da sua simplicidade matemática, além de estar bastante desenvolvido em termos de aplicação, e também porque muitas séries temporais podem ser aproximadas pela forma linear para intervalos de tempo limitados, com um razoável nível de precisão.

Os resultados estatísticos e os resíduos indicam o melhor modelo para projetar a área ou a produtividade. Estimados os valores de área e produtividade do ano t , calcula-se a produção para os anos posteriores usando a Equação (4).

$$y_t = A_t \cdot P_t \quad (4)$$

onde, y_t é a produção no ano t ; A_t é a área projetada para o ano t ; e P_t é a produtividade projetada para o ano t .

Os principais métodos para cálculo do parâmetro α_0 , quando for modelo estacionário, dos parâmetros α_0 , α_1 e α_2 , quando for função logística ou exponencial modificada, e exemplos de modelos lineares e curvilíneos usados nas projeções, encontram-se no Anexo 1.

2.3. Modelo da RFFSA

O modelo de previsão da demanda utilizado pela Rede Ferroviária Federal S/A (RFFSA) é na realidade um processo de investigação do mercado, sob forma de painel, onde são identificados por pesquisa de campo os fluxos efetivos e/ou potenciais de transporte da empresa. O estudo da RFFSA apenas organiza as informações obtidas junto a seus usuários sob diversos aspectos. Tais informações são projeções de produção feitas por seus clientes, cada qual com o seu método próprio. Será abordada neste estudo apenas a metodologia desenvolvida pela RFFSA.

Para facilitar o entendimento, convém estabelecer alguns conceitos utilizados no transporte ferroviário, que são:

Fluxo de Transporte: Caracteriza-se pela movimentação (efetiva ou potencial) de um determinado produto, associado a um cliente, entre um par de origem/destino.

Fluxo Efetivo: É a movimentação de um determinado produto efetivamente realizada, mesmo que seja uma parcela mínima da demanda potencial de transporte.

Fluxo Potencial: É definido como demanda potencial de transporte, totalmente reprimida, ou seja, não há nenhuma movimentação de carga.

Demanda Potencial sob a Ótica do Cliente: É o volume de carga que o cliente entregaria à empresa em função da logística desejável de distribuição e/ou abastecimento de sua unidade produtiva, considerando que a ferrovia ofereça condições (operacionais e tarifárias) adequadas, quaisquer que sejam as quantidades de transporte demandadas.

Para a empresa é importante que o estudo seja sistemático pois este é um meio de fortalecer os canais de ligação da mesma com o seu mercado, contribuindo para harmonizar os interesses de ambas as partes: Empresa e Clientes.

Seus objetivos podem ser divididos em objetivos de curto, médio e longo prazos. O objetivo de curto prazo é o estabelecimento da base para a programação de metas de transporte da Empresa para o exercício posterior. A demanda potencial de curto prazo representa a mais imediata necessidade do mercado e, dadas as restrições da oferta de transporte de curto prazo, determina-se a demanda reprimida de curto prazo, o que permite identificar a dimensão da defasagem da empresa com relação ao mercado. Entre os objetivos de médio a longo prazo está o de captar a demanda reprimida de curto prazo, através de adaptações ou melhorias na estrutura da empresa. Além disso, pretende-se fornecer a base técnica de conhecimento do mercado visando o melhor direcionamento dos investimentos da empresa.

O estudo da demanda é um processo contínuo que envolve diversos setores da empresa, cujo desenvolvimento se dá sempre sob a coordenação da equipe de estudo da demanda.

O universo da pesquisa é representado pelos clientes efetivos e/ou potenciais mais significativos da empresa, por regional, agrupados por setores econômicos (Agricultura, Construção Civil, Energia, Siderurgia, etc.).

A pesquisa de campo se apoia essencialmente na aplicação dos questionários quantitativo e qualitativo. O questionário quantitativo, aplicado a cada ano, procura obter dados necessários para o curto, médio e longo prazo. Já o qualitativo, aplicado a cada 3 anos, procura captar a imagem da empresa e a expectativa que o mercado tem a respeito da empresa.

A seqüência que envolve esses instrumentos visando a concepção global do projeto para os estudos prospectivos do mercado da empresa, bem como a sua periodicidade podem ser resumidos no Fluxograma abaixo.

Fluxograma - Estudos prospectivos do mercado da RFFSA

2.3.1. Questionário Quantitativo

A pesquisa utiliza questões fundamentais para conhecimento da demanda, procurando saber, em primeiro lugar, se a empresa prevê expansão ou se pretende manter os

níveis atuais de produção. Respondendo a questão, o cliente informa a produção que pretende realizar e os insumos necessários para tal. Em seguida é perguntado à empresa como se distribui (externa e internamente) a sua produção atual e/ou seu abastecimento. Procura saber a produção e o volume de insumos do ano anterior do cliente e quais os principais destinos (produção) e/ou origens (insumos) dessas cargas. Em relação aos deslocamentos, o questionário levanta a participação da ferrovia no nível atual de produção e qual seria a participação se ocorresse expansão da produção, incluindo os fluxos rodoferroviários caso a origem e/ou destino estejam em localidades servidas por ferrovias. Na seqüência é solicitada à empresa suas projeções futuras da produção, informando qual seria a participação ferroviária no transporte da mesma e/ou de seu abastecimento, caso fossem oferecidas as condições operacionais e tarifárias adequadas. Finalmente, levantam-se as deficiências e as sugestões dos clientes para o atendimento ferroviário.

Tomadas em conjunto, essas questões permitem identificar a demanda potencial prevista sob a ótica do cliente.

2.3.2. Questionário Qualitativo

Enriquecendo as informações quantitativas, a RFFSA realiza a pesquisa qualitativa a fim de se ter uma idéia de como os clientes vêem os serviços prestados pela ferrovia, considerando vários atributos de qualidade, tais como: relacionamento, negociação, confiabilidade, disponibilidade, segurança, etc. O relacionamento com a empresa é a primeira questão, demonstrando o interesse da RFFSA pelo assunto, uma vez que ela entende ser este um ponto estratégico. As questões de negociação abrangem as tarifas e a agressividade da RFFSA ao negociar. A confiabilidade do transporte é verificada nas questões que envolvem o tempo de transporte e o cumprimento dos serviços contratados. Além disso, a pesquisa solicita aos clientes que relacionem os problemas operacionais, comerciais e outros, com origem na própria RFFSA e no cliente, quais as sugestões para solucioná-los e em qual prazo espera que estejam resolvidos: curto, médio ou longo prazo. Em outras questões a pesquisa investiga as condições de carga e descarga, estocagem, intercâmbio e o tipo de acondicionamento da carga. Nas questões finais a pesquisa procura saber sobre ocorrências de perdas, danos e roubos.

As respostas dessas questões são informações dos clientes que podem transformar-se em elemento altamente efetivo na estratégia de satisfazer melhor o cliente e obter vantagens frente aos concorrentes. As questões quantitativas e qualitativas empregadas no modelo da RFFSA encontram-se no Anexo 2.

Além das entrevistas aos clientes, deve-se visitar também vários representantes dos órgãos governamentais de política setorial e entidades de classe, com o intuito de complementar, confirmar e ampliar as informações obtidas através dos questionários.

3. COLETA E PROCESSAMENTO DOS DADOS

A fim de comparar o desempenho dos modelos nas projeções da produção de soja, foi adotada uma única área para obtenção dos dados. A área escolhida atendeu a todos os requisitos para aplicação de cada método.

Para o uso do modelo de oferta necessita-se apenas que a área a ser escolhida disponha de uma série histórica de dados para cada variável que se pretende incluir no modelo, tanto para a área total como para as áreas parciais que a compõem.

No modelo de incorporação de área e aumento de produtividade, conforme DUCTOR (1988), delimita-se a área em função do traçado em estudo, das alternativas de transportes e da localização dos principais mercados.

A divisão da área em regiões deve obedecer os seguintes critérios: delimitação das regiões de modo que, para quaisquer dos fluxos do produto dentro do traçado escolhido, os municípios que os compõe estejam ou todos eles dentro, ou todos fora da área de influência do projeto; estabelecimento das dimensões das regiões de forma que a distância de quaisquer de seus pontos ao centróide seja pequena quando comparada às distâncias entre o centróide e os destinos (ou origens) dos produtos; seleção, para uma mesma região, de municípios que utilizam as mesmas rotas principais de transporte; e busca da maior dimensão possível para cada uma das regiões, respeitando os critérios anteriores. Tanto a área total como as regiões devem dispor de dados históricos confiáveis relativos a área colhida e produtividade da cultura.

No modelo da RFFSA é preciso definir apenas a área de influência do corredor de transporte de sua linha ferroviária, o que pode ser feito com o conhecimento da localização de seus clientes.

3.1. Área de estudo: Mato Grosso do Sul

Com uma área de 350.548 Km² o Estado de Mato Grosso do Sul foi a área escolhida para a coleta de dados e verificação dos modelos de previsão de demanda por transporte de grãos. Por estar ligado a grandes centros consumidores do país como Minas Gerais, São Paulo e Paraná, e também países sul-americanos, Mato Grosso do Sul é considerado uma área de grande importância a nível nacional. De fato, ele se situa na rota de mercados potenciais de toda a zona ocidental da América do Sul e costa do Pacífico, fazendo fronteira com as Repúblicas da Bolívia e do Paraguai e liga-se à Argentina pela Bacia do Prata. Em termos de potencialidade dos recursos naturais e minerais, o Estado é bastante promissor, seja para exploração mineral, seja para a agropecuária. Cerca de 31,53% das terras do Estado são consideradas boas e regulares para a agricultura e, no entanto, apenas 18,09% dessa área são atualmente exploradas para fins agrícolas. Desde a sua criação em 1977, a produção anual dos principais produtos agrícolas aumentou de aproximadamente 1 milhão para 4 milhões de toneladas e a área de lavouras passou de 400 mil para 2 milhões de hectares. O principal produto agrícola produzido na região é a soja com cerca de 2 milhões de toneladas produzidas por ano, ou seja, aproximadamente 50% da produção agrícola de Mato Grosso do Sul, razão pela qual foi o produto escolhido para esta pesquisa. A Figura 2 a seguir mostra o Estado de Mato Grosso do Sul e sua malha rodoferroviária.

3.2. Regiões

No Estado de Mato Grosso do Sul, a menor área geográfica para a qual é possível dispor de dados estatísticos de forma sistemática e abrangente é o município. Existe no Estado uma divisão dos municípios em microrregiões homogêneas (MRH) que são formadas em função da produção agrícola, da distribuição do transporte e da concentração populacional, sendo sua sede o município com características de polo regional, com produção agrícola de grande expressão em relação aos demais municípios da região e melhor situado em relação as principais vias e entroncamentos.

Aproveitando a disponibilidade de dados para as variáveis por MRH adotou-se as mesmas para verificação dos modelos num nível mais desagregado.

MATO GROSSO DO SUL

Figura 2 - Mapa do Estado de Mato Grosso do Sul com a malha rodoferroviária

A MRH de Dourados é a que mais se desenvolveu na última década, impulsionada pelo crescimento agrícola, responsável por cerca de 50% da produção de soja do Estado.

Na MRH de Campo Grande está localizado o maior parque industrial do Estado, resultando em uma grande concentração populacional. Na região do Pantanal apenas

6% dos seus 102.149 Km² estão disponíveis para a agricultura, sendo, talvez por isso, a região mais desenvolvida em pecuária do Estado. Nos últimos anos, a região tem apresentado um forte incremento no seu turismo em função do pantanal. A Região de Três Lagoas, pela proximidade do Estado de São Paulo, concentra grande parte das indústrias moageiras do Estado. A Figura 3 traz o Estado e suas microrregiões homogêneas. A relação de municípios de cada MRH, suas áreas e densidade populacional encontram-se no Anexo 3.

REGIÕES DO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL

Figura 3 - Mapa do Estado de Mato Grosso do Sul dividido em MRH.

3.3. Variáveis e suas séries históricas

Os dados utilizados no estudo do mercado da soja foram provenientes de diversas fontes, sendo que muitos deles exigiram algumas transformações para torná-los adaptáveis aos métodos empregados.

As variáveis incluídas no modelo de oferta e a forma como foram obtidas as séries de dados para cada uma delas estão relacionadas a seguir:

Produção: os dados básicos anuais sobre quantidade produzida foram coletados na Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e Secretaria de Estado de Planejamento e de Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (SEPLAN).

Preços: as informações sobre preços recebidos pelos agricultores no Estado de Mato Grosso do Sul também foram extraídos do IBGE e da SEPLAN, através dos Indicadores Conjunturais do Estado, e se constituem de médias anuais. Os preços são reais, expressos em cruzados por tonelada e foram obtidos deflacionando os valores originais utilizando a média anual da cotação do dólar oficial, publicado pela Fundação Getulio Vargas (FGV), ver Anexo 4. Optou-se pelo deflacionamento usando o dólar oficial, por ser a moeda utilizada nas negociações que envolvem o produto.

Fatores de Produção: as informações sobre o custo de produção foram obtidas pelo método proposto por CARMO (1974), isto é, são selecionados 3 itens considerados mais importantes na produção de soja, quais sejam, adubos, defensivos e máquinas e equipamentos, que representam, incluindo a mão de obra, 74,58% do custeio da produção, assim distribuídos: 18,88% para o adubo; 8,55% defensivos; e 14,37% para máquinas e equipamentos. As porcentagens acima foram obtidas a partir do custo de uma unidade simples de produção e servirão como fator de ponderação na construção do índice de fatores produtivos. O cálculo do índice é efetuado usando a Equação (5) a seguir:

$$IPF = \sum (I_a \cdot P_a + I_d \cdot P_d + I_{me} \cdot P_{me}) / \sum (P_a + P_d + P_{me}) \quad (5)$$

onde, IPF é o índice de preço de fatores; I_a é o índice de preço de adubos; P_a é a ponderação para o adubo; I_d é o índice de preço dos defensivos; P_d é a ponderação para o defensivo; I_{mc} é o índice de preço de máquinas e equipamentos; P_{mc} é a ponderação para máquinas e equipamentos. As séries de preços empregadas foram as constantes do boletim de estatística de preços agrícolas no Estado de São Paulo publicado pelo Instituto de Economia Agrícola (IEA). Tratam-se de médias anuais de preços médios mensais pagos pelos agricultores a diversos insumos, máquinas e equipamentos, ponderados de acordo com sua intensidade de utilização para um hectare produzido, conforme MARTIN (1994), ver Anexo 4. Da mesma forma que os produtos agrícolas, os preços dos adubos, defensivos, máquinas e equipamentos foram deflacionados usando o dólar oficial publicado pela FGV, ver Anexo 4.

Salários: Os gastos com a mão de obra constituíram uma fração a parte dos fatores produtivos devido a sua acentuada participação no custo total da produção. A remuneração média do trabalho nos estabelecimentos agrícolas em Mato Grosso do Sul foi relativo ao salário do trabalhador eventual (diarista), como preconiza TOYAMA (1970), e foi extraído do anuário estatístico da SEPLAN. Também neste caso os salários reais foram alcançados com a correção dos dados pelo dólar oficial.

Fatores Climáticos: Os dados utilizados para as variáveis são as médias dos valores de precipitação e da temperatura fornecidos pelas principais estações meteorológicas localizadas na zona de produção do Estado, obtidos do anuário estatístico do Mato Grosso do Sul. CARMO (1974) recomenda que no cálculo das médias deva se considerar apenas dados climáticos dos meses em que as alterações do clima possam interferir nos níveis de produção.

Tendência: É muito comum, segundo FARNUM (1989), uma série, especialmente as econômicas, conter tendência. Isto ocorre em função dos efeitos provenientes de fatores que influenciam, de forma sistemática e lenta, a produção, embora não tenham sido incluídos no modelo. Tais fatores podem ser: aumento de produtividade, alterações nos costumes sociais, mudanças nas condições ambientais, etc. Com o objetivo de medir seus efeitos no comportamento da oferta, foi incluída a variável

tendência expressa em anos, sendo que o valor 1 corresponde ao primeiro ano da série.

O modelo de incorporação de área e aumento de produtividade tem como variáveis a área e a produtividade. Considerações e critérios para obtenção das séries dessas variáveis são relatados abaixo:

Produtividade: Os dados referentes a produtividade no Estado de Mato Grosso do Sul e no Brasil foram obtidos junto ao anuário estatístico da SEPLAN e levantamento da produção agrícola do IBGE. Segundo DUCTOR (1988), é conveniente comparar a série histórica de dados do Estado com os dados nacionais e internacionais, visando posicionar o desempenho da área estudada em relação a outras regiões, inclusive para detectar o nível de produtividade de áreas mais desenvolvidas que poderiam ser alcançados pela área local. Informações sobre dados internacionais foram conseguidos em publicações do United States Department of Agriculture (USDA).

Área: As áreas ocupadas com a produção de soja nos municípios do Estado de Mato Grosso do Sul foram encontradas no anuário estatístico da SEPLAN e no levantamento da produção agrícola do IBGE. Conforme VALEC (1987), duas hipóteses devem ser verificadas previamente à projeção da área, quais sejam: se existe área com aptidão agrícola para incorporação de novas áreas e se ocorrerá competição entre culturas quando a área disponível não for suficiente. Quando a verificação da primeira hipótese resultar em uma grande área disponível para agricultura, será desnecessária a verificação da segunda hipótese, situação esta que ocorreu para o Estado de Mato Grosso do Sul. Portanto, não será tratado neste trabalho a competição entre culturas.

O levantamento das áreas com aptidão agrícola obedeceu aos critérios agrônômicos sugeridos por VALEC (1987), ou seja, de utilizar-se do levantamento de recursos naturais empregado pelo Ministério das Minas e Energia chamado Projeto Radambrasil (1982). A metodologia para obtenção das áreas com aptidão agrícola e a tabela com os resultados para o Estado de Mato Grosso do Sul, dividido em regiões, estão apresentados no Anexo 5.

O estudo da demanda do transporte ferroviário da RFFSA foi desenvolvido a nível nacional, abrangendo todas as regionais que compõe a empresa. No Estado de Mato Grosso do Sul está a situada a Superintendência Regional 10 (malha oeste) com uma linha que cruza o Estado de leste a oeste passando pelo centro, e o Ramal de Ponta Porã que vai do centro ao sul, ligando o Estado aos portos de exportação e aos grandes centros por ferrovia. Ambas as linhas podem ser vistas na Figura 1.

RFFSA (1989) considera que em condições ideais a ferrovia poderia captar toda a demanda por transporte de soja do Estado, fixando como área de influência da ferrovia todo o Estado de Mato Grosso do Sul. Responderam os questionários formulados pela empresa, seus clientes produtores de soja, empresas que comercializam o produto e aqueles com potencial para utilizar seus serviços no Estado. A relação dos clientes, dos órgãos oficiais pesquisados e a tabela com os fluxos de soja usada na projeção da produção pela RFFSA encontram-se no Anexo 6.

4. CALIBRAÇÃO DOS MODELOS

Neste capítulo foram calibrados o modelo de oferta e cada um dos fatores do modelo de incorporação de área e aumento de produtividade, em dois níveis de agregação dos dados: o Estado como uma única área e o Estado dividido em regiões.

Dado que o modelo da RFFSA, empregado em 1989 para o estudo da demanda do transporte ferroviário da RFFSA, não prevê calibração, fazendo apenas projeções, as mesmas foram verificadas no capítulo seguinte.

Nos casos em que o uso da análise de regressão foi necessária, a calibração do modelo foi feita com o programa Statistics, versão 4.3, da Stat Soft (1993), o qual é um programa específico para estatística e permite uma grande variedade de análise para alcançar o melhor resultado. A prática do “forward stepwise” avalia por etapas a contribuição de cada variável para a explicação dos valores da variável dependente comparando os incrementos sobre os coeficientes de determinação e a significância dos coeficientes da regressão das variáveis.

Cada modelo vem acompanhado de estatísticas de regressão, de análise da variância, dos coeficientes e da estatística *t* associada a cada um deles.

O coeficiente de determinação (R^2) indica a parcela da variação total da produção que é explicada pelo modelo; e o coeficiente de determinação ajustado indica se a nova variável incluída no modelo contribui ou não para explicar a variável dependente, só crescendo quando for afirmativo. O quadro da análise da variância permite verificar a existência da regressão e indicar se, conjuntamente, as variáveis independentes contribuem ou não para explicar a variável dependente.

A existência de auto correlação nos resíduos resulta em grandes valores para as estatísticas *t*, *F*, e R^2 , que podem contribuir para dar uma expectativa boa, porém

falsa, dos resultados. A estatística de Durbin-Watson (ver FARNUM,1989) permite verificar a existência de auto correlação nos resíduos.

Maiores detalhes sobre testes estatísticos e sua utilidade nas verificações de regressões múltiplas encontram-se em FARNUM (1989); FONSECA (1985); e KAZMIER (1982). Os valores de F e t indicam que as regressões existem e que os coeficientes são significativamente diferente de zero, ao nível de significância adotado.

Na identificação dos parâmetros dos modelos estacionários e dos modelos com tendência, das funções logística e exponencial modificada, foram utilizadas técnicas relativamente simples propostas por FARNUM (1989). O requisito é que seus dados sejam bastante confiáveis. Assim, os modelos cujos coeficientes das variáveis destoaram em termos de magnitude ou sinal foram eliminados. Esses métodos de cálculo podem ser vistos no Anexo 1.

4.1. Modelo de oferta

As Tabelas 1 e 2 trazem as séries de dados dos anos de 1974 a 1988 das variáveis incluídas na regressão linear múltipla para o Estado como uma única área.

A Tabela 2 por sua vez traz as variáveis menos significativas. Na tentativa de melhor explicar o modelo e seguindo a recomendação de CARMO (1974) e BRANDT (1972), incluiu-se o número máximo de variáveis que pudessem interferir no resultado final da produção, mesmo não tendo relação direta com a variável dependente.

Apenas as variáveis Produção, Precipitação e Temperatura sofreram modificações na série de dados ao separar o Estado em regiões. As séries de preços dos produtos, preço de fatores produtivos e salários estavam disponíveis somente a nível de Estado, portanto, foram usadas as mesmas séries na obtenção dos modelos por região.

As Tabelas 3, 4 e 5 mostram, respectivamente, os dados das variáveis Produção, Precipitação e Temperatura por região, entre os anos de 1974 e 1988.

Tabela 1 - Principais dados coletados no Estado de Mato Grosso do Sul

Ano	Prod. Soja (mil ton.)	Prod. Soja _{t-1} (mil ton.)	PreçoSoja _{t-1} (US\$/ton.)	PreçoAlg. _{t-1} (US\$/ton.)	PreçoMilho _{t-1} (US\$/ton.)	PreçoTrigo _{t-1} (US\$/ton.)
1988	2480,53	2283,90	152,24	269,35	69,50	157,84
1987	2283,90	1965,01	147,99	338,46	104,76	244,69
1986	1965,01	2558,72	143,79	254,49	85,04	220,12
1985	2558,72	2006,84	183,71	390,18	91,58	178,83
1984	2006,84	1801,00	201,31	341,87	111,06	178,75
1983	1801,00	1537,34	156,09	345,62	94,77	239,70
1982	1537,34	1347,45	171,98	397,70	107,49	247,22
1981	1347,45	1322,08	170,75	322,53	113,83	189,72
1980	1322,08	826,71	223,51	335,26	119,20	253,31
1979	826,71	471,84	246,18	317,30	109,42	273,54
1978	471,84	693,99	209,95	335,92	78,38	248,44
1977	693,99	290,30	184,55	378,33	91,35	251,91
1976	290,30	271,96	182,84	231,59	85,32	262,07
1975	271,96	306,95	182,54	262,85	73,01	216,12
1974	306,95	103,23	130,55	195,82	65,27	153,39

Tabela 2 - Dados das variáveis menos significativas coletados no Estado de Mato Grosso do Sul

Ano	Salário (US\$)	Salário _{t-1} (US\$)	Precipitação (mm)	Temperatura (°C)	IPF	Tendência (ano)	PreçoArroz _{t-1} (US\$/ton.)
1988	3,96	5,32	149,70	24,39	854,22	15,00	108,20
1987	5,32	5,05	160,04	23,89	693,56	14,00	171,43
1986	5,05	3,63	129,80	24,23	662,10	13,00	162,83
1985	3,63	3,21	152,20	24,13	674,50	12,00	139,82
1984	3,21	3,40	148,60	24,29	754,20	11,00	177,01
1983	3,40	4,87	176,80	24,15	654,08	10,00	206,26
1982	4,87	5,21	173,17	24,01	805,02	9,00	171,98
1981	5,21	4,24	137,10	24,24	746,01	8,00	189,72
1980	4,24	3,76	165,40	24,17	603,78	7,00	204,88
1979	3,76	3,39	142,60	23,63	496,16	6,00	171,23
1978	3,39	3,43	166,60	23,96	516,64	5,00	124,57
1977	3,43	3,33	173,30	24,09	457,15	4,00	133,80
1976	3,33	3,68	143,50	24,16	428,61	3,00	193,81
1975	3,68	2,86	129,50	24,08	456,44	2,00	146,03
1974	2,86	1,96	168,80	24,00	469,56	1,00	102,81

Tabela 3 - Produção de soja em mil toneladas por região no Estado de Mato Grosso do Sul

Ano	Bodoquena	C.Grande	Dourados	Iguatemi	NAndradina	Pantanal	Paranaíba	ATaquari	TLagoss
1988	65,20	86,81	1347,26	64,81	25,62	5,41	348,96	447,92	87,96
1987	62,83	70,85	1334,01	53,55	32,15	3,39	331,94	336,33	59,03
1986	47,48	101,88	1059,90	23,48	14,08	4,10	270,00	371,96	72,33
1985	51,67	115,29	1481,57	61,95	11,70	3,33	291,24	471,54	70,54
1984	41,57	114,54	1155,67	49,58	7,45	1,71	204,30	394,31	37,84
1983	40,16	88,65	1197,78	39,18	10,80	5,62	152,35	256,28	10,36
1982	29,63	59,88	1040,15	40,38	5,76	2,79	154,80	198,95	4,99
1981	19,40	51,15	933,28	43,65	6,12	1,95	97,81	184,62	9,51
1980	18,58	159,63	897,52	54,71	4,73	1,99	68,93	101,35	14,60
1979	9,70	15,15	666,22	53,37	1,21	2,31	27,29	49,88	1,61
1978	7,80	6,98	366,93	21,90	2,42	2,50	8,22	53,68	1,62
1977	8,15	12,72	559,22	44,78	1,01	1,94	22,90	41,89	1,35
1976	3,41	5,32	233,99	18,74	0,42	0,81	9,58	17,52	0,57
1975	3,19	4,98	219,14	17,55	0,40	0,76	8,98	16,41	0,53
1974	3,60	5,62	247,39	19,81	0,45	0,86	10,13	18,52	0,60

Tabela 4 - Precipitação em mm por região no Estado de Mato Grosso do Sul

Ano	Bodoquena	CGrande	Dourados	Iguatemi	NAndradina	Pantanal	Paranaíba	ATaquari	TLagoas
1988	108,71	123,19	128,77	118,19	114,51	108,71	183,93	185,39	110,80
1987	134,18	187,28	151,55	162,44	131,10	134,18	150,08	108,88	99,71
1986	106,50	150,90	157,29	142,28	136,46	106,50	162,35	128,98	130,58
1985	115,60	110,75	121,71	114,56	117,05	115,60	135,95	148,71	119,53
1984	122,50	152,14	146,57	126,00	144,30	122,50	143,48	183,11	162,50
1983	110,70	176,53	142,65	128,40	134,26	110,70	143,99	184,66	140,10
1982	102,36	180,71	192,20	168,66	135,23	102,36	173,61	201,44	101,75
1981	119,08	135,74	132,39	139,45	128,40	119,08	125,73	133,16	117,33
1980	110,65	194,94	124,64	113,04	109,10	110,65	140,39	162,51	127,03
1979	115,90	166,69	140,20	145,10	132,70	120,30	148,70	177,90	128,50
1978	130,80	143,94	131,90	138,60	121,50	105,70	145,90	164,90	115,90
1977	124,40	186,96	130,50	131,90	119,80	109,20	151,20	132,50	138,40
1976	118,50	167,46	148,40	128,00	117,60	112,40	138,40	156,90	132,10
1975	116,10	139,55	153,30	114,90	124,20	118,30	129,90	178,30	119,50
1974	109,90	152,38	130,00	162,21	120,50	121,70	138,60	166,10	113,70

Tabela 5 - Temperatura em °C por região no Estado de Mato Grosso do Sul

Ano	Bodoquena	CCGrande	Dourados	Iguatemi	NAndradina	Pantanal	Paranaíba	ATaquari	TLagoas
1988	25,56	24,44	23,00	24,00	25,08	26,06	25,54	26,28	26,16
1987	25,50	23,87	22,64	23,38	24,54	26,53	24,05	26,17	25,69
1986	25,01	24,79	23,82	24,50	25,13	27,06	24,43	26,51	25,76
1985	24,73	24,81	23,42	24,41	24,81	27,02	24,38	26,38	25,21
1984	25,61	24,49	23,00	23,94	24,75	26,52	24,98	25,95	25,56
1983	25,36	24,03	23,22	23,98	24,50	26,43	24,63	26,00	25,10
1982	25,51	23,84	23,45	22,82	24,21	26,46	24,40	25,63	25,00
1981	25,55	24,23	23,33	24,08	24,53	26,39	24,82	26,01	24,98
1980	25,39	24,11	23,20	24,06	24,06	26,26	24,68	25,76	26,18
1979	25,00	23,59	22,80	23,86	24,87	27,01	24,00	26,84	25,00
1978	24,89	24,08	23,00	23,99	24,66	26,23	24,50	26,00	25,45
1977	24,99	23,98	23,91	23,23	24,00	26,54	24,98	25,48	25,99
1976	25,35	24,20	23,05	24,01	25,01	26,33	25,01	25,78	24,78
1975	25,87	24,03	23,58	22,98	25,55	26,12	25,00	26,09	25,67
1974	25,03	23,89	23,09	24,34	24,21	25,99	24,73	26,11	25,23

Diversas tentativas foram feitas para o ajustamento das equações, empregando ora modelos com as variáveis em escala aritmética, ora em logarítmica. Foram selecionadas 10 funções, uma para cada região e uma para o Estado como uma única área. Conforme comentado no capítulo 2, a escolha das equações orientou-se pela teoria subjacente ao modelo, considerando como indicativos auxiliares a significância dos parâmetros estruturais e o poder explicativo da regressão. É importante registrar que embora a variável tendência explique muito bem a produção, principalmente porque ambas crescem ao longo do tempo, o seu uso mascara a influência de outras variáveis, e distorce o significado dos parâmetros. A inclusão da variável tendência nos dados de Mato Grosso do Sul torna o valor do coeficiente da produção defasada extremamente instável, assumindo valores negativos para algumas regiões e valores muito maiores que 1 para outros, o que contraria a própria teoria. Por essa razão, essa variável foi excluída do modelo. Os parâmetros das equações escolhidas e o resumo dos resultados estatísticos encontram-se na Tabela 6.

Tabela 6 - Resumo dos resultados estatísticos e parâmetros dos modelos

<i>ESTADO</i>	<i>Estatíst. de Regressão</i>	<i>R múltiplo 0,95</i>	<i>R² 0,90</i>	<i>R² ajustado 0,81</i>	<i>Erro padrão 275,19</i>	<i>No. obs. 15</i>
<i>ANOVA</i>	<i>Regressão</i>	<i>gr. liber. 2</i>	<i>SQ 8523144,53</i>	<i>MQ 4261572,26</i>	<i>F 56,28</i>	<i>F5% 0,00</i>
	<i>Resíduo</i>	<i>13</i>	<i>984459,94</i>	<i>75727,69</i>		
<i>Interseção</i>	<i>Coefic. 0</i>	<i>Erro padrão -</i>	<i>Stat t -</i>	<i>valor-p -</i>	<i>95% inf. -</i>	<i>95% sup. -</i>
<i>Prod.Def.</i>	<i>0,89</i>	<i>0,09</i>	<i>9,64</i>	<i>0,00</i>	<i>0,69</i>	<i>1,09</i>
<i>Preço Alg.</i>	<i>0,97</i>	<i>0,41</i>	<i>2,34</i>	<i>0,03</i>	<i>0,08</i>	<i>1,86</i>
<i>BODO QUENA</i>	<i>Estatíst. de Regressão</i>	<i>R múltiplo 0,98</i>	<i>R² 0,97</i>	<i>R² ajustado 0,88</i>	<i>Erro padrão 4,34</i>	<i>No. obs. 15</i>
<i>ANOVA</i>	<i>Regressão</i>	<i>gr. liber. 3</i>	<i>SQ 6756,81</i>	<i>MQ 2252,27</i>	<i>F 119,38</i>	<i>F5% 0,00</i>
	<i>Resíduo</i>	<i>12</i>	<i>226,40</i>	<i>18,87</i>		
<i>Interseção</i>	<i>Coefic. 0</i>	<i>Erro padrão -</i>	<i>Stat t -</i>	<i>valor-p -</i>	<i>95% inf. -</i>	<i>95% sup. -</i>
<i>Prod.Def.</i>	<i>0,97</i>	<i>0,06</i>	<i>16,12</i>	<i>0,00</i>	<i>0,84</i>	<i>1,10</i>
<i>Preço Soja</i>	<i>-0,09</i>	<i>0,03</i>	<i>-2,53</i>	<i>0,02</i>	<i>-0,16</i>	<i>-0,01</i>
<i>Preço Alg.</i>	<i>0,06</i>	<i>0,02</i>	<i>3,09</i>	<i>0,01</i>	<i>0,02</i>	<i>0,11</i>

CAMPO GRANDE	<i>Estatíst. de Regressão</i>	<i>R múltiplo</i> 0,84	<i>R²</i> 0,71	<i>R² ajustado</i> 0,61	<i>Erro padrão</i> 0,32	<i>No. obs.</i> 15
ANOVA		<i>gr. liber.</i> 2	<i>SQ</i> 3,20	<i>MQ</i> 1,60	<i>F</i> 15,81	<i>F5%</i> 0,00
	<i>Regressão</i>					
	<i>Resíduo</i>	13	1,31	0,10		
Interseção	<i>Cofic.</i> 0	<i>Erro padrão</i> -	<i>Stat t</i> -	<i>valor-p</i> -	<i>95% inf.</i> -	<i>95% sup.</i> -
Prod.Def.	0,77	0,14	5,69	0,00	0,48	1,07
Precipit.	0,20	0,10	2,06	0,06	-0,01	0,40
DOURADOS	<i>Estatíst. de Regressão</i>	<i>R múltiplo</i> 0,91	<i>R²</i> 0,84	<i>R² ajustado</i> 0,75	<i>Erro padrão</i> 183,12	<i>No. obs.</i> 15
ANOVA		<i>gr. liber.</i> 2	<i>SQ</i> 2240541,12	<i>MQ</i> 1120270,56	<i>F</i> 33,41	<i>F5%</i> 0,00
	<i>Regressão</i>					
	<i>Resíduo</i>	13	435918,44	33532,19		
Interseção	<i>Cofic.</i> 0	<i>Erro padrão</i> -	<i>Stat t</i> -	<i>valor-p</i> -	<i>95% inf.</i> -	<i>95% sup.</i> -
Prod.Def.	0,77	0,11	6,88	0,00	0,53	1,02
Preço Alg.	0,85	0,31	2,75	0,01	0,18	1,53
N. ANDRA DINA	<i>Estatíst. de Regressão</i>	<i>R múltiplo</i> 0,88	<i>R²</i> 0,77	<i>R² ajustado</i> 0,65	<i>Erro padrão</i> 4,34	<i>No. obs.</i> 15
ANOVA		<i>gr. liber.</i> 3	<i>SQ</i> 975,21	<i>MQ</i> 325,07	<i>F</i> 13,27	<i>F5%</i> 0,00
	<i>Regressão</i>					
	<i>Resíduo</i>	12	293,91	24,49		
Interseção	<i>Cofic.</i> 0	<i>Erro padrão</i> -	<i>Stat t</i> -	<i>valor-p</i> -	<i>95% inf.</i> -	<i>95% sup.</i> -
Prod.Def.	0,88	0,15	5,73	0,00	0,55	1,22
Preço Soja	-0,08	0,04	-1,96	0,07	-0,17	0,01
Preço Milho	0,18	0,08	2,23	0,04	0,00	0,36
PARA NAÍBA	<i>Estatíst. de Regressão</i>	<i>R múltiplo</i> 0,98	<i>R²</i> 0,96	<i>R² ajustado</i> 0,96	<i>Erro padrão</i> 25,94	<i>No. obs.</i> 15
ANOVA		<i>gr. liber.</i> 2	<i>SQ</i> 217794,04	<i>MQ</i> 108897,02	<i>F</i> 161,85	<i>F5%</i> 0,00
	<i>Regressão</i>					
	<i>Resíduo</i>	12	8074,10	672,84		
Interseção	<i>Cofic.</i> -79,96	<i>Erro padrão</i> 37,57	<i>Stat t</i> -2,13	<i>valor-p</i> 0,05	<i>95% inf.</i> -161,82	<i>95% sup.</i> 1,90
Prod.Def.	1,05	0,06	17,55	0,00	0,92	1,18
Preço Alg.	0,31	0,12	2,64	0,02	0,05	0,56

IGUATEMI	<i>Estatíst. de Regressão</i>	<i>R múltiplo</i> 0,90	<i>R²</i> 0,80	<i>R² ajustado</i> 0,62	<i>Erro padrão</i> 8,60	<i>No. obs.</i> 15
ANOVA		<i>gr. liber.</i> 5	<i>SQ</i> 3025,96	<i>MQ</i> 605,19	<i>F</i> 8,18	<i>F5%</i> 0,00
	<i>Regressão</i> <i>Resíduo</i>	10	740,03	74,00		
Interseção	<i>Cofic.</i> 0	<i>Erro padrão</i> -	<i>Stat t</i> -	<i>valor-p</i> -	<i>95% inf.</i> -	<i>95% sup.</i> -
Preço Milho	1,05	0,21	4,97	0,00	0,58	1,53
Preço Arroz	-0,48	0,11	-4,30	0,00	-0,73	-0,23
Salário(t-1)	8,84	2,62	3,37	0,00	2,99	14,68
Precipit.	-0,42	0,13	-3,25	0,01	-0,70	-0,13
Temperat.	1,78	0,85	2,09	0,05	-0,12	3,69
PANTA NAIS	<i>Estatíst. de Regressão</i>	<i>R múltiplo</i> 0,84	<i>R²</i> 0,70	<i>R² ajustado</i> 0,43	<i>Erro padrão</i> 1,03	<i>No. obs.</i> 15
ANOVA		<i>gr. liber.</i> 6	<i>SQ</i> 22,66	<i>MQ</i> 3,78	<i>F</i> 3,55	<i>F5%</i> 0,05
	<i>Regressão</i> <i>Resíduo</i>	19	9,57	1,06		
Interseção	<i>Cofic.</i> 0	<i>Erro padrão</i> -	<i>Stat t</i> -	<i>valor-p</i> -	<i>95% inf.</i> -	<i>95% sup.</i> -
Prod.Def.	0,59	0,32	1,87	0,08	-0,12	1,31
Preço Trigo	-0,03	0,01	-2,02	0,06	-0,06	0,00
Salário(t-1)	1,87	0,71	2,62	0,02	0,26	3,49
Precipit.	-0,09	0,04	-2,17	0,05	-0,18	0,00
Temperat.	0,65	0,29	2,19	0,04	-0,02	1,31
IPF	-0,01	0,01	-1,58	0,14	-0,03	0,00
ALTO TAQUARI	<i>Estatíst. de Regressão</i>	<i>R múltiplo</i> 0,97	<i>R²</i> 0,94	<i>R² ajustado</i> 0,85	<i>Erro padrão</i> 45,04	<i>No. obs.</i> 15
ANOVA		<i>gr. liber.</i> 3	<i>SQ</i> 378686,94	<i>MQ</i> 126228,98	<i>F</i> 62,22	<i>F5%</i> 0,00
	<i>Regressão</i> <i>Resíduo</i>	12	24346,36	2028,86		
Interseção	<i>Cofic.</i> 0	<i>Erro padrão</i> -	<i>Stat t</i> -	<i>valor-p</i> -	<i>95% inf.</i> -	<i>95% sup.</i> -
Prod.Def.	0,88	0,08	11,01	0,00	0,71	1,06
Preço Alg.	0,77	0,20	3,79	0,00	0,33	1,21
Preço Trigo	-0,88	0,27	-3,33	0,00	-1,46	-0,30

<i>TRÊS LAGOAS</i>	<i>Estatíst. de Regressão</i>	<i>R múltiplo 0,93</i>	<i>R² 0,87</i>	<i>R² ajustado 0,85</i>	<i>Erro padrão 12,23</i>	<i>No. obs. 15</i>
<i>ANOVA</i>	<i>Regressão</i>	<i>gr. liber. 2</i>	<i>SQ 12212,46</i>	<i>MQ 6106,23</i>	<i>F 40,83</i>	<i>F5% 0,00</i>
	<i>Resíduo</i>	<i>12</i>	<i>1794,46</i>	<i>149,54</i>		
<i>Interseção</i>	<i>Coefic.</i>	<i>Erro padrão</i>	<i>Stat t</i>	<i>valor-p</i>	<i>95% inf.</i>	<i>95% sup.</i>
	<i>48,13</i>	<i>20,00</i>	<i>2,41</i>	<i>0,03</i>	<i>4,55</i>	<i>91,71</i>
<i>Prod.Def.</i>	<i>0,99</i>	<i>0,13</i>	<i>7,83</i>	<i>0,00</i>	<i>0,71</i>	<i>1,26</i>
<i>Preço Trigo</i>	<i>-0,19</i>	<i>0,09</i>	<i>-2,22</i>	<i>0,04</i>	<i>-0,38</i>	<i>-0,00</i>

Das 10 equações calibradas, 7 apresentaram coeficiente de determinação superior a 80% e 3 entre 70 e 80%, resultados estes considerados de boa qualidade segundo CARMO (1974). O maior valor de “p” (probabilidade de estar cometendo o erro do tipo I) foi de 8% para a variável produção defasada no modelo da Região dos Pantanaís, sendo que nas demais, a maioria das probabilidades foram inferiores a 5%, com algumas variando entre 5 e 6%. Autores como TOYAMA (1970) e BRANDT (1972) aceitam nível de significância “p” de até 15%. Quanto à estatística “t”, que indica se um coeficiente é significativamente diferente de zero apresentou, em todos os modelos, o maior valor para a produção defasada. Isto torna importante a verificação da existência de autocorrelação nos resíduos. O quadro da análise de variância mostra que, os valores da estatística “F” de todos os modelos foram superiores ao “F” crítico, indicando a existência da regressão.

A estatística de Durbin-Watson (d) foi inconclusiva quanto a autocorrelação positiva nos resíduos, localizando-se entre dl (limite inferior) e du (limite superior) da escala de DW, nos modelos das regiões de Bodoquena, Dourados, Iguatemi, Nova Andradina, Pantanaís e Estado (considerado como uma única área).

A existência da autocorrelação resulta em problemas citados anteriormente.

O teste “Rule-of-thumb” (Farnum, 1989) indicou a inexistência da mesma nessas regiões. O teste acima é um procedimento prático (bom senso) para uma amostra relativamente grande de distribuição normal que freqüentemente é usado para decidir

se a autocorrelação está presente (Bartlett, 1946 citado por Farnum, 1989). Se a autocorrelação da população (ρ_k) de intervalo k , é zero para $k=1,2,3,\dots$, com n razoavelmente grande, r_n terá distribuição normal com média zero e desvio padrão igual a $1/(n)^{1/2}$. Desde que aproximadamente 95% de uma população normal esteja dentro de 2 desvios padrão da média, um teste que rejeita a hipótese de que $\rho_k=0$ quando $|r_k|$ é maior que $2/(n)^{1/2}$ tem um nível de significância de aproximadamente 5%. Durbin-Watson é atualmente um teste de autocorrelação de primeira ordem, isto é $k=1$, em função disso existe uma aproximação entre o coeficiente de autocorrelação de k_1 com d : $r_1 \approx 1-d/2$. Conhecido d , chega-se a r_1 . Comparando $|r_1|$ com $\pm 2/(n)^{1/2}$, pode-se rejeitar ou aceitar a hipótese nula. Se $|r_1| > \pm 2/(n)^{1/2}$, rejeita-se H_0 , o que leva a aceitar a hipótese de que autocorrelação está presente, com aproximadamente 95% de confiança. Se $|r_1| < \pm 2/(n)^{1/2}$, H_0 não será rejeitado, indicando que provavelmente a autocorrelação não esteja presente.

Nas demais regiões, o valor de d esteve acima de du , indicando que não há autocorrelação positiva.

Quanto a autocorrelação negativa, os valores de $(4-d)$ maior do que os correspondentes du indicaram sua ausência para todas as regiões e também para o Estado.

Os resultados da estatística de Durbin-Watson para cada modelo estão na Tabela 7.

Tabela 7 - Estatística de Durbin-Watson

Mod.	Bodod	C.G.	Dourados	Iguatemi	NAndrad	Pantanaís	Paranaíba	ATaquari	TLagoas	Estado
d	1,21	1,61	1,16	1,47	1,64	1,57	1,66	1,97	1,58	1,37
(4-d)	2,79	2,39	2,84	2,53	2,36	2,43	2,34	2,03	2,42	2,63
dl	0,82	0,95	0,95	0,56	0,82	0,56	0,95	0,82	0,95	0,95
du	1,75	1,54	1,54	2,21	1,75	2,21	1,54	1,75	1,54	1,54

4.2. Modelo de incorporação de área e aumento de produtividade

As Tabelas 8 e 9 apresentam as séries de dados dos anos de 1974 a 1988 das variáveis área e produtividade para todo o Estado de Mato Grosso do Sul, como uma única área e dividido em regiões, usadas na identificação dos modelos de incorporação de área e aumento de produtividade.

Tabela 8 - Área colhida em ha por região no Estado de Mato Grosso do Sul

Ano	Bodoq.	C.G.	Dourados	Iguatemi	NAndrad.	Pantanal	Paranaíba	ATAquari	TLagoas	Estado
1988	31930	49750	637000	31160	17535	2450	156626	205656	44310	1176417
1987	27789	42554	676474	27181	14817	1550	140000	188060	32792	1151157
1986	26585	61413	708962	16698	7412	2215	135000	213650	33814	1205749
1985	27468	69118	783900	34095	5983	1894	135460	217200	32522	1307640
1984	24455	66711	738445	34243	4209	912	98082	192627	21450	1181134
1983	21260	50400	617093	22096	4378	4270	74135	126871	6142	926645
1982	19318	33026	588654	23924	3175	1911	74927	94828	2798	842561
1981	13897	28075	553544	25482	2783	1500	54341	90057	7559	777238
1980	13003	95299	562357	33484	2557	1445	38770	47471	12165	806551
1979	6900	10338	475194	35510	1892	1565	18949	27910	1660	579918
1978	8155	8000	413674	28440	2268	2050	5700	24235	1500	494022
1977	4892	7329	336880	25174	1341	1109	13434	19786	1177	411122
1976	2273	3405	156516	11696	623	515	6241	9193	547	191009
1975	2307	3457	158914	11875	633	523	6337	9335	555	193936
1974	2080	3116	143249	10706	570	472	5712	8414	500	174819

Tabela 9 - Produtividade em kg/ha por região no Estado de Mato Grosso do Sul

Ano	Bodoq.	C.G.	Dourados	Iguatemi	NAndrad.	Pantanal	Paranaíba	ATaquari	TLagoas	Estado
1988	2042	1745	2115	2080	1461	2210	2228	2178	1985	2108
1987	2261	1665	1972	1970	2170	2187	2371	1789	1800	1984
1986	1786	1659	1495	1406	1900	1852	2000	1741	2139	1630
1985	1881	1668	1890	1817	1956	1757	2150	2171	2169	1957
1984	1700	1717	1565	1448	1769	1874	2083	2047	1764	1699
1983	1889	1759	1941	1773	2467	1317	2055	2020	1687	1944
1982	1534	1813	1767	1688	1813	1458	2066	2098	1784	1825
1981	1396	1822	1686	1713	2198	1300	1800	2050	1258	1734
1980	1429	1675	1596	1634	1848	1376	1778	2135	1200	1639
1979	1406	1465	1402	1503	637	1477	1440	1787	969	1425
1978	956	872	887	770	1068	1218	1442	2215	1080	955
1977	1665	1735	1660	1779	754	1749	1705	2117	1147	1688
1976	1499	1562	1495	1602	679	1575	1535	1906	1033	1520
1975	1383	1441	1379	1478	625	1453	1417	1758	953	1402
1974	1731	1805	1727	1850	784	1818	1774	2201	1194	1756

Seguindo o roteiro proposto por FARNUM (1989), foi verificada inicialmente a existência de tendência nas séries, para depois encontrar o modelo mais adequado de área e produtividade do Estado e das regiões.

Quanto a tendência, a Tabela 10 resume os resultados alcançados para área e produtividade no Estado e nas regiões. Todos os cálculos encontram-se no Anexo 7.

Tabela 10 - Verificação de tendência de área cultivada e produtividade no Estado de Mato Grosso do Sul

Variável	Bodoq.	C.G.	Dourados	Iguatemi	NAndrad	Pantanaís	Paranaíba	ATaquari	Tlagoas	Estado
Área	SIM	SIM	SIM	NÃO	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
Produtividade	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	SIM	SIM	NÃO	SIM	SIM

Os resultados obtidos para o teste de tendência foram os esperados, uma vez que a análise gráfica prévia das séries de área das regiões já havia apresentado tendência. A exceção foi a Região de Iguatemi cuja série de área mostrou-se estacionária. Entre as séries de produtividade, 60% apresentaram tendência e 40% não. O resultado já era esperado, pois o crescimento da produtividade é mais lento e nem sempre ocorre. No caso do Estado do Mato Grosso do Sul, o aumento da produção ocorreu em função da incorporação de novas áreas e não da produtividade (9 das 10 séries de área apresentaram tendência). Duas regiões apresentaram resultados contraditórios nos testes paramétricos e não paramétricos de verificação de tendência da produtividade. Nesses casos, outros testes foram aplicados para analisar a existência de tendência.

Os cálculos foram feitos usando a planilha do programa EXCEL, versão 5.0.

A etapa seguinte, após identificar a tendência de cada série, foi escolher o modelo. Dez equações para a variável área e outras 10 para a variável produtividade foram escolhidas (1 para cada região e 1 para o Estado). Usando funções apropriadas para as séries estacionárias foram identificados 3 modelos para cada região (propostos por FARNUM, 1989) que apresentou série estacionária, sendo escolhido aquele que apresentou os menores valores de resíduo.

A Tabela 11 mostra os parâmetros das equações escolhidas para os modelos sem tendência. Os cálculos e os modelos não escolhidos encontram-se no Anexo 4.

Tabela 11 - Parâmetros das variáveis dos modelos estacionários

<i>ÁREA</i>	α_0
IGUATEMI	25482,00
<i>PRODUTIVIDADE</i>	α_0
CAMPO GRANDE	1675,00
DOURADOS	1686,00
IGUATEMI	1695,79
ALTO TAQUARI	2014,20

Para as séries que apresentaram tendência foram identificados os modelos linear e curvilíneos sugeridos por FARNUM (1989) e o escolhido foi o que apresentou o melhor resultado estatístico, conjuntamente com a análise gráfica da série e o bom senso. Exceções foram os modelos logístico e exponencial modificado, cujas verificações foram feitas usando os valores dos resíduos.

Os modelos escolhidos para as Regiões e para o Estado, seus parâmetros e os resultados estatísticos acham-se nas Tabelas 12 e 13.

Tabela 12 - Resumo dos resultados estatísticos e parâmetros dos modelos para área

BODO QUENA	<i>Logístico</i>	<i>Coeficientes</i>	$\alpha_0=2,82$	$\alpha_1=55,96$	$\alpha_2=0,70$
PANTA NAIS	<i>Exp. Modificado</i>	<i>Coeficientes</i>	$\alpha_0=1822,80$	$\alpha_1=-1666,54$	$\alpha_2=0,68$
ESTADO	<i>Logístico</i>	<i>Coeficientes</i>	$\alpha_0=0,07$	$\alpha_1=0,61$	$\alpha_2=0,70$

CAMPO GRANDE	Estatíst. de Regressão	R múltiplo 0,74	R ² 0,55	R ² ajustado 0,48	Erro padrão 21273,16	No. obs. 15
ANOVA		gr. liber.	SQ	MQ	F	F5%
	Regressão	2	674574758	3372873764	7,45	0,00
	Resíduo	12	5430566147	452547179		
Quadrático Interseção	Coefic.	Erro padrão	Stat t	valor-p	95% inf.	95% sup
	-21194,49	18948,72	-1,12	0,03	-31480,20	-11091,22
	t	11582,26	2,13	0,05	5291,64	15456,15
	t ²	-435,45	-1,31	0,02	-757,10	-186,19
DOURA DOS	Estatíst. de Regressão	R múltiplo 0,97	R ² 0,94	R ² ajustado 0,86	Erro padrão 53371,80	No. obs. 15
ANOVA		gr. liber.	SQ	MQ	F	F5%
	Regressão	2	61842235745	30921117872	108,55	0,00
	Resíduo	13	37031140225	2848549248		
Quadrático Interseção	Coefic.	Erro padrão	Stat t	valor-p	95% inf.	95% sup.
	0	-	-	-	-	-
	t	100712,54	16,57	0,00	87580,63	113844,45
	t ²	-3616,69	-7,13	0,00	-4711,78	-2521,61
NANDRA DINA	Estatíst. de Regressão	R múltiplo 0,79	R ² 0,62	R ² ajustado 0,55	Erro padrão 3118,51	No. obs. 15
ANOVA		gr. liber.	SQ	MQ	F	F5%
	Regressão	1	226173304,2	226173304	23,26	0,00
	Resíduo	14	136151059,4	9725075,67		
Linear Interseção	Coefic.	Erro padrão	Stat t	valor-p	95% inf.	95% sup
	0	-	-	-	-	-
	t	668,70	7,55	0,00	478,76	858,65
PARA NAÍBA	Estatíst. de Regressão	R múltiplo 0,92	R ² 0,85	R ² ajustado 0,78	Erro padrão 22021,23	No. obs. 15
ANOVA		gr. liber.	SQ	MQ	F	F5%
	Regressão	1	37870669293	37870669293	78,09	0,00
	Resíduo	14	6789085607	484934686		
Linear Interseção	Coefic.	Erro padrão	Stat t	valor-p	95% inf.	95% sup.
	0	-	-	-	-	-
	t	8970,70	14,34	0,00	7629,43	10311,96

ALTO TAQUARI	Estatíst. de Regressão	R múltiplo 0,91	R^2 0,83	R^2 ajustado 0,76	Erro padrão 34791,26	No. obs. 15
ANOVA		gr. liber.	SQ	MQ	F	$F5\%$
	Regressão	1	82984768880	82984768880	68,56	0,00
	Resíduo	14	16946048772	1210432055		
Linear Interseção t	Coefic. 0 13562,05	Erro padrão - 988,01	Stat t - 13,73	valor-p - 0,00	95% inf. - 11442,99	95% sup. - 15681,11
TRÊS LAGOAS	Estatíst. de Regressão	R múltiplo 0,88	R^2 0,78	R^2 ajustado 0,77	Erro padrão 7425,01	No. obs. 15
ANOVA		gr. liber.	SQ	MQ	F	$F5\%$
	Regressão	1	2587976330	2587976330	46,94	0,00
	Resíduo	13	716700845,2	55130834,2		
Linear Interseção t	Coefic. -11022,14 3040,19	Erro padrão 4034,44 443,73	Stat t -2,73 6,85	valor-p 0,02 0,00	95% inf. -19738,02 2081,57	95% sup. -2306,26 3998,81

Tabela 13 - Resumo dos resultados estatísticos e parâmetros dos modelos para produtividade

BODO QUENA	Estatíst. de Regressão	R múltiplo 0,65	R^2 0,43	R^2 ajustado 0,38	Erro padrão 250,68	No. obs. 15
ANOVA		gr. liber.	SQ	MQ	F	$F5\%$
	Regressão	1	607943,60	607943,60	9,67	0,01
	Resíduo	13	816922,80	62840,22		
Linear Interseção t	Coefic. 1264,43 46,60	Erro padrão 136,21 14,98	Stat t 9,28 3,11	valor-p 0,00 0,01	95% inf. 970,17 14,23	95% sup. 1558,69 78,96
N. ANDRA DINA	Exp. Modificado	Coeficien- tes	$\alpha_0 =$ 1854,81	$\alpha_1 =$ -2472,42	$\alpha_2 = 0,57$	
ESTADO	Logístico	Coeficien- tes	$\alpha_0 = 50,19$	$\alpha_1 = 29,58$	$\alpha_2 = 0,84$	

PANTA NAIS	<i>Estatíst. de Regressão</i>	<i>R múltiplo</i> 0,53	<i>R²</i> 0,28	<i>R² ajustado</i> 0,23	<i>Erro padrão</i> 273,03	<i>No. obs.</i> 15
ANOVA		<i>gr. liber.</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>F5%</i>
	<i>Regressão</i>	1	378525,09	378525,09	5,08	0,04
	<i>Resíduo</i>	13	969104,51	74546,50		
Linear Interseção t	<i>Coefic.</i>	<i>Erro padrão</i>	<i>Stat t</i>	<i>valor-p</i>	<i>95% inf.</i>	<i>95% sup</i>
	1347,26	148,35	9,08	0,00	1026,76	1667,76
	36,77	16,32	2,25	0,04	1,52	72,02
PARA NAÍBA	<i>Estatíst. de Regressão</i>	<i>R múltiplo</i> 0,85	<i>R²</i> 0,73	<i>R² ajustado</i> 0,71	<i>Erro padrão</i> 166,12	<i>No. obs.</i> 15
ANOVA		<i>gr. liber.</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>F5%</i>
	<i>Regressão</i>	1	966202,51	966202,51	35,01	0,00
	<i>Resíduo</i>	13	358766,41	27597,42		
Linear Interseção t	<i>Coefic.</i>	<i>Erro padrão</i>	<i>Stat t</i>	<i>valor-p</i>	<i>95% inf.</i>	<i>95% sup</i>
	1386,32	90,27	15,36	0,00	1191,32	1581,33
	58,74	9,93	5,92	0,00	37,30	80,19
TRÊS LAGOAS	<i>Estatíst. de Regressão</i>	<i>R múltiplo</i> 0,88	<i>R²</i> 0,78	<i>R² ajustado</i> 0,76	<i>Erro padrão</i> 213,19	<i>No. obs.</i> 15
ANOVA		<i>gr. liber.</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>F5%</i>
	<i>Regressão</i>	1	2110455,29	2110455,29	46,44	0,00
	<i>Resíduo</i>	13	590824,44	45448,03		
Linear Interseção t	<i>Coefic.</i>	<i>Erro padrão</i>	<i>Stat t</i>	<i>valor-p</i>	<i>95% inf.</i>	<i>95% sup</i>
	782,92	115,84	6,76	0,00	532,68	1033,17
	86,82	12,74	6,81	0,00	59,29	114,34

Os modelos definidos para área e produtividade, por regiões e para o Estado, confirmaram a expectativa em relação ao tipo de função esperada para cada um deles. Era esperado que os modelos logísticos e/ou exponencial modificado alcançassem resultados de qualidade para modelos de área, isso porque a produção de soja no Estado, que vinha crescendo lentamente, por influência da incorporação de novas áreas passou a crescer rapidamente e depois estacionou, apresentando curva semelhante às das funções logística e exponencial modificada. Dos 9 modelos (incluindo o Estado, menos Iguatemi que resultou em série estacionária), 3 são desses

dois tipos (2 logística e 1 exponencial modificada), 2 do tipo curvilíneo quadrático e 4 lineares. O aumento da produtividade geralmente ocorre em pequenos incrementos, sempre com a mesma taxa e por um período relativamente longo, características da função linear. De fato, 4 modelos escolhidos para a produtividade são lineares , apenas 1 é exponencial modificado e 1 é logístico. Dos 10 modelos (somando área e produtividade) provenientes de regressão múltipla, 3 apresentaram coeficientes de determinação acima de 80%, 3 entre 70 e 80%, 2 entre 50 e 70% e inferiores a 50%. Os resultados inferiores a 50% pertencem as regiões de Bodoquena e Pantanais, provavelmente porque outros fatores estariam influenciando o crescimento (ou diminuição) da área e da produtividade nessas regiões. Esses resultados foram mantidos porque a metodologia não prevê outras variáveis e porque esses resultados foram melhores em relação a outros tipos de funções testadas. Todos os coeficientes estão associados ao nível de significância de 5% indicando que as mesmas contribuem para os modelos. O quadro de análise da variância comprovou a existência da regressão para todos os modelos.

5. PROJEÇÕES E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os objetivos deste capítulo são três: projetar a produção de soja para anos futuros usando dados reais para as variáveis, e comparar com a produção real a fim de verificar a consistência do modelo de oferta; projetar a produção de soja, também para anos futuros, usando dados projetados para as variáveis, e confrontá-la com a produção real a fim de avaliar e comparar os desempenhos dos modelos de oferta e de incorporação de área e aumento de produtividade, em dois níveis de agregação: o estado como uma única área e o estado dividido em regiões; e finalmente, avaliar o desempenho do modelo da RFFSA comparando seus resultados com as produções reais.

Os modelos e equações selecionados no capítulo anterior, para cada região e para o Estado, foram os escolhidos para as projeções da produção. O período de projeção corresponde aos anos entre 1989 e 1994.

5.1. Verificação da consistência do modelo de oferta

Nesta seção, empregando o modelo de oferta para o Estado, foram projetadas as produções de soja do período, atribuindo valores reais às variáveis. Se o modelo for bom, os valores reais das variáveis devem reproduzir a produção real.

A Equação (5) foi a escolhida para representar o modelo de oferta no Estado de Mato Grosso do Sul. A produção defasada (y_{t-1}) e o preço defasado de algodão são as variáveis independentes do modelo. O sinal positivo para o parâmetro do preço de algodão induz a inferir que o algodão no Estado é uma cultura de rotação com a soja.

A Tabela 14 traz os valores reais das variáveis incluídas no modelo. Quanto a Tabela 15, contém os resultados obtidos para as projeções, as produções de soja que realmente ocorreram no Estado, e o erro das estimativas em porcentagem.

$$y = 0,89 y_{t-1} + 0,97 \text{ Preço Algodão}_{(t-1)} \quad (5)$$

Tabela 14 - Valores reais das variáveis.

Ano	y_{t-1} (mil ton.)	Preço Algodão _(t-1) (US\$/ton.)
1994	2289,38	310,35
1993	1871,15	273,14
1992	2019,29	300,01
1991	2039,92	325,98
1990	2849,92	336,16
1989	2480,53	290,50

Tabela 15 - Projeções de volume de produção de soja usando variáveis reais.

Ano	Projeção (mil ton.)	Observado (mil ton.)	Erro (%)
1994	2274,11	2390,05	-4,85
1993	1877,51	2289,38	-17,99
1992	2031,23	1871,15	8,56
1991	2074,14	2019,29	2,72
1990	2867,87	2039,92	40,60
1989	2494,13	2849,92	-12,48
Erro Médio			14,31

Analisando as projeções ano a ano, as maiores diferenças ocorreram quando houve super safra ou quebra de safra por razões climáticas. Em 5 projeções o nível de acerto foi bom. O pior resultado refere-se a 1990, ano em que não se teve qualquer adversidade climática, mas em que se sofreu as consequências do Plano Collor que deixou os agricultores com poucos recursos para investimento. O modelo não prevê esse tipo de oscilação brusca e inesperada. Muito embora a produção real tenha oscilado bastante entre os anos, e o preço do algodão variado em torno de 10%, o erro médio das projeções no período de 6 anos, em relação a produção real, foi de 14,31%. Tal magnitude de erro é considerada pequena, pois reproduz bem a produção real, ou seja, o modelo de oferta é um modelo consistente.

O Gráfico 1, de volume de produção em função do tempo, ilustra as curvas dos valores observados e estimados.

Gráfico 1 - Valores observados e estimados segundo o modelo de oferta.

5.2. Avaliação do desempenho dos modelos

Utilizando os valores projetados para as variáveis, foram projetadas as produções futuras de soja aplicando os modelos de oferta e de incorporação de área e aumento de produtividade, escolhidos para cada região e para o Estado como única área, entre os anos de 1989 e 1994.

Note-se que, ao contrário das variáveis reais, as variáveis obtidas através da projeção contém erros.

Inicialmente serão apresentados os resultados das projeções dos modelos de oferta. Em seguida serão apresentados os resultados das projeções utilizando o modelo de incorporação de área e aumento de produtividade.

Como referência para o desenvolvimento das análises e discussões dos resultados, adotou-se critério usado em trabalho de consultoria (TRANSPLAN, 1986).

O desempenho dos modelos foi avaliado classificando o erro médio de suas projeções em relação a produção observada no período de 6 anos, conforme a seguinte escala: bom para média dos erros de até 20%; regular entre 20 e 40%; e ruim acima de 40%.

Uma vez definidas (no capítulo anterior) as variáveis incluídas nos modelos, para as regiões e para o Estado, projetaram-se as mesmas para o futuro, entre os anos de 1989 e 1994. Na projeção das variáveis foi usada a metodologia do modelo de incorporação de área e aumento de produtividade, com a variável independente sendo o tempo.

Inicialmente foi verificada a tendência, e depois, nas variáveis com tendência, foram testados modelos lineares e não lineares, e nas variáveis sem tendência, modelos estacionários, escolhendo aqueles que apresentassem os menores valores de resíduos.

A verificação de tendência, as funções definidas e os resultados estatísticos de cada variável encontram-se no Anexo 7.

5.2.1. Modelo de oferta

5.2.1.1. Região de Bodoquena

A Equação (6) foi escolhida para as projeções da produção futura de soja na região de Bodoquena. Na equação da produção, são variáveis independentes: a produção defasada e os preços defasados de soja e de algodão. Ambos os preços foram considerados sem tendência, e portanto resultaram em séries estacionárias. Eram esperados sinais invertidos para as variáveis de preço, de tal forma que subindo o preço da soja, a produção aumentasse e subindo o preço do algodão, a produção de soja diminuísse. Caso semelhante é relatado por TOYAMA (1970) e a explicação para isso é que verificou-se na Região uma grande expansão do produto, não por incentivo de preço, mas por crescimento do mercado e pela incorporação de novas áreas. Além disso, o algodão pode ser considerado uma cultura de rotação com a soja, onde o agricultor, percebendo que poderá haver uma grande oferta do produto no mercado, opta por plantar uma outra cultura e também por ampliar o volume de produção de soja, através da melhora na produtividade. É importante frisar que comportamento dessa natureza não é normal, porém ocorreu na Região.

$$y = 0,97 y_{t-1} - 0,09 \text{ Preço Soja}_{(t-1)} + 0,06 \text{ Preço Algodão}_{(t-1)} \quad (6)$$

As Tabelas 16 e 17 mostram as projeções das variáveis do modelo e da produção, a produção real e o erro de estimativa para a Região de Bodoquena.

Tabela 16 - Projeções das variáveis do modelo de Bodoquena.

Ano	y_{t-1} (mil ton.)	Preço Soja _(t-1) (US\$/ton.)	Preço Algodão _(t-1) (US\$/ton.)
1994	73,41	182,84	314,64
1993	70,91	182,84	314,64
1992	68,32	182,84	314,64
1991	65,65	182,84	314,64
1990	62,88	182,84	314,64
1989	65,20	223,16	290,50

Tabela 17 - Projeções de volume de produção de soja na Região de Bodoquena.

Ano	Projeção (mil ton.)	Observado (mil ton.)	Erro (%)
1994	75,84	61,26	23,79
1993	73,41	58,67	25,13
1992	70,91	47,82	48,28
1991	68,32	53,94	26,66
1990	65,65	71,12	-7,69
1989	62,88	75,32	-16,51
Erro Médio			23,01

O Gráfico 2 das curvas de projeção e da produção ocorrida na Região encontra-se a seguir.

Gráfico 2 - Valores observados e estimados segundo o modelo de Bodoquena.

O erro médio das projeções para o período de 6 anos foi de aproximadamente 23%, erro este considerado regular no meio agrícola e de transporte.

O ano de 1992 foi o que apresentou o maior erro de projeção, com 48%. Nesse ano, segundo informações obtidas junto a área agrícola do Estado, ocorreram diversos problemas durante a safra, tais como: adversidades climáticas e excesso de oferta do produto no mercado internacional. Destacaram-se positivamente as projeções dos 2 primeiros anos, cujos erros foram considerados pequenos. Enquanto que nos demais anos os erros foram regulares. Na projeção da demanda por transporte da Região, o modelo de oferta obteve o desempenho regular.

5.2.1.2. Região de Campo Grande

A Equação (7) projetou a produção de soja da Região de Campo Grande. A Região foi a única com o modelo na forma logarítmica. São variáveis independentes do modelo: a produção defasada e a precipitação. A projeção da variável precipitação, como era de se esperar, resultou em uma série estacionária, sem tendência.

Quanto aos parâmetros da função, não foi observada nenhuma anormalidade. Campo Grande é a Região de maior concentração urbana e industrial do Estado, onde a terra tem o seu maior valor por unidade de área. É possível que outras variáveis que não foram testadas tenham influência sobre a produção local. A orientação para definição das variáveis vem dos estudos de BRANDT (1972), CARMO (1974) e TOYAMA (1970) e procurou ser uniforme para todas as regiões.

$$y = 0,77 \log (y_{t-1}) + 0,20 \log (\text{Precipitação}) \quad (7)$$

A Tabela 18 traz as projeções para as variáveis incluídas no modelo da Região de Campo Grande.

A Tabela 19 resume as projeções obtidas com o modelo de oferta para a Região.

Tabela 18 - Projeções das variáveis do modelo de C. Grande.

Ano	log (y_{t-1}) (mil ton.)	log (Precipitação) (mm)
1994	1,87	2,18
1993	1,88	2,18
1992	1,89	2,18
1991	1,90	2,18
1990	1,92	2,18
1989	1,94	2,18

Tabela 19 - Projeções de volume de produção de soja na Região de C. Grande.

Ano	Projeção (mil ton.)	Observado (mil ton.)	Erro (%)
1994	73,29	43,99	54,40
1993	74,26	42,14	64,25
1992	75,55	37,95	87,02
1991	77,26	47,24	55,18
1990	79,54	40,74	87,72
1989	82,62	62,50	29,30
Erro Médio			68,46

A produção de soja na Região nos anos de 1984, 1985 e 1986 foi 3 vezes maior que a produção ocorrida entre os anos de 1989 e 1994. Talvez isso explique o erro médio para o período de 6 anos de aproximadamente 68%, dificilmente o modelo conseguiria captar tamanha alteração e projetar para o futuro valores mais próximos

do real. Dos erros de projeções ano a ano, apenas o do primeiro ano foi regular com 29%, sendo os dos anos seguintes superiores a 50%, provavelmente porque os valores atribuídos às variáveis no primeiro ano foram os reais. Assim, o desempenho do modelo, ao projetar a produção futura nessa Região, foi ruim.

O Gráfico 3 mostra a diferença entre as curvas da projeção e da produção ocorrida na Região.

Gráfico 3 - Valores observados e estimados segundo o modelo de C. Grande.

5.2.1.3. Região de Dourados

Como pode ser visto na Equação (8), foram incluídas no modelo as seguintes variáveis independentes: produção defasada e preço defasado de algodão. O sinal positivo para o parâmetro do preço de algodão significa que o mesmo pode ser uma cultura de rotação, onde a oferta de soja é influenciada pelo preço do produto alternativo. Como a série de dados para preço não contém tendência, os preços projetados do produto são constantes.

$$y = 0,77 y_{t-1} + 0,85 \text{ Preço Algodão}_{(t-1)} \quad (8)$$

A produção de soja da Região de Dourados é de cerca de 50% da produção do Estado, e suas projeções são bastantes significativas. As Tabelas 20 e 21 trazem os valores projetados das variáveis do modelo, as projeções da produção, os valores observados na Região e os erros de projeção.

Tabela 20 - Projeções das variáveis do modelo de Dourados.

Ano	y_{t-1} (mil ton.)	Preço Algodão_(t-1) (U\$/ton.)
1994	1228,85	314,64
1993	1239,18	314,64
1992	1252,52	314,64
1991	1269,74	314,64
1990	1291,96	314,64
1989	1347,26	290,50

Tabela 21 - Projeções de volume de produção de soja na Região de Dourados

Ano	Projeção (mil ton.)	Observado (mil ton.)	Erro (%)
1994	1220,84	1136,38	7,43
1993	1228,85	1088,54	12,89
1992	1239,18	718,57	72,45
1991	1252,52	877,95	42,66
1990	1269,74	955,67	32,86
1989	1291,96	1518,81	-14,94
Erro Médio			26,38

O Gráfico 4 contém as projeções da produção e as produções ocorridas na Região.

Gráfico 4 - Valores observados e estimados segundo o modelo de Dourados.

Com um erro médio de projeção para o período de 6 anos de cerca de 26%, o desempenho do modelo foi considerado regular. Assim como em outras regiões (a maioria delas), o ano de 1992 apresentou erro de projeção muito elevado, de 72% acima da produção observada. As justificativas são as mesmas mencionadas anteriormente, ou seja, adversidades climáticas ocorridas em todo o Estado e o grande estoque mundial do produto. Para os demais anos os erros ocorreram 3 vezes no nível bom, uma vez no regular e uma vez no ruim.

5.2.1.4. Região de Iguatemi

A Equação (9) foi a escolhida para projetar a produção de soja na Região de Iguatemi. As variáveis significativas para o modelo da Região são: preços defasados de milho e de arroz, salário defasado, precipitação e temperatura.

$$y = 1,05\text{PreçoMilho}_{(t-1)} - 0,48\text{PreçoArroz}_{(t-1)} + 8,84\text{Salário}_{(t-1)} - 0,42\text{Precip.} + 1,78 \text{Temp.} \quad (9)$$

Verificou-se, pelo modelo, que o produto alternativo na Região é o arroz, e o milho, a cultura de rotação com a soja. Todas as variações de modelos testados para essa Região apresentaram sinal positivo para o salário defasado e negativo para a precipitação. Esses sinais não são consistentes com a teoria, e quando essas variáveis foram excluídas, os coeficientes estatísticos apresentaram grande piora. Mesmo assim optou-se por escolher o modelo com melhores resultados estatísticos. Outro aspecto importante é que esse modelo foi o único de todas as regiões em que a variável produção defasada não está presente, afastando a hipótese de autocorrelação nos resíduos e erro nas variáveis. Quanto às projeções das variáveis, exceto salário defasado, as demais séries são estacionárias, portanto sem tendência, ou seja, as projeções do modelo variaram apenas em função da variável salário defasado.

Os resultados das projeções das variáveis do modelo estão na Tabela 22, e a Tabela 23 contém os resultados das projeções usando o modelo acima, as produções ocorridas na Região e o erro de projeção.

O Gráfico 5 mostra o desempenho do modelo nas projeções.

Tabela 22 - Projeções das variáveis do modelo de Iguatemi.

Ano	Preço Milho _(t-1) (US\$/ton.)	Preço Arroz _(t-1) (US\$/ton.)	Salário _(t-1) (US\$)	Precipitação (mm)	Temperat. (°C)
1994	96,07	171,23	5,09	131,90	23,84
1993	96,07	171,23	4,99	131,90	23,84
1992	96,07	171,23	4,90	131,90	23,84
1991	96,07	171,23	4,80	131,90	23,84
1990	96,07	171,23	4,71	131,90	23,84
1989	106,31	143,34	3,96	131,90	23,84

Tabela 23 - Projeções de volume de produção de soja na Região de Iguatemi

Ano	Projeção (mil ton.)	Observado (mil ton.)	Erro (%)
1994	50,81	48,18	5,47
1993	49,98	46,14	8,32
1992	49,15	33,93	44,85
1991	48,32	49,62	-2,61
1990	47,49	75,91	-37,44
1989	65,17	89,96	-27,56
Erro Médio			22,17

Gráfico 5 - Valores observados e estimados segundo o modelo de Iguatemi.

Verificando as projeções ano a ano, constatou-se que o erro de projeção em 1992 foi bastante significativo, próximo de 45%, e a média entre os anos foi de aproximadamente 22%. Com esse nível de erro, o modelo obteve o desempenho

regular. Assim como na Região anterior, os erros das projeções dos 2 últimos anos foram pequenos, diferindo da produção real em torno de 7%. Nos outros anos os erros foram regulares.

5.2.1.5. Região de Nova Andradina

A Equação (10) foi a escolhida para representar o modelo de oferta na Região de Nova Andradina. A mesma tem como variáveis independentes a produção defasada, os preços defasados de soja e de milho. Os preços são constantes porque ambas as séries foram consideradas séries sem tendência, portanto estacionárias.

$$y_t = 0,88 y_{t-1} - 0,08 \text{ Preço Soja}_{(t-1)} + 0,18 \text{ Preço Milho}_{(t-1)} \quad (10)$$

Assim como na Região de Bodoquena, os sinais dos coeficientes das variáveis preço foram opostos ao esperado. Também neste caso a justificativa pode ser a grande disponibilidade de terras boas e com preço reduzido na Região, bem como o crescente mercado consumidor. A Tabela 24 apresenta os valores projetados para as variáveis e a Tabela 25 os resultados obtidos para as projeções, a produção que ocorreu na Região e os erros de projeções. O Gráfico 6 ilustra as curvas da projeção e da produção.

Tabela 24 - Projeções das variáveis do modelo de Nova Andradina.

Ano	y_{t-1} (mil ton.)	Preço Soja _(t-1) (U\$/ton.)	Preço Milho _(t-1) (U\$/ton.)
1994	23,12	182,84	96,07
1993	23,26	182,84	96,07
1992	23,42	182,84	96,07
1991	23,60	182,84	96,07
1990	23,81	182,84	96,07
1989	25,62	223,16	106,31

Tabela 25 - Projeções de volume de produção de soja na Região de Nova Andradina.

Ano	Projeção (mil ton.)	Observado (mil ton.)	Erro (%)
1994	23,00	27,77	-17,19
1993	23,12	26,59	-13,05
1992	23,26	11,51	102,12
1991	23,42	22,66	3,35
1990	23,60	25,42	-7,16
1989	23,81	34,28	-30,56
Erro Médio			22,29

Gráfico 6 - Valores observados e estimados segundo o modelo de Nova Andradina.

O erro médio das projeções para o período de 6 anos foi de aproximadamente 22%, considerado regular. Também nessa Região, o ano de 1992 ficou sujeito a um erro de projeção elevado, com 102%. Individualmente os erros das projeções do modelo foram pequenos em 4 anos, regular em um e ruim em outro (1992). Desconsiderando o ano de 1992, a média de erro passa a ser de 14%. O desempenho do modelo na Região foi regular.

5.2.1.6. Região de Pantanaís

De acordo com a Equação (11) escolhida para a Região, o trigo é a cultura concorrente da soja e o aumento dos custos dos fatores produtivos também reduz a produção. São variáveis independentes do modelo: produção defasada, preço defasado de trigo, salário defasado, precipitação, temperatura e IPF.

$$y = 0,59y_{t-1} - 0,03\text{PreçoTrigo}_{(t-1)} + 1,87\text{Salário}_{(t-1)} - 0,09\text{Precip} + 0,65\text{Temp} - 0,01\text{IPF} \quad (11)$$

Da mesma forma que o modelo da Região de Iguatemi, os sinais do salário defasado e da precipitação não foram os esperados. Na Região de Pantanaís, as variáveis salário defasado e preço de trigo foram as únicas a apresentar tendência. As demais são estacionárias. As projeções das variáveis e das produções futuras para a Região e as produções ocorridas e os erros de projeções encontram-se nas Tabelas 26 e 27.

Tabela 26 - Projeções das variáveis do modelo de Pantanaís.

Ano	y_{t-1} (mil ton.)	Preço Trigo _(t-1) (US\$/ton.)	Salário _(t-1) (US\$)	Precipitação (mm)	Temperat. (°C)	IPF
1994	8,54	137,61	5,09	118,27	26,43	757,54
1993	7,70	143,27	4,99	118,27	26,43	756,39
1992	6,83	149,04	4,90	118,27	26,43	754,97
1991	5,94	154,92	4,80	118,27	26,43	753,21
1990	4,99	160,90	4,71	118,27	26,43	751,03
1989	5,41	155,33	3,96	118,27	26,43	748,32

Tabela 27 - Projeções de volume de produção de soja na Região de Pantanaís.

Ano	Projeção (mil ton.)	Observado (mil ton.)	Erro (%)
1994	9,37	3,45	171,97
1993	8,54	3,30	158,78
1992	7,70	5,20	48,02
1991	6,83	3,09	121,32
1990	5,94	4,16	42,93
1989	4,99	12,99	-61,60
Erro Médio			84,45

O Gráfico 7 traz as curvas dos dados da tabela acima, ilustrando as diferenças entre as projeções e as produções ocorridas.

Gráfico 7 - Valores observados e estimados segundo o modelo de Pantanaís.

As projeções ano a ano começaram com um erro de -61% (1989) e foram aumentando até atingir o erro de 172% em 1994. Portanto, a média dos erros foi elevada, de 84%. Nesse patamar de erro médio o desempenho do modelo foi ruim. Uma explicação para os valores expressivos dos erros de projeções está no comportamento da produção de soja na Região. Até o ano de 1989, a produção vinha crescendo. No ano de 1990 a produção foi reduzida para 38% do ano anterior, mantendo-se nesse nível até 1994.

5.2.1.7. Região de Paranaíba

A produção defasada e o preço defasado de algodão foram as variáveis significativas, conforme a Equação (12) escolhida para projetar a produção futura de soja na Região. As projeções da variável preço de algodão foram constantes porque foi verificado que a série de dados não contém tendência.

$$y_t = -79,96 + 1,05 y_{t-1} + 0,31 \text{ Preço Algodão}_{(t-1)} \quad (12)$$

O coeficiente próximo de 1 para a produção defasada indica que não há defasagem entre a oferta no ano t e o planejamento de longo prazo, o que em última análise implica em uma realocação contínua dos fatores produtivos. Também nesta Região o algodão aparece como uma cultura de rotação com a soja. A Tabela 28 traz os valores projetados para as variáveis do modelo e a Tabela 29 as projeções futuras, a produção ocorrida e os erros das estimativas.

Tabela 28 - Projeções das variáveis do modelo de Paranaíba.

Ano	y_{t-1} (mil ton.)	Preço Algodão _(t-1) (US\$/ton.)
1994	539,42	314,64
1993	492,73	314,64
1992	452,13	314,64
1991	413,52	314,64
1990	376,79	314,64
1989	348,96	290,50

Tabela 29 - Projeções de volume de produção de soja na Região de Paranaíba.

Ano	Projeção (mil ton.)	Observado (mil ton.)	Erro (%)
1994	580,29	425,37	36,42
1993	535,42	407,46	31,40
1992	492,73	409,08	20,45
1991	452,13	399,44	13,19
1990	413,52	356,55	15,98
1989	376,79	428,34	-12,03
Erro Médio			21,75

O Gráfico 8 contém as curvas das projeções e das produções.

Gráfico 8 - Valores observados e estimados segundo o modelo de Paranaíba.

Os erros das projeções dos anos foram aumentando ano a ano de -12%, no primeiro ano, para 36% no último ano, com as 3 primeiras projeções sendo boas e as 3 últimas razoáveis. Tal variação ocorreu porque o modelo de oferta é linear e a série de dados da produção usada para sua identificação vinha crescendo, sendo que a redução acentuada da produção ocorreu no segundo ano (1990), voltando a crescer novamente nos anos seguintes, porém com velocidade inferior. Ainda assim, a média dos erros no período de 6 anos foi de 21% aproximadamente, considerado regular para projeções em transporte.

5.1.2.8. Região de Alto Taquari

Na Região de Alto Taquari, a equação escolhida para projetar a produção futura foi a Equação (13). São variáveis independentes do modelo: produção defasada, preço defasado de algodão e de trigo. Destas variáveis, o preço de trigo apresentou tendência e o de algodão não.

$$y = 0,88 y_{t-1} + 0,77 \text{ Preço Algodão}_{(t-1)} - 0,88 \text{ Preço Trigo}_{(t-1)} \quad (13)$$

Os sinais dos preços na equação indicam que o trigo é o produto concorrente e o algodão é a cultura que faz rotação com a soja. A Tabela 30 contém os valores projetados para as variáveis e a Tabela 31, as projeções do modelo, os valores observados e os erros das projeções.

Tabela 30 - Projeções das variáveis do modelo de Alto Taquari.

Ano	y_{t-1} (mil ton.)	Preço Algodão _(t-1) (US\$/ton.)	Preço Trigo _(t-1) (US\$/ton.)
1994	652,88	314,64	137,61
1993	609,87	314,64	143,27
1992	566,82	314,64	149,04
1991	523,83	314,64	154,92
1990	481,02	314,64	160,90
1989	447,92	290,50	155,33

Tabela 31 - Projeções de volume de produção de soja na Região de Alto Taquari.

Ano	Projeção (mil ton.)	Observado (mil ton.)	Erro (%)
1994	695,77	480,37	44,84
1993	652,88	460,11	41,90
1992	609,87	471,75	29,28
1991	566,82	420,95	34,65
1990	523,83	411,36	27,34
1989	481,02	494,63	-2,75
Erro Médio			29,87

O Gráfico 9 mostra os valores das projeções e das produções ocorridas na Região.

Gráfico 9 - Valores observados e estimados segundo o modelo de Alto Taquari.

O erro médio das projeções nos 6 anos foi de aproximadamente 29%, considerado regular para projeções de demanda. Assim como na Região de Paranaíba, houve uma redução da produção a partir de 1989 na Região do Alto Taquari, motivando os erros crescentes das projeções nos anos seguintes até 1994. Os erros das projeções ano a ano foram 3 vezes regulares, 2 vezes ruins e uma vez de pequeno valor.

5.2.1.9. Região de Três Lagoas

A Equação (14) foi a que apresentou o melhor resultado em termos teóricos, contendo a constante, a produção defasada e a variável preço defasado de trigo como variáveis independentes. O preço de trigo foi projetado como um modelo com tendência.

$$y = 48,13 + 0,99 y_{t-1} - 0,19 \text{ Preço Trigo}_{(t-1)} \quad (14)$$

Teoricamente o modelo deve apresentar uma constante, a produção defasada com o parâmetro variando entre 0 e 1, e o preço de um produto concorrente com o sinal negativo, exatamente o que ocorreu com a função escolhida para a Região de Três Lagoas. Uma explicação para isso é que a série de dados das variáveis (principalmente da variável dependente) sempre foi crescente, inclusive nos anos de projeção, em ritmo lento e uniforme. A Tabela 32 mostra os valores obtidos para as projeções das variáveis do modelo e a Tabela 33 os resultados das projeções na Região, as produções reais e os erros.

Tabela 32 - Projeções das variáveis do modelo de Três Lagoas.

Ano	y_{t-1} (mil ton.)	Preço Trigo _(t-1) (US\$/ton.)
1994	176,39	137,61
1993	157,31	143,27
1992	139,12	149,04
1991	121,85	154,92
1990	105,53	160,90
1989	87,96	155,33

Tabela 33 - Projeções de volume de produção de soja na Região de Três Lagoas.

Ano	Projeção (mil ton.)	Observado (mil ton.)	Erro (%)
1994	196,34	163,29	20,24
1993	176,39	156,42	12,77
1992	157,31	135,34	16,24
1991	139,12	144,40	-3,66
1990	121,85	99,00	23,09
1989	105,53	132,68	-20,46
Erro Médio			15,67

Pelo Gráfico 10 pode-se ver o bom desempenho do modelo, com as curvas dos valores projetados e as produções reais.

Gráfico 10 - Valores observados e estimados segundo o modelo de Três Lagoas.

O erro das projeções no período de 6 anos foi de aproximadamente 15%. Esse resultado era o esperado uma vez que o modelo pode ser considerado bom em termos teóricos. Individualmente, 3 projeções foram boas e 3 razoáveis. Para o setor de transporte o erro nesse nível é considerado pequeno.

5.2.1.10. Estado como única área

A Equação (15) foi a escolhida para projetar a produção de soja no Estado de Mato Grosso do Sul. Foram incluídas no modelo as seguintes variáveis independentes: produção defasada e preço defasado de algodão. Como o preço de algodão não apresentou tendência significativa, os valores projetados para a variável são constantes. A única exceção foi o primeiro ano, para a qual adotou-se o valor real visto que o preço já era conhecido.

$$y = 0,89 y_{t-1} + 0,97 \text{ Preço Algodão}_{(t-1)} \quad (15)$$

Assim como ocorreu em regiões do estado, também para o Estado como um todo, o preço de algodão apresentou sinal positivo. Conclui-se que no Estado o algodão é a cultura de rotação com a soja. As Tabelas 34 e 35 mostram os valores projetados para a variável preço de algodão, a produção defasada, as projeções para o produto, as produções ocorridas e os erros de projeções.

Tabela 34 - Projeções das variáveis do modelo do Estado como única área.

Ano	y_{t-1} (mil ton.)	Preço Algodão _(t-1) (US\$/ton.)
1994	2614,25	314,64
1993	2589,03	314,64
1992	2560,77	314,64
1991	2529,09	314,64
1990	2493,58	314,64
1989	2479,95	290,50

Tabela 35 - Projeções de volume de produção de soja no Estado de Mato Grosso do Sul.

Ano	Projeção (mil ton.)	Observado (mil ton.)	Erro (%)
1994	2636,75	2390,05	-12,49
1993	2614,25	2289,38	23,98
1992	2589,03	1871,15	26,82
1991	2560,77	2019,29	38,37
1990	2529,09	2039,92	14,19
1989	2493,58	2849,50	10,32
Erro Médio			19,88

O Gráfico 11 mostra as curvas dos valores projetados e das produções observadas.

Gráfico 11 - Valores observados e estimados segundo o modelo do Estado como única área.

Com cerca de 19% de erro médio nas projeções para o período de 6 anos, o modelo obteve um bom desempenho nas projeções. Observando as projeções anuais, 3 obtiveram erros de pequena magnitude e 3 foram regulares. O pior ano foi 1992. Nesse ano, conforme comentado anteriormente, houve uma redução no plantio de soja em quase todas as regiões em função de adversidades climáticas que ocorreram em praticamente todo Estado, e também pelo excesso de oferta do produto no mercado.

5.2.2. Modelo de incorporação de área e aumento de produtividade

5.2.2.1. Região de Bodoquena

A Equação (16), uma função logística, representa a evolução da área colhida de soja na Região de Bodoquena e foi a escolhida para projetar a área na Região. Para projetar a produtividade, escolheu-se uma função linear na forma da Equação (17).

$$A = 1 / (2,82 + 55,96 \cdot 0,70^t) \quad (16)$$

$$P = 1264,43 + 46,60 t \quad (17)$$

A Tabela 36 mostra os valores futuros projetados usando as equações acima para área e produtividade, e na Tabela 37 as projeções da produção, a produção observada e os erros das projeções na Região.

Tabela 36 - Projeções das variáveis do modelo de Bodoquena.

Ano	Área (ha)	Produtividade (Kg/ha)
1994	35,07	2,24
1993	34,93	2,20
1992	34,72	2,15
1991	34,42	2,10
1990	34,00	2,06
1989	33,41	2,01

Tabela 37 - Projeções de volume de produção de soja na Região de Bodoquena.

Ano	Projeção (mil ton.)	Observado (mil ton.)	Erro (%)
1994	78,67	61,26	28,42
1993	76,71	58,67	30,75
1992	74,63	47,82	56,07
1991	72,39	53,94	34,20
1990	69,92	71,12	-1,68
1989	67,16	75,32	-10,83
Erro Médio			24,47

O Gráfico 12 mostra as curvas das produções projetadas e as curvas das produções na Região.

Gráfico 12 - Valores observados e estimados segundo o modelo de Bodoquena.

As projeções da produção discrepam em média 24%, aproximadamente, dos valores reais, no período de 6 anos. Erro médio dessa magnitude é considerado regular, indicando que foi razoável no desempenho das projeções da produção na Região. As projeções nos anos foram regulares em 4 anos e boas em 2 anos (nos dois primeiros anos), isso se deve a variações significativas que ocorreram na área de plantio da Região a partir de 1991.

5.2.2.2. Região de Campo Grande

A função quadrática foi a escolhida para projetar a área na Região de Campo Grande através da Equação (18) e, com a “Equação” (19), um modelo estacionário, foi projetada a produtividade.

$$A = -21194,49 + 11582,26 t - 435,45 t^2 \quad (18)$$

$$P = 1,68 \quad (19)$$

Na Tabela 38 estão as projeções para a área e produtividade usando as equações acima, e na Tabela 39 as projeções da produção e as produções ocorridas na Região, acompanhadas dos erros da produção.

Tabela 38 - Projeções das variáveis do modelo de C. Grande.

Ano	Área (ha)	Produtividade (Kg/ha)
1994	30,00	1,68
1993	36,27	1,68
1992	41,67	1,68
1991	46,20	1,68
1990	49,86	1,68
1989	52,65	1,68

Tabela 39 - Projeções de volume de produção de soja na Região de C. Grande.

Ano	Projeção (mil ton.)	Observado (mil ton.)	Erro (%)
1994	50,25	43,99	14,23
1993	60,75	42,14	44,15
1992	69,80	37,95	83,93
1991	77,38	47,24	63,80
1990	83,51	40,74	104,99
1989	88,18	62,50	41,10
Erro Médio			56,57

As curvas, das projeções e da produção real, encontram-se no Gráfico 13.

Gráfico 13 - Valores observados e estimados segundo o modelo de C. Grande.

A Região de Campo Grande apresentou uma grande redução na área colhida de soja, já verificado no modelo de oferta. Mesmo tendo mais opções de funções para escolha, as projeções do modelo no período de 6 anos foram ruins, com 56% de erro médio. Casualmente, o erro da projeção do ano de 1994 foi pequeno. Nos demais anos, as porcentagens de erro foram elevadas.

5.2.2.3. Região de Dourados

As projeções da área e da produtividade foram obtidas empregando uma função quadrática com a constante nula para área, e um modelo estacionário para produtividade, na forma das Equações (20) e (21).

$$A = 100712,54 t - 3616,69 t^2 \quad (20)$$

$$P = 1,69 \quad (21)$$

Os resultados das projeções das variáveis, área e produtividade encontram-se na Tabela 40 e as projeções da produção futura, da produção ocorrida na Região e os erros de projeções, na Tabela 41.

Tabela 40 - Projeções das variáveis do modelo de Dourados.

Ano	Área (ha)	Produtividade (Kg/ha)
1994	520,00	1,69
1993	567,57	1,69
1992	607,91	1,69
1991	641,02	1,69
1990	666,89	1,69
1989	685,53	1,69

Tabela 41 - Projeções de volume de produção de soja na Região de Dourados.

Ano	Projeção (mil ton.)	Observado (mil ton.)	Erro (%)
1994	876,72	1136,38	-22,85
1993	956,93	1088,54	-12,09
1992	1024,94	718,57	42,64
1991	1080,76	877,95	23,10
1990	1124,38	955,67	17,65
1989	1155,80	1518,81	-23,90
Erro Médio			22,75

Pelo Gráfico (14) pode se ter uma idéia do desempenho regular do modelo nas projeções.

Gráfico 14 - Valores observados e estimados segundo o modelo de Dourados.

O erro médio das projeções da produção na Região de Dourados para o período de 6 anos, foi regular, com aproximadamente 22%. Quanto aos erros das projeções ano a ano, ocorreram erros razoáveis em 3 anos, pequenos em 2 anos e elevado em um ano. Em 1992 a Região apresentou uma forte redução da área plantada, principalmente em função do estoque mundial do produto.

5.2.2.4. Região de Iguatemi

Na Região de Iguatemi, as projeções da área e produtividade foram obtidas por modelos estacionários, uma vez que não se detectou tendência nas séries da área e da produtividade. Dessa forma, as “Equações” (22) e (23) representam os valores da área e da produtividade respectivamente. Na realidade, tanto uma como outra são constantes ao longo do tempo.

$$A = 25,48 \quad (22)$$

$$P = 1,70 \quad (23)$$

As Tabelas 42 e 43 referem-se as projeções das variáveis e da produção respectivamente, acompanhadas dos valores observados e dos erros das projeções.

Tabela 42 - Projeções das variáveis do modelo de Iguatemi.

Ano	Área (ha)	Produtividade (Kg/ha)
1994	25,48	1,70
1993	25,48	1,70
1992	25,48	1,70
1991	25,48	1,70
1990	25,48	1,70
1989	25,48	1,70

Tabela 43 - Projeções de volume de produção de soja na Região de Iguatemi.

Ano	Projeção (mil ton.)	Observado (mil ton.)	Erro (%)
1994	43,21	48,18	-10,31
1993	43,21	46,14	-6,36
1992	43,21	33,93	27,35
1991	43,21	49,62	-12,91
1990	43,21	75,91	-43,08
1989	43,21	89,96	-51,97
Erro Médio			29,98

O Gráfico 15 apresenta as curvas dos valores das projeções e das produções reais.

Gráfico 15 - Valores observados e estimados segundo o modelo de Iguatemi.

Como a área e a produtividade são constantes, as projeções da produção também resultaram em valores constantes para todo o período de 6 anos, e a média dos erros ficou próxima de 30%, com um desempenho regular do modelo nas projeções. Tendo diminuído a produção na região a partir de 1989, e o modelo projetando valores constantes, os valores projetados se aproximaram dos valores reais diminuindo, ano a ano, os erros. Como resultado, as projeções foram boas para 3 anos, razoável para um ano e ruins para 2 anos.

5.2.2.5. Região de Nova Andradina

A Equação (24) foi a utilizada para projetar a área para o futuro na Região de Nova Andradina. Trata-se de uma função linear. A produtividade foi projetada usando a Equação (25), que é uma função exponencial modificada.

$$A = 668,70 t \quad (24)$$

$$P = 1854,81 - 2472,42 \cdot 0,57^t \quad (25)$$

As projeções das variáveis foram resumidas na Tabela 44 e os resultados das projeções da produção, as produções reais e os erros das projeções na Tabela 45.

Tabela 44 - Projeções das variáveis do modelo de Nova Andradina.

Ano	Área (ha)	Produtividade (Kg/ha)
1994	14,04	1,85
1993	13,37	1,85
1992	12,71	1,85
1991	12,04	1,85
1990	11,37	1,85
1989	10,70	1,85

Tabela 45 - Projeções de volume de produção de soja na Região de N. Andradina.

Ano	Projeção (mil ton.)	Observado (mil ton.)	Erro (%)
1994	26,05	27,77	-6,22
1993	24,81	26,59	-6,72
1992	23,57	11,51	104,75
1991	22,32	22,66	-1,49
1990	21,08	25,42	-17,07
1989	19,84	34,28	-42,12
Erro Médio			23,39

No Gráfico 16 encontram-se as curvas das projeções e das produções observadas na Região de Nova Andradina.

Gráfico 16 - Valores observados e estimados segundo o modelo de N.Andradina.

Apesar do erro de projeção de 104% no ano de 1992, a média das projeções foi de 23% no período de 6 anos, com o modelo alcançando um desempenho razoável. Isso porque individualmente os erros das projeções foram pequenos nos outros anos. Nos anos de 1990, 1991, 1993 e 1994 os erros das projeções foram pequenos, e nos anos de 1989 e 1992, ruins.

5.2.2.6. Região de Pantanaís

Conforme Equação (26), as projeções da área na Região dos Pantanaís foram calculadas usando uma função exponencial modificada e a produtividade uma função linear, a Equação (27).

$$A = 1822,80 - 1666,54 \cdot 0,68^t \quad (26)$$

$$P = 1347,26 + 36,77 t \quad (27)$$

As projeções das variáveis área e produtividade encontram-se na Tabela 46. As produções futuras da soja na Região, as produções ocorridas e os erros das projeções constam na Tabela 47.

Tabela 46 - Projeções das variáveis do modelo de Pantanaís.

Ano	Área (ha)	Produtividade (Kg/ha)
1994	1,82	2,12
1993	1,82	2,08
1992	1,82	2,05
1991	1,82	2,01
1990	1,82	1,97
1989	1,82	1,94

Tabela 47 - Projeções de volume de produção de soja na Região de Pantanaís.

Ano	Projeção (mil ton.)	Observado (mil ton.)	Erro (%)
1994	3,86	3,45	12,09
1993	3,79	3,30	14,99
1992	3,73	5,20	-28,33
1991	3,66	3,09	18,48
1990	3,59	4,16	-13,61
1989	3,52	12,99	-72,89
Erro Médio			40,32

O Gráfico 17 traz as curvas das projeções e das produções observadas na Região.

Gráfico 17 - Valores observados e estimados segundo o modelo de Pantanaís.

A produção defasada chegou a diferir em média 40% da produção real, no período de 6 anos. Para esse nível de erro, o desempenho do modelo pode ser considerado regular. O erro de projeção de cada ano foi pequeno em 4 dos 6 anos, resultando em um ano razoável e um ano ruim. Verificando as produções ocorridas nos anos da série usada e as projeções correspondentes, a produção realizada no ano de 1989 foi anormal. Dificilmente poder-se-ia esperar esse volume. Excluindo o ano de 1989, a média dos erros corrigida seria próxima de 10%.

5.2.2.7. Região de Paranaíba

A função linear foi a escolhida para projetar a área e a produtividade. A Equação (28) projetou a área, e a Equação (29) a produtividade na Região.

$$A = 8970,70 \text{ t} \quad (28)$$

$$P = 1386,32 + 58,74 \text{ t} \quad (29)$$

Na Tabela 48 estão apresentados os resultados das projeções de área e produtividade, e na Tabela 49 os resultados das projeções da produção futura, as produções observadas e erros das projeções

Tabela 48 - Projeções das variáveis do modelo de Paranaíba.

Ano	Área (ha)	Produtividade (Kg/ha)
1994	188,38	2,62
1993	179,41	2,56
1992	170,44	2,50
1991	161,47	2,44
1990	152,50	2,38
1989	143,53	2,33

Tabela 49 - Projeções de volume de produção de soja na Região de Paranaíba.

Ano	Projeção (mil ton.)	Observado (mil ton.)	Erro (%)
1994	493,55	425,37	16,03
1993	459,51	407,46	12,78
1992	426,52	409,08	4,26
1991	394,59	399,44	-1,21
1990	363,71	356,55	2,01
1989	333,88	428,34	-22,05
Erro Médio			10,06

As diferenças entre as projeções e as produções reais podem ser vistas no Gráfico 18.

Gráfico 18 - Valores observados e estimados segundo o modelo de Paranaíba.

As projeções, usando as variáveis área e produtividade discrepam, no período de 6 anos, aproximadamente em 10% dos valores reais. Esse desempenho pode ser considerado bom. A projeção no ano de 1992, apresentou um erro de projeção em relação a produção real de 4%, nada significativo se comparado a outras regiões nesse mesmo ano. Os erros de projeção de 1990 a 1994 foram pequenos. Ao contrário de outras regiões, a Região de Paranaíba manteve a incorporação de novas áreas e aumento de produtividade, embora em ritmo mais lento.

5.2.2.8. Região de Alto Taquari

Na Região de Alto Taquari, a função utilizada para projetar a área foi a linear. Já a produtividade foi projetada através de um modelo estacionário.

As Equações (30) e (31) foram as escolhidas para as projeções.

$$A = 13562,05 t \quad (30)$$

$$P = 2,01 \quad (31)$$

A Tabela 50 traz os valores projetados para as variáveis área e produtividade, enquanto a Tabela 51 apresenta as projeções da produção, as produções reais e erros das projeções.

Tabela 50 - Projeções das variáveis do modelo de Alto Taquari.

Ano	Área (ha)	Produtividade (Kg/ha)
1994	284,80	2,01
1993	271,24	2,01
1992	257,68	2,01
1991	244,12	2,01
1990	230,55	2,01
1989	216,99	2,01

Tabela 51 - Projeções de volume de produção de soja na Região de Alto Taquari.

Ano	Projeção (mil ton.)	Observado (mil ton.)	Erro (%)
1994	573,65	480,37	19,42
1993	546,33	460,11	18,74
1992	519,02	471,75	10,02
1991	491,70	420,95	16,81
1990	464,38	411,36	12,89
1989	437,07	494,63	-11,64
Erro Médio			14,90

O Gráfico 19 mostra as curvas dos valores das projeções e das produções reais.

Gráfico 19 - Valores observados e estimados segundo o modelo de Alto Taquari.

A diferença média das projeções no período de 6 anos, em relação à produção real na Região, foi de 14%, valor este considerado bom para projeções. Também, a verificação das projeções individualmente indicam que todas foram boas. Na Região do Alto Taquari, tanto a incorporação de área como o aumento de produtividade continuaram crescendo no mesmo ritmo.

5.2.2.9. Região de Três Lagoas

As projeções de área na Região de Três Lagoas, foram feitas usando a Equação (32), enquanto que as de produtividade pela Equação (33).

$$A = -11022,14 + 3040,19 t \quad (32)$$

$$P = 782,92 + 86,82 t \quad (33)$$

As projeções de área incorporada e produtividade encontram-se na Tabela 52, e as projeções da produção, as produções reais e os erros das projeções na Tabela 53.

As curvas dos valores projetados e das produções reais são mostradas no Gráfico 20.

Tabela 52 - Projeções das variáveis do modelo de Três Lagoas.

Ano	Área (ha)	Produtividade (Kg/ha)
1994	52,82	2,61
1993	49,78	2,52
1992	46,74	2,43
1991	43,70	2,35
1990	40,66	2,26
1989	37,62	2,17

Tabela 53 - Projeções de volume de produção de soja na Região de Três Lagoas.

Ano	Projeção (mil ton.)	Observado (mil ton.)	Erro (%)
1994	137,66	163,29	-15,70
1993	125,41	156,42	-19,82
1992	113,70	135,34	-15,99
1991	102,51	144,40	-29,01
1990	91,85	99,00	-7,22
1989	81,71	132,68	-38,41
Erro Médio			21,45

Gráfico 20 - Valores observados e estimados segundo o modelo de Três Lagoas.

As projeções da produção na Região apresentaram um erro médio de 21% no período de 6 anos, com o modelo conseguindo um desempenho razoável nas projeções. Os erros das projeções anuais conseguiram bom desempenho em 4 anos e foram

razoáveis em 2. A Região de Três Lagoas foi uma das poucas no Estado que apresentou um crescimento na produção, no período de projeção.

5.2.2.10. Estado como única área

A função logística foi a escolhida para projetar a área e a produtividade no Estado. Isto porque as séries de dados de incorporação de áreas e de produtividade tiveram um comportamento semelhante à letra “S”, ou seja, vinham crescendo lentamente, passaram a aumentar o ritmo de crescimento com a incorporação de novas áreas e aumento de produtividade, estabilizando-se em seguida.

As Equações (34) e (35) foram as escolhidas para projetar a área e a produtividade, respectivamente.

$$A = 1 / (0,07 + 0,61 \cdot 0,70^t) \quad (34)$$

$$P = 1 / (50,19 + 29,58 \cdot 0,84^t) \quad (35)$$

A Tabela 54 contém os resultados das projeções para área do Estado e a Tabela 55 os resultados das projeções para produtividade.

Tabela 54 - Projeções das variáveis do modelo do Estado como única área.

Ano	Área (ha)	Produtividade (Kg/ha)
1994	1350,94	1,96
1993	1348,30	1,96
1992	1344,54	1,95
1991	1339,21	1,95
1990	1331,67	1,94
1989	1321,04	1,93

Tabela 55 - Projeções de volume de produção de soja no Estado de Mato Grosso do Sul.

Ano	Projeção (mil ton.)	Observado (mil ton.)	Erro (%)
1994	2653,83	2390,05	11,04
1993	2641,44	2289,38	15,38
1992	2625,56	1871,15	40,32
1991	2605,09	2019,29	29,01
1990	2578,57	2039,92	26,41
1989	2544,09	2849,50	-10,72
Erro Médio			20,80

O Gráfico 21 ilustra as diferenças das projeções e das produções reais ocorridas no Estado.

Gráfico 21 - Valores observados e estimados segundo o modelo do Estado como única área

As produções projetadas diferiram em média 20% das produções reais no período de 6 anos. Nesse nível de erro o desempenho do modelo no Estado pode ser considerado bom. Também no Estado verificou-se erro de projeção elevado no ano de 1992, próximo de 40%. Explicações para isso foram dadas anteriormente. Nas demais projeções, os erros de projeção ficaram no nível bom em 3 anos e razoáveis em 2 anos.

5.3. Comparação do desempenho dos modelos

A fim de comparar o desempenho dos modelos nas diversas situações propostas, foi montada a Tabela 56 que mostra os resultados das avaliações do desempenho dos modelos. A Tabela vem com o erro médio das projeções e a avaliação do desempenho atribuída a cada modelo, nas regiões e no Estado como única área.

Tabela 56 - Resumo das Avaliações dos modelos.

REGIÕES	Oferta		Incorporação de área aumento de produtividade	
	Erro Médio (%)	Avaliação	Erro Médio (%)	Avaliação
Bodoquena	23,01	Regular	24,47	Regular
C. Grande	68,46	Ruim	56,57	Ruim
Dourados	26,38	Regular	22,75	Regular
Iguatemi	22,17	Regular	29,98	Regular
NAndradina	22,19	Regular	23,39	Regular
Pantanaís	84,45	Ruim	40,32	Regular
Paranaíba	21,75	Regular	10,06	Bom
Alto Taquari	29,87	Regular	14,90	Bom
Três Lagoas	15,67	Bom	21,45	Regular
Estado	19,88	Bom	20,80	Bom

De maneira geral, foram razoáveis as estimativas da produção futura. Analisando a distribuição dos erros relativos médios das projeções, segundo os níveis de desempenho adotados, 25% das avaliações foram consideradas boas, com erros inferiores a 20%; 60% foram regulares, com erros entre 20 e 40%, e 15% foram ruins, com erros superiores a 40%. O desempenho dos modelos nas projeções foram praticamente iguais. O modelo de oferta obteve duas avaliações boas e o de incorporação de área e aumento de produtividade, 3. As avaliações regulares ocorreram 6 vezes nos dois modelos. Os três piores resultados, dois no modelo de oferta e um no modelo de incorporação de área e aumento de produtividade, ocorreram na região de Campo Grande (nos dois modelos) e na região de Pantanaís (modelo de oferta). Para ambos os modelos, as avaliações com erros acima de 40% ocorreram para uma mesma região. Nas projeções anuais, 59 projeções foram boas (49%), 31 (26%) regulares e 30 (25%) ruins. A Tabela 57 mostra a distribuição dos erros das projeções anuais.

Tabela 57 - Distribuição das diferenças entre valores estimados e observados.

Ano	Modelo de oferta			Modelo de incorp. de área e aumento de produtividade		
	Bom	Regular	Ruim	Bom	Regular	Ruim
1994	5	2	3	8	2	0
1993	4	3	3	8	1	1
1992	2	2	6	3	3	4
1991	4	3	3	6	4	1
1990	4	4	2	6	1	2
1989	6	3	1	3	3	4
Total	25	17	18	34	14	12

Os resultados indicam que o modelo de oferta projetou melhor no primeiro ano e o de incorporação de área e aumento de produtividade em todos os outros anos. Esse resultado era o esperado porque o modelo de oferta tem como variável a produção defasada, o que conduz à acumulação de erros ao projetar as produções subsequentes. Em compensação, o modelo de incorporação de área e aumento de produtividade obteve em quase todas avaliações dos dois últimos anos o nível bom (16 das 20 possíveis). Em 1992, 75% das avaliações foram ruins (50%) ou regulares (25%) nos dois modelos, em consequência das anormalidades citadas anteriormente.

5.4. Desempenho dos modelos nas projeções da produção do Estado pela soma das projeções das regiões.

A partir da soma das projeções obtidas para as diversas regiões que compõem o Estado, pode se chegar às projeções do mesmo. Com base nos resultados obtidos da comparação com a produção ocorrida no Estado, foram tiradas algumas conclusões.

Os resultados do modelo de oferta e do modelo de incorporação de área e aumento de produtividade foram dispostos lado a lado, para o período de 1989 a 1994, acompanhados dos erros das projeções em relação as produções reais. A Tabela 58 é o resultado da soma das projeções das regiões que constituem o Estado de Mato Grosso do Sul.

Essa forma de projetar beneficiou o modelo de incorporação de área e aumento de produtividade, cujo volume total projetado diferiu em média 12,31% do volume total produzido no Estado, no período de 6 anos, enquanto que no modelo de oferta a diferença média foi de 25,30%. O desempenho do modelo de oferta foi apenas regular, enquanto que o do modelo de incorporação de área e aumento de produtividade foi bom.

Uma das possíveis razões para isso é que num nível mais desagregado beneficia-se o modelo cujas variáveis estão vinculadas também ao controle local, o que não é o caso do modelo de oferta que contém variáveis independentes de decisões locais, tais como: preço de produtos e preços de fatores produtivos.

Outro fato importante é que pode ter ocorrido uma compensação de área colhida entre as regiões do Estado com a transferência da produção entre as regiões, porém ficando dentro do Estado de Mato Grosso do Sul, beneficiando o modelo de incorporação de área e aumento de produtividade no nível desagregado.

Além disso, no modelo de oferta as equações escolhidas para as regiões nem sempre apresentam as mesmas variáveis independentes, como ocorre com o modelo de incorporação de área e aumento de produtividade.

Tabela 58 - Projeções da produção do Estado somando as projeções das regiões.

Ano	Modelo de oferta (mil ton.)	Erro (%)	Modelo de incorp. de área e aumento de produtividade (mil ton.)	Erro (%)
1994	2925,55	22,41	2283,62	-4,45
1993	2822,86	23,30	2297,46	0,35
1992	2725,66	45,67	2299,11	22,87
1991	2634,75	30,48	2288,52	13,33
1990	2551,16	25,06	2265,63	11,06
1989	2494,77	-12,45	2230,38	-21,73
	Erro Médio	25,30	Erro Médio	12,31

Completando as comparações, a Tabela 59 mostra os erros médios obtidos pelos modelos no Estado como única área e no Estado somando as regiões.

Tabela 59 - Erros médios de projeção.

MODELOS	ESTADO	ESTADO = $\sum$ REGIÕES
OFERTA	19,88	25,30
INCORPORAÇÃO DE ÁREA E AUMENTO DE PRODUTIVIDADE	20,80	12,31

O Gráfico 22 traz as curvas dos valores projetados para os dois modelos somando as regiões e a curva da produção ocorrida no Estado.

Gráfico 22 - Valores estimados (somando as regiões) e observados do Estado.

Resumidamente, a Tabela 59 indica que o modelo de oferta foi melhor no Estado como única área, porém sem muita vantagem. Quando se trata de obter a produção total no Estado através da soma das projeções obtidas para cada região, o modelo de incorporação de área e aumento de produtividade apresenta um resultado expressivamente melhor em relação ao modelo de oferta.

Porém, não se pode considerar como regra geral que o modelo de incorporação de área e aumento de produtividade seja sempre o melhor para projetar a produção no cálculo da demanda por transporte. Entretanto, os resultados acima indicam que há benefícios de se trabalhar desagregadamente com o modelo de incorporação de área e aumento de produtividade. Por fim, o modelo de oferta parece ser mais indicado para projeções de curto prazo enquanto que há indício de que o modelo de incorporação de área e aumento de produtividade seja mais adequado para projeção de longo prazo.

5.5. Avaliação do desempenho das projeções do modelo da RFFSA

O primeiro passo para as projeções constitui-se na pesquisa quantitativa. A aplicação da pesquisa, segundo a RFFSA, mostrou-se simples e bastante útil permitindo já nesse momento fazer uma análise desagregada de sua demanda e conhecer os métodos que cada cliente usa para projetar a produção. A análise exploratória realizada com dados da pesquisa e com os de fontes adicionais revelou as projeções da RFFSA.

A Tabela 60 mostra o resumo da produção total projetada para o fluxo de soja com origem no Estado de Mato Grosso do Sul.

Cabe aqui salientar que são considerados clientes da RFFSA as “tradings” e “cooperativas” que controlam a compra e venda da produção de praticamente todo o Estado. De fato, verificou-se junto às mesmas que quase toda a produção do Estado esta sob seu controle. De qualquer forma, é um processo sujeito a erros que são difíceis de serem detectados.

Tabela 60 - Projeções da produção pelo modelo da RFFSA.

Ano	Projeção (mil ton.)	Observado (mil ton.)	Erro (%)
1993	2645,00	2289,38	15,53
1992	2500,00	1871,15	33,61
1991	2399,00	2019,29	18,80
1990	2246,00	2039,92	10,10
Erro Médio			19,10

As projeções do modelo da RFFSA estavam disponíveis entre os anos de 1990 e 1993. O erro médio das projeções no período foi de 19,10%, considerado bom para projeções.

O Gráfico 23 mostra as curvas das projeções e da produção ocorrida no Estado.

Gráfico 23 - Valores observados e estimados do modelo da RFFSA.

Apesar do bom desempenho do modelo, foram observados alguns pontos sujeitos a falhas que poderiam levar as projeções do modelo a erros, quais sejam: o modelo baseia-se principalmente na experiência do analista da pesquisa, que é o responsável direto pela identificação dos fluxos de transporte; e o modelo fica a mercê das informações dos usuários que podem manipulá-las conforme seus interesses. Essas considerações justificam a necessidade de buscar técnicas mais sistemáticas de análise, de forma a propiciar projeções com base sólida e confiáveis. Nesse caso, na tentativa de melhorar o modelo, eliminando possíveis falhas, a RFFSA poderia acrescentar em seus estudos um levantamento das técnicas empregadas pelas empresas nas projeções, permitindo a verificação da qualidade das respostas dadas pelos usuários, bem como possibilitar no futuro que a RFFSA desenvolva método próprio de projeção, uma vez que dispõe de grande quantidade de dados.

Quantidade e Qualidade estão interrelacionados e se complementam em sistemas de transporte, surgindo daí a importância dessas pesquisas.

A introdução da pesquisa qualitativa contribui muito na estratégia de atuação da empresa, com o objetivo de maximizar a produtividade atendendo porém as restrições de qualidade de serviço vistas sob a ótica do cliente.

Apresenta-se a seguir uma síntese dos resultados da pesquisa piloto qualitativa realizada conjuntamente com a pesquisa quantitativa, para um universo de 52 clientes da RFFSA. Quase 100% dos entrevistados responderam que o relacionamento de suas empresas com a RFFSA é ótimo (53%) e bom (44%), porque são bem atendidos e o relacionamento é franco e aberto. Quanto a tarifa que a RFFSA pratica em relação a outros modos, 62% dos entrevistados consideram caras e 15% justas, porque a RFFSA não oferece facilidades de transbordo, ou seja, esses custos ficam para os clientes. Com relação as negociações tarifárias, a maioria com 41% acha que a RFFSA deveria levar em conta volume, frequência do fluxo e tempo de transporte para diferenciar as tarifas entre os clientes. 15% dos usuários acham que a atual forma é adequada. Ainda em relação às negociações, 62% consideram que a RFFSA tem atitude ativa, porque procura o cliente para negociar, e 17% acham-na passiva. O resultado é que a RFFSA está perdendo cliente. Quanto à compatibilidade do tempo de transporte da RFFSA em relação ao produto ou insumo de transporte do entrevistado, a maioria, com 56%, responderam que há compatibilidade, porque são mantidos estoques reguladores, e 23%, que não há, porque ocorre muita demora no carregamento e na descarga. A maioria dos clientes entrevistados (81%), respondeu que a RFFSA cumpre sempre (37%) e cumpre na maioria das vezes (44%) com os serviços prestados, destacando nas críticas que há problemas de falta de vagões e tração para manobra. Perguntado aos usuários quais acertos e em que fase da operação sugeririam para melhorá-la, a maior parte das sugestões foi para realizá-las na origem e algumas das sugestões foram: maior disponibilidade de vagões, mais desvios, melhorias no carregamento e agilizar comunicação. Os problemas operacionais da RFFSA e da empresa usuária foram dominantes no levantamento dos problemas, onde a falta de vagões e a inadequação e/ou falta de terminais predominaram. Já na área comercial, em menor quantidade, os problemas foram as tarifas altas e inflexíveis. Nas empresas destacam-se problemas de previsão de movimento, vagões específicos e falta de programação de embarque. Dos 31% dos

clientes que planejam investir para melhorar o transporte ferroviário, 23% se referem a curto prazo, 19% ao médio prazo e 10% ao longo prazo. 40% não prevê investimentos. Apenas 4% dos clientes utilizam containers para transporte. Os entrevistados, ao analisarem os problemas, acreditam que a curto, médio e longo prazo, tanto a RFFSA quanto a empresa realizarão a suas partes para resolver os problemas e ainda procurarão encontrar novas soluções para tornar a ferrovia um transporte competitivo. 75% dos clientes possuem pontos de concentração de cargas, tais como: entrepostos, armazéns reguladores, terminais, etc. A identificação desses pontos só tem interesse individualizado por cliente. Em relação ao transporte rodoferroviário, 79% não praticam. Destes, 34% tem interesse e 66% não tem interesse em realizar esse tipo de transporte com a RFFSA. Apenas 17% possuem transporte rodoferroviário não gerenciado pela RFFSA, onde 67% apresentam interesse em tê-lo. Encerrando a pesquisa, foram solicitados conceitos aos entrevistados envolvendo os assuntos das questões anteriores. Para a área comercial no nível ótimo foi melhor o pessoal e na operação a ocorrências de perdas. No nível bom na área comercial estão a negociação, seguro de cargas, facilidade de comunicação e agressividade comercial e na área de transporte, pessoal/atendimento, ocorrência de danos, ocorrência de roubos e garantia de tempos combinados. Do conceito global pode-se concluir que a RFFSA é eficiente, é importante para os usuários, dá importância aos clientes e necessita de modernização.

Em função das respostas às questões, percebe-se que uma grande parte dos clientes estão se tornando hoje bem mais críticos em relação aos serviços que recebem. Um número significativo de usuários estão não somente desejando, mas esperando melhores serviços. Nesse sentido, a RFFSA deve associar as questões da quantidade à qualidade, procurando monitorar ganhos na produção em função de ações possíveis de efetuar no planejamento, aos projetos, à operação e à manutenção do sistema de transporte.

6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O presente trabalho teve como objetivo verificar e avaliar o desempenho dos seguintes modelos: modelo de oferta; modelo de incorporação de área e aumento de produtividade; e modelo da RFFSA.

As projeções dos volumes a serem transportados podem ser obtidas através da análise da demanda, estimando um modelo de demanda. No entanto, é preciso ressaltar que análise de demanda é distinto de previsão de volume de carga. A previsão pode ocorrer pela análise da demanda desde que o analista tenha conhecimento dos mecanismos de interação entre os determinantes da demanda, ainda assim não há garantia de que o resultado seja bom. Ele depende também do método usado e das projeções das variáveis. Projeções com base em série temporal, levando em consideração as tendências no passado, também podem estimar o volume a ser transportado, porém, estão sujeitas a muitos erros, porque esse método pressupõe que a mesma taxa de crescimento (ou diminuição) da demanda que ocorreu no passado, continuará no futuro. Outra forma de prever a demanda é pesquisar cada gerador de carga individualmente e obter os volumes futuros a serem transportados.

6.1. Conclusões gerais

Em primeiro lugar foi apresentado o modelo de oferta que é um dos modelos mais utilizados no setor agrícola para previsão da oferta de grãos. A oferta de grãos, do ponto de vista do setor agrícola, é a demanda por transporte, do ponto de vista do setor de transporte. Nesse modelo são verificadas a influência de fatores econômicos e não econômicos que possam afetar a produção. Geralmente, são preços de produtos concorrentes, fatores climáticos, custo de mão de obra, custo de fatores produtivos e outros. Salienta-se que, se possível, outras variáveis podem ser incluídas no modelo na tentativa de melhor explicar o comportamento da variável que se pretende projetar. É preciso que haja algum tipo de vinculação entre as variáveis e que se disponha de

uma série de dados passados da variável a ser incluída. No desenvolvimento do trabalho tentou-se incorporar o maior número possível de variáveis, porém a dificuldade em obter os correspondentes dados históricos limitou a consecução do intento. Essencialmente, o modelo consiste em distinguir a produção atual da produção desejada ou de equilíbrio. A função de oferta a curto prazo determina a produção atual. A equação de ajustamento pressupõe que os produtores atuam no sentido de eliminar o desequilíbrio entre a produção atual e a produção de longo prazo, mas não o fazem em um só instante. A principal diferença desse modelo em relação a uma equação linear qualquer está na variável produção defasada, cujo coeficiente possui significado especial: indica a velocidade com que a produção se desloca para o equilíbrio planejado de longo prazo. Por causa da presença dessa variável, podem ocorrer vários problemas tais como a autocorrelação nos resíduos e o acúmulo de erros decorrentes da presença dessa variável. Este último ocorre porque, com exceção do primeiro ano, em que a produção defasada corresponde à produção do ano anterior e portanto a uma produção real, as produções defasadas subsequentes são as estimativas para os anos imediatamente anteriores.

Um dos aspectos positivo deste modelo é a possibilidade de se obter, a partir do modelo, as elasticidades das variáveis e o coeficiente que indica a velocidade de ajustamento da produção planejada para o longo prazo.

O segundo modelo apresentado foi o de incorporação de área e aumento de produtividade usado nas projeções da demanda em avaliações de projetos novos de transporte. Trata-se de modelo de projeção da demanda que leva em conta apenas as variáveis área e produtividade. Um dos problemas do modelo está nas projeções das variáveis, as quais são estimadas em função do tempo. Esse tipo de projeção não considera as possíveis causas das variações ocorridas com as variáveis e estipula que o comportamento passado da variável ocorrerá também no futuro. Aliás isso também ocorre no modelo de oferta, quando se projetam as variáveis.

Por último, apresenta-se o modelo de projeção de volume usado em uma empresa de transporte no planejamento da operação e decisões de investimentos. O modelo da

RFFSA projeta a sua demanda potencial reunindo informações com seus clientes sobre planos futuros que cada um traçou.

Dos três modelos, o primeiro é o melhor elaborado em termos teóricos; o segundo é o mais prático; e o terceiro, o mais simples, porém o mais trabalhoso. Em função dessas características esperava-se que o modelo de oferta fornecesse os melhores resultados.

De fato, o modelo da RFFSA foi o mais trabalhoso e o de incorporação de área e aumento de produtividade, o mais prático. No entanto, os modelos de oferta, obtidos para algumas regiões, apresentaram sinais diferentes do que prevê a teoria para as variáveis preço. Nesses casos, procurou-se explicações particulares para cada situação.

A técnica utilizada na calibração do modelo de oferta foi a de regressão linear múltipla, baseado no método dos mínimos quadrados, que consiste em minimizar a somatória dos quadrados das diferenças entre os valores da variável dependente, observados e fornecidos pelo modelo.

Os dados usados são séries temporais e nem sempre apresentavam homogeneidade no tempo.

Os modelos de oferta foram definidos em função dos resultados estatísticos que indicam se um modelo deve ou não ser rejeitado a um dado nível de significância. Portanto, a aceitação dos modelos não significa que os mesmos sejam bons, ou que determinadas variáveis sejam importantes. Simplesmente as evidências não foram suficientes para rejeitá-los. Além dos melhores resultados estatísticos, procurou-se modelos consistentes com a teoria e/ou com o conhecimento empírico do mercado.

As projeções da produção futura pelo modelo de incorporação de área e aumento de produtividade são obtidas pelas projeções das variáveis área e produtividade. As projeções destas variáveis foram feitas usando a mesma metodologia aplicadas nas projeções das variáveis do modelo de oferta. O nível de acerto das projeções da produção dependerá dos valores atribuídos às variáveis, os quais certamente são acompanhados de incerteza.

Verificou-se, inicialmente, se a variável contém tendência. Algumas considerações foram importantes na identificação da tendência: organização dos dados, dispondo os dados de tal forma que pudessem ser examinados; aquisição de uma certa familiaridade com a série de dados, aprendendo o processo que a gerou; e representação gráfica dos dados. Uma vez que a análise da tendência diz respeito à direção do movimento de longo prazo, foram usados dados anuais para sua verificação. Observou-se que alguns cuidados devem ser tomados para que não ocorram enganos de movimentos de tendência com movimentos cíclicos (oscilatórios). Frequentemente a tendência aparece em uma simples análise gráfica. No entanto, é preciso usar testes estatísticos de hipótese para confirmá-la ou não. Os testes rejeitam ou não a hipótese de que a série é estacionária (H_0). Foram aplicados, no trabalho, dois testes estatísticos, um paramétrico e outro não paramétrico. Teste de Daniel, baseado no coeficiente de correlação de Spearman, é um dos mais potentes e recomendados. O segundo teste é o do coeficiente de correlação momento produto de Pearson.

Modelos com tendência são mais complicados de se ajustar do que modelos sem tendência. Modelos estacionários tem somente uma forma ($y = \alpha_0 + \epsilon_t$), onde deve-se estimar o valor de α_0 . Enquanto que o ajuste de um modelo com tendência requer, antes de mais nada, a escolha de uma forma funcional, que pode ser linear, quadrática, exponencial, etc., para depois definir seus parâmetros.

Quando as variáveis apresentavam tendência, vários modelos de função linear e curvilínea eram ajustados.

Modelos lineares são mais fáceis de serem entendidos, são largamente utilizados e as técnicas para encontrar seus parâmetros são bastante desenvolvidas. Além disso, muitas séries curvilíneas podem ser aproximadas por segmentos lineares dentro de um intervalo limitado de tempo.

Vários modelos curvilíneos foram testados: as funções quadrática (ou polinomial de segundo grau), exponencial, exponencial modificada e logística. Dentre elas as funções quadráticas e exponencial são as mais conhecidas, e as exponencial

modificada e logística as menos comuns. O uso da função exponencial é muitas vezes criticada porque o seu contradomínio é ilimitado. Nesses casos, propõe-se uma função mais realista, que atribui limite para a função exponencial, como é o caso da função exponencial modificada. No mesmo sentido, testou-se a função logística que tem a forma de S. Alguns tipos de demanda por um produto novo apresentam, no início da série temporal, um grande crescimento seguido de uma desaceleração na taxa de crescimento até o nível de saturação, e estacionando-se a partir daí.

O método usado para obtenção dos modelos lineares, quadráticos e exponenciais foi a regressão linear múltipla, baseado no método dos mínimos quadrados, técnica muito utilizada e de fácil manipulação.

Para obtenção dos parâmetros dos modelos exponencial modificado e logístico foi usado o método “partial totals”. Trata-se de um método simples, com pequena complexidade matemática, onde existe uma pequena ou nenhuma subjetividade envolvida na determinação dos pontos que definem a função. A sua principal objeção é que não procura atender nenhum dos critérios usuais de medida de precisão das projeções, ou seja, que avaliam o tamanho e os sinais dos resíduos, tais como: desvio absoluto médio, mínimos quadrados, etc., porém, um bom modelo pode ser encontrado por esse método.

As variáveis com tendência insignificante resultaram em projeções com valores constantes. Ele é visto com certas restrições, porque raramente ocorre na prática. No entanto, existem várias situações em que o modelo estacionário é suficiente, por exemplo, a série é estável.

Calculou-se o valor médio (α_0) da série histórica de dados de várias formas diferentes. Os valores médios dos resíduos dos modelos estacionários bem projetados foram iguais a zero.

Definida a tendência (ou não), aplicaram-se os métodos para definição dos modelos usando série temporal de dados das variáveis em função do tempo, admitindo que os dados são homogêneos, e que o comportamento da variável permanecerá o mesmo

nos anos seguintes. Além disso, pode-se dizer também que em projeções por série temporal não se preocupa com fatores externos que possam influenciar as variações no comportamento das variáveis, nem com resultados estatísticos da análise de regressão (quando for o caso).

É preciso evidenciar que o valor da produção estimada, e que foi comparado a produção observada, deve ser considerado como uma referência a uma ordem de grandeza, e não como um resultado de precisão. As comparações proporcionam uma medida de interpretação, possibilitam comparação da precisão de diferentes modelos, permitem monitorar o desempenho do modelo e ajudam a procurar um modelo ótimo. Como referência para o desenvolvimento das análises e discussões dos resultados, adotou-se o critério usado em trabalho de consultoria (TRANSPLAN, 1986).

Baseado nos resultados obtidos através da aplicação dos modelos, foram tiradas algumas conclusões particulares.

Os resultados da verificação do desempenho do modelo de oferta indicam que a produção no Estado de Mato Grosso do Sul é basicamente sensível a produção defasada de soja e ao preço defasado de algodão. É importante destacar que, ao contrário do que se esperava, a influência foi positiva. Isso não quer dizer que os produtores estejam agindo de forma irracional ou não raciocinem em termos econômicos, mas sim que o algodão vem sendo cultivado alternadamente com a soja, ocupando as mesmas terras marginais, cultivada com modernos métodos e propiciando uma produtividade maior.

Os resultados estatísticos do modelo escolhido indicam que preços de fatores produtivos, fatores climáticos e custo da mão de obra, não são significativos para a produção de soja no Estado. Talvez porque o clima no Estado seja favorável ao plantio de soja, a mão de obra é barata e o processo de plantio e colheita é pouco mecanizado.

A partir da comparação entre a produção calculada usando o modelo de oferta, aplicado ao Estado como um todo, e atribuindo os valores reais às variáveis, pôde-se

concluir que o modelo é consistente, diferindo em média 14% da produção real ao longo de 6 anos. A diferença de projeção foi relativamente grande (da ordem de 40%) em 1990, em consequência do Plano Collor que restringiu o acesso ao financiamento. Deve-se salientar que nesta primeira etapa o objetivo foi verificar somente a adequação do modelo de oferta às previsões futuras

Adotando como critério o nível de acerto das previsões futuras da produção, avaliou-se o desempenho dos modelo de oferta, de incorporação de área e aumento de produtividade e da RFFSA.

Na busca de um maior entendimento acerca de comportamento dos modelos, a área de estudo foi dividida em várias regiões. Isso possibilita a comparação entre a produção projetada para o Estado de Mato Grosso do Sul considerando-o uma área única e a produção estimada para o Estado através da soma das produções projetadas para as regiões que o compõem. Foram escolhidos vários modelos, um para cada região e um para o Estado.

Dos modelos de oferta escolhidos para as regiões, o modelo de Três Lagoas foi o que melhor representou a teoria. Além da constante, o modelo contém a produção defasada e o preço de um produto concorrente (trigo), seus resultados estatísticos foram expressivos e a média dos erros das projeções no período de 6 anos foi considerada pequena (15%). Uma explicação possível é que a Região, ao contrário da maioria delas, manteve o ritmo de crescimento da produção, inclusive durante o período de projeção (1989 a 1994). Já as regiões de Campo Grande e Pantanaís experimentaram situações opostas. Suas projeções chegaram a erros médios elevados, aproximadamente 68% em Campo Grande, e 84% em Pantanaís. Ambas as regiões reduziram drasticamente suas produções, e também possuem características que lhes são peculiares. O preço unitário da terra em Campo Grande é o maior do Estado e o tamanho médio de suas glebas, o menor. Em Pantanaís, a oferta de transporte para escoamento da produção é limitada e por isso aumenta o custo de transporte, suas áreas estão sujeitas a inundações, etc. Talvez por isso é possível que outras variáveis, não incluídas no modelo, estejam influenciando a produção. Em duas outras regiões o preço da soja apareceu com o sinal negativo. A justificativa foi a expansão verificada

na área cultivada da soja, não por incentivo de preços, mas pela incorporação de áreas em função do baixo valor das terras em relação a outras regiões. Nas demais regiões, os modelos tiveram características semelhantes entre si: as variáveis produção defasada e preço de algodão aparecem em quase todas as áreas estudadas e a única variável rejeitada em todos os modelos foi o salário.

Com base nos erros médios das projeções para os 6 anos pode-se concluir que o modelo de oferta, teve um desempenho razoável em 6 dos 10 modelos, e bom em apenas 2. Para o primeiro ano de projeção (1989), 60% e 30% dos modelos regionais apresentaram erros de projeção pequenos e regulares, respectivamente. A partir do segundo ano de projeção, os modelos regionais passaram a apresentar resultados cada vez piores, com um resultado ruim em 1989, dois em 1990, três em 1991 e seis em 1992. Tudo leva a crer que a presença da variável produção defasada prejudicou as projeções, acumulando os erros ao longo dos anos.

A aplicação do modelo de incorporação de área e aumento de produtividade resultou em seis avaliações regulares, três boas e uma ruim. Na projeção para o período de 6 anos o modelo apresentou resultados razoáveis. Os erros médios das regiões de Campo Grande e Pantaneais também foram elevadas para esse modelo, e confirmaram os resultados do modelo de oferta. O mesmo não ocorreu com a Região de Três Lagoas, onde o modelo apresentou resultados razoáveis. Nas projeções anuais o modelo foi muito bem, com quase 60% de avaliações boas. Nos anos de 1993 e 1994, praticamente todas as avaliações foram boas. Assim como no modelo de oferta, as projeções desse modelo para o ano de 1992 foram ruins, com elevados erros. Conforme discutido anteriormente, esses modelos permitem a detecção apenas das alterações ocorridas com relação às variáveis testadas, e nesse ano ocorreram anormalidades, tais como: adversidades climáticas e excesso de oferta do produto no mercado internacional, que acabaram prejudicando as avaliações dos modelos. Pode-se concluir, em função dos resultados dos modelos, que o mesmo proporciona precisão razoável, e que pode ser útil também para projeções a longo prazo.

O modelo da RFFSA se apoia basicamente em pesquisa quantitativa e qualitativa. Verificou-se que o modelo é bastante prático, porque independe do método de

projeção que cada cliente usa. Porém, é deficiente nos aspectos técnicos para realização de pesquisa quantitativa. A pesquisa qualitativa foi bem elaborada, e seus resultados, se bem trabalhados, podem ser de grande utilidade para a melhoria dos serviços prestados pela empresa.

Este modelo, apesar da sua simplicidade, mostrou ser eficiente, pelo menos no âmbito dessa pesquisa, pois apresentou um erro médio de projeção de aproximadamente 19%, considerado pequeno. 3 das 4 projeções anuais chegaram a erros inferiores a 20%, só ultrapassando esse limite no ano de 1992, que conforme anteriormente visto, foi um ano atípico, onde ocorreu redução significativa da produção devido a adversidades climáticas e excesso do produto no mercado internacional. Em função de suas características, pode ser usado no planejamento de operação que geralmente é feito para prazos curtos (até 2 anos), também como um instrumento auxiliar na elaboração de matrizes origem/destino de grãos.

Quanto ao cálculo das projeções do Estado somando as projeções das regiões, os resultados revelaram que houve um ganho significativo no modelo de incorporação de área e aumento de produtividade, enquanto que no modelo de oferta essa forma de projetar piorou os resultados. Os erros médios das projeções no modelo de incorporação de área e aumento de produtividade, que eram de 20%, passaram para 12%. Cada região, em função de suas características, tais como preço da terra, distância de transporte para outros mercados, possibilidade de mecanização, qualificação da mão de obra, etc., tende a ser mais atrativa ou não. Modelos desagregados possibilitam que as projeções sejam mais realistas nesse caso, além do que, como essas variáveis são incluídas em todas as regiões, é provável que tenha ocorrido compensação de erros ao projetar a produção do Estado somando as projeções para regiões. Assim sendo, esperava-se que o modelo apresentasse melhores resultados nas aplicações em nível desagregado. O erro médio das projeções do modelo de oferta, que era de 19%, passou para 25%. As séries de dados das variáveis utilizadas no modelo foram obtidas unicamente ao nível do Estado, exceto produção defasada e fatores climáticos, estas últimas foram significativas somente em 3 regiões. Além disso, não se obtém vantagem dividindo o Estado em regiões, para

compensação dos erros, porque as variáveis dos modelos regionais podem ser diferentes. Conclui-se que o modelo de oferta é mais indicado para dados agregados.

Finalmente, levando em conta as aplicações dos modelos, conclui-se que os mesmos podem ser utilizados para delimitar uma faixa entre um cenário pessimista e otimista, e para servir de referência aos planejadores de transporte.

6.2 - Recomendações

Ainda que os modelos tenham apresentado resultados de projeção regulares, alguns procedimentos podem ser modificados de tal forma que suas aplicações possam ser mais confiáveis e ampliem sua utilidade. Assim, recomendam-se:

Incluir o maior número possível de variáveis no modelo de oferta, e entre elas a facilidade de obtenção do financiamento da safra, lucratividade, estoque mundial do produto, etc.; é preciso que haja algum tipo de correlação entre a variável dependente e as variáveis independentes.

Obter ampla série temporal de dados para as variáveis. Se possível, acima de 15 anos.

Escolher o modelo levando-se em consideração as estatísticas associadas à regressão e a consistência em relação à teoria e ao conhecimento do mercado.

Na projeção da produção, atribuir às variáveis preço os preços firmados no mercado futuro.

Ao analisar as projeções, lembrar que os valores apurados devem servir de referência para o analista de transporte, e assim procurar sempre projetar cenários pessimista, otimista e médio.

Elaborar e avaliar uma versão para o modelo de oferta levando-se em conta a variável produção defasada em relação ao estoque mundial.

O modelo de oferta deve ser utilizado para projeções de curto prazo (um ano) e com dados agregados.

O modelo de incorporação de área e aumento de produtividade pode ser usado para períodos mais longos e, sempre que possível, utilizar dados desagregados.

No modelo de incorporação de área e aumento de produtividade representar a área em função de variáveis que expliquem a ampliação ou a redução das áreas cultivadas e a produtividade em função de fatores significativos para o aumento da produtividade.

Usar as projeções do modelo da RFFSA em planos de transporte de curto prazo; coletar uma amostra, que seria tratada estatisticamente; e pesquisar os métodos usados por seus clientes para projeção da produção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGROANALYSIS. São Paulo, FGV, v.15, n.1, jan. 1995.

AIDAR, A. C. K., org. *Administração Rural*. São Paulo, Paulicéia, 1995.

ANEFALOS, L. C.; VICENTE, J. R.; FAGUNDES L. *Uma rotina de redimensionamento de amostras para estimativas de safras através do Statistical Analysis Software (SAS)*. São Paulo, Informações Econômicas, v.24, n.5, p.31-38, mai. 1994.

ANUÁRIO ESTATÍSTICO DE MATO GROSSO DO SUL. Campo Grande, SEPLAN, 1988-1990.

ATLAS MULTIRREFERENCIAL DO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL. Campo Grande, SEPLAN, 1990.

BRANDT, S.A.; DESGUALDO NETTO, D. *Relações estruturais da oferta de algodão no Estado de São Paulo*. São Paulo, Agricultura em São Paulo, p.55-63, mar. 1972.

BULMER - THOMAS, V. *Input-output analysis in developing countries*. New York, Wiley, 1992.

CAMARGO, M. N. *Amostra para previsões e estimativas de safras agrícolas do Estado de São Paulo em vigor a partir de junho de 1981*. São Paulo, Instituto de Economia Agrícola (IEA), 1988. Relatório de Pesquisa.

CAMPOS, H. de; PIVA, L. H. de O. *Dimensionamento de amostra para estimativa e previsão de safra*. São Paulo, Agricultura em São Paulo, Tomo 3, p.65-88, 1974.

CARMO, M. S. *Análise da demanda e da oferta de oleaginosas no Estado de São Paulo*. Piracicaba, 1974. Dissertação (Mestrado)-Escola Superior de Agronomia "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

COCHRAN, W. G. *Técnicas de amostragem*. Rio de Janeiro, Fundo de Cultura, 1963.

COSTA NETO, P. L. de O. *Estatística*. São Paulo, Edgard Blucher, 1977.

EMPRESA BRASILEIRA DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES (GEIPOT). *Estudo de viabilidade técnico-econômica da ligação ferroviária de Corumbá e Sul de Mato Grosso à malha ferroviária do Paraná e São Paulo*. Rio de Janeiro, GEIPOT, v.1, 1976.

ESTATÍSTICA DE PREÇOS AGRÍCOLAS NO ESTADO DE SÃO PAULO. São Paulo, IEA, Tomo 1: Preços Recebidos, Tomo 2: Preços Pagos, 3v., 1964-1988.

FARNUM, N. R.; STANTON, W. L. *Quantitative Forecasting Methods*. Boston, PWS-Kent, 1989.

FERRONORTE S/A. *Estudo de sistema ferroviário privado - Avaliação global do empreendimento*. Brasília, Ductor, abr. 1988.

FERROVIA NORTE-SUL. *Estudo da viabilidade econômica*. Brasília, VALEC, abr. 1987.

FONSECA, J. S. da; MARTINS, G. de A.; TOLEDO, G. L. *Estatística Aplicada*. 2.ed. São Paulo, Atlas, 1985.

FORBES, L. F. *Mercados Futuros: uma introdução*. São Paulo, Bolsa de Mercadorias & Futuros, 1994.

INDICADORES CONJUNTURAIS DE MATO GROSSO DO SUL. Campo Grande, SEPLAN, 1994.

INTERNATIONAL RAILWAY ECONOMICS. *Studies in management and efficiency*. Hants, K.J. Button and Pitfield, 1985.

ISARD, W. et al. *Methods of regional analysis: An introduction to regional service*. New York, Wiley, 1960.

JUNQUEIRA, P. DE C., coord. *Comercialização agrícola no Estado de São Paulo - orientações básicas: algodão, amendoim, trigo, milho e soja*. São Paulo, Informações Econômicas, v.19, p.1-157, suplemento 1, 1989.

KANAFANI, A. *Transportation demand analysis*. New York, McGraw-Hill, 1983.

KAWAMOTO, E. *Análise de sistemas de transporte*. São Carlos, EESC, 1993.

KAZMIER, L. J. *Estatística aplicada a economia e administração*. Tradução de Carlos Augusto Crusius; Rev. Tec. Jandyra M. Fachel. São Paulo, McGraw-Hill do Brasil, 1982.

MARTIN, N. B. et al. *Custos: Sistema de custos de produção agrícola*. São Paulo, Informações Econômicas, v.24, n.9, p.97-122, 1994.

MORLOK, E. K. *Introduction to transportation engineering and planning*. São Paulo, Mc Graw-Hill do Brasil, 1978.

NEGRI NETO A.; COELHO P. J.; MOREIRA I. R. de O. *Análise gráfica e taxa de crescimento*. São Paulo, Informações Econômicas, v.23, n.10, p.99-108, jul. 1993.

NERLOVE, M. *The Dynamics of supply: Estimation of Farmer's response to price*. Baltimore, John Hopkins, 1958.

NOVAES, A. G. *Sistemas de Transportes*. São Paulo, Edgard Blucher, v.1, 1986.

PEETZ, M. das; AMARO, A. A. *Aplicação de equações de regressão à previsão de safra de laranja no Estado de São Paulo*. São Paulo, Informações Econômicas, v.8, n.3, p.1-8, 1978.

ORPLAN. *Estudo de linhas e serviços antieconômicos do sistema regional sul da RFFSA*. Rio de Janeiro, ORPLAN, v.3, 1976.

PRODUÇÃO AGRÍCOLA MUNICIPAL. Rio de Janeiro, FIBGE, 1973-1994.

PROJETO RADAMBRASIL - LEVANTAMENTO DOS RECURSOS NATURAIS. Rio de Janeiro, Ministério das Minas e Energia, v.26, 27, 28 e 31, 1982.

REDE FERROVIÁRIA FEDERAL S/A. *Estudo da demanda do transporte ferroviário - 1978*. Rio de Janeiro, RFFSA, 1977.

REDE FERROVIÁRIA FEDERAL S/A. *Estudo da demanda do transporte ferroviário - 1980/1990*. Rio de Janeiro, RFFSA, 1979.

REDE FERROVIÁRIA FEDERAL S/A. *Estudo da demanda do transporte ferroviário - 1987/1995*. Rio de Janeiro, RFFSA, v.1, 1986.

REDE FERROVIÁRIA FEDERAL S/A. *Estudo da demanda do transporte ferroviário - 1990/1996*. Rio de Janeiro, RFFSA, 1989.

SANTOS, J. R. M. et al. *Metodologia para previsão de safra de produtos agrícolas selecionados no Estado do Maranhão*. São Luis, Secretaria de Agricultura do Estado do Maranhão e Universidade Federal de Viçosa, 1974. Boletim técnico científico.

SCHATTAN, S. *Retirada de amostra de municípios para previsão da produção de algodão, amendoim, arroz, feijão e soja no Brasil*. São Paulo, Agricultura em São Paulo, p.55-60, mar. 1966.

SCHOUGHANA, F. *Comercialização de grãos. Um comparativo entre o Brasil e Estados Unidos*. São Paulo, Bolsa de Mercadorias & Futuros, 1994.

SILVA, G. L. S. P. da; CARMO, H. C. E. do. *Como medir a produtividade agrícola: conceitos, métodos e aplicações no caso de São Paulo*. São Paulo, IEA, 1986. Relatório de pesquisa.

TOYAMA, N. K.; PESCARIN, R. M. C. *Projeções da oferta agrícola no Estado de São Paulo*. São Paulo, Agricultura em São Paulo, Ano XVII, n. 9-10, 1970.

TRANSPLAN. *Estudo de linhas e serviços antieconômicos do sistema regional nordeste*. Rio de Janeiro, TRANSPLAN, v.1, 1976.

TRANSPORTATION RESEARCH BOARD (TRB). Washington, National Cooperative Highway Research Program, n. 177, 1977.

VICENTE, J. R. et al. *Dimensionamento de amostras para levantamentos agrícolas pela estratificação de eficiência máxima*. Brasília, Pesquisa Agropecuária Brasileira, p.393-397, abr. 1989.

WRIGHT, C. L. *Análise econômica de transporte e armazenagem de grãos*. Rio de Janeiro, GEIPOT, 1980.

ANEXO 1

Modelos usados para projeção das variáveis e métodos para cálculo dos parâmetros.

Foram testadas várias funções para definição dos modelos de projeção das variáveis de cada região e do Estado como única área. Este anexo traz exemplos de modelos usados nas projeções, do tipo estacionário e do tipo que contém tendência (lineares e curvilíneos). Traz também os métodos usados para definição dos parâmetros dos modelos estacionários e das funções logísticas e exponencial.

Não existindo tendência, a Equação (1) abaixo será o modelo para projeção da área e da produtividade.

$$y_t = \alpha_0 + \varepsilon_t \quad (1)$$

onde, y_t representa a área e a produtividade no ano t ; α_0 é a média da série; e ε_t é o erro aleatório.

Os principais métodos para estimar α_0 são:

- Média ou Erro Médio igual a zero

$$\sum \varepsilon_t = \sum (y_t - y_{\text{projetado}}) = \sum (y_t - \alpha_0) = \sum y_t - n \cdot \alpha_0 = 0$$

que implica em $\alpha_0 = \sum y_t / n = y_{\text{médio}}$

- Mediana Simples

$\alpha_0 = y_{\text{médio}} = y_{(n+1)/2}$, com os valores da série em ordem crescente (ou decrescente).

- Critério do Mínimo - Máximo

$\alpha_0 = (y_{(1)} + y_{(n)})/2$, com os valores da série em ordem crescente (ou decrescente).

A Figura 1 indica como deve ficar o modelo sem tendência.

Figura 1 - Modelo Estacionário

Existindo a tendência, o passo seguinte será definir a função que melhor representa o modelo, para área e produtividade, podendo ser do tipo linear ou curvilíneo.

A Equação (2) mostra o modelo linear. A sua principal característica é o incremento constante nos valores da série temporal.

$$y_t = \alpha_0 + \alpha_1 \cdot t + \varepsilon_t \quad (2)$$

onde, y_t pode significar área plantada ou produtividade no ano t ; α_1 é o parâmetro que determina as alterações na área ou na produtividade em sucessivos períodos de tempo; e ε_t é o erro aleatório.

Exemplos de modelos lineares com uma série crescente ($\alpha_1 > 0$) e decrescente ($\alpha_1 < 0$) são mostrados na Figura 2.

Figura 2 - Modelo Linear

a) $\alpha_1 > 0$

b) $\alpha_1 < 0$

Quanto aos modelos curvilíneos, diferentes formas de funções têm sido usadas. A escolha depende da necessidade de representar variação específica de variáveis com o

tempo. No entanto, existem algumas formas preferencialmente usadas, entre as quais o modelo exponencial que pode ser expresso pela Equação (3).

$$y_t = \alpha_0 \cdot \alpha_1^t + \varepsilon_t \quad (3)$$

onde, y_t é a área ou a produtividade no ano t ; α_0 é o valor de y_t na origem; α_1 é o valor que multiplicado a y_t atual dará y_{t+1} ; e ε_t é o erro aleatório.

A Figura 3 mostra o modelo exponencial para a série crescente ($\alpha_1 > 1$) e decrescente ($\alpha_1 < 1$).

Figura 3 - Modelo Exponencial

a) $\alpha_1 > 1$

b) $\alpha_1 < 1$

O modelo quadrático ou polinomial de segundo grau tem a forma mostrada pela Equação (4).

$$y_t = \alpha_0 + \alpha_1 \cdot t + \alpha_2 \cdot t^2 + \varepsilon_t \quad (4)$$

onde, y_t representa a área ou a produtividade no ano t ; α são parâmetros; e ε_t é o erro aleatório.

O gráfico de um modelo quadrático apresenta uma seção de uma parábola, como mostra a Figura 4.

Figura 4 - Modelo Quadrático

a) parábolas

b) $\alpha_1 > 0$ e $\alpha_2 > 0$

c) $\alpha_1 > 0$ e $\alpha_2 < 0$

Na tentativa de representar uma série temporal de forma realista, pode ser conveniente estabelecer um limite no crescimento da curva, principalmente se for uma função exponencial. Esse limite é encontrado no modelo exponencial modificado, que pode ser expresso pela Equação (5).

$$y_t = \alpha_0 + \alpha_1 \cdot \alpha_2^t + \varepsilon_t \quad (5)$$

onde, y_t é a área ou a produtividade no ano t ; α são parâmetros; e ε_t é o erro aleatório.

As características desse modelo são mais complexas que as anteriores. Gráficos característicos do modelo exponencial modificado estão representados na Figura 5.

Figura 5 - Modelo Exponencial Modificado

a) $\alpha_1 < 0$ e $\alpha_2 < 1$

b) $\alpha_1 > 0$ e $\alpha_2 < 1$

c) $\alpha_1 < 0$ e $\alpha_2 > 1$

d) $\alpha_1 > 0$ e $\alpha_2 > 1$

Completando as funções utilizadas na projeção dos valores das variáveis, está a função logística, que representa curvas em forma de “S” usado principalmente nos casos em que o produto apresentou um forte crescimento de sua produção no início de sua produção seguido por uma desaceleração do crescimento da produção até a estabilização.

A Equação (6) a seguir identifica a função.

$$y_t = 1 / (\alpha_0 + \alpha_1 \cdot \alpha_2^t) + \varepsilon_t \quad (6)$$

onde, y_t significa área ou produtividade no ano t ; α são parâmetros do modelo; e ε_t é o erro aleatório. A Figura 6 mostra uma curva típica da função.

Figura 6 - Modelo Logístico

São vários os métodos disponíveis para obtenção dos parâmetros das funções. O mais usado é o da regressão linear múltipla pelo método dos mínimos quadrados, cuja teoria pode ser encontrada em muitos trabalhos, sendo que alguns foram citados na seção 2.1.

O método Partial Totals (FARNUM, 1989), usado para obtenção dos parâmetros do modelo exponencial modificado e do modelo logístico, consiste em dividir a série temporal de dados em 3 partes iguais e contínuas (se o número total não for divisível por 3, dispensam-se os dados mais antigos), somando os valores das observações em cada grupo (S_1 , S_2 e S_3). Os parâmetros desses modelos podem ser estimados através das Equações (7), (8), (9) e (10).

$$m = n / 3 \quad (7)$$

$$\alpha_0 = 1/m \cdot [S_1 - (S_2 - S_1) / (\alpha_2^m - 1)] \quad (8)$$

$$\alpha_1 = (S_2 - S_1) \cdot (\alpha_2 - 1) / (\alpha_2^m - 1)^2 \quad (9)$$

$$\alpha_2 = [(S_3 - S_2)/(S_2 - S_1)]^{1/n} \quad (10)$$

onde, α_0, α_1 e α_2 são os parâmetros do modelo; S_1 , S_2 e S_3 são as somas dos valores dos grupos de observações da série; m é o número de observações em cada grupo; e n é o número total de observações da série. No caso do modelo logístico, S_1 , S_2 e S_3 são as somas do inverso dos valores das observações.

ANEXO 2

Pesquisa Quantitativa e Qualitativa do modelo da RFFSA

Este anexo contém os questionários quantitativos e qualitativos que serviram de base para realização de pesquisa da demanda potencial futura da RFFSA.

a. Questionário Quantitativo

O questionário Quantitativo, que com algumas variações já vem sendo tradicionalmente aplicado a cada ano aos clientes efetivos e potenciais da RFFSA, é composto das seguintes questões:

1. Qual a produção e os insumos necessários previstos para esta Empresa, levando em conta possíveis planos de expansão e manutenção?*

em 10³ ton.

Produtos ou Insumos	Capacidade	Produção	Insumo **
(tipo de acondicionamento)	Nominal	Efetiva	Quantidade

*Planos de manutenção que afetem o nível de produção

**Indicar também os insumos energéticos.

2. Como se distribui atualmente, de modo geral, a produção e/ou abastecimento desta empresa no mercado?

Produtos ou Insumos	Mercado Interno ____ %	Mercado Externo ____ %
(tipo de acondicionamento)	Localidade (10 ³ t)	Porto de Embarque (10 ³ t)

3. Caso estejam previstos planos de expansão, como ficaria a distribuição de produção e/ou abastecimento de suas empresas no mercado?

Produtos ou Insumos	Mercado Interno ____ %	Mercado Externo ____ %
(tipo de acondicionamento)	Localidade (10 ³ t)	Porto de Embarque (10 ³ t)

4. Qual a produção da sua empresa no ano anterior?

Quais foram os principais destinos dessa produção e qual a participação ferroviária?

Quais foram as principais procedências dos insumos no ano anterior e qual a participação ferroviária?

Caso tenha havido alteração no mercado, quais são os principais destinos e/ou procedências de insumos da produção no ano em curso e qual a participação ferroviária.

Incluir também os principais fluxos rodoviários, quando a origem e/ou destino estejam em localidades servida pela ferrovia?

Produtos ou Insumos (tipo de acondicionamento)	Origem (Estação)	Destino (Estação)	Total de Movi mentação (10 ³ t)	Participação da ferrovia (%)

5. Caso a ferrovia venha a oferecer condições operacionais e tarifárias adequadas, qual seria a participação ferroviária no escoamento e/ou abastecimento desta empresa no período?

Produtos ou Insumos (tipo de acondicionamento)	Localidade		19__	
	Origem (Estação)	Destino (Estação)	Movimentação	
			Total	Ferrov.
Produtos ou Insumos (tipo de acondicionamento)	Localidade		19__	
	Origem (Estação)	Destino (Estação)	Movimentação	
			Total	Ferrov.

Produtos ou Insumos (tipo de acondicionamento)	Localidade		19__	
	Origem (Estação)	Destino (Estação)	Movimentação	
			Total	Ferrov.
Produtos ou Insumos (tipo de acondicionamento)	Localidade		19__	
	Origem (Estação)	Destino (Estação)	Movimentação	
			Total	Ferrov.

6. Quais as principais deficiências do transporte ferroviário identificados por sua empresa?

Quais as melhorias sugeridas visando melhorar o atendimento ferroviário?

b. Questionário Qualitativo

A RFFSA aplica em seus usuários as seguintes questões qualitativas:

1. Como é o relacionamento de sua empresa conosco? Explique.

Ótimo	Bom	Regular	Ruim	Péssimo
-------	-----	---------	------	---------

2. Para sua empresa, as tarifas que cobramos atualmente, comparativamente aos outros modais, são:

Caras	Justas	Baratas	Depende
-------	--------	---------	---------

Pôr que?

3. Como o Sr. sugeriria que fossem feitas as negociações de tarifa de modo mais justo para ambos?

4.Nas negociações o Sr. considera a atitude da RFFSA mais do tipo ativo ou mais do tipo passivo? Explique.

5.O tempo de transporte da RFFSA é compatível com o seu produto?

SIM	NÃO
------------	------------

Por que?

E com seus insumos?

SIM	NÃO
------------	------------

Por que?

6.Como o Sr. classifica a RFFSA quanto ao cumprimento dos serviços contratados?

a	Cumpre sempre
b	Cumpre na maior parte das vezes
c	As vezes cumpre, outras não
d	Não cumpre
e	Não se pode confiar na RFFSA

7. Quais os acertos/negociações que o Sr. acha que devem ser agregados à RFFSA para facilitar/melhorar a operação de transporte?

a	Na origem (indique o fluxo)
b	Durante o percurso (indique o fluxo)
c	No destino (indique o fluxo)

8. Parte de sua carga não está sendo transportada pela ferrovia. Quais os problemas encontrados que tem origem na RFFSA e/ou na sua Empresa, e que sugestões o Sr. apresenta para solucioná-los?

Na RFFSA (indique o fluxo)	Sugestões
a-Operacionais	
b-Comerciais	
c-Outros	

Na Empresa (indique o fluxo)	Sugestões
a-Operacionais	
b-Comerciais	
c-Outros	

9. Que tipos de investimentos sua Empresa terá interesse em fazer para melhorar o transporte ferroviário? Em que prazos?

10. Sua Empresa utiliza “containers”?

SIM

De que tipo?

Para qual finalidade?

Em que pares de origem/destino, associados a qual modalidade de transporte?

NÃO

11. Levando em consideração a sua análise sobre a RFFSA e sobre a sua Empresa com relação aos problemas anteriormente citados, escolha entre as hipóteses abaixo, aquela que o senhor considera para o seu caso.

Hipótese Prazo	H 1	H 2	H 3	H 4	H 5	Razões
a curto prazo						
a médio prazo						
a longo prazo						

H1- Todas as coisas vão ficar como estão hoje, sem ações de ambas as partes.

H2- O que depender da Empresa será resolvido, e o que depender da RFFSA ficará como está ou melhorará muito pouco.

H3- O que depender da RFFSA será solucionado, e o que depender da Empresa ficará como está ou melhorará muito pouco.

H4- Tanto a RFFSA como a Empresa realizarão os itens prioritários relativos a sua parte.

H5- Tanto a RFFSA como a Empresa realizarão suas partes e ainda procurarão encontrar novas soluções, melhorar suas administrações para tornar a ferrovia um transporte mais competitivo.

12.A sua Empresa dispõe de pontos de concentração de carga (armazéns reguladores, terminais, entrepostos) ?

SIM

Localização	Capacidade (10 ³ t)	
	Estática	Dinâmica

NÃO

13.Quais as condições de carga/descarga de produtos/insumos que sua Empresa dispõe em termos de instalações, equipamentos, etc., para a operação ferroviária ?
Quais seriam desejáveis e factíveis ?

14. Sua Empresa utiliza transporte rodoferroviário não gerenciado pela RFFSA ?

SIM

(Fazer pergunta 15)

Indique os portos de transbordo e a distribuição rodoviária.

NÃO

(Fazer pergunta 16)

15.Haveria interesse em transferir para a RFFSA o gerenciamento desse transporte ?

SIM

Em que condições ?

NÃO

16.É de seu interesse realizar o transporte rodoferroviário ?

SIM

(Fazer pergunta 17)

NÃO

(Fazer pergunta 18)

17.Haveria interesse em contratar com a RFFSA esse tipo de transporte ?

SIM

Em que condições ?

NÃO

18.Qual o conceito que o Senhor atribui a RFFSA nos seguintes aspectos ?

COMERCIAL	ÓTIMO	BOM	REGULAR	RUIM	PÉSSIMO
Negociação Comercial					
Pessoal/Atendimento					
Preços/Tarifas					
Seguro de carga					
Facilidade de comunicação					
Agressividade comercial					

OPERAÇÃO	ÓTIMO	BOM	REGULAR	RUIM	PÉSSIMO
Pessoal/Atendimento					
Ocorrências de Perdas					
Ocorrências de Danos					
Ocorrências de Roubos					
Garantia de Tempo Combinado					

GLOBAL	ÓTIMO	BOM	REGULAR	RUIM	PÉSSIMO
Eficiência					
Atualização/Modernização					
Importância que a RFFSA lhe dá					
Importância que o Sr. atribui a RFFSA					

19.Como o Senhor vê a preocupação da RFFSA em ouvir seus clientes sobre os aspectos abordados neste questionário ?

20.O que o Senhor achou desta pesquisa ?

ANEXO 3

Área e densidade populacional dos municípios do Estado de Mato Grosso do Sul

A Tabela abaixo contém os municípios do Estado de Mato Grosso do Sul divididos em micro regiões homogêneas (MRH), com as respectivas áreas e densidades populacionais, conforme o censo de 1980. Encontra-se destacado o município que representa o centróide em cada região. A capital do Estado é Campo Grande. Alguns municípios ainda não haviam sido criados na ocasião do censo, assim sendo suas populações não foram registradas.

MRH	Municípios	Área (km ²)	População (hab.)
BODOQUENA	Antonio João	1281	5667
	Bela Vista	4662	15606
	<i>Bodoquena</i>	2824	-
	Bonito	5285	11014
	Caracol	2801	3819
	Guia L. da Laguna	2202	7760
	Jardim	2507	13822
	Nioaque	4113	9054
	TOTAL	25675	66742
CAMPO GRANDE	Anastácio	2878	21942
	Bandeirantes	3733	6805
	<i>Campo Grande</i>	8477	291777
	Corguinho	1861	3693
	Jaraguari	2366	4710
	Rio Negro	1528	6585
	Rochedo	979	3661
	Terenos	3886	8215
	TOTAL	25708	347388

MRH	Municípios	Área (km²)	População (hab.)
DOURADOS	Aral Moreira	1851	10118
	Caarapó	3831	27213
	Douradina	267	-
	<i>Dourados</i>	3820	106493
	Fátima do Sul	461	33313
	Itaporã	1321	14398
	Maracaju	4082	13604
	Ponta Porã	5800	38070
	Rio Brilhante	6616	15579
	Sidrolândia	6582	12847
	TOTAL	34631	271635
NOVA ANDRADINA	Anaurilândia	2750	7224
	Bataguassu	1861	9204
	Bataiporã	2045	14141
	<i>Nova Andradina</i>	5610	21668
	Taquarussu	1226	-
	TOTAL	13492	52237
TRÊS LAGOAS	Água Clara	10373	4808
	Brasilândia	11082	12631
	Ribas do Rio Pardo	17738	11318
	<i>Três Lagoas</i>	9875	57904
	TOTAL	49068	86661

MRH	Municípios	Área (km²)	População (hab.)
	Amambaí	4375	58524
	Angélica	823	10534
	Coronel Sapucaia	852	-
	Deodapólis	662	18075
	Eldorado	1111	15311
	Glória de Dourados	335	16195
	<i>Iguatemi</i>	2524	24098
IGUATEMI	Itaquiraí	2150	-
	Ivinhema	2585	23605
	Jateí	2155	6779
	Mundo Novo	795	31160
	Naviraí	3819	28564
	Sete Quedas	796	-
	Tacurun	1692	-
	TOTAL	24674	232845
PANTANAIS	Aquidauana	16708	34482
	<i>Corumbá</i>	62561	81145
	Ladario	329	8793
	Miranda	5971	24126
	Porto Murtinho	16580	11688
	TOTAL	102149	160324

MRH	Municípios	Área (km²)	População (hab.)
PARANAÍBA	Ap. do Taboado	2719	14026
	Cassilândia	4258	17040
	Costa Rica	5378	-
	Inocência	6726	5894
	<i>Paranaíba</i>	7071	36896
	Selvíria	2982	-
	TOTAL	29134	73856
ALTO TAQUARI	Camapuã	9405	22651
	<i>Coxim</i>	15683	27627
	Pedro Gomes	7760	11820
	Rio Verde de MS	9329	15871
	S. Gabriel D'Oeste	3779	6521
	TOTAL	45956	84490

ANEXO 4

***Dados usados no tratamento das variáveis do
modelo de oferta***

As Tabelas abaixo reúnem os dados das variáveis que foram utilizadas no modelo de oferta. Os valores das variáveis encontram-se na forma como foram coletados junto às fontes citadas no capítulo 3.

Tabela 1 - Adubos

Adubos	Clor.Pot.	Fosf.Nat.	Nitrocál.	Sulf.Amo.	Sup.Fosf.	Supfostri	MÉDIA
1988	55752,81	8660,88	41712,31	41594,85	39131,92	73507,68	43393,41
1987	7011,14	1089,14	5691,33	5581,50	5178,96	9969,46	5753,59
1986	2418,12	375,64	1660,70	1929,74	1738,50	3439,44	1927,02
1985	1,20E+07	2,60E+06	9,88E+06	1,14E+07	7,69E+06	1,76E+07	1,02E+07
1984	407950,33	103251,00	254156,00	346359,08	231465,42	582575,00	320959,5
1983	112591,35	27872,33	89178,97	99928,00	71778,13	166556,71	94650,92
1982	40659,06	18233,25	39865,08	37050,73	32007,52	71878,79	39949,07
1981	27640,98	15691,50	23405,72	23203,08	15192,82	35083,15	23369,54
1980	14334,08	7455,58	11784,00	9877,84	7704,92	19459,17	11769,27
1979	4916,97	2985,67	5213,33	4190,58	3138,33	7753,00	4699,65
1978	2815,25	2144,25	3393,09	2705,00	1926,67	5075,33	3009,93
1977	1988,92	1650,34	1786,53	1927,45	1577,87	3992,98	2154,02
1976	1557,19	1000,33	1525,39	1456,17	1368,86	3305,69	1702,27
1975	1372,21	749,96	1473,16	1839,04	1249,73	3271,08	1659,20
1974	1123,39	710,83	958,24	1699,07	1129,54	3026,99	1441,34

Tabela 2 - Defensivos

Defensivos	Aldrin 5%	Dhitane	Manzate	Folidol	Sulf.Cobre	BHC 1,5%	MÉDIA
1988	170,53	1099,80	1074,84	95,20	368,60	588,60	566,26
1987	24,36	144,70	156,70	13,60	50,20	84,10	78,94
1986	8,70	49,80	56,27	4,30	22,30	30,00	28,56
1985	3815,00	27884,80	24674,22	1837,00	8663,80	11550,00	13070,80
1984	1323,05	8752,80	8304,27	612,50	2527,90	5500,00	4503,42
1983	425,30	2757,80	2378,05	184,20	713,60	180,00	1106,49
1982	176,96	781,20	1010,50	66,80	248,20	55,10	389,79
1981	72,46	403,90	341,90	34,40	203,40	34,50	181,76
1980	34,81	187,80	172,38	18,50	102,30	12,00	87,96
1979	14,33	78,30	34,03	9,10	35,50	7,60	29,81
1978	9,91	60,80	31,49	6,60	24,00	3,90	22,78
1977	6,36	40,80	23,32	4,50	18,00	2,80	15,96
1976	4,59	30,80	15,20	3,40	13,20	1,90	11,52
1975	4,35	22,60	15,20	2,60	12,20	1,80	9,79
1974	3,09	18,50	15,20	2,10	13,30	1,40	8,93

Tabela 3 - Máquinas e Equipamentos

ME	Caminhão	Cam*0,20	Trator	Trat*11,84	Grade	Grad*2,64	Semead
1988	8000298	1600060	3632712	43011308	312585	825224	53646
1987	804421	160884	342361	4053554	29034	76650	10729
1986	180932	36186	91254	1080447	17585	46424	2037
1985	75000000	15000000	41689618	4,94E+09	7902450	20862468	1016199
1984	20352800	4070560	13138308	1,56E+09	1707493	4507782	272127
1983	8843747	1768749	4378721	51844052	482917	1274900	56427
1982	3762670	752534	1895364	22441112	197767	522104	26750
1981	1518490	303698	887979	10513672	88543	233752	16748
1980	665919	133184	344713	4081405	42455	112081	5183
1979	358787	71757	208571	2469477	21402	56501	2894
1978	254606	50921	138958	1645257	16406	43311	1700
1977	162806	32561	92657	1097061	11720	30941	1346
1976	89658	17932	61689	730402	7798	20586	929
1975	70783	14157	39303	465344	6376	16831	825
1974	52496	10499	29662	351201	3454	9117	693

ME	Carreta	Carr*0,5	Pulveriz	Pulv*1,92	Polvilhad	Polv*0,72	MÉDIA
1988	506581,60	253290,80	12838,00	24649,00	21700,00	15624,00	256985,0
1987	50240,67	25120,33	1776,00	3411,00	3100,00	2232,00	24715,62
1986	18689,00	9344,50	457,00	878,00	960,00	691,00	6763,27
1985	5923916,0	2961958,0	250494,00	480948,00	426143,0	306823,00	3041522
1984	2013016,0	1006508,	90799,00	174333,00	126900,0	91368,00	947113,7
1983	546791,60	273395,80	26477,00	50836,00	34178,00	24608,00	313658,6
1982	246525,00	123262,50	12590,00	24172,00	15335,00	11041,00	135658,7
1981	126900,00	63450,00	6220,00	11942,00	6729,00	4845,00	63040,38
1980	62457,83	31228,91	3426,00	6578,00	1804,00	1299,00	24769,92
1979	32702,33	16351,16	1789,00	3435,00	1084,00	780,00	14832,49
1978	19940,67	9970,34	817,00	1569,00	750,00	540,00	9959,60
1977	15292,75	7646,38	578,00	1109,00	482,00	347,00	6673,36
1976	12025,75	6012,88	430,00	826,00	345,00	248,00	4422,96
1975	9394,25	4697,13	445,00	854,00	240,00	172,00	2886,27
1974	7777,33	3888,67	401,00	770,00	198,00	143,00	2145,79

Tabela 4 - Cotação do dólar oficial

Ano	U\$\$ médio anual oficial
1988	261,96
1987	39,28
1986	13,65
1985	6196,73
1984	1845,29
1983	576,24
1982	179,39
1981	93,04
1980	52,71
1979	26,85
1978	18,28
1977	14,29
1976	10,84
1975	8,20
1974	6,85

Tabela 5 - Índice de preço de fatores produtivos

Ano	IME*PME	IA*PA	ID*PD	SOMA	IPF
1988	14097,09	3127,45	18481,94	35706,49	854,22
1987	9041,84	2765,47	17183,63	28990,94	693,56
1986	7120,01	2665,36	17890,53	27675,91	662,10
1985	7053,18	3106,42	18034,57	28194,17	674,50
1984	7375,56	3283,89	20866,26	31525,70	754,20
1983	7821,88	3101,15	16417,65	27340,68	654,08
1982	10867,02	4204,51	18578,38	33649,91	805,02
1981	9736,99	4742,43	16703,66	31183,08	746,01
1980	6753,13	4215,75	14268,97	25237,84	603,78
1979	7939,76	3305,25	9494,47	20739,41	496,16
1978	7829,72	3108,90	10656,80	21595,41	516,64
1977	6711,19	2846,09	9551,52	19108,80	457,15
1976	5864,90	2965,66	9085,14	17915,70	428,61
1975	5055,55	3818,34	10205,35	19079,24	456,44
1974	4502,77	3973,80	11151,02	19627,58	469,56

Tabela 6 - Preços tabelados de produtos em cruzados reais

Ano	Soja (CR/Kg)	Algodão (CR/Kg)	Milho (CR/Kg)	Trigo (CR/Kg)	Arroz (CR/Kg)
1988	58,46	76,10	27,85	40,69	37,55
1987	5,98	10,58	2,73	6,20	4,25
1986	2,02	4,62	1,43	3,34	2,34
1985	891,00	1577,00	527,00	1364,00	1009,00
1984	339,00	720,00	169,00	330,00	258,00
1983	116,00	197,00	64,00	103,00	102,00
1982	28,00	62,00	17,00	43,00	37,00
1981	16,00	37,00	10,00	23,00	16,00
1980	9,00	17,00	6,00	10,00	10,00
1979	6,00	9,00	3,20	6,80	5,50
1978	4,50	5,80	2,00	5,00	3,13
1977	3,00	4,80	1,12	3,55	1,78
1976	2,00	4,10	0,99	2,73	1,45
1975	1,50	1,90	0,70	2,15	1,59
1974	1,25	1,80	0,50	1,48	1,00

ANEXO 5

Metodologia para identificação das áreas com aptidão agrícola

O levantamento das áreas com aptidão agrícola obedeceu a critérios agrônômicos sugeridos por DUCTOR (1988), qual seja, o de utilizar-se do levantamento de recursos naturais do Ministério das Minas e Energia chamado PROJETO RADAMBRASIL (1982). Os levantamentos dos recursos naturais descritos nos livros e mapas do projeto foram obtidos a partir de mosaicos semi-controlados de imagens de radar, de imagens obtidas pelo satélite LANDSAT e levantamentos de campo. Apenas os mapas de aptidão agrícola, de capacidade de uso dos recursos naturais renováveis e de uso potencial do solo foram os utilizados, sendo detalhados a seguir.

O Mapa de aptidão agrícola classifica as terras em: boa, regular, restrita e inapta, sendo da classe boa aquelas cujas condições agrícolas apresentam limitações nula de solo, regime hídrico e topografia ou quase nula para produção sustentada de cultivo de um grande número de culturas climatologicamente adaptadas; as terras da classe regular apresentam limitações moderadas; da classe restrita, limitações muito forte.

Os níveis de manejo A, B e C, foram tirados também desse mapa e classificam a terra em função do sistema de manejo, quais sejam: nível A é aquele que depende de métodos tradicionais, que refletem num baixo nível de conhecimento técnico, onde não há emprego de capital para manutenção e melhoramento das condições agrícolas das terras e das lavouras, os cultivos dependem principalmente do trabalho local, com implementos manuais simples e alguma tração animal com implementos leves; nível B de manejo é aquele cujas práticas agrícolas estão condicionadas a um nível razoável de conhecimento técnico, com utilização de quantidade de calcários e fertilizantes bem abaixo das recomendações, onde a tração mecânica é utilizada geralmente com máquinas de baixo rendimento; nível C exige práticas agrícolas de alto nível de conhecimento técnico, emprego de capital, tração motorizada, conhecimento técnico operacional capaz de maximizar a capacidade produtiva e se obter eficiência na operacionalização dos trabalhos, através de assessoramento profissional.

O Mapa de capacidade de uso dos recursos naturais renováveis baseia-se na Figura 1 para classificar as terras.

Figura 1 - Aptidão das classes de capacidade segundo os diferentes usos

Usos	Horticultura	Lavoura	Agricultura	Fruticultura	Pastos	Silvicultura	Preservação
Classes							
1-Plenater	Boa						
2-Lavoter	Regular	Boa	Muito				
3-Agriter	Limitada	Regular	Boa	Boa			
4-Mesater		Limitada	Regular	Boa			
5-Agroster			Limitada	Regular	Boa		
6-Silvater		Marginal		Limitada	Regular	Boa	
7-Silvester					Limitada	Regular	Boa

- Muito Boa e Boa - Pleno uso com equilíbrio ecológico. Situação ideal. Práticas modernas de conservação.
- Regular - Subutilização com preservação ecológica. Situação aceitável. Práticas simples de conservação.
- Limitada e Marginal - Sobreutilização com desequilíbrio ecológico. Situação de perigo. Práticas intensivas de conservação.

As classificações para as classes conforme o uso foram obtidas em função dos condicionantes inerentes ao clima, relevo e solo.

A classe Plenater ocorre nas áreas que, segundo o ponto de vista climatológico, o atendimento efetivo da demanda hídrica atinge a mais de 85%, com mais de 210 dias de crescimento vegetativo ininterrupto e normalmente encontram-se em superfícies estruturais tabulares, terraços e patamares. Por definição são planos, com declividade sempre inferior a 5%. Em geral os solos não são salinos, nem alcalinos, tem boa capacidade de retenção de umidade, tanto a sua fertilidade atual como a potencial são altas e a profundidade efetiva é geralmente superior a 120 cm, contribuindo ainda mais com a fertilidade natural.

A classe Lavoter é a classe que, climatologicamente, apresenta-se em áreas onde a média geométrica de precipitação pluvial e da evapotranspiração real representa não menos de 70% de sua correspondente evapotranspiração potencial e, adicionalmente, conta com um período de crescimento vegetativo ininterrupto de pelo menos 180 dias. Normalmente faz parte do mesmo tipo de unidades geomorfológicas da classe Plenater, porém com declividades de até 15% e, conseqüentemente, plenamente mecanizável. Apresentam ligeira ou nenhuma salinidade, são moderadamente ou bem drenados, são considerados de boa fertilidade e de profundidade moderada com mais de 90 cm de profundidade efetiva, com aproximadamente 2% de matéria orgânica.

A classe Agriter com 55% de evapotranspiração real, conta com um crescimento vegetativo ininterrupto de pelo menos 150 dias, do ponto de vista geomorfológico pode fazer parte de todas as formas estruturais, das unidades tabulares e convexas, das formas erosivas, com declividade próxima de 25%. Assim sendo, a classe é ainda mecanizável, embora nos casos extremos as máquinas trabalhem com certa dificuldade. Seus solos são variados, não salinos a moderadamente salinos, com regular a boa fertilidade potencial e atual, sendo moderadamente superiores a 1%.

As classes Mesater, Agroster, Silvater e Silvester são consideradas de baixa qualidade para a cultura de soja, foram resumidas suas características quanto a clima, relevo e solo na Figura 2.

Figura 2 - Características de classes conforme o uso

	CLIMA	RELEVO			SOLO		
	Evapo Transp. (%)	Crescim. Vegeta- tivo (dias)	Declivi- dade (%)	Meca- ni- zação	Salini- dade	Drena- gem	Profundi- dade efetiva (cm)
Mesater	40	120	40	ruim	de não a acentuada	lenta a acentuada rápida	30
Agroster	25	90	55	ruim	forte	lenta a fortemente rápida	variada
Silvater	10	80	70	ruim	forte	lenta	variada
Silvester	10	80	70	ruim	variada	variada	variada

O Mapa do uso potencial do solo, terceiro e último na identificação das áreas com aptidão agrícola, foi definido atribuindo pesos às terras, variando de 0 a 1, em função também dos fatores climáticos, solos, vegetação e geomorfológicos. O resultado obtido classificou as áreas como de alta, média, baixa, muito baixa e não significativa aptidão.

A Tabela 1 mostra as áreas com aptidão agrícola para lavoura no Estado de Mato Grosso do Sul, levando em conta os mapas acima, onde foram escolhidas as áreas de boa, regular e restrita aptidão no nível C de manejo do mapa de aptidão agrícola; as áreas muito boas, boas e regulares das classes Plenater, Lavoter e Agriter no mapa de capacidade de uso dos recursos naturais renováveis; e as áreas de alta e média aptidão no mapa de uso potencial do solo.

Tabela 1 - Áreas com aptidão agrícola para lavouras

Regiões	Área Total	Áreas com aptidão (%)			Áreas com aptidão (Km²)			
	Km²	Alta	Regular	Restrita	Alta	Regular	Restrita	TOTAL
Bodoquena	25675	22,00	12,00	4,00	5648	3081	1027	9756
C Grande	25708	0,70	25,00	1,50	180	6427	386	6993
Dourados	34631	8,00	75,00	7,00	2770	25973	2424	31168
Iguatemi	24674	-	12,00	74,00	-	2961	18259	21220
N Andradina	13492	-	25,00	21,00	-	3373	2833	6206
Pantanaís	102149	1,20	0,80	4,00	1225,79	817	4086	6129
Paranaíba	29134	1,10	12,00	35,00	320,47	3496	10197	14013
A Taquari	45986	-	20,00	1,00	-	9197	459	9657
Três Lagoas	49099	-	3,60	8,00	-	1473	3928	5401
ESTADO	350548	2,89	16,20	12,44	10145,20	56799	43599	110543

ANEXO 6

Clientes, órgãos oficiais e fluxos de carga do modelo da RFFSA

Foram relacionados abaixo os clientes escolhidos pela RFFSA para responder a pesquisa quantitativa e qualitativa que resultou nos fluxos de carga da Tabela 1 e os órgãos governamentais de política setorial e entidades de classes produtoras de soja consultados.

- Relação de clientes do setor agrícola da RFFSA que responderam as pesquisas quantitativas e qualitativas

Cargil Agrícola S.A.

CEVAL - Agro Industrial Ltda.

COAGRI - Cooperativa Agrícola do Mato Grosso do Sul

COPAZA - Indústria de óleos vegetais Ltda. (FRIGOBRAS)

Cutrale Quintella Comércio Importação Ltda.

GRANOE - Indústria Comércio e Exportação S. A.

Incoporã - Indústria e Comércio de cereais e gêneros alimentícios Ponta Porã Ltda.

Itamarati S. A. - Agro Pecuária

MAGRISA - Marubeni Agro-industrial S. A.

Matosul Comércio Importação Exportação Ltda.

- Relação de órgãos governamentais de política setorial e entidades de classes produtoras consultados

ABIOVE - Associação Brasileira de Óleos Vegetais

CACEX - Carteira de Comércio Exterior do Banco do Brasil

CEPA/MS - Comissão Estadual de Planejamento Agrícola de Mato Grosso do Sul

CFP - Cia. de Financiamento da Produção

CODEAGRI/MS - Cia. de Desenvolvimento agrícola do Mato Grosso do Sul

CODESUL/MS - Cia. de Desenvolvimento do Mato Grosso do Sul

IBGE - Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

Secretaria de Indústria e Comércio de Mato Grosso do Sul

Tabela 1 - Fluxos de soja gerados no Estado de Mato Grosso do Sul

Localidade	1990	1991	1992	1993
Sidrolândia	343	363	375	385
Maracaju	525	556	574	605
M. Brandão	987	1039	1100	1175
General Rondon	222	242	242	252
Itahum	97	127	134	151
Ponta Porã	72	72	75	77
TOTAL	2246,00	2399,00	2500,00	2645,00

ANEXO 7

Projeções das variáveis do modelo de oferta

A Tabela 1 mostra os resultados de verificação de tendência da série temporal de dados das variáveis, que foram projetadas para serem usadas no modelo de oferta. Foram aplicados dois testes estatísticos para verificação de tendência, um não paramétrico (Daniel's test) e outro paramétrico (Pearson), mais detalhes sobre os testes podem ser vistos no capítulo 2 deste trabalho.

Tabela 1 - Verificação de tendência das variáveis do modelo de oferta

VARIÁVEIS	TENDÊNCIA	
	SIM	NÃO
Preço da Soja		X
Preço do Algodão		X
Preço do Milho		X
Preço do Trigo	X	
Preço do Arroz		X
Salário	X	
Temperatura		X
Precipitação		X
IPF	X	

As variáveis que não apresentaram tendência foram projetadas por modelos estacionários, e as com tendência, por análise de regressão, podendo ser funções lineares ou curvilíneas. As Tabelas 2 e 3 mostram, respectivamente, os parâmetros das variáveis sem tendência e os parâmetros das equações escolhidas para projetar as variáveis com tendência, incluindo também, na segunda tabela, os resultados estatísticos das regressões.

Tabela 2 - Parâmetros das variáveis projetadas por modelos estacionários

VARIÁVEL	α_0
Preço da Soja	182,84
Preço do Algodão	314,64
Preço do Milho	96,07
Preço do Arroz	171,23
Precipitação - C. Grande	151,36
Precipitação - Iguatemi	131,90
Precipitação - Pantanaís	118,27
Temperatura - Iguatemi	23,84
Temperatura - Pantanaís	26,43

Tabela 3 - Resumo dos resultados estatísticos e parâmetros dos modelos das variáveis

<i>Preço do Trigo</i>	<i>Logístico</i>	<i>Coefficientes</i>	$\alpha_0=234,14$	$\alpha_1=148,21$	$\alpha_2=1,06$	
<i>Salário</i>	<i>Estatist. de Regressão</i>	<i>R múltiplo</i>	R^2	R^2 ajustado	<i>Erro padrão</i>	<i>No. obs.</i>
		0,53	0,28	0,23	0,70	15
<i>ANOVA</i>		<i>gr. liber.</i>	SQ	MQ	F	$F5\%$
	<i>Regressão</i>	1	2,48	2,48	5,07	0,04
	<i>Resíduo</i>	13	6,35	0,49		
<i>Linear</i>	<i>Coefficientes</i>	<i>Erro padrão</i>	<i>Stat t</i>	<i>valor-p</i>	<i>95% inf.</i>	<i>95% sup</i>
<i>Interseção</i>	3,20	0,38	8,44	0	2,38	4,03
<i>t</i>	0,09	0,04	2,25	0,04	0,00	0,18
<i>IPF</i>	<i>Exponencial Modificado</i>	<i>Coefficientes</i>	$\alpha_0=762,32$	$\alpha_1=435,52$	$\alpha_2=0,81$	