

ANÁLISE ESTACIONAL DE PREÇOS DE ALGODÃO EM CAROÇO, A NÍVEL DE  
PRODUTOR DO ESTADO DO CEARÁ - ABORDAGEM PELA ANÁLISE ESPECTRAL

FRANCISCO MAVIGNIER CAVALCANTE FRANÇA

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À COORDENAÇÃO DO  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA RURAL, COMO REQUISITO  
PARCIAL PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

UFC/BU/BEA 04/05/1996



R800392 Analise estacional de preços de  
C406279 algodão  
T633.51 F807a



FORTALEZA - 1985

Aos meus pais e irmãos

À minha mulher Helena Maria

Aos meus filhos Leonardo Rafa

el, Bruno e Felipe Mavignier

## AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Roberto Cláudio Frota Bezerra, pela amizade, pela influência na minha decisão de ingressar no Curso e pelas competentes sugestões dadas no andamento da Dissertação;

Ao Dr. José de Anchieta Esmeraldo Barreto, Reitor da UFC, e ao Dr. Carlos Cavalcante Pereira Marques, Diretor do Departamento de Pessoal da UFC, por terem facilitado o afastamento das minhas funções para cursar o Mestrado, apesar das muitas adversidades jurídico-administrativas;

Ao Prof. João Batista Ferreira Gomes Neto, Professor Orientador, e ao Prof. José de Jesus Souza Lemos, Co-orientador;

Ao colega Ricardo Lima de Medeiros Marques, pela amizade e companheirismo;

Aos colegas do ETENE-COESA, em especial a Antônio Enock de Vasconcelos;

Aos Professores conselheiros Roberto de Azevedo e José Valdeci Biserra e aos demais Professores do Departamento de Economia Agrícola da UFC, pelos conhecimentos transmitidos;

À Universidade Federal do Ceará, pela oportunidade oferecida;

À CAPES, pela Bolsa de Estudos concedida;

Ao BNB, pelo apoio irrestrito na fase final da Dissertação;

A todos que, com amizade e apreço, ajudaram no cumprimento desta missão.

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	i
LISTA DE TABELAS .....	iii
RESUMO .....	v
1 - <u>INTRODUÇÃO</u> .....	01
1.1 - <u>O Problema e sua Importância</u> .....	01
1.2 - <u>Mercado do Algodão em Caroço no Estado do Ceará</u> .....	03
1.2.1 - <u>Considerações Gerais</u> .....	03
1.2.2 - <u>Processo de Comercialização do Algodão em caroço</u> .....	09
1.2.3 - <u>Fatores que Afetam a Formação e Comportamento dos Preços do Algodão em Caroço, a Nível de Produtor</u> .....	13
1.3 - <u>Objetivos</u> .....	
1.3.1 - <u>Objetivos Gerais</u> .....	18
1.3.2 - <u>Objetivos Específicos</u> .....	18
2 - <u>METODOLOGIA</u> .....	19
2.1 - <u>Características Gerais da Área Estudada e os Dados</u> .....	19
2.1.1 - <u>Área de Estudo</u> .....	19
2.1.2 - <u>Os Dados</u> .....	19
2.2 - <u>Considerações Preliminares sobre a Metodologia</u> .....	23
2.3 - <u>Considerações Gerais sobre Séries Temporais</u> .....	24
2.4 - <u>A Técnica de Análise Espectral</u> .....	28
2.4.1 - <u>Fundamentos Teóricos</u> .....	28
2.4.2 - <u>Procedimentos de Estimação</u> .....	31
2.4.3 - <u>Considerações Práticas</u> .....	34

a)	Estacionariedade de Séries Temporais Mensais .....	34
b)	Tamanho da Amostra .....	35
c)	Ponto de Truncamento .....	36
d)	Intervalo de Frequência Utilizado .....	36
e)	O Problema do "Aliasing" .....	37
f)	O Problema do "Leakage" .....	38
2.4.4	- Teste de Significância para o Espectro .....	38
2.4.5	- Procedimentos Adotados .....	39
3	- <u>RESULTADOS E DISCUSSÕES</u> .....	42
3.1	- <u>Análise dos Espectros Estimados</u> .....	42
3.1.1	- UEP Sertões dos Inhamuns e Salgado .	42
3.1.2	- UEP Litoral .....	47
3.1.3	- UEP Sertões Cearenses .....	49
3.1.4	- Estado do Ceará .....	52
4	- <u>CONCLUSÕES</u> .....	55
4.1	- Quanto aos Resultados .....	55
4.2	- Quanto a Metodologia .....	56
5	- <u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u> .....	59
6	- <u>ANEXOS</u> .....	
ANEXO A	- Resultados computacionais obtidos .....	65
ANEXO B	- Espectros estimados e das séries originais e com diferença de 1a. ordem .....	71
ANEXO C	- Séries de preços de algodão em caroço, a nível de produtor, no Estado do Ceará e por UEP, 1970-84. ....	82
ANEXO D	- Programa computacional, em FORTRAN, utilizado na Dissertação .....	88
ANEXO E	- Exemplo da aplicação da análise espectral com dados hipotéticos .....	92

## LISTA DE FIGURAS

01	Tipos predominantes de algodoeiros em área cultivada, encontradas no Estado do Ceará, a nível de cada município, 1979 .....	05
02	Canais de comercialização do algodão em caroço no Estado do Ceará .....	10
03	Associação de tipos de algodoeiros encontrados no Estado do Ceará, a nível de município, 1979 ....	13
04	Índices sazonais dos preços de algodão em caroço, a nível de produtor, do Estado do Ceará e da UEP Baixo Jaguaribe, 1974-78. ....	15
05	Estado do Ceará dividido por Unidade Espacial de Planejamento (UEP) .....	20
06	Espectro estimado dos preços de algodão em caroço da UEP Sertões dos Inhamuns e Salgado .....	44
07	Espectro estimado dos preços de algodão em caroço da UEP Litoral .....	48
08	Espectro estimado dos preços de algodão em caroço da UEP Sertões Cearenses .....	50
09	Espectro estimado dos preços de algodão em caroço no Estado do Ceará com três pontos de truncamento	53
01B	Espectro estimado dos preços de algodão em caroço da UEP Baturité .....	72
02B	Espectro estimado dos preços de algodão em caroço da UEP Baixo Jaguaribe .....	73
03B	Espectro estimado dos preços de algodão em caroço da UEP Sertões de Quixeramobim e Médio Jaguaribe	74
04B	Espectro estimado dos preços de algodão em caroço da UEP Cariri .....	75
05B	Gráfico da série original dos preços de algodão em caroço na UEP Sertões dos Inhamuns e Salgado, 1970-84 .....	76
06B	Gráfico da série com diferença de 1 <sup>a</sup> ordem dos preços de algodão em caroço na UEP Sertões dos Inhamuns e Salgado, 1970-84 .....	76

07B	Gráfico da série original dos preços de algodão em caroço na UEP Litoral, 1970-84 .....	77
08B	Gráfico da série com diferença de 1 <sup>a</sup> ordem dos preços de algodão em caroço na UEP Litoral, 1970-84 .	77
09B	Gráfico da série original dos preços de algodão em caroço na UEP Sertões Cearenses, 1970-84 .....	78
10B	Gráfico da série com diferença de 1 <sup>a</sup> ordem dos preços de algodão em caroço na UEP Sertões Cearenses, 1970-84 .....	78
11B	Gráfico da série original dos preços de algodão em caroço no Estado do Ceará, 1970-84 .....	79
12B	Gráfico da série com diferença de 1 <sup>a</sup> ordem dos preços de algodão em caroço no Estado do Ceará, 1970-1984 .....	79
13B	Gráfico da série original dos preços de algodão em caroço na UEP Baturité, 1970-84 .....	80
14B	Gráfico da série original dos preços de algodão em caroço na UEP Baixo Jaguaribe, 1970-84. ....	80
15B	Gráfico da série original dos preços de algodão em caroço na UEP Sertões de Quixeramobim e Médio Jaguaribe, 1970-84 .....	81
16B	Gráfico da série original dos preços de algodão em caroço na UEP Cariri, 1970-84. ....	81
01E	Gráfico da série artificial .....	94
02E	Gráfico da série artificial diferida uma vez .....	94
03E	Gráfico do espectro estimado da primeira diferença da série da TABELA 01.E, com sua respectiva faixa de confiança. ....	99

## LISTA DE TABELAS

01	Estimativas e evolução da produção de algodão em caroço, por região e por unidade da Federação, no período de 1970-84. ....	07
02	Área colhida, produção, produtividade, preços e valor da produção do algodão em caroço, a nível de produtor, no Estado do Ceará, 1970-84. ....	08
03	Unidades Espaciais de Planejamento e Municípios do Estado do Ceará .....	21
04	Área e produção de algodão em caroço, a nível de produtor, no Estado e em Unidades Espaciais de Planejamento, 1973-81. ....	22
05	Sumário dos resultados encontrados para as análises espectrais das séries de preços (1970-84), nas diferentes regiões estudadas. ....	43
01A	Resultados computacionais obtidos para o Estado do Ceará, com $M = 18$ . ....	66
02A	Resultados computacionais obtidos para o Estado do Ceará, com $M = 36$ . ....	66
03A	Resultados computacionais obtidos para o Estado do Ceará, com $M = 72$ . ....	67
04A	Resultados computacionais obtidos para a UEP Litoral, com $M = 36$ . ....	67
05A	Resultados computacionais obtidos para a UEP Baturité, com $M = 36$ . ....	68
06A	Resultados computacionais obtidos para a UEP Sertões Cearenses, com $M = 36$ . ....	68
07A	Resultados computacionais obtidos para a UEP Baixo Jaguaribe, com $M = 36$ . ....	69
08A	Resultados computacionais obtidos para a UEP Sertões dos Inhamuns e Salgado, com $M = 36$ . ...	69
09A	Resultados computacionais obtidos para a UEP Sertões de Quixeramobim e Médio Jaguaribe, com $M = 36$ . ....	70
10A	Resultados computacionais obtidos para a UEP Cariri, com $M = 36$ . ....	70



01C	Preços médios de algodão em caroço, a nível de produtor, no Estado do Ceará, 1970-84, .....	83
02C	Preços médios de algodão em caroço, a nível de produtor, na UEP Litoral, 1970-84. ....	83
03C	Preços médios de algodão em caroço, a nível de produtor, na UEP Baturité, 1970-84. ....	84
04C	Preços médios de algodão em caroço, a nível de produtor, na UEP Sertões Cearenses, 1970-84 ....	84
05C	Preços médios de algodão em caroço, a nível de produtor, na UEP Ibiapaba, 1970-84. ....	85
06C	Preços médios de algodão em caroço, a nível de produtor, na UEP Baixo Jaguaribe, 1970-84. ....	85
07C	Preços médios de algodão em caroço, a nível de produtor, na UEP Sertões de Quixeramobim e Médio Jaguaribe, 1970-84. ....	86
08C	Preços médios de algodão em caroço, a nível de produtor, na UEP Sertões dos Inhamuns e Salgado, 1970-84. ....	86
09C	Preços médios de algodão em caroço, a nível de produtor, na UEP Cariri, 1970-84. ....	87
01E	Série artificial diferida uma vez .....	93

## RESUMO

Foi feita a análise de preços de algodão em caroço em Unidades Espaciais de Planejamento (UEP's) do Estado do Ceará além de ter sido feita a mesma análise para o Estado como um todo. Para tanto foi utilizada a técnica de análise espectral tendo-se identificado o comportamento estacional dos preços de algodão em caroço, a nível de produtor, das regiões analisadas.

O trabalho apresenta dois aspectos básicos, um é a discussão da metodologia utilizada e o outro é o conjunto de resultados obtidos que servirão para fornecer indicadores para efeito de planejamento e controle da cotonicultura.

A metodologia é apresentada em detalhes objetivando facilitar sua utilização pelos interessados. São abordados tópicos referentes às técnicas de análise de preços, aos pressupostos de modelos de séries temporais, aos fundamentos teóricos, procedimentos de estimação, teste de significância, considerações práticas e um exemplo com dados hipotéticos da aplicação da metodologia.

Os resultados identificaram comportamentos estacionais em oito Regiões, com picos significativos nas frequências 0,5236 correspondentes a períodos de 12 meses, mostrando que os preços elevados ocorrem frequentemente no período de outubro a dezembro, para as UEP's Sertões dos Inhamuns e Salgado e Cariri como também para o Estado do Ceará. Já as UEP's Baixo Jaguaribe, Sertões de Quixerambim e Médio Jaguaribe e Sertões Cearenses o período estacional corresponde ao mês de dezembro. As séries das UEP's Litoral e Baturité não apresentaram padrão estacional significativo, razão pela qual não foi possível tirar inferências a respeito do comportamento estacional dos preços.

## 1 - INTRODUÇÃO

### 1.1 - O Problema e sua Importância

O Estado do Ceará é o maior produtor de algodão em caroço do Nordeste e o terceiro do Brasil. Além disto, qualitativamente, tal produto assume características econômicas e sociais relevantes, pois, dele derivam-se atividades incluídas nos três setores da economia (primário, secundário e terciário) e o mesmo constitui a principal fonte de renda e emprego da agricultura do Estado do Ceará, AZEVEDO (1975).

Vale ressaltar que, para a formação da renda e geração de emprego na atividade, é grande a influência exercida pelo comércio interregional através da exportação dos sub-produtos do algodão em caroço, dos quais encontra-se a pluma como o principal sub-produto exportado. Outro aspecto de vital importância da atividade algodoeira local é a grande rede de atividades comerciais e de transportes a ela associadas.

No campo social, a cotonicultura assume, dentre outros produtos agrícolas estaduais, um papel importante porque é o principal gerador de empregos tanto no meio rural, em função de suas características tradicionais de exploração; como no meio urbano, por ser uma matéria-prima de grande importância na indústria têxtil, na de óleos comestíveis e na de ração animal, ramos industriais mais importantes da economia cearense.

Com relação a receita do Estado, 'destaca-se o algodão em rama e em pluma, cuja participação em termos de ICH gerado no setor em 1979, foi de 30,1 e 22,8%, respectivamente, contra 10,0% da castanha de caju, 2,8% da cera de cernaúba, 3,1% de bovino abatido e 31,2% de outros produtos', CETREDE (1981).

Por outro lado, a produção e comercialização do algodão com a utilização de processos tradicionais associados às condições climáticas desfavoráveis do Estado, são em grande parte responsáveis pelas grandes flutuações de seus preços ao longo do ano.

Segundo BRANDT (1980), as flutuações anuais em preços agrícolas existem e elas condicionam, em parte, a ocorrência de desequilíbrios nos formatos da produção, comercialização e consumo provocando o uso não eficiente dos recursos. Quando as amplitudes das flutuações são extremas, a situação se torna ainda mais grave, pois a cultura fica muito instável e conseqüentemente não receptiva à modernização.

Com base no exposto, é fácil constatar a incompatibilidade existente nas atividades ligadas a produção de algodão, que assume grande relevância tanto econômica como social e por sua vez, sofre sérios reveses em função das extremas amplitudes nas flutuações dos preços. Este descompasso acarreta sérios prejuízos ao Estado do Ceará, afetando econômico e socialmente produtores e compradores.

Assim, é importante a elaboração de pesquisas sócio-econômicas visando o conhecimento do padrão estacional dos preços do algodão de modo a fornecer aos produtores alternativas nas decisões de quando, onde e para quem vender sua produção com mais vantagens. Deste modo, "todos poderão usufruir vantagens do prévio conhecimento dos preços durante o ano, com o propósito de melhor planejar suas decisões em função dos recursos disponíveis, principalmente relativos à armazenagem", PEREIRA et alii (1963).

A análise de preços do algodão em caroço não pode fornecer, isoladamente, todos os subsídios necessários a adoção e execução de políticas para o produto. A provável contribuição desta análise será a determinação dos padrões de sazonalidade dos preços do algodão que muito contribuem na racionalização de atitudes por parte dos produtores, dos intermediários e dos executivos públicos, no que se refere a:

i) adequar a oferta dos produtores às condições do mercado;  
ii) reduzir os custos com o beneficiamento e transporte, para aumentar ou mesmo manter as margens de comercialização dos vendedores; iii) formação de estoques reguladores visando a estabilização dos preços e programação das finanças do Governo em termos de tributos gerados pelo produto.

## 1.2 - O Mercado do Algodão em Carvão no Estado do Ceará

### 1.2.1 - Considerações Gerais

O algodoeiro é uma planta cultivada em todos os continentes e em função de sua importância como fornecedor de matéria-prima para a indústria tem um destaque relevante na economia mundial.

Segundo PRATA (1977), o algodão contribui com mais de 50% para a indústria mundial de têxteis sendo, por isso, a sua participação muito grande no comércio internacional.

Além da fibra, o algodão produz óleo para consumo humano e a torta para consumo animal, ambos de alto valor nutritivo, e a folhagem que é aproveitada como forragem para o gado bovino, principalmente no Nordeste do Brasil, através do pastoreio. Vale ressaltar que nos últimos anos a importância do óleo e da torta têm crescido bastante, tornando o produto ainda mais importante para a economia cearense.

Em termos de produção, a cultura algodoeira se localiza em 18 unidades da Federação, sendo os estados de São Paulo e Paraná, no Centro-Sul, e os Estados do Nordeste, os principais pólos produtores do País. No Nordeste, mais especificamente, no "Polígono das Secas" o algodão se reveste de grande importância econômica e social uma vez que existe ambiente ecológico propício para seu cultivo.

Especificamente, no Estado do Ceará, os municípios de Iguatu, Itapagé, Quixeramobim, Paramoti e Quixadá são os maiores produtores, segundo dados do Censo Agropecuário de 1980.

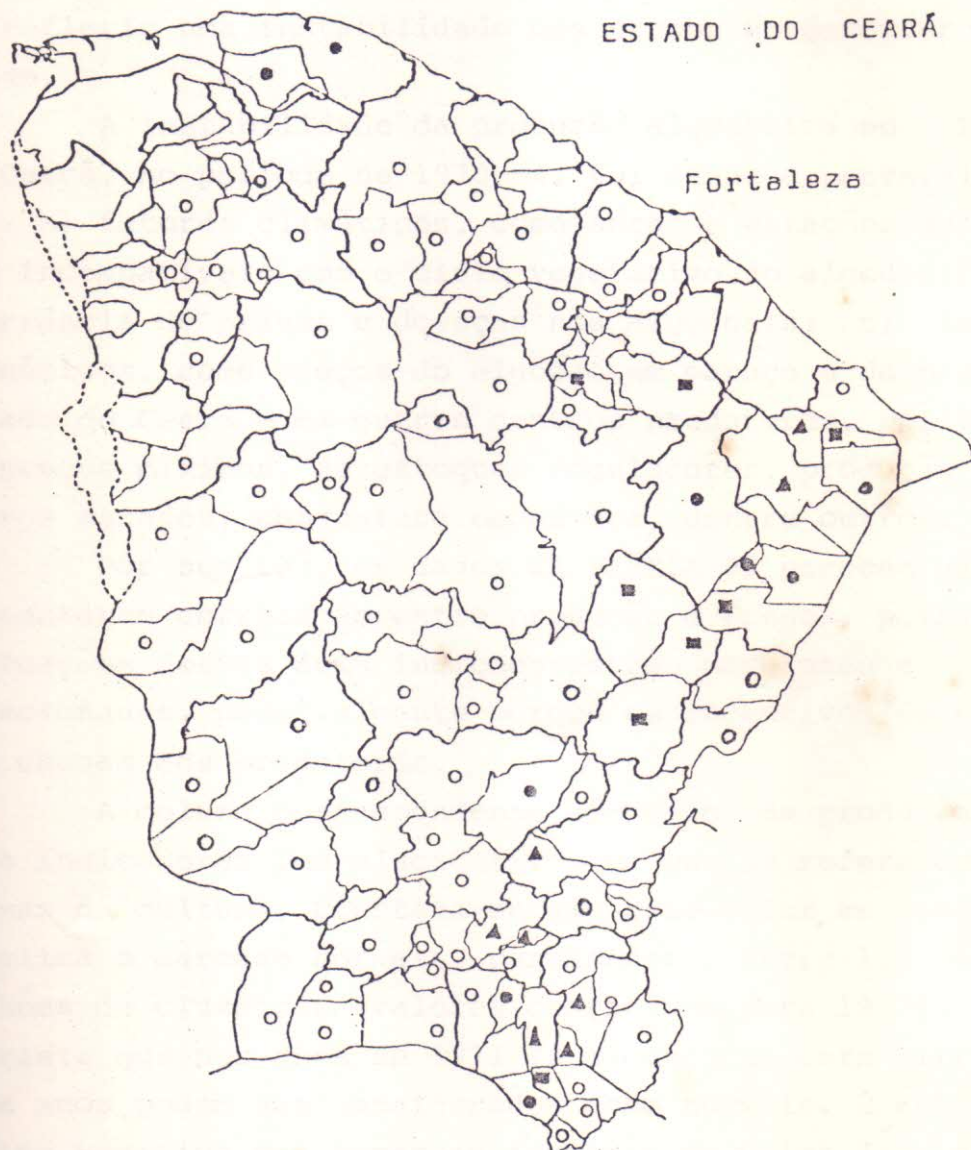
Nesse Estado são cultivados três tipos<sup>1</sup> de algodoeiros (ver FIGURA 01), sendo o arbóreo ou "mocô" o que predominou no período de 1970-83, sobre o herbáceo e o verdão. No entanto, a produção originária do tipo herbáceo tem alcançado taxas de crescimento surpreendentes nestes últimos anos, sendo sua participação percentual sobre a produção total nos anos de 1982-84 de 29, 36 e 64%, respectivamente, segundo dados da CEPA-CE e FIBGE.

O progressivo crescimento do cultivo do algodoeiro herbáceo verificado nestes últimos anos foi determinado por vários fatores, tais como: a) maior rendimento médio por hectare; b) existência de cultivares do tipo herbáceo com melhores características tecnológicas quanto a adaptação ao meio e qualidade da fibra; c) atuação dos órgãos de extensão rural que vêm fomentando o cultivo do algodoeiro herbáceo; d) possibilita um melhor controle do "bicudo" (*Anthonomus grandis* Bohemon); e) praticamente não existe diferencial de preços entre os tipos herbáceo e "mocô", a nível de produtor; f) a seca verificada no período de 1979-83 parece ter contribuído para a substituição do herbáceo pelo "mocô", e) outros fatores de menos importância.

Apesar de se ter analisado um período em que o algodoeiro arbóreo predominou, é possível que os aspectos de comercialização aqui levantados não se alterem, a médio prazo, de modo substancial. Isto porque os condicionantes econômicos do algodão "mocô" e do herbáceo são bastante semelhantes além de ser a estrutura econômica da atividade bastante rígida.

Na TABELA 01, ilustra-se a importância relativa da

<sup>1</sup>Os três principais tipos de algodoeiros cultivados no Estado são: Arbóreo ou Mocô: uma planta xerófila, bem adaptada às condições edafo-climáticas do Nordeste. O seu ciclo biológico é de cinco anos e produz fibra longa e resistente; Herbáceo ou "Upland": uma cultura anual encontrada em regiões úmidas e de boa fertilidade. Produz fibra média e curta; Verdão: uma cultura semi-perene originária da hibridação do mocô com o herbáceo.



- Mocó
- Verdão
- ▲ Misturado
- Herbáceo

Figura 01 - Tipos predominantes de algodoeiros em área cultivada, encontradas no Estado do Ceará, a nível de cada município, em 1979. BRAGA *et alii* (1983) p. 29-30 e AZEVEDO (1982) p. 76.

produção de algodão em caroço no Estado do Ceará em relação ao Nordeste, São Paulo e Brasil, no período de 1970-84. Observa-se que no período em destaque houve uma grande flutuação das quantidades produzidas deste produto, o que pode refletir uma instabilidade dos preços no decorrer do período.

A instabilidade da produção algodoeira no Estado do Ceará, no período de 1970-84, foi causada provavelmente por: a) fatores climáticos, como secas e estações de chuvas incompatíveis com o ciclo vegetativo do algodoeiro; b) ocorrência de pragas e doenças nos algodoads; c) fatores econômicos, como preços do algodão em caroço e da pluma no Estado do Ceará e em outros centros produtores, política de preços mínimos, de estoques reguladores, produção de outros estados, conjuntura econômica, dentre outros.

Por sua vez, os dados da TABELA 02 parecem não apresentarem correlação entre produção e preços, pois, as flutuações destes dois indicadores são marcantes e pouco relacionadas, possivelmente porque os incentivos de preços não chegam aos produtores.

A coluna correspondente ao "valor da produção" fornece indicadores bem elucidativos no que se refere aos problemas da cultura. Constata-se que este valor, em condições de clima e mercado normais, permaneceria entre 1,5 a 2,0 bilhões de cruzeiros (valores corrigidos para 1977), tendo em vista que nos anos de 1971-73 alcançaram esta cifra e tais anos podem ser considerados como normais. É notável o efeito negativo das secas na formação do valor da produção, pois, verifica-se que nos anos de secas (1970/1979-83) o valor da produção ficou aquém de um bilhão de cruzeiros.

A situação conjuntural acima é motivo de muita preocupação tendo em vista que no somatório do valor da produção das 22 principais culturas<sup>2</sup> do Estado, o algodão participou com 24,5 e 20,1% nos anos de 1976 e 1977, respectivamente.

<sup>2</sup> Estimativa feita com base na TABELA IV do Plano Anual de Produção e Abastecimento: 1978-79 da CEPA-CE, 1978.



Tabela 01 - Estimativas e evolução da produção de algodão em caroço, por região e por unidade da Federação, no período de 1970-84

Anos	Produção em 1.000 toneladas			
	Ceará	Nordeste	São Paulo	Brasil
1970	162	500	708	1.955
1971	379	920	608	2.271
1972	313	833	678	2.511
1973	342	884	612	2.272
1974	214	720	618	1.958
1975	215	643	489	1.751
1976	181	500	332	1.262
1977	218	672	544	1.462
1978	265	689	387	1.570
1979	161	451	507	1.636
1980	141	384	483	1.676
1981	102	344	552	1.732
1982	198	437	529	1.928
1983	64	180	464	1.599
1984	282	785	508	2.161

Fonte: Fundação IBGE, Anuários Estatísticos do Brasil, 1970/80  
Fundação IBGE, Produção Agrícola Municipal, 1971-84

### 1.2.2 - Processo de Comercialização do Algodão em Caroço

O processo de comercialização do algodão em caroço no Estado do Ceará compreende os canais que levam a produção dos agricultores às cooperativas e às usinas de beneficiamento, diretamente ou através de intermediários, e destes aos mercados finais, a níveis local, nacional e internacional (ver FIGURA 02). É notável o fato de que todos os aspectos e etapas deste processo se efetivam em função das condições do financiamento de custeio ao produtor e/ou do intermediário.

O algodão em caroço produzido, no Estado, provém de produtores proprietários (sobretudo pequenos) e de produtores arrendatários, parceiros e meeiros que são os responsáveis pelo maior volume de produção.

O sistema de comercialização do algodão em caroço se processa, grandemente, em um mercado não competitivo, onde, em geral, os pequenos produtores não dispõem de poder de barganha para imporem preços mais remuneradores, ficando dependendo dos proprietários da terra e de alguns intermediários ou usineiros que impõem os preços que melhor lhes convêm.

O grande produtor proprietário que independe de financiamentos não institucionais e que tem poder de barganha, não se submete às condições dos compradores, destinando sua produção diretamente à cooperativa ou à usina. Enquanto os pequenos produtores proprietários ficam submissos às condições dos compradores que podem ser os proprietários da terra, produtores ou não, os intermediários e os usineiros.

O pequeno produtor, em geral, não tem condições de custear as despesas requeridas pela cultura, o que pode causar uma forte vinculação desse produtor aos proprietários da terra, aos intermediários e aos usineiros, via financiamento informal, CEPA-CE (1975). Desse modo, o produtor envolvido neste processo de dependência é, geralmente, forçado a vender sua produção a quem lhe financiou, em condições pouco favoráveis. Estas condições se referem a: impossibilidade de esperar melhores preços, pequeno volume de produção, posição e poder de barganha inexpressivo, condições dos contratos verbais

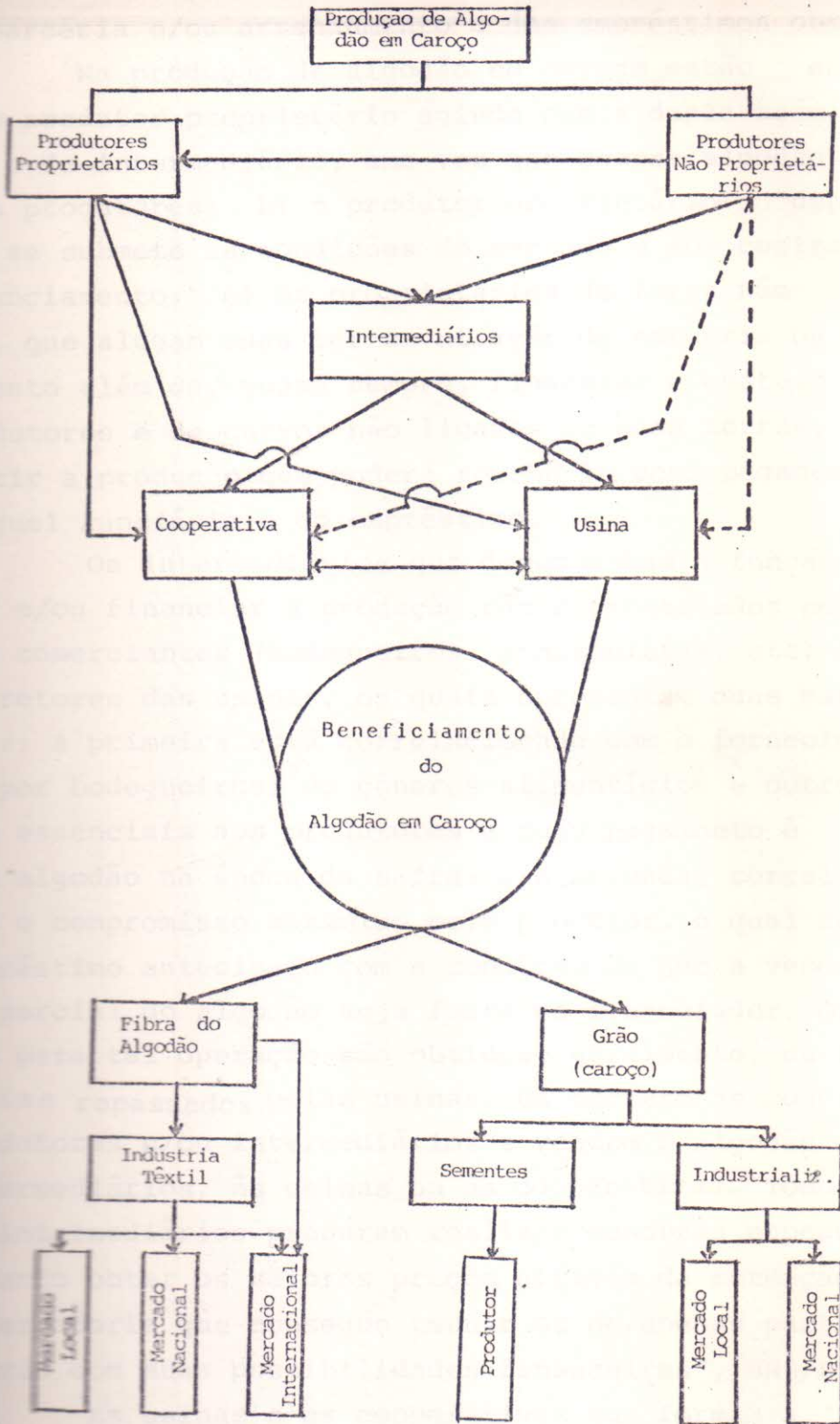


FIGURA 02 - Canais de comercialização do algodão em caroço no Estado do Ceará (\*)

de parceria e/ou arrendamento e dos empréstimos obtidos.

Na produção de algodão em caroço estão envolvidos: a) o produtor proprietário agindo com a dupla ação de produtor e de intermediário, uma vez que compra algodão de outros produtores; b) o produtor proprietário "dependente" que se submete às condições de mercado e aos contratos de financiamento; c) os proprietários de terra não produtores, que alugam suas terras através da parceria ou do arrendamento além de, quase sempre, financiar o custeio destes produtores e de outros não ligados às suas terras, para garantir a produção que poderá recebê-la como pagamento do aluguel fundiário e do empréstimo.

Os intermediários que desempenham a função de reunir e/ou financiar a produção são representados pelos pequenos comerciantes (bodegueiros, armazenistas, etc) e pelos corretores das usinas, os quais apresentam duas maneiras de agir: a primeira está correlacionada com o fornecimento (feito por bodegueiros) de gêneros alimentícios e outros produtos essenciais aos produtores e cujo pagamento é efetuado com algodão na época da safra; e a segunda, correlaciona-se com o compromisso assumido pelo produtor, o qual recebe o empréstimo antecipado com a condição de que a venda total ou parcial do algodão seja feita ao financiador. Os recursos para tal operação são obtidos, geralmente, da rede bancária e repassados pelas usinas. Os corretores compram dos produtores e/ou intermediários e vendem o algodão a outros intermediários, às usinas ou às cooperativas. "Todos os anos, os intermediários procuram realizar manobras especulativas, visando obter os maiores preços, através da retenção de toda a mercadoria que consegue reunir ou de apenas parte dela, de acordo com suas possibilidades financeiras", BNB/ETENE (1964).

As usinas e as cooperativas que formam a indústria de beneficiamento são os únicos compradores finais de algodão em caroço. Enquanto os usineiros compram o algodão dos produtores e intermediários, de acordo com suas conveniências e com a situação do mercado, as cooperativas adquirem o produto em condições mais favoráveis para o produtor associado.

Observa-se, através da FIGURA 02, que a fibra destina-se à indústria têxtil local e aos mercados nacional e internacional. O caroço se destina, em parte, à industrialização para obtenção de fertilizantes, rações e óleo tipo cozinha, destinados aos mercados local e regional. A outra parte da produção de caroço volta ao produtor em forma de sementes.

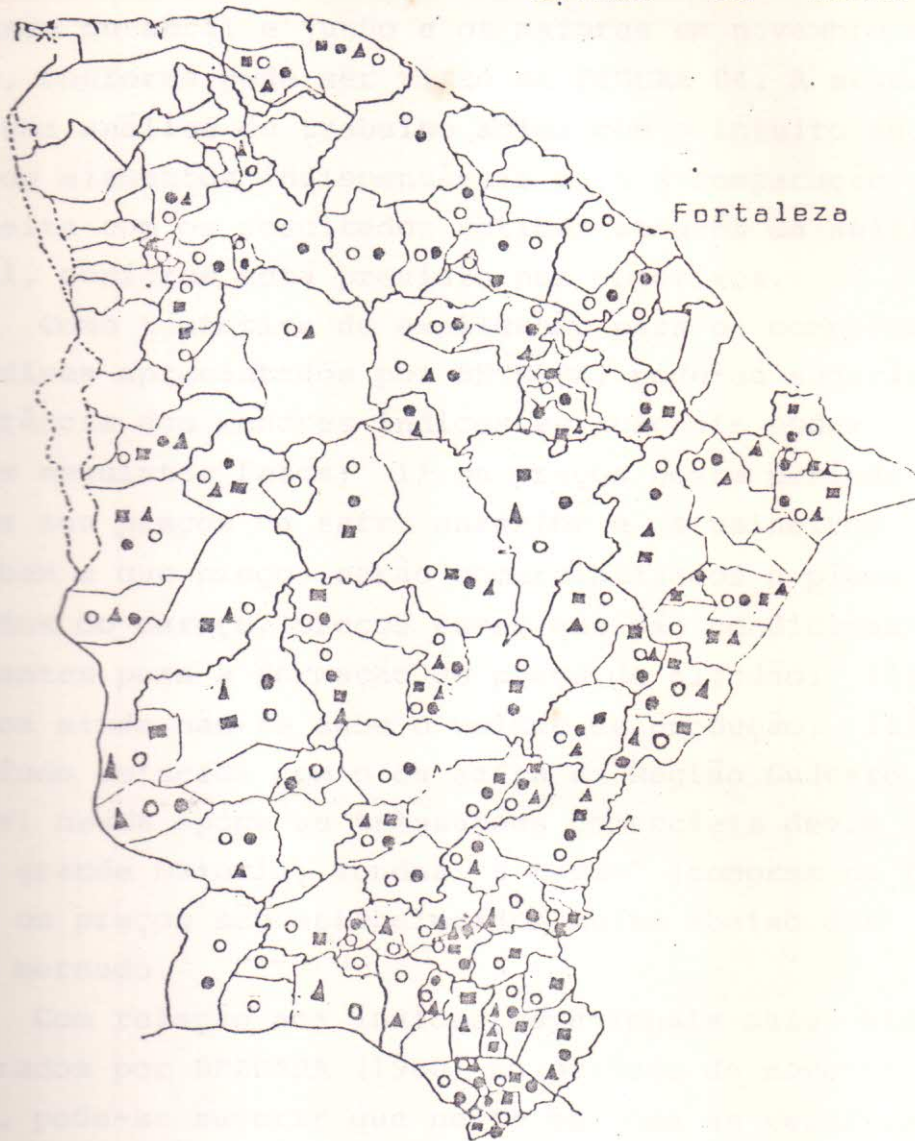
### 1.2.3 - Fatores que Afetam a Formação e Comportamento dos Preços do Algodão em Caroço, a Nível de Produtor, no Estado do Ceará

Como já se observou, pode-se dizer que no Estado do Ceará existe um mosaico de diferentes cultivares de algodão. Esta multiplicidade pode influir nos preços pagos aos produtores.

É de se esperar que o algodão mocó com sua fibra longa e resistente, alcance preços mais elevados do que o algodão herbáceo, que produz fibra de tamanho inferior. No entanto, os compradores impõem aos produtores a condição de misturar o algodão "mocó" com o herbáceo com vistas a pagar preços menores e/ou porque estão mais interessados no caroço que vem competindo em termos de geração de renda com a fibra. Este artifício utilizado pelos compradores é possível porque na prática ocorre a associação dos tipos mocó, verde e herbáceo na mesma área cultivada, conforme pode ser observado na FIGURA 03.

O comportamento anual dos preços do algodão não se que as características gerais dos demais produtos agrícolas, pois na época da mais intensa comercialização (inclusive na colheita) seus preços se elevam quando tradicionalmente deveria ocorrer o contrário. A propósito, BEZERRA (1980), fez a análise de preços para o produto com a utilização da técnica de médias móveis geométrica para identificar as variações estacionais mais significativas, tendo ve

## ESTADO DO CEARÁ



- Mocó
- Verdão
- ▲ Misturado
- ◆ Herbáceo

Figura 03<sup>a</sup> - Associação de tipos de algodoeiros encontrados no Estado do Ceará, a nível de município, em 1979. BRAGA *et alii* (1983) p. 29-30 e AZEVEDO (1982) p. 76.

rificado que os menores índices sazonais foram encontrados nos meses de abril e junho e os maiores em novembro e dezembro, conforme pode ser visto na FIGURA 04. A seguir é feita uma análise do trabalho acima com o intuito de fornecer os elementos indispensáveis para a comparação que será feita com os resultados obtidos através da análise espectral, conforme está previsto nos objetivos.

Como tentativa de explicação para o comportamento dos índices apresentados por BEZERRA, pode-se sugerir que a existência dos menores índices estacionais podem decorrer dos seguintes fatos: i) os preços neste período estão ligados aos preços da safra anterior e os usineiros ainda não sabem a que preços serão comercializados a pluma e os derivados do caroço, preços estes que são condicionantes importantes para a formação do preço do algodão; ii) nesta época ainda não se sabe o volume de produção; iii) este período coincide com o da safra da Região Sudeste do País; iv) nesta época as transações comerciais devem ser, em sua grande maioria, vendas "a termo" (compras na folha) em que os preços são estabelecidos muito abaixo dos preços de mercado.

Com relação aos índices estacionais mais elevados encontrados por BEZERRA (1980) no período de novembro a dezembro, pode-se sugerir que neste período se verificam os maiores picos de comercialização, o que contraria as leis de mercado que prevêm para tal situação índices mínimos pois espera-se que na época da safra os preços sejam os mais baixos do ano.

Como tentativa de explicar o fenômeno acima, uma das hipóteses "está ligada ao efeito do rendimento relativamente elevado que produz o grão do algodão da nova colheita. Assim, o rendimento econômico líquido da usina com a extração dos sub-produtos do caroço do algodão pode compensar o preço elevado da colheita, proporcionando uma maior eficiência econômica", AZEVEDO (1982).

As outras hipóteses estão associadas a forte concorrência entre os usineiros, em função da necessidade da

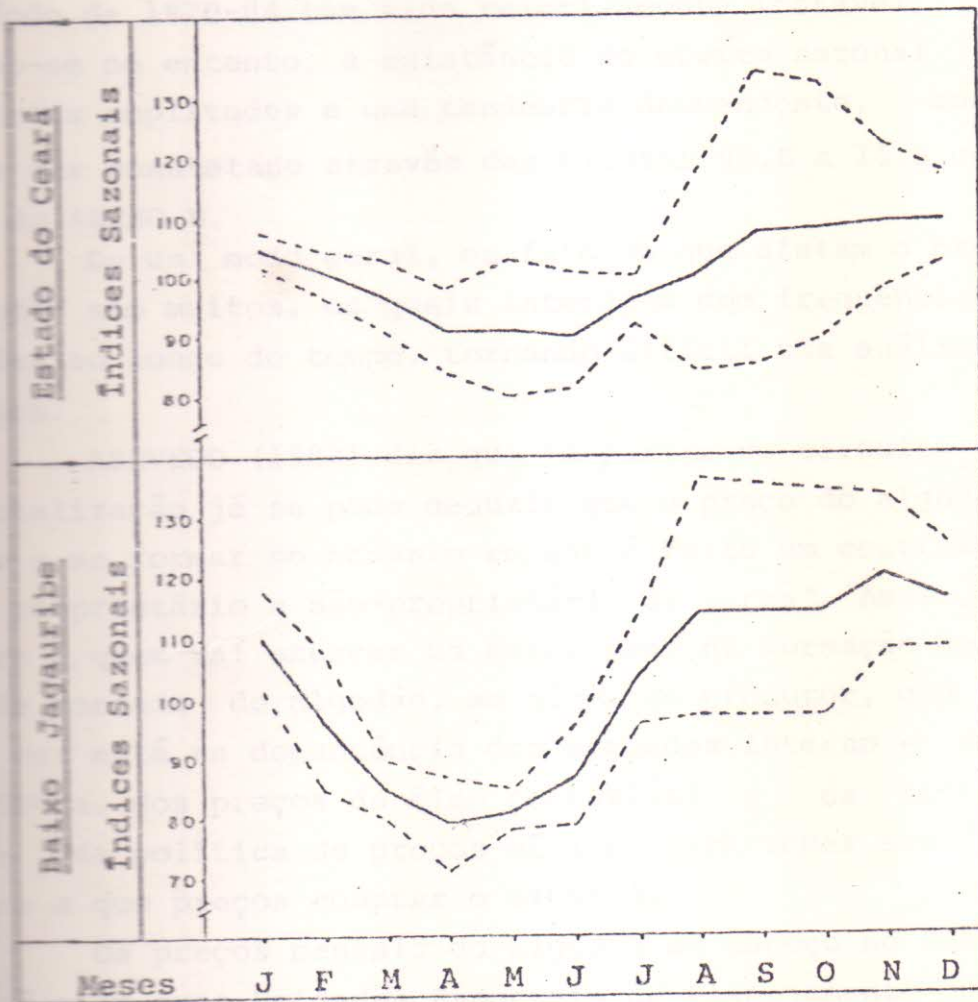


FIGURA 04 - Índices sazonais dos preços de algodão em caroço, a nível de produtor, do Estado do Ceará e da UEP Baixo Jaguaribe, 1974-78. BEZERRA (1980) pág. 26.



formação de estoques com vista a: i) especulação, no sentido de se beneficiar das frequentes elevações dos preços da fibra; ii) redução da capacidade ociosa das usinas agravada pelas frustrações das safras nestes últimos anos; iii) se beneficiar da política de preços mínimos.

O comportamento dos preços reais de algodão no período de 1970-84 tem sido relativamente instável, conservando-se no entanto, a existência do efeito sazonal com variadas amplitudes e uma tendência descendente, conforme pode ser constatado através das FIGURAS 05.B a 16.B constantes do ANEXO B.

De um modo geral, os fatores que afetam o preço do algodão são muitos, os quais interagem com frequências variadas ao longo do tempo, tornando difícil uma análise mais segura.

AZEVEDO (1982) diz que "a partir do circuito de comercialização já se pode deduzir que o preço do algodão começa a se formar no momento em que é feito um contrato entre proprietário e não-proprietário da terra". Assim, o usuário é quem vai exercer um maior peso na formação do preço de mercado de algodão, ao nível de produtor, que por sua vez está na dependência dos mercados interno e externo da fibra, dos preços do óleo comestível e da torta bem como da política de preços mínimos para tomar sua decisão sobre a que preços comprar o algodão.

Os preços mensais do algodão em caroço no Estado do Ceará e em suas Unidades Espaciais de Planejamento (UEP) se caracterizam, de um modo geral, por preços baixos nos oito primeiros meses do ano e por preços altos nos últimos quatro meses (ver séries originais no ANEXO A).

O início do período de preços altos se verifica no começo da safra, quando os compromissos financeiros e/ou a falta de informações das cotações do algodão em outras praças por parte do pequeno produtor, fazem com que os meses comercializem seu produto a preços abaixo daqueles que prevaleceriam caso a situação acima não existisse. Como nesta época (início da comercialização) a oferta do algodão

se eleva, então, os especuladores aproveitam a chance para decidir seus próprios preços. Depois surgem os ajustamentos do mercado até voltar ao normal. Mas, até que isto venha a acontecer, a impressão que se tem é que o agricultor sofre alguma descapitalização ampliando mais a distância de alcançar o seu bem-estar social e econômico' AZEVEDO (1982).

Caso não houvessem as manobras dos intermediários e usineiros para reduzir os preços, estes seriam maiores do que os prevalecentes no período analisado. Para tanto, os compradores utilizam artifícios extra-mercado, tais como: empréstimos não institucionais, fornecimento de mercadorias, "compras na folha", cessão da terra em meia, parceria, dentre outros serviços, que são pagos, quase sempre, com algodão na época em que os preços ainda estão em ascensão (no início da comercialização).

Assim procedendo, estes agentes têm um duplo benefício, quais sejam: i) garantem o suprimento de uma parcela da sua demanda; uma vez que recebem em pagamentos por serviços prestados aos produtores, uma significativa parcela<sup>3</sup> da produção dos mesmos; ii) cobram encargos financeiros e/ou aluguel fundiário extorsivos que na realidade se revestem em redução dos preços.

As análises feitas sobre a estrutura e comportamento do mercado de algodão em caroço no Estado do Ceará caracterizam-no como um oligopsônio, onde existem poucos compradores e muitos vendedores assim como um variado elenco de mecanismos extra-mercado para determinar os níveis de preços pagos aos produtores.

---

<sup>3</sup>Para justificar o fato acima, dentre os resultados de pesquisa de campo constantes na literatura citada, destaca-se a de ARAÚJO (1975) que dos 61 produtores pesquisados em Quixadá, observou que 20,3% da produção se destinava ao pagamento da "meia", e de 70 produtores de Missão Velha, 20,8% da produção era destinada ao mesmo fim.

### 1.3 - Objetivos

#### 1.3.1 - Objetivos Gerais

Identificar o comportamento estacional das séries de preços de algodão em caroço produzido pelo Estado do Ceará e em suas Unidades Espaciais de Planejamento (UEP's), a través da análise espectral, como também, fazer comparações entre os resultados obtidos.

#### 1.3.2 - Objetivos Específicos

a) identificar o comportamento estacional das séries de preços do algodão em caroço, a nível de produtor, com a utilização da análise espectral;

b) fazer algumas comparações entre os resultados encontrados através da análise espectral e os resultados encontrados na literatura consultada no que se refere a comportamento estacional.

## 2 - METODOLOGIA

### 2.1 - Caraterísticas Gerais da Área Estudada e os Dados

#### 2.1.1 - Área de Estudo

Selecionou-se o Estado do Ceará como um todo e sete de suas oito Unidades Espaciais de Planejamento<sup>4</sup>, quais sejam: Litoral, Baturitê, Baixo Jaguaribe, Sertões Cearenses, Sertões de Quixeramobim e Médio Jaguaribe, Sertões dos Inhamuns e Salgado e finalmente Cariri (Ver FIGURA 5 e TABELA 03). A UEP Ibiapaba não será analisada uma vez que a falta de dados é quase absoluta em razão de ser esta Região não produtora de algodão. Na TABELA 04 encontram-se alguns indicadores sobre cada UEP.

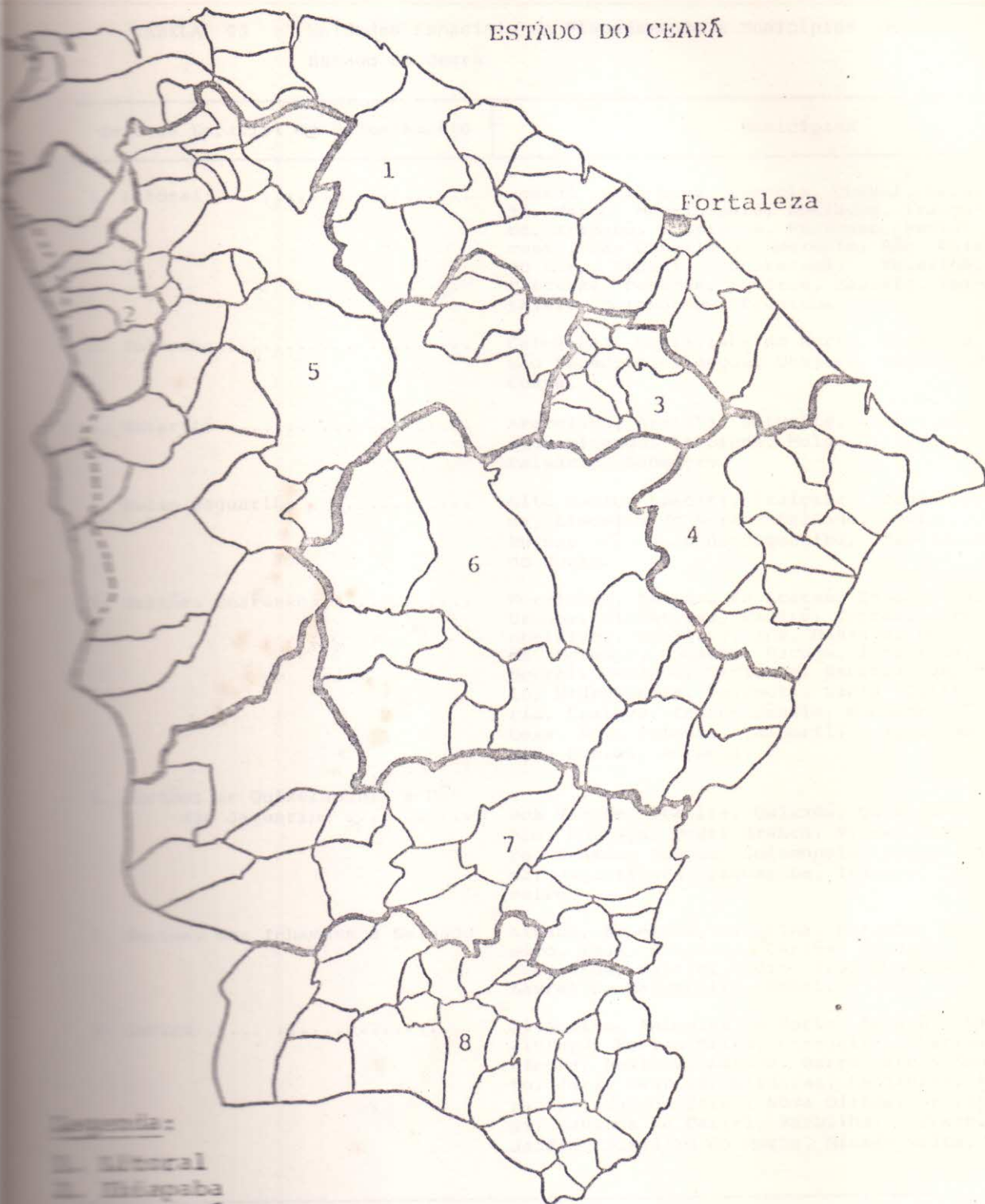
#### 2.1.2 - Os Dados

Os dados utilizados na presente pesquisa correspondem a oito séries de 15 anos, cobrindo o período de 1970 a 1984 das séries dos preços médios por quilo de algodão em caroço, recebidos pelos produtores. Estes dados foram coletados, a nível de município, pelos escritórios locais da ENATER-Ce. A CEPA-Ce elaborou os cálculos necessários para agregá-los a nível de UEP. Para corrigir os preços, foi aplicado o IGPA (Índice Geral de Preços Agrícolas), ano base de 1977, coluna 17, publicado pela FGV.

---

<sup>4</sup> Uma UEP caracteriza-se por ser uma área contínua, de configuração homogênea quanto a sua base produtiva, muito embora comporte sub-áreas de ecologia diferenciada. Segundo critério de regionalização adotado no II PLAMEG do Governo do Estado do Ceará.

## ESTADO DO CEARÁ

Legenda:

1. Litoral
2. Ilhéus
3. Baturité
4. Baixo Jaguaribe
5. Sertões Cearenses
6. Sertões de Quixeramobim e Médio Jaguaribe
7. Sertões dos Inhamuns e Salgado
8. Cariri

Figura 15 - Estado do Ceará dividido por Unidade Espacial de Planejamento (UEP)

TABELA 03 - Unidades Espaciais de Planejamento e Municípios do Estado do Ceará

Unidade Espacial de Planejamento	Municípios
1. Litoral .....	Acarauá, Bela Cruz, Camocim, Chaval, Granja, Marco, Martinopole, Apuiarês, Irauçuba, Itapagé, Itapioca, Paracuru, Pentecoste, São Gonçalo do Amarante, São Luis do Curu, Trairi, Uruburetama, Beberibe, Cascavel, Pacajus, Aquiraz, Caucaia, Fortaleza, Maranguape, Pacatuba.
2. Ibiapaba .....	Carnaubal, Guaraciaba do Norte, Ibiapina, São Benedito, Tianguá, Ubajara, Viçosa do Ceará.
3. Baturité .....	Aracoiaba, Aratuba, Baturité, Capistrano, Guaramiranga, Itapiuna, Mulungu, Pacoti, Palmácia, Redenção.
4. Baixo Jaguaribe .....	Alto Santo, Aracati, Itaiçaba, Jaguaruana, Limoeiro do Norte, Palhano, Quixerê, Russas, São João do Jaguaribe, Taboleiro do Norte.
5. Sertões Cearenses .....	Morrinhos, Santana do Acaraú, Senador Sá, Uruoca, Alcântaras, Cariré, Coreaú, Frecheirinha, Groaíras, Ipu, Massapê, Meruoca, Moraújo, Mocambo, Pacujá, Rerituba, Sobral, Canindê, Caridade, General Sampaio, Hidrolândia, Paramoti, Santa Quitéria, Crateús, Independência, Monsenhor Tabosa, Novo Oriente, Tamboril, Ipueiras, Nova Russas, Poranga.
6. Sertões de Quixeramobim e Médio Jaguaribe .....	Boa Viagem, Itatira, Quixadá, Quixeramobim, Mombaça, Pedra Branca, Piquet Carneiro, Senador Pompeu, Solonopole, Jaguaretama, Jaguaribara, Jaguaribe, Iracema, Pereiro.
7. Sertões dos Inhamuns e Salgado .....	Aiuaba, Arneiroz, Catarina, Parambu, Soboeiro, Tauá, Acopiara, Carriús, Iguatu, Juçás, Orós, Baixio, Cedro, Icó, Ipaumirim, Lavras da Mangabeira, Umari.
8. Cariri .....	Altaneira, Antonina do Norte, Assaré, Caririçu, Farias Brito, Grangeiro, Várzea Alegre, Abaiara, Aurora, Barro, Brejo Santo, Jati, Mauriti, Milagres, Penaforte, Araripe, Campos Sales, Nova Olinda, Potengi, Santana do Cariri, Barbalha, Crato, Jardim, Juazeiro do Norte, Missão Velha.

TABELA 01 - Área e produção de algodão em caroço, a nível de produtor, no Estado do Ceará e em Unidades Espaciais de Planejamento, 1973 - 81

Áreas: Unidades Espaciais de Planejamento (UEP)	Área Km <sup>2</sup>	% da Área Total	P R O D U Ç Ã O ( t )						% Sobre a Produção Total			
			1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	
Litoral .....	25.982	17,7	38.241	27.053	38.846	27.014	26.690	28.625	19.797	11.103	7.897	12,24
Baturité .....	3.822	2,6	9.364	9.349	7.816	6.087	5.322	6.035	3.884	1.968	1.373	2,78
Sertões Cearenses .....	33.770	23,0	49.706	26.903	30.418	35.131	41.472	47.306	19.470	16.820	11.770	15,15
Ibiapaba .....	4.786	3,3	89	86	131	104	179	64	75	--	--	0,04
Sertões de Quixeramobim e Médio Jaguaribe .....	27.418	18,6	72.592	42.390	41.808	36.892	39.702	67.229	34.054	31.929	22.449	21,14
Sertões dos Inhamuns e Salgado .....	22.193	15,1	96.821	58.322	46.413	39.426	57.867	61.293	44.317	43.509	32.983	26,12
Baixo Jaguaribe .....	11.943	8,1	17.734	3.525	6.839	3.705	10.070	12.374	3.799	1.814	1.509	3,33
Cariri .....	16.903	11,6	57.763	47.158	42.433	32.641	37.012	42.394	35.514	34.637	23.950	19,20
Estado do Ceará .....	146.817	100,0	342.310	214.792	214.704	181.000	218.320	265.320	160.910	141.700	101.931	---

Fonte: EMATERCE/CEPA-CE.

## 2.2 - Considerações Preliminares Sobre a Metodologia

Tem-se verificado na literatura especializada que é notável o destaque dada a análise de preços agrícolas<sup>5</sup>. Esta ênfase dada a análise de preços reflete a necessidade de se conhecer o mecanismo gerador de séries de preços com vistas a detectar as possíveis causas das suas flutuações.

Uma vez identificados os fatores que afetam o comportamento dos preços, fica mais fácil a seleção de indicadores necessários à tomada de decisões por parte dos agricultores individuais, empresas agrícolas e órgãos governamentais, em situações como: a) seleção da atividade agrícola; b) localização e tamanho dos empreendimentos agrícolas; c) decisão da compra de insumos; d) comercialização e, e) no planejamento governamental voltado para as atividades agrícolas, fatos que implicam em menores riscos para a atividade.

As técnicas e métodos usuais aplicados em análise de preços agrícolas têm sido: a) ajustamento de regressão de tendência; b) computação de índices de estacionalidade; c) aplicação de médias móveis e, d) análise harmônica. Além destes, LEMOS (1983) utilizou métodos de análise espectral para estudar os ciclos de comércio agrícola exterior do Brasil.

Vale salientar que em análise de preços, e de um modo geral, de séries temporais, a metodologia utilizada tem que se identificar plenamente com o problema a ser estudado para que os resultados obtidos apresentem propriedades estatísticas desejáveis. No entanto, nem sempre a técnica desejável é conhecida ou, ainda, está pouco difundida no meio acadêmico.

O presente estudo visa também difundir melhor a técnica de análise espectral entre os economistas agrícolas

---

<sup>5</sup> LEMOS em seu livro "Mercado Agrícola Brasileiro", 1979, faz um comentário histórico sobre os estudos empíricos de análise de preços agrícolas.



com vistas a sua aplicação em análise de séries temporais, no sentido de substituir técnicas tradicionais e até mesmo ser um meio de identificar comportamentos em séries temporais em que os procedimentos técnicos tradicionais se tornam deficientes.

A propósito da técnica em apreço, é freqüente a sua aplicação no exterior, já no Brasil, conhece-se apenas os trabalhos de CONTADOR (1975) e LEMOS (1983). Segundo BRANDT (1980) ao se reportar à análise espectral afirma que "recentes avanços metodológicos em análise de séries temporais, melhoraram consideravelmente a capacidade de decifrar os formatos ondulares complexos, gerados por preços, em suas componentes básicas de frequência".

No presente estudo, a técnica de análise espectral será aplicada em séries mensais de preços de algodão de regiões do Estado do Ceará, com vistas a estimar periodicidades relevantes associadas a estas séries. Uma vez que "o conhecimento das variações cíclicas constitui um indicador para produtores individuais, empresas agrícolas e Governo a fim de que possam tomar decisões em relação aos seus empreendimentos, com menor grau de incerteza. O Governo tendo conhecimento dos padrões cíclicos, bem como das amplitudes destas variações, pode tomar medidas para reduzi-las e regularizá-las a fim de minimizar seus efeitos, particularmente no que se refere a maior estabilidade da renda do setor agrícola", CAVALCANTI (1978).

### 2.3 - Considerações Gerais Sobre Séries Temporais

Uma série temporal é uma sequência de observações de um fenômeno ordenadas no tempo. Quando o fenômeno ocorre em alguns instantes do tempo, diz-se que a série é discreta. Caso contrário, diz-se que a série é contínua. Geralmente, uma série temporal contínua é discretizada para efeito de análise, e isto é feito através de uma amostragem em intervalos de tempo. As séries temporais discretas

são usualmente observadas em intervalos de tempo equi-espaciais.

Classicamente, as séries temporais são caracterizadas por quatro componentes não observáveis, que determinam o tipo de suas variações e o modelo do fenômeno estudado. Estas componentes são designadas por Tendência, Sazonalidade, Variações Cíclicas e Variações Aleatórias. Este estudo é chamado de decomposição de uma série, pois o problema consiste em estimar os três primeiros componentes e considerar as variações aleatórias como o termo do erro do modelo.

Neste estudo as séries temporais não são tratadas como no modelo clássico de decomposição nem como no modelo econométrico, e sim usando a Teoria Estatística dos Processos Estocásticos, em particular, processos estocásticos estacionários. Para isto precisa-se de alguns conceitos matemáticos e estatísticos e de estabelecer algumas notações que serão utilizadas ao longo deste trabalho.

Dada uma variável aleatória  $X$  utiliza-se a nota-

$$F_X(x) = \mathbb{P}(X \leq x), \quad x \in \mathbb{R}, \quad (\text{I})$$

como a função de distribuição de probabilidade de  $X$  e

$$f_X(x) = F'(x), \quad x \in \mathbb{R} \quad (\text{II})$$

como a função densidade de probabilidade de  $X$ , quando  $F$  é diferenciável; considera-se ainda a esperança matemática de  $X$ , definida da seguinte forma

$$\mathbb{E}(X) = \int_{\Omega} X \, d\mathbb{P} = \int_{-\infty}^{\infty} x \, dF_X(x) = \left( \int_{-\infty}^{\infty} x f_X(x) \, dx \right), \quad (\text{III})$$

e a variância de  $X$ , como

$$\begin{aligned} \text{Var}(X) &= \mathbb{E} \left[ X - \mathbb{E}(X) \right]^2 = \int_{\Omega} (X - \mathbb{E}(X))^2 d\mathbb{P} = \\ &= \int_{-\infty}^{\infty} (x - \mathbb{E}(X))^2 dF_X(x) = \left( \int_{-\infty}^{\infty} (x - \mathbb{E}(X))^2 f_X(x) dx \right). \end{aligned}$$

Se  $X$  e  $Y$  são variáveis aleatórias denota-se ainda que

$$F_{X,Y}(x, y) = \mathbb{P}(X \leq x, Y \leq y), \quad x, y \in \mathbb{R}, \quad (\text{V})$$

a distribuição conjunta de probabilidade de  $X$  e  $Y$ ; e se  $F_{X,Y}$  é diferenciável, então

$$f_{X,Y}(x, y) = D F_{X,Y}(x, y), \quad x, y \in \mathbb{R}, \quad (\text{VI})$$

é a função de densidade conjunta de  $X$ ,  $Y$ , onde  $D F_{X,Y}(x, y)$  é a diferencial de  $F_{X,Y}$  no ponto  $(x, y)$ . Define-se, também, a covariância entre  $X$  e  $Y$  por

$$\begin{aligned} \text{Cov}(X, Y) &= \mathbb{E} \left[ (X - \mathbb{E}(X)) (Y - \mathbb{E}(Y)) \right] = \\ &= \int_{-\infty}^{\infty} (x - \mathbb{E}(X)) d_x \left( \int_{-\infty}^{\infty} (y - \mathbb{E}(Y)) d_y F(x, y) \right). \quad (\text{VII}) \end{aligned}$$

Define-se, de modo análogo, o conceito de função de distribuição e densidade conjunta para mais de duas variáveis aleatórias.

Um processo estocástico é uma sequência de variáveis aleatórias  $X_t$  ordenadas no tempo. Neste trabalho consideram-se apenas processos estocásticos em tempo discreto, isto é,  $t = \pm 1, \pm 2, \dots$ .

Observa-se que uma série temporal  $x_0, x_1, x_2, \dots$  é uma realização de um processo estocástico  $X_t$ , isto é, cada  $x_t$  é uma realização da variável  $X_t$ . Designando-se uma série temporal de uma trajetória do processo como sendo  $x_t$ ,  $t = 1, 2, \dots$ .

Diz-se que um processo estocástico é estritamente estacionária se para todo  $t_1, t_2, \dots, t_n$  e todo  $\tau \geq 0$  inteiros, for possível escrever:

$$F_{X_{t_1}, X_{t_2}, \dots, X_{t_n}}(x_1, x_2, \dots, x_n) =$$

$$= F_{X_{t_1+\tau}, X_{t_2+\tau}, \dots, X_{t_n+\tau}}(x_1, x_2, \dots, x_n). \quad (\text{VIII})$$

Isto é, as funções de distribuições conjuntas finito-dimensionais não se alteram quando varia a origem do tempo.

Na prática é muito difícil de provar que um processo estocástico é estritamente estacionário, devido a dificuldades de conhecer as funções de distribuições finito-dimensionais do processo. Assim, trabalha-se empiricamente com suposições mais fracas. Diz-se, então, que um processo estocástico é fracamente estacionário ou estacionário de segunda ordem se

$$E(X_t) = \mu_X, \quad \text{para todo } t = 0, 1, 2, 3, \dots$$

$$\text{Var}(X_t) = \sigma_X^2, \quad \text{para todo } t = 0, 1, 2, 3, \dots$$

$$\text{Cov}(X_t, X_s) = \text{Cov}(X_{t+\tau}, X_{s+\tau}) = \psi(t-s),$$

para todo  $t, s, \tau = 0, 1, 2, \dots$ .

Neste caso, diz-se simplesmente que  $X_t$  é um processo estocástico estacionário. A função  $\psi$  é chamada de função de autocovariância do processo. Define-se também

$$\rho_\tau = \rho(\tau) = \psi(\tau)/\psi(0) = \psi(\tau)/\sigma_X^2 \quad (\text{IX})$$

como a função de autocorrelação do processo  $X_t$ .

O estudo de uma série temporal utilizando a função de autocovariância ou a função de autocorrelação é dito ser no domínio do tempo. Quando, porém, o objetivo é estudar as periodicidades da série é preferível que seja empregado outro enfoque e a análise é feita no domínio da frequência. Este estudo designa-se de análise espectral ou análise do poder espectral ("power spectra analysis").

A técnica de análise espectral, que será apresentada em tópicos subsequentes com detalhes, constitui-se num dos principais métodos utilizados para investigar as periodicidades existentes em séries temporais. Isto é feito a partir da estimação do espectro, que é o problema central da Análise Espectral. De um modo geral, a análise espectral consiste em decompor uma série temporal numa soma de harmônicos  $\cos wt$  e  $\sin wt$ , a partir de registros de comprimento finito, MORETTIM (1979).

## 2.4 - A Técnica de Análise Espectral

### 2.4.1 - Fundamentos Teóricos

A técnica espectral foi originalmente aplicada em física e outras ciências. Somente a partir da década de 50 ela tem sido bem aplicada em séries econômicas "objetivando medir a importância relativa de cada faixa de frequência em termos de suas contribuições para a variância total da série temporal", RAUSSER & CARGILL (1970). Isto é feito através de uma análise do espectro da série que é estimado

usando-se a teoria da inferência estatística.

A aplicação da análise espectral é feita no domínio das frequências. Isto é, ao invés de usar-se a função de autocovariância que trata do problema no domínio do tempo, usa-se o "espectro" que é definido como a transformada de Fourier da função de autocovariância.

A técnica espectral estende a tradicional decomposição da série temporal em tendência, sazonalidade, variações cíclicas e variações aleatórias em muitos componentes não correlacionados, os quais estão associados a uma frequência. Isto é feito com base na rigorosa fundamentação teórica da decomposição de uma série estacionária.

CONTADOR (1975) informa, também, que "a técnica espectral decompõe uma série (estacionária) num conjunto de funções periódicas diferentes. Cada ciclo é caracterizado por sua frequência, amplitude e mudança de fase. O espectro de uma série  $X_t$  se define como a contribuição da variância decomposta das séries em frequências diferentes".

Inicia-se a teoria da análise espectral considerando os valores  $X(1), X(2), \dots, X(n)$  do processo estocástico estacionário  $X(\tau), \tau = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$ , tem-se que

$$E[X(n)] = \mu \quad (X)$$

$$E[(X(n) - \mu)(X(n + \tau) - \mu)] = \gamma(\tau) \quad (XI)$$

sendo  $\gamma(\tau)$  a função de autocovariância. Como já se sabe, a função supra permite a investigação da natureza das relações de dependência nos dados. Assim, se oscilações de período conhecido (padrão sazonal) são visualizadas nos dados, a transformada cosseno de Fourier da função de autocovariância (espectro) determinará a importância relativa das várias componentes periódicas.

Para chegar-se ao espectro teórico, parte-se da função de distribuição espectral de potência,  $F(w)$ , originária do Teorema de Wiener-Khintchine, MORETTIN (1979). Segundo CHATFIELD (1980), aplicando a processos de valores reais, o teorema acima aludido, diz que para qualquer processo estocástico estacionário com função de autocovariância  $\gamma(\tau)$  existe uma função monótona crescente  $F(w)$ , tal que

$$\gamma(\tau) = \int_0^{\pi} \cos(w \tau) dF(w), \quad (\text{XII})$$

que é a representação espectral da função de autocovariância. Ainda através do teorema acima, pode-se demonstrar que  $F(w)$  é a contribuição da variância da série explicada por frequências no intervalo  $[0, \pi]$ , porém, para processos discretos medidos a intervalos de tempo unitário, a mais alta frequência possível é  $\pi$ , então toda variação estará explicada no intervalo  $[0, \pi]$ , e

$$F(\pi) = \text{Var}(X(t)). \quad (\text{XIII})$$

Sendo, neste caso,  $F(w)$  contínua, monótona, limitada no intervalo  $[0, \pi]$ , diferenciável com relação a  $w$  no mesmo intervalo, chama-se de função de densidade espectral de potência,  $f(w)$ , a derivada primeira de  $F(w)$ . Com isto a equação (XII) passa a ter a notação a seguir:

$$\gamma(\tau) = \int_0^{\pi} \cos w \tau f(w) dw \quad (\text{XIV})$$

Para  $\tau = 0$ , tem-se que

$$\gamma(0) = \sigma_X^2 = \int_0^{\pi} f(w) dw = f(\pi), \quad (\text{XV})$$



uma vez que  $\cos 0$  é igual a 1, sendo  $f(w)dw$  a contribuição da variância das componentes com frequência no intervalo  $[w, w + dw]$ .

Aqui é oportuno dizer que a função de autocovariância e a função de densidade espectral são formas equivalentes para descrever um processo estocástico estacionário. Ambas contêm a mesma informação embora expressas de forma distintas.

A transformada de Fourier da função de autocovariância,  $f(w)$ , ou seja, espectro teórico, é dada pela inversão da equação (XIV), como segue

$$f(w) = \frac{1}{\pi} \left[ \gamma(0) + 2 \sum_{\tau=1}^{\infty} \gamma(\tau) \cos w \tau \right]. \quad (\text{XVI})$$

### 3.4.2 - Procedimentos de Estimação

Como na prática trabalha-se com dados amostrais, é necessário encontrar estimadores não-tendenciosos, consistentes e eficientes tanto de autocovariância como espectral.

Para obter-se o espectro amostral contínuo a partir de um conjunto finito de observações, tem-se que encontrar os estimadores de  $\gamma(\tau)$  e em seguida de  $f(w)$ .

O estimador de  $\gamma(\tau)$  é dado por

$$C(\tau) = \frac{1}{n-\tau} \sum_{t=1}^{n-\tau} (X_t - \bar{X})(X_{t+\tau} - \bar{X}) \quad (\text{XVII})$$

$$C(0) = s^2.$$

O estimador aparentemente adequado para o espectro é o periodograma, apresentado na forma abaixo

$$I(w_p) = (C_0 + 2 \sum_{\tau=1}^{n-1} C_{\tau} \cos w_p \tau) / \pi \quad (\text{XVIII})$$



que nada mais é do que a substituição dos valores teóricos  $\gamma(\tau)$  por valores estimados.

A partir da função de autocovariância amostral (XVII), pode-se reescrever a equação (XVIII) como segue

$$I(w_p) = \left[ (\sum (X_t - \bar{X}) \cos w_p t)^2 + (\sum (X_t - \bar{X}) \sin w_p t)^2 \right] / n\pi =$$

$$= \sum_{s,t}^n (X_t - \bar{X})(X_s - \bar{X})(\cos w_p t \cos w_p s + \sin w_p t \sin w_p s) / n\pi. \quad (\text{XIX})$$

Como

$$\sum_{t=1}^{n-\tau} (X_t - \bar{X})(X_{t+\tau} - \bar{X}) / n = C_\tau \quad (\text{XX})$$

$$\cos w_p t \cos w_p (t+\tau) + \sin w_p t \sin w_p (t+\tau) = \cos w_p \tau, \quad (\text{XXI})$$

desta forma, obtém-se a equação

$$I(w_p) = (C_0 + 2 \sum_{\tau=1}^{n-1} C_\tau \cos w_p \tau) / \pi \quad (\text{XXII})$$

Apesar de termos o periodograma com a propriedade de ser um "estimador" assintoticamente não viciado da função de densidade espectral, isto é:

$$E \left[ I(w) \right] \xrightarrow{N \rightarrow \infty} f(w)$$

a variância do periodograma não diminui, quando  $N$  aumenta, melhor dizendo,  $I(w)$  não é um estimador consistente do espectro populacional contínuo dado por

$$f(w) = (\gamma_0 + 2 \sum_{\tau=1}^{n-1} \gamma_\tau \cos w \tau) / \pi, \quad 0 \leq w \leq \pi. \quad (\text{XXIII})$$

Com o exposto, percebe-se que o periodograma parece ser uma forma natural de estimar a função de densidade espectral, porém, para um processo com um espectro contínuo proporciona um estimador muito pobre, requerendo, por isso, uma modificação.

Para que  $I(w_p)$  seja um estimador consistente de  $f(w)$  faz-se necessário uma suavização da função de autocovariância, suavização esta feita de modo a serem atribuídos pesos cada vez menores a defassagens cada vez maiores, com vistas a eliminar o viés da variância.

Para que seja possível fazer-se a análise espectral é necessário aplicar um dos procedimentos de suavização do periodograma com vistas a torná-lo um estimador não tendencioso, eficiente e consistente de  $f(w)$ .

Os procedimentos de suavização utilizados com maior frequência são as "janelas" de Parzen e de Tukey-Hanning e o periodograma suavizado. Em CHATFIELD (1980) são apresentados estes procedimentos de modo claro e objetivo.

O procedimento de estimação que será utilizado consiste em tomar a transformada de Fourier da função de autocovariância amostral truncada utilizando uma "janela" para ponderação. Para se chegar a esta função truncada, tem-se, inicialmente, que encontrar um ponto de truncamento  $M$  o qual deve ser muito menor que  $n$ , tal atitude se deve ao fato de que a precisão dos  $C_T$  diminuem quando  $\tau$  aumenta, assim, todo  $C_T$  seria igual a zero quando  $\tau > M$ .

Uma vez determinado o ponto de truncamento, escolhe-se uma "janela" de suavização. A "janela" escolhida para ser aplicada neste trabalho foi a de Parzen por ser de simples aplicação e ter a propriedade de fornecer estimativas positivas do espectro. A equação da "janela" de Parzen é a seguinte:

$$\lambda_{\tau} = \begin{cases} 1 - \frac{6\tau^2}{M^2} \left(1 - \frac{\tau}{M}\right); & 0 \leq \tau \leq \frac{M}{2} \\ 2\left(1 - \frac{\tau}{M}\right)^3 & ; \frac{M}{2} \leq \tau \leq M \end{cases} \quad (\text{XXIV})$$

sendo:  $\lambda_{\tau}$  os coeficientes de suavização;  
 M o ponto de truncamento;  
 $\tau$  a defassagem.

Escolhidos o ponto de truncamento e a "janela", pode-se encontrar os coeficientes de suavização  $\lambda_{\tau}$ . Com isto, o estimador ideal de  $f(w)$  seria  $\hat{f}(w)$  dado abaixo:

$$f(w) = \frac{1}{\pi} \left[ \lambda_0 C_0 + 2 \sum_{\tau=1}^M \lambda_{\tau} C_{\tau} \cos \tau w \right], \quad 0 \leq w \leq \pi \quad (\text{XXV})$$

que é o espectro contínuo de uma série temporal estacionária.

#### 2.4.3 - Considerações Práticas

Dentro da necessidade de se alcançar os objetivos propostos, são apresentados a seguir algumas considerações práticas necessárias para quem for utilizar a técnica de análise espectral.

##### a) Estacionariedade de séries temporais mensais

A estacionariedade em séries temporais econômicas é alcançada quando a série não apresentar mudança sistemática na média (tendência) nem na variância (homoscedasticidade).

A busca da estacionariedade é feita através de algumas das transformações dos dados originais disponíveis. A transformação mais comum para dados mensais consiste em tomar diferenças sucessivas da série original, até obter uma série estacionária. A primeira diferença de uma série  $X_t$  é expressa pela equação

$$\Delta X(t) = X(t) - X(t - 1)$$

a segunda diferença é

$$\Delta^2 X(t) = \Delta [\Delta X(t)] = \Delta [X(t) - X(t-1)] ,$$

ou

$$\Delta^2 X(t) = X(t) - 2X(t-1) + X(t-2) .$$

Para a n-ésima diferença de  $X(t)$ , a equação é a seguinte:

$$\Delta^n X(t) = \Delta [\Delta^{n-1} X(t)] .$$

Geralmente, as séries econômicas que necessitam ser estacionarizadas prescindem somente de uma ou duas diferenças.

Quando a série apresentar crescimento exponencial, tomar diferenças nem sempre faz com que a série fique estacionária. Neste caso, será necessário considerar, inicialmente, alguma transformação não linear de  $X(t)$ , como por exemplo

$$X^*(t) = \log(X(t))$$

com isto, a variância da série se estabiliza e a aplicação de diferenças, agora, torna a série estacionária. De um modo geral, para séries com as características acima, o procedimento usual é modelar

$$\Delta \log X(t) = \log X(t) - \log X(t-1) .$$

#### b) Tamanho da Amostra

Para a aplicação da análise espectral com o objetivo de fazer ajustamento sazonal é necessário, segundo ~~BRIDAKIS~~ BRIDAKIS (1976), de 6 a 7 anos de dados mensais com suspeita de sazonalidade. Já GRANGER & HATANAKA (1964) sugerem somente que o número de observações seja pelo menos igual a 100, independente dos objetivos que se pretende alcançar com a aplicação da análise espectral.

### c) Ponto de Truncamento

Existe um problema com relação ao ponto de truncamento, pois a sua determinação rigorosa não existe na literatura especializada disponível, sendo utilizados critérios mais ou menos subjetivos. Assim, sugere-se tentar três valores diferentes de  $M$ . Um valor alto que forneceria um espectro com grandes picos, porém, entre eles existem picos espúreos. Um valor baixo geraria um espectro muito suavizado o qual daria uma idéia dos picos mais marcantes e, finalmente, escolheria um  $M$  intermediário que poderia ser o ideal. Mais uma vez com relação ao ponto de truncamento RAUSSER & CARGILL (1970) asseveram que  $M$  é inversamente relacionado com a largura da faixa da janela de defassagem e com os graus de liberdade, isto implica que é fundamental a identificação de um  $M$  ótimo para que os resultados obtidos sejam confiáveis. Afirmam, também que  $M$  não deve exceder a um terço de  $n$ .

Para tal fim, PARZEN (1964) é mais objetivo pois além dos três pontos alternativos, sugere que o primeiro ponto,  $M_1$ , deve ser um número par entre 5 a 10% de  $n$  e a partir deste ponto se chega aos demais com  $M_2 = 2M_1$  e  $M_3 = 2M_2$ . E mais, ele sugere, também, que o número de pontos no intervalo  $[0, \pi]$  de um espectro originário de uma série temporal mensal de dados econômicos deve ser um número múltiplo de 12, no mínimo igual a  $2M_1$  e talvez possa ser  $4M_1$ .

### d) Intervalo de Frequência Utilizado

Neste trabalho são usados processos estacionários discretos medidos a intervalos de tempo unitário, razão pela qual pode-se usar, sem perda de generalidade, a frequência  $w$  restrita ao intervalo  $[0, \pi]$ . Isto quer dizer que  $\pi$  é o valor mais alto que se poderia conseguir informações no sentido de um conjunto de dados.

Como as observações são tomadas a intervalos de tempo iguais a  $\Delta t$ , então a frequência angular de Nyquist é  $w_n = \pi/\Delta t$  e equivalentemente, expressada em ciclos por unidade de tempo é  $f_n = w_n/2 = \frac{1}{2}\Delta t$ .

Para ficar mais claro, o exemplo dado por CHATFIELD (1980) a seguir é bem oportuno. "Suponha-se que as leituras de temperatura são tomadas ao meio dia de cada dia em uma certa cidade. É claro que estas observações não nos dirão nada acerca da variação da temperatura dentro do dia. Em particular, não dirão se as noites são mais quentes ou frias que os dias. Somente com uma observação por dia a frequência de Nyquist é  $w_n = \pi$  radianos por dia ou  $f_n = 1$  ciclo por dois dias. Esta é a mais baixa das frequências que explicariam a variação dentro do dia. Por exemplo, a variação com uma longitude de onda de um dia tem frequência angular  $w = 2\pi$  radianos por dia ou  $f = 1$  ciclo por dia. Para obter informações acerca da variação dentro do dia dever-se-ia tomar duas ou mais observações por dia".

Um outro exemplo, seria tomar as vendas anuais de determinado produto agrícola, o que tornaria impossível obter informações acerca dos efeitos estacionais, sendo necessário que as vendas fossem tomadas em intervalos de um mês ou mesmo de três para que fosse possível ter informações sobre estacionalidade.

#### e) O Problema do "aliasing"

Este item é uma extensão do anterior (d) e é feito aqui com o intuito de melhor explicitar o problema apresentado.

A amostragem em intervalos equi-espaçados ( $\Delta t$ ) de uma série contínua implica certamente em importantes considerações na interpretação do espectro estimado e em decorrência disto, é comum surgir o problema denominado de "aliasing". Deste modo, quanto maior for o  $\Delta t$  maior a perda de informação e maior a probabilidade de ocorrer o fenômeno-

no acima.

A "aliasing" ocorre quando se quer observar frequências maiores que  $\pi$  ou períodos menores que duas vezes o intervalo das observações. Este valor limite é conhecido como frequência de Nyquist que é normalmente utilizado quando se aplica análise espectral em séries temporais econômicas.

#### f) O Problema do "Leakage"

Sempre que se usam séries temporais com tendência para estimar o espectro com a utilização da "janela" de Parzen, verifica-se o problema denominado "leakage" ou vazamento pelas bordas da "janela" de Parzen.

Este fenômeno ocorre ao estimar-se o espectro de uma série não estacionária, violando-se um dos pressupostos básicos que é a estacionariedade da série utilizada. Deste modo, a técnica espectral identifica a tendência como sendo a fase ascendente ou descendente de um ciclo de baixíssima frequência que por sua vez gerará um pico muito alto na frequência zero.

Geralmente, a ocorrência de frequências próximas de zero contribui de modo relevante para a variância total em razão da existência da tendência da série. A propósito, CONTADOR (1975) diz que "qualquer tendência resulta num espectro maior na faixa de frequência zero e em geral este valor tende a aumentar as estimativas do espectro nas faixas de frequências vizinhas".

#### 2.4.4 - Teste de Significância para o Espectro

Para saber se num espectro estimado existem picos significativos é necessário introduzir a noção do espectro de um processo puramente aleatório.

O processo puramente aleatório consiste de uma sequência de variáveis aleatórias não-correlacionadas. No processo aleatório tem-se que:

$$X_t = a_t$$

onde:  $a_t$  é uma sequência de variáveis aleatórias com

$$E(X) = 0, \text{ Var}(X) = \sigma^2 \text{ e } E(a_t a_s) = 0, t \neq s.$$

Para o processo acima, a função de autocovariância é dada por

$$\gamma(\tau) = \begin{cases} \sigma^2, & \tau = 0 \\ 0, & \tau \neq 0 \end{cases}$$

com estes resultados, a função de densidade espectral fica:

$$f(w) = \frac{1}{\pi}(\gamma(0)) = \frac{\hat{\sigma}^2}{\pi} = \frac{s^2}{\pi}$$

o qual fornece um espectro constante no intervalo  $[0, \pi]$ .

Aplicando o teste de hipóteses,  $\hat{f}(w) \leq \frac{\hat{\sigma}^2}{\pi}$  seria a hipótese nula. Com os resultados acima, encontra-se a faixa de confiança superior que fornece uma linha paralela ao eixo-x significando que todos os picos que ficarem acima desta linha são significantes, enquanto que aqueles que oscilarem abaixo não são estatisticamente significantes.

#### 2.4.5 - Procedimentos Adotados

Para estimar os espectros das 8 séries constantes do ANEXO C, foi feito, inicialmente, uma transformação nos dados objetivando eliminar a tendência com vistas a evitar o problema do "leakage". O método escolhido foi o de "diferenças sucessivas"<sup>6</sup>, com o qual foi possível eliminar a

<sup>6</sup>As séries foram estacionarizadas utilizando-se o segmento de IDENTIFICAÇÃO do procedimento computacional BOX-JENKINS do SPSS, Cap. 2, versão 1981, pp 80-6.



leve tendência descendente existente em todas as séries estudadas com apenas uma diferença não sazonal. A partir das séries estacionarizadas constantes do ANEXO B é que procedeu-se a estimação dos espectros.

Para estimar os espectros, adotou-se as sugestões de PARZEN (1964) no que se refere a escolha do ponto de truncamento, da "janela" de suavização e do número de pontos do intervalo  $[0, \pi]$ , chegando-se aos resultados abaixo.

Os três pontos de truncamento alternativos foram:  $M_1 = 18$ ,  $M_2 = 36$  e  $M_3 = 72$ . Pois, conforme recomenda PARZEN,  $M_1$  deve ser um número par entre 5 a 10% do valor da amostra ( $n = 180$ ) e a partir deste ponto se chega aos demais, através das seguintes relações:  $M_2 = 2M_1$  e  $M_3 = 2M_2$ .

Para se calcular o espectro, faz-se necessário discretizar o intervalo de frequência  $[0, \pi]$ . Assim, toma-se  $Q$  pontos equidistantes neste intervalo e calcula-se o valor do espectro neles. Como PARZEN sugere que para séries temporais mensais de dados econômicos,  $Q$  deve ser um número múltiplo de 12, no mínimo igual a  $2M_1$  e talvez possa ser  $4M_1$ . Escolheu-se  $Q = 2M_1 = 36$ , pois assim as frequências não terão perda de resolução significativa.

Os resultados obtidos revelaram que o ponto de truncamento deve ser igual a  $2M_1 = 36$  assim como o número de pontos do intervalo  $[0, \pi]$ , ficando, deste modo,  $2M_1 = M = Q = 36$ .

Apesar das oito séries representarem regiões geograficamente diferentes, os pontos  $M$  e  $Q$  são comuns a todas, pois assim revelaram as evidências obtidas.

Para melhor posicionar o leitor, apresenta-se novamente a função espectral escolhida ou "transformada de Fourier da função de autocorrelação amostral truncada" dada pela expressão

$$f(w) = \frac{1}{\pi} \left[ \lambda_0 C_0 + 2 \sum_{\tau=1}^M \lambda_{\tau} C_{\tau} \cos \tau w \right], \quad 0 \leq w \leq \pi.$$

que é o espectro contínuo de uma série temporal, sendo:

$f(w)$	função espectral
$\lambda_{\tau}$	coeficientes de suavização
$C_{\tau}$	coeficientes de autocorrelação de lag $\tau$
$M$	ponto de truncamento
$n$	tamanho da amostra
$w$	frequência angular

A partir das decisões acima e com a utilização do programa computacional constante do ANEXO D é que se chegou aos resultados da pesquisa.

Para analisar os espectros foram utilizados os seguintes instrumentos: a) gráfico das séries originais e com diferença de 1ª. ordem; b) gráficos dos espectros estimados; c) faixas de confiança; d) trabalhos empíricos que utilizaram a técnica em apreço, e e) comparação entre os espectros, por UEP.

Em razão desta pesquisa objetivar, também, a apresentação da técnica espectral de modo operacionalizável é que se fez um exemplo detalhado (ANEXO E) da aplicação da análise espectral a partir de uma série hipotética de 12 dados, sem a utilização de recursos computacionais.

### 3 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1 - Análise dos Espectros Estimados

Os espectros selecionados para análise são os das UEP's: Sertões dos Inhamuns e Salgado, Litoral e Sertões Cearenses, além do espectro da série de preços médios do Estado do Ceará.

A escolha das três UEP's acima foi feita com base em analogias existentes entre as sete UEP's. Deste modo, a análise qualitativa feita com base nos gráficos das séries, nos espectros estimados, na localização geográfica e no espaço econômico, indicou que existe uma grande semelhança no comportamento da atividade algodoeira dentre as UEP's: a) Litoral e Baturité; b) Sertões Cearenses, Baixo Jaguaribe e Sertões de Quixeramobim e Médio Jaguaribe; e c) Sertões dos Inhamuns e Salgado com Cariri. Por esta razão, somente as três UEP's "padrões" serão alvo de análise, pois considera-se possível extrapolar esta análise para aquelas UEP's que sejam análogas as três selecionadas.

Um sumário dos resultados para todas as regiões está apresentado na TABELA 06.

##### 3.1.1 - UEP Sertões dos Inhamuns e Salgado

Os dados contidos na TABELA 06 mostram que para a UEP Sertões dos Inhamuns e Salgado, existe um pico significativo (ao nível de 5%) na frequência 0,5236 correspondente a ciclos de 12 meses. Comparando estes resultados com os das demais UEP's observou-se que eles guardam uma certa relação, no entanto, a Região em análise apresenta resultados mais expressivos. Isto porque a densidade espectral na frequência 0,5236 é de 0,590 para uma faixa de confiança

TABELA 05 - Sumário dos resultados encontrados para as análises espectrais das séries de preços (1970-84) nas diferentes regiões estudadas.

S é r i e s	n	M	Graus de liberdade de	Frequências nos picos mais marcantes		Faixa de confiança (superior)	Densidade espectral dos picos mais marcantes	Período de estacionalidade mais marcante
				w	f			
Ceará .....	180	36	18,55	0,5236	12	0,175	0,309*	Out/Nov/Dez
Litoral .....	180	36	18,55	0,5236	12	0,460	0,362 <sup>ns</sup>	Não Existe
Baturité .....	180	36	18,55	3,0543	2,06	0,393	0,350 <sup>ns</sup>	Não Existe
Baixo Jaguaribe .....	180	36	18,55	0,5236	12	0,368	0,401*	Dezembro
Sertões Cearenses .....	180	36	18,55	0,5236	12	0,360	0,391**	Dezembro
Sertões de Quixeramobim e Médio Jaguaribe .	180	36	18,55	0,5236	12	0,276	0,298**	Dezembro
Sertões dos Inhamuns e Salgado .....	180	36	18,55	0,5236	12	0,367	0,590*	Out/Nov/Dez
Cariri .....	180	36	18,55	0,5236	12	0,304	0,413*	Out/Nov/Dez

Fonte: Resultados obtidos a partir dos dados da CEPAC-CE.

(\*) nível de 5% de significância.

(\*\*) nível de 10% de significância.

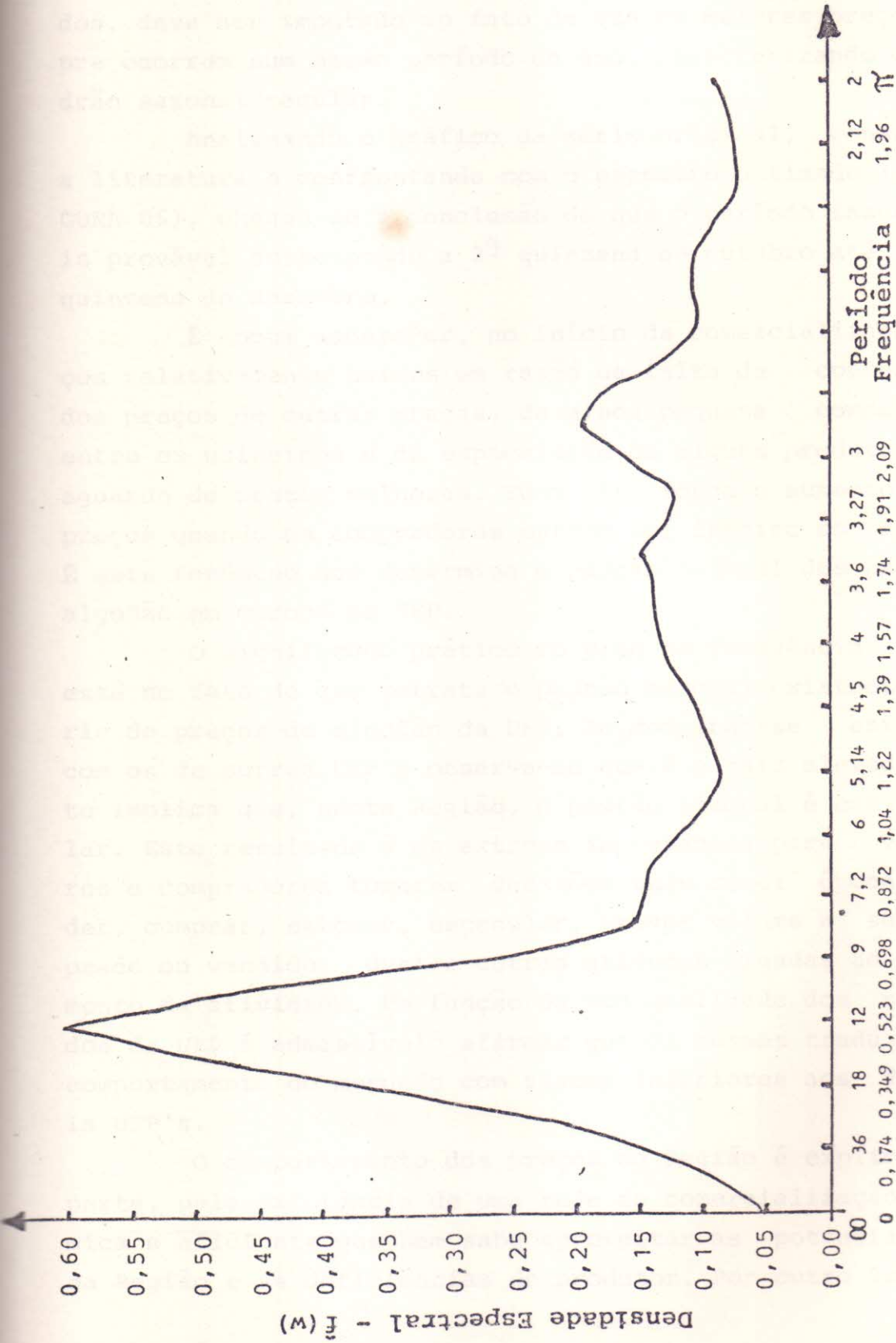


Figura 06 - Espectro estimado dos preços de algodão em caroço da UEP Sertões dos Inhamuns e Salgado.

de 0,367, o que implica ser o mesmo significativamente diferente de zero até o nível de 1%.

A razão do pico significativo ser o mais alto de todos, deve ser imputado ao fato de que os maiores preços sempre ocorrem num mesmo período do ano, caracterizando um padrão sazonal regular.

Analisando o gráfico da série original, consultando a literatura e confrontando com o espectro estimado (ver FIGURA 06), chegou-se a conclusão de que o período sazonal mais provável corresponde a 2<sup>a</sup> quinzena de outubro até a 1<sup>a</sup> quinzena de dezembro.

É comum acontecer, no início da comercialização, preços relativamente baixos em razão da falta de conhecimento dos preços de outras praças, da ainda pequena concorrência entre os usineiros e da especulação de alguns produtores no aguardo de preços melhores. Tudo isto força o aumento dos preços quando os compradores entram por inteiro no mercado. É este fenômeno que determina o padrão sazonal dos preços de algodão em caroço na UEP.

O significado prático do pico na frequência 0,5236 está no fato de que retrata o padrão sazonal existente na série de preços de algodão da UEP. Ao comparar-se este pico com os de outras UEP's observa-se que é o mais elevado e isto implica que, nesta Região, o padrão sazonal é bem regular. Este resultado é de extrema importância para vendedores e compradores tomarem decisões tais como: época de vender, comprar, estocar, especular, prever volume a ser comprado ou vendido, dentre outras atitudes ligadas ao planejamento da atividade. Em função da boa qualidade dos resultados da UEP é admissível afirmar que os mesmos traduzem um comportamento do mercado com riscos inferiores aos das demais UEP's.

O comportamento dos preços na Região é explicado, em parte, pela existência de uma rede de comercialização dinâmica e eficiente que bem sabe aproveitar as potencialidades da Região e as deficiências do produtor. Por outro lado, es-

ta rede de comercialização só existe em razão das características da Região que a viabiliza, que são elas: a) o algodão é a principal cultura da Região<sup>7</sup> talvez porque as condições edafo-climáticas são ideais para o algodoeiro; b) em relação as demais UEP's, não sofreu em demasia os efeitos da seca de 1979-83 pois produziu neste período, respectivamente, 61.000 t, 44.000 t, 43.000 t, 32.000 t e 53.655 toneladas; c) existem na região 25 indústrias têxteis, inclusive, 5 cooperativas. Além de existir, na Região, o maior parque industrial têxtil do Estado, com excessão da região metropolitana de Fortaleza, é também moderno e dinâmico; d) na Região existe o maior centro de convergência de algodão em pluma do Ceará (Iguatu) que exerce influência direta, também, nas UEP's Cariri e Sertões de Quixeramobim e Médio Jaguaribe.

É possível que a participação das cooperativas no mercado do algodão seja um dos mais importantes estabilizadores e elevadores dos preços do algodão na UEP. Isto em razão das isenções fiscais que elas possuem e da própria estrutura jurídico-administrativa.

A prova disto é que a média aritmética dos preços da série da UEP ( $\bar{X} = 1,76$ ) foi a maior de todas as demais regiões. Com relação a estabilidade dos preços, observou-se que a variância da série originou-se, sobretudo, das flutuações ocorridas nos preços da série no último trimestre de cada ano. E isto é traduzido pelo espectro estimado (FIGURA 06) que possui seu pico significativo na frequência correspondente ao período das maiores flutuações dos preços da série, pois, o espectro é originário da decomposição da variância em diferentes frequências.

---

<sup>7</sup>A UEP em análise é responsável pela produção de 26,12% da produção total do Estado, sendo o maior produtor no período (ver TABELA 04).

### 3.1.2 - UEP Litoral

As informações contidas na TABELA 05 e FIGURA 07 mostram que para a UEP Litoral não existe nenhum pico marcante (0,362; 0,352; 0,328) uma vez que os mesmos ficam abaixo da faixa de confiança que é de 0,460. Com base neste resultado pode-se afirmar que, nesta Região, os preços do algodão no período não possuem as mesmas frequências ano a ano. Isto é, não existe um padrão sazonal nos preços, fato que determinou ser o espectro da UEP Litoral não significativamente diferente de um espectro obtido a partir de um processo puramente aleatório. Assim, não é possível tirar conclusões que venham auxiliar em tomadas de decisões para estabilizar os preços do algodão na UEP analisada.

Em termos comparativos, o espectro em análise se assemelha bastante com o da UEP Baturité que também possui espectro não significativo. Isto ocorre, provavelmente, porque os fatores que afetam os preços no Litoral o fazem também com os da UEP Baturité, em razão de serem regiões geograficamente ligadas e com semelhante espaço econômico, "ceteris paribus". É tanto que as variâncias das séries destas UEP's são as maiores dentre as regiões, o que é bastante coerente com o comportamento do espectro estimado.

Apesar de não ser estatisticamente significativo, o espectro do Litoral apresenta um pico na frequência angular 0,5226 (correspondente a ciclos de 12 meses) que é comum em todas as demais regiões, mas somente insignificante na UEP em análise e na de Baturité.

É provável que, apesar de existir uma aparente sazonalidade de 12 em 12 meses nas séries de preços do Litoral (ver FIGURA 07), a técnica empregada determinou que a mesma não é significativa em razão dos preços serem baixos no período sazonal o que fornece um indicador pobre para ser utilizado para fins de planejamento e controle.

Apesar da cotonicultura nesta Região ser consorciada e cultivada no sistema de pastoreio para dar suporte à pecuária que é dominante, da forte concentração fun



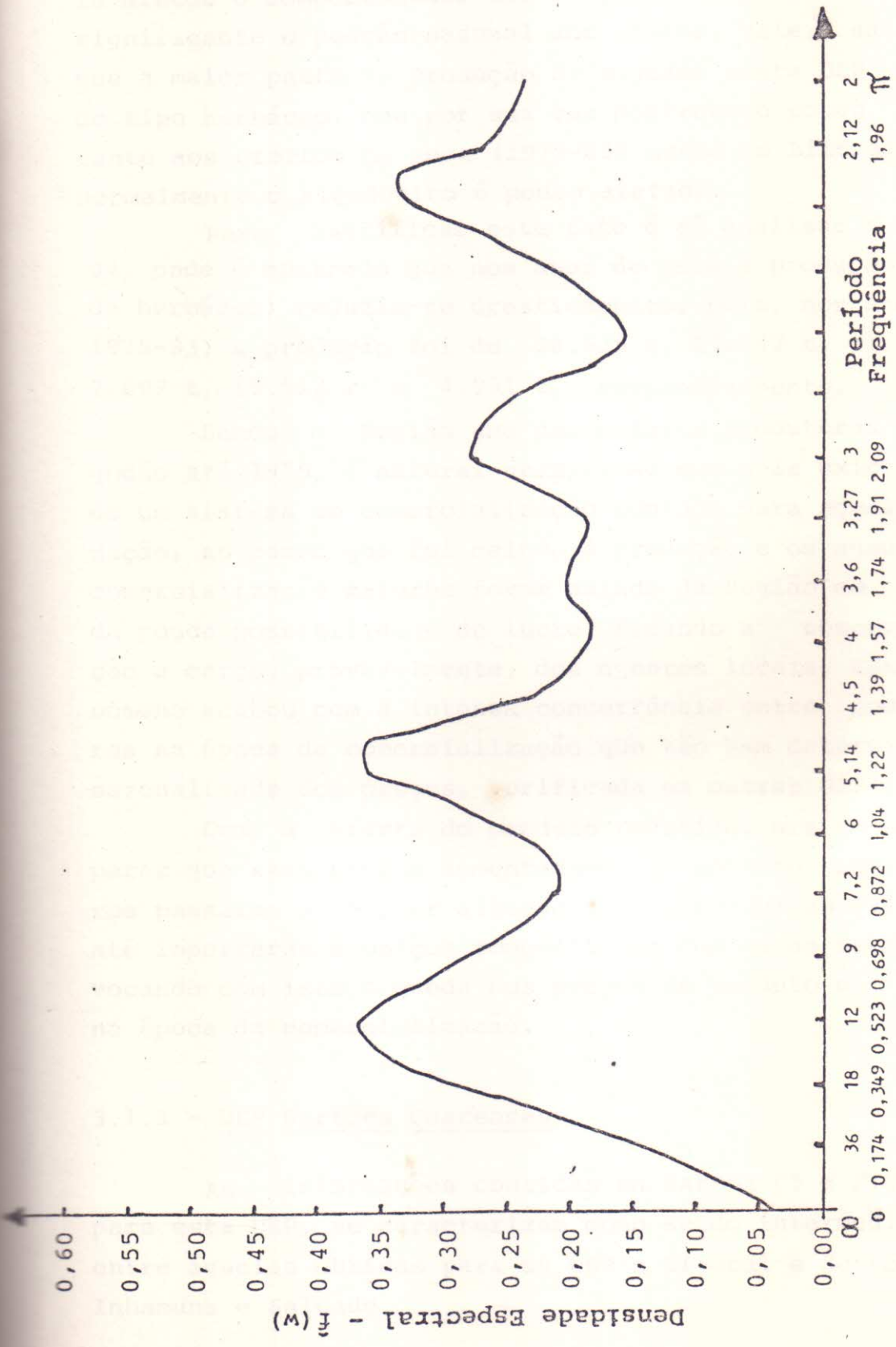


Figura 07 - Espectro estimado dos preços de algodão em caroço da UEP Litoral.

diária e das péssimas condições de comercialização foi, provavelmente, a seca verificada nos anos de 1979-83 quem mais afetou o comportamento dos preços de modo a tornar insignificante o padrão sazonal dos mesmos. Vale salientar que a maior parte da produção de algodão nesta UEP provém do tipo herbáceo, que por sua vez mostrou-se pouco resistente aos efeitos da seca (1979-83) mesmo no Litoral onde normalmente o algodoeiro é pouco afetado.

Para justificar este fato é só analisar a TABELA 04, onde é mostrado que nos anos de seca a produção (70% de herbáceo) reduziu-se drasticamente, pois, nos anos de 1978-83, a produção foi de 28.625 t, 19.797 t, 11.103 t, 7.897 t, 19.512 t e 4.991 t, respectivamente.

Sendo a Região uma das maiores produtoras de algodão até 1979, é natural deduzir-se que nela existia todo um sistema de comercialização montado para aquela produção, ao passo que foi caindo a produção e os agentes de comercialização maiores foram saindo da Região em razão da pouca possibilidade de lucro, ficando a comercialização a cargo, provavelmente, dos agentes locais. Este fenômeno acabou com a intensa concorrência entre compradores na época da comercialização que tão bem determinava a sazonalidade dos preços, verificada em outras UEP's.

Com a oferta do produto reduzida, era de se esperar que seus preços aumentassem, no entanto, os usineiros passaram a comprar algodão do Centro-Sul do País e até importaram a preços competitivos com os do Estado, provocando com isto a queda nos preços do produto na Região na época da comercialização.

### 3.1.3 - UEP Sertões Cearenses

As informações contidas na TABELA 05 e FIGURA 8, para esta UEP, se caracterizam como sendo intermediárias entre aquelas obtidas para as UEP's Litoral e Sertões dos Inhamuns e Salgado.

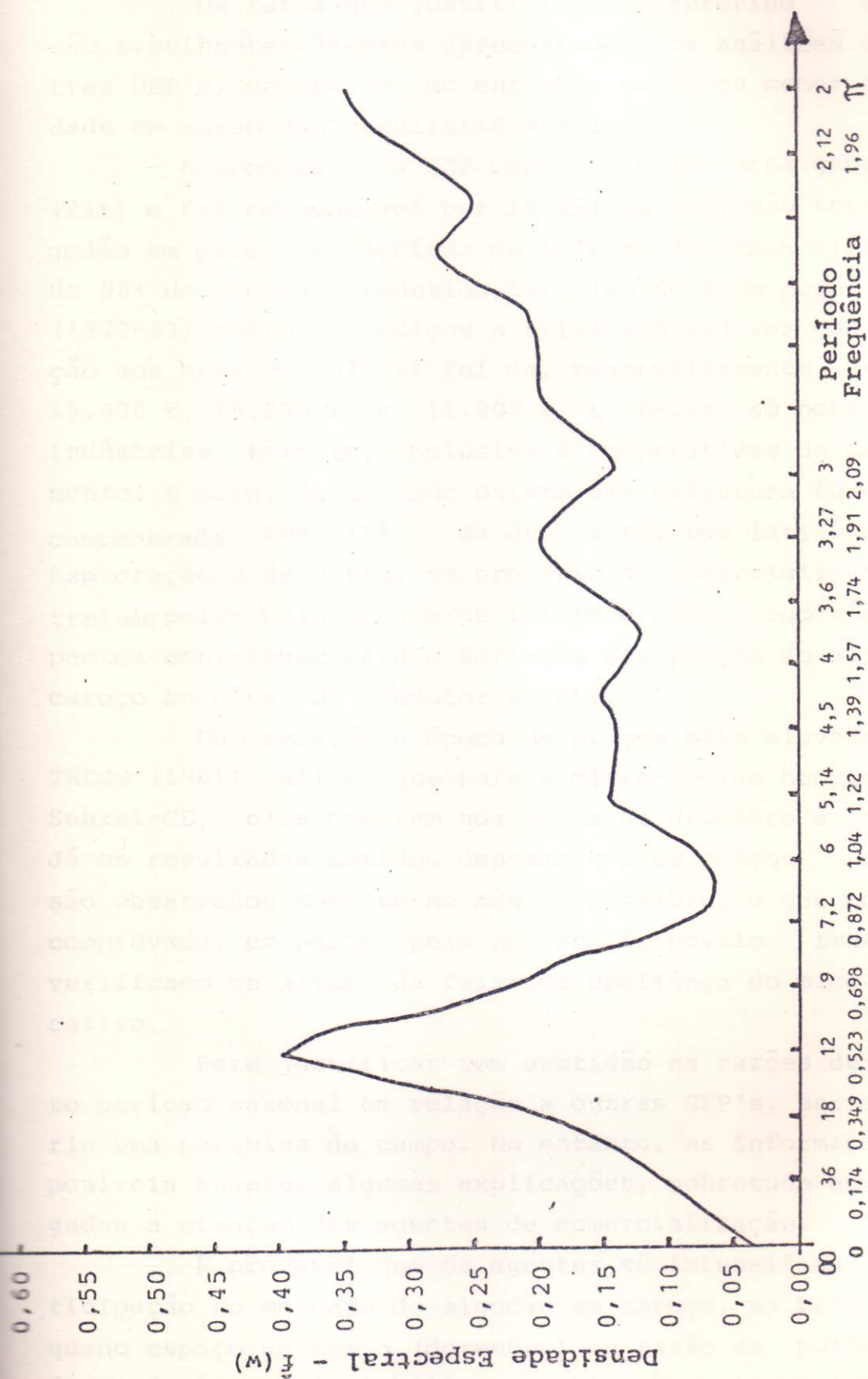


Figura 08 - Espectro estimado dos preços de algodão em caroço da UEP Sertões Cearenses.

O pico significativo (nível de 10%) corresponde a ciclos de 12 meses, com frequência angular de 0,5236 para um valor espectral igual a 0,391 no pico supra citado.

Os fatos que justificariam o referido espectro são semelhantes àqueles apresentados nas análises de outras UEP's, ocorrendo, no entanto, maior ou menor intensidade em razão das peculiaridades locais.

A propósito, a UEP possui a maior área geográfica (23%) e foi responsável por 15,15% da produção total de algodão em caroço no período de 1970-81 (TABELA 04). Apesar de 80% do algodão produzido ter sido do tipo mocó, a seca (1979-83) muito prejudicou a atividade uma vez que a produção nos anos de 1978-81 foi de, respectivamente, 47.000 t, 19.000 t, 16.000 t e 11.000 t. A Região só possui 13 indústrias têxteis, inclusive 2 cooperativas de descaroçamento. E mais, de um lado existe uma estrutura fundiária concentrada com 70% da área total com latifúndios por exploração e de outro, um processo de comercialização controlado pelos usineiros e/ou intermediários. Todos estes aspectos contribuem para a formação dos preços do algodão em caroço ao nível de produtor na UEP.

Com relação a época de preços mais elevados, CE TREDE (1981) afirma que para a micro-região homogênea de Sobral-CE, eles ocorrem nos meses de dezembro e janeiro. Já os resultados obtidos denotam que os preços elevados são observados somente no mês de dezembro, o que pode ser comprovado, em parte, pelo pequeno intervalo frequencial verificado na altura da faixa de confiança do pico significativo.

Para justificar com exatidão as razões deste curto período sazonal em relação a outras UEP's, seria necessário uma pesquisa de campo. No entanto, as informações disponíveis sugerem algumas explicações, sobretudo aquelas ligadas a atuação dos agentes de comercialização.

É provável que os agentes só intensificam sua participação no mercado do algodão em caroço, na UEP, num pequeno espaço de tempo (dezembro) em razão da pulverização da produção que inviabiliza uma atuação mais prolongada.

Depois que é feito o pagamento da meia e/ou do aluguel fundiário e dos empréstimos não formais aos proprietários e/ou agentes, o mercado parece assumir um comportamento de oligopsônio extremo, onde uma das usinas ou agente assume a liderança. É provável que uma fique esperando pelas atitudes da outra em relação ao preço e época de compra o que provoca um adiantamento do pico, e quando eles decidem, o fazem de uma só vez o que implica num curto período (apenas dezembro).

#### 3.1.4 - Estado do Ceará

Os dados contidos na TABELA 05 e FIGURA 09 informam que o espectro dos preços do algodão apresentou um pico significativo (nível de 5%) na frequência 0,5236, correspondente a ciclos de 12 meses. Observa-se que o espectro em análise é uma espécie de média dos espectros das UEP's e que ele é bem "comportado", acusando um pico que traduz a sazonalidade anual nos preços do produto.

A série de preços de algodão em caroço do Estado do Ceará é composta das médias dos preços mensais das oito UEP's o que vai gerar um gráfico mais "alisado" e consequentemente uma variância menor (0,2526). Por esta razão é que a faixa de confiança foi de 0,175 para um valor de 0,309 da densidade espectral no pico significativo.

Para o Estado do Ceará, a literatura disponível informa que não existe um período sazonal bem determinado, pois, AZEVEDO (1982) mostra que para os anos de 1974-79, os preços mais elevados ocorriam em dezembro; a CEPA (1978) apresenta os meses de setembro e outubro do período de 1970-76; a EAPA/SUPLAN (1972) determina que nos meses de setembro e outubro se verifica maiores preços e BEZERRA (1980) encontrou os maiores índices sazonais nos meses de novembro e dezembro (ver FIGURA 04).

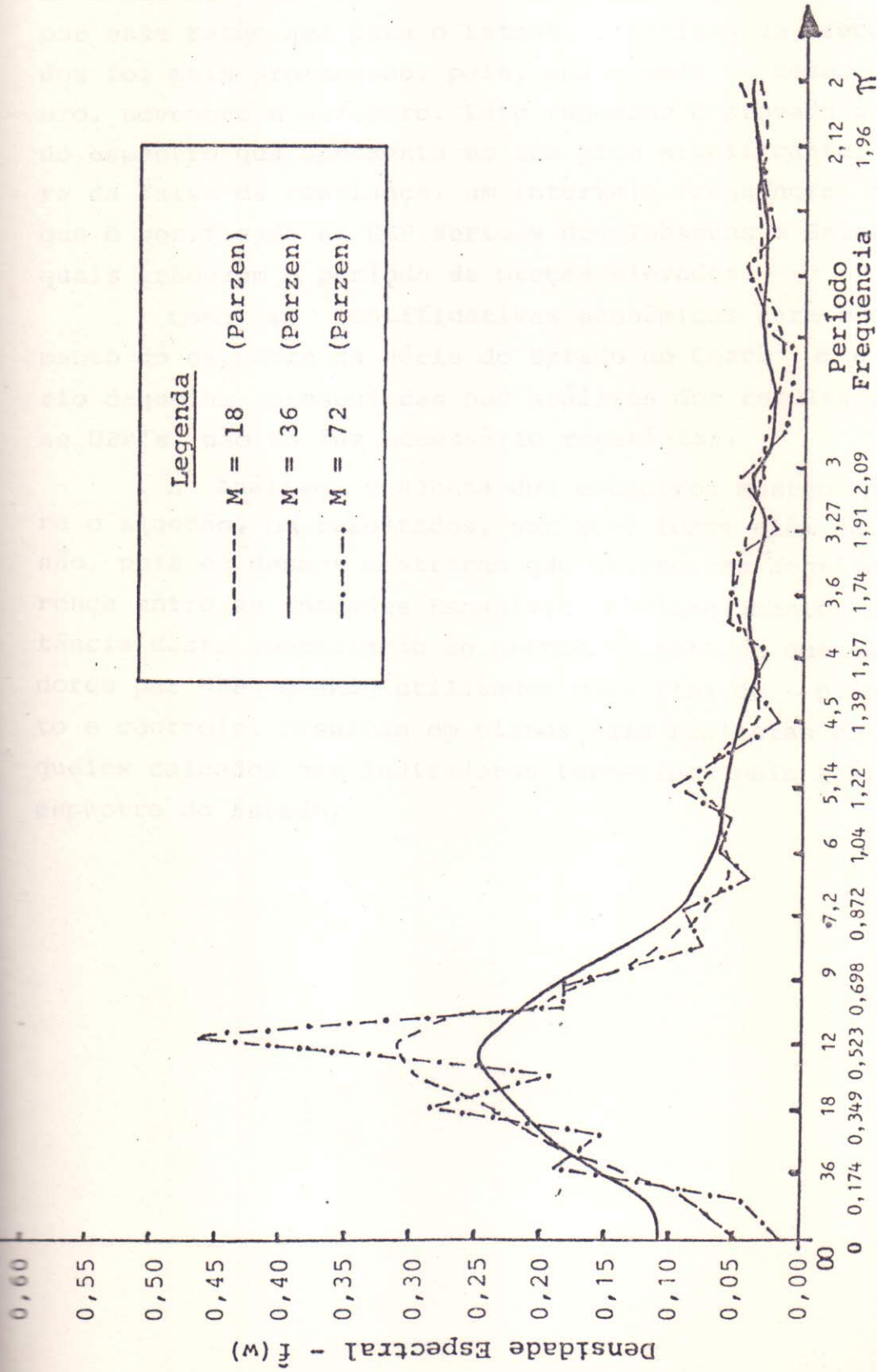


Figura 09 - Espectro estimado dos preços de algodão em caroço no Estado do Ceará com três pontos de truncamento.

Identificou-se uma forte possibilidade da existência entre as UEP's de padrões sazonais diferentes a até mesmo a ausência destes nas UEP's Litoral e Baturité. Sendo por esta razão que para o Estado, o período de preços elevados foi mais prolongado, pois, compreende os meses de outubro, novembro e dezembro. Este fenômeno é provado a partir do espectro que apresenta no seu pico significante, à altura da faixa de confiança, um intervalo frequencial maior do que o verificado na UEP Sertões dos Inhamuns e Salgado, os quais traduzem o período de preços elevados.

Como as justificativas econômicas para o comportamento do espectro da série do Estado do Ceará é o somatório daquelas apresentadas nas análises dos resultados para as UEP's, não se faz necessário repeti-las.

A análise conjunta dos espectros mostrou que, para o algodão, os resultados, por UEP, foram além da previsão, pois os mesmos mostraram que existe uma sensível diferença entre as Unidades Espaciais de Planejamento. A importância desta constatação se prende ao fato de que os indicadores por UEP, quando utilizados para fins de planejamento e controle, resultam em planos mais realistas do que aqueles calcados nos indicadores fornecidos pela análise do espectro do Estado.

#### 4 - CONCLUSÕES

##### 4.1 - Quanto aos Resultados

a) os resultados mostram que existe uma aproximação bem acentuada no comportamento dos preços entre as Unidades Espaciais de Planejamento; a saber:

i) Litoral e Baturité não apresentam padrão sazonal nos preços, concluindo-se que as séries desta UEP's podem ser considerados processos puramente aleatórios.

ii) Sertões Cearenses, Baixo Jaguaribe e Sertões de Quixeramobim e Médio Jaguaribe apresentam um padrão sazonal caracterizado por preços elevados em dezembro;

iii) Sertões dos Inhamuns e Salgado e Cariri apresentaram o padrão sazonal com os preços mais elevados do Estado, nos meses de novembro e dezembro.

b) a UEP Litoral apresenta resultados que a caracteriza como uma Região com comportamento de preços aleatórios, não sendo possível fazer-se qualquer inferência com base nos mesmos; a UEP Sertões dos Inhamuns e Salgado apresenta resultados que identificaram com muita precisão o padrão sazonal, sendo por isto os melhores obtidos, o que traduz um comportamento mais estável dos preços na Região; a UEP Sertões Cearenses apresenta resultados intermediários que traduziram as características da cotonicultura na Região, e, finalmente, como esperado, o espectro para o Estado do Ceará apresenta uma "média" de todos os espectros das UEP's.



c) a UEP que possui indicadores que caracterizam um mercado menos oligopsonista é a dos Sertões dos Inhams e Salgado e Cariri, sendo as UEP's Litoral e Baturité as que possuem preços mais instáveis.

d) a ocorrência de preços elevados na época da mais intensa comercialização (setembro-dezembro) é uma das características da cotonicultura cearense. Já os preços baixos (janeiro-agosto) são verificados em razão de serem relativos, sobretudo, a "vendas a termo".

e) a qualidade dos resultados foi boa, não tendo ocorrido distorções decorrentes dos efeitos de "aliasing" e de "leakage". Tudo isto confirmou a adequação da metodologia empregada.

#### 4.2 - Quanto a Metodologia

As contribuições metodológicas deste trabalho são:

a) a técnica espectral apresentou resultados bem mais acurados do que aqueles obtidos através de outras técnicas utilizadas para o mesmo fim;

b) a utilização da metodologia deve ser feita somente quando estiver completamente dominada. Isto porque a fundamentação teórica dela é muito complexa e existem alguns passos no processo de estimação que requerem uma boa experiência do usuário;

c) a técnica utilizada é muito especializada, servindo basicamente para identificar a extensão e a amplitude das periodicidades em séries temporais;

d) a técnica não fornece resultados para efeito de previsão uma vez que é uma técnica de diagnóstico do tipo exploratória, auxiliando, no entanto, na construção de um modelo de previsão.

5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

01. AGGREY, W. & TUCKWELL, N. E. A study of banana supply and price patterns on the Sydney wholesale market - an application of spectral analysis, Australian Journal of Agricultural Economics, Sydney, 13(2):101-17, 1969.
02. ARAÚJO, I. T. Comercialização do algodão em caroço nos municípios de Quixadá e Missão Velha. Fortaleza, Universidade Federal, 1975, 95 p. (Tese de Mestrado).
03. ARRUDA, M. L. C. & JUNQUEIRA, P. C. O Padrão estacional dos preços de algodão no Estado de São Paulo. Agricultura de São Paulo, São Paulo, 16(314):1-29, 1969.
04. AZEVEDO, R. Análise de comercialização de algodão, milho e feijão dos agricultores de baixa renda no município de Canindé-Ce. Fortaleza, Universidade Federal, 1977. 54 p. (mimeo).
05. \_\_\_\_\_. L'economie du coton dans l'Etat du Ceara. Montpellier-France, Université de Montpellier I, 1982. 312 p. (Thèse de Doctorat de 3ème cycle).
06. BARREIRA, C. Parceria na cultura do algodão - Sertão de Quixeramobim-Ce. Brasília; UnB, 1977. 104 p. (Tese de Mestrado).
07. BEZERRA, M. G. R. Variação estacional dos preços de produtos agropecuários do Ceará e em Unidades Espaciais de Planejamento. Fortaleza, CEPA-CE, 1980, 103 p. (mimeo).
08. BLOOMFIELD, P. Fourier analysis of time series: an introduction. New York, John Wiley & Sons, 1976.

09. BNB.ETENE. Mercado e comercialização do algodão do Nordeste. Fortaleza, 1964. 287 p.
10. BOLCH, B. W. & HUANG, C. J. Multivariate statistical methods for business and economics. s.l, Prentice-Hall, 1974. 303 p.
11. BRAGA, R. S. & FREIRE, S. C. Distribuição dos algodoeiros no Nordeste do Brasil. Campina Grande-PB, EMBRAPA, 1983, 38 p.
12. BRANDT, S. A. Flutuações de preços e estrutura de demanda de banana no mercado de São Paulo. Agricultura de São Paulo, São Paulo, 11(8):1-40, 1964.
13. \_\_\_\_\_. Comercialização agrícola brasileira. Piracicaba, Livroceres, 1980. 195 p.
14. \_\_\_\_\_. Mercado agrícola brasileiro. São Paulo, Nobel, 1979. 145 p.
15. BRATNEY, A. B. & WEBSTER, R. Detection of ridge and furrow pattern by spectral analysis of crop yield. International Statistical Review, Amsterdam, 49:45-52, 1981.
16. CAVALCANTE, J. E. A. Análise harmônica aplicada às quantidades e aos preços de produtos agrícolas selecionados no Estado de São Paulo. Viçosa-MG, UFV, Imprensa Universitária, 1978. 97 p. (Tese de Mestrado).
17. CEPA-CE. Estudos básicos para formulação de programas de desenvolvimento agropecuário no Estado do Ceará: características de comercialização dos principais produtos agropecuários, Fortaleza, 1975. 327 p.
18. \_\_\_\_\_. Plano anual de produção e abastecimento: 1975-77. Fortaleza, 1976. 252 p.

19. CEPA-CE. Plano anual de produção e abastecimento: 1978-79. Fortaleza, 1978. 274 p.
20. CEPA-RN. Comercialização de algodão, milho e feijão no Rio Grande do Norte: 1977-78. Natal, 1979. 95 p.
21. CHATFIELD, C. The Analysis of time series: an introduction. 2.ed., London, Chapman and Hall, 1980.
22. CONTADOR, C. R. Uma análise espectral dos movimentos da Bolsa de Valores do Rio de Janeiro. Revista Brasileira de Mercado de Capitais, Rio de Janeiro, 1(1):67-92, 1975.
23. DUQUE, J. G. O Nordeste e as lavouras xerófilas. 3.ed., Natal, FGD/ESAM/CNPq, 1980. 337 p.
24. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA.SUPLAN.EAPA. Aspectos sócio-econômicos da cultura do algodão arbóreo: Relatório 1. Brasília, 1972. 80 p. (mimeo).
25. GELB, A. H. A Spectral analysis of coffee market oscillations. International Economic Review, 20(2):495-514, jun., 1979.
26. GRANGER, C. W. J. & HATANAKA, M. Spectral analysis of economic time series. New Jersey, Princeton, 1964.
27. \_\_\_\_\_ & NEWBOLD, P. Forecasting economic time series. New York, Acad. Press., 1976. 333p.
28. JENKINS, G. M. & WATTS, D. G. Spectral analysis and its applications. San Francisco, Holden-Day, 1968.
29. JUNQUEIRA, P. C. Comercialização de produtos agrícolas no Estado de São Paulo. Agricultura de São Paulo, São Paulo, 15(1/2):13-32, 1968.

30. LEMOS, J. J. S. Análise espectral de ciclos de comércio agrícola do Brasil. Viçosa-MG, UFV, Imprensa Universitária, 1983. 186 p. (Tese de Doutorado).
31. MAIA, A. S. & GUIMARÃES, P. M. Cotações de mercado e de mais indicadores econômicos relativos ao algodão (posição trimestral): Doc. nº 23, Jan/mar-83. Campina Grande-PB, 1983. 18 p.
32. MAKRIDAKIS, S. A Survey of time series. International Statistical Review, Amsterdam, 44(1):29-70, 1976.
33. MORETTIN, P. A. Análise harmônica de processos estocásticos. Rio de Janeiro, IMPA-CNPq, 1979. 176 p.
34. \_\_\_\_\_ & TOLOI, C. M. C. Modelos de previsão de séries temporais. Rio de Janeiro, IMPA-CNPq, 1981, v. 1, 356 p.
35. NERLOVE, M. Spectral analysis of seasonal adjustment procedures. Econometrica, 23(3):241-86, jul., 1964.
36. NIE, N. H. & HULL, C. H. SPSS: Statistical Package for the Social Sciences. New York, McGraw-Hill, 1981.
37. ORRICO, J. A. R. Aproveitamento da capacidade instalada da indústria de beneficiamento de algodão do Estado do Ceará. Fortaleza, BNB.ETENE, 1966. 16 p. (mimeo).
38. PARZEN, E. An approach to empirical time series analysis. Radio Science, 68 D(9):551-65, 1964.
39. PEREIRA, I. F., JUNQUEIRA, P. C. & CAMARGO, M. N. Variação estacional dos preços agrícolas no Estado de São Paulo. Agricultura em São Paulo, 10(4):1-67, 1963.
40. PRATA, F. C. Principais culturas do Nordeste. Fortaleza, s.ed., 1977. 220 p.

41. RAUSSER, G. C. & CARGILL, T. F. The Existence of broiler cycle: an applications od spectral analysis. American Journal Agricultural Economics, 52(1):109-21, 1970.
42. SILVA, Ma. G. A. J. Modelo de previsão para séries de tempo sazonais e uma análise paramétrica da tendência. Rio de Janeiro, IMPA-CNPq, 1979. (Tese de Mestrado).
43. SIEGEL, A. Testing for periodicity in a times series. Journal of the American Statistical Association, Orleans, 75(1):345-8, 1975.
44. SILVA, A. V. Algodão e indústria têxtil no Nordeste: uma atividade econômica regional. Natal, Ed. Universitária, 1980. 296 p.
45. UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ. CETREDE. A Pequena produção algodoeira na região de Sobral. Fortaleza, s. ed., 1981. 74 p. (mimeo).
46. WEISS, J. S. A Spectral analysis of word cocoa prices. American Journal Agricultural Economics, Menasha, 52(1):122-6, 1970.
47. WISE, J. The Autocorrelation function and the spectral density function. Biometrika, 42(1):151-9, 1955.

A N E X O S



TABELA B1.A - Resultados computacionais obtidos para o Estado do Ceará, ano 1978.

Resumo dos resultados computacionais obtidos para o Estado do Ceará, ano 1978.

ANEXO A

Tabelas contendo os resultados computacionais obtidos

TABELA B2.A - Resultados computacionais obtidos para o Estado do Ceará, ano 1978.

Resumo dos resultados computacionais obtidos para o Estado do Ceará, ano 1978.

TABELA 01.A - Resultados computacionais obtidos para o Estado do Ceará, com  $M = 18$ .

J	PERIODO T(J)	FREQÜENCIA V(J)	FREQ. ANGULAR W(J)	DEN. ESPECTRAL F(J)	DEN. ESP. NUP.
0					
1	72.00	1/ 72	0.872665E-01	0.1044875E+00	0.4135466E+00
2	36.00	2/ 72	0.174533E+00	0.1151185E+00	0.4557327E+00
3	24.00	3/ 72	0.261799E+00	0.1438192E+00	0.5695911E+00
4	18.00	4/ 72	0.349066E+00	0.1821740E+00	0.7209952E+00
5	14.40	5/ 72	0.436332E+00	0.2179147E+00	0.8625840E+00
6	12.00	6/ 72	0.523599E+00	0.2394991E+00	0.9481325E+00
7	10.29	7/ 72	0.610865E+00	0.2393089E+00	0.9473795E+00
8	9.00	8/ 72	0.698132E+00	0.2169653E+00	0.8589255E+00
9	8.00	9/ 72	0.698132E+00	0.1795230E+00	0.7106984E+00
10	7.20	10/ 72	0.785398E+00	0.1382892E+00	0.5474615E+00
11	6.55	11/ 72	0.872665E+00	0.1035667E+00	0.4103973E+00
12	6.00	12/ 72	0.959931E+00	0.8091457E-01	0.3203258E+00
13	5.54	13/ 72	0.104720E+01	0.6912104E-01	0.2716374E+00
14	5.14	14/ 72	0.113446E+01	0.6348691E-01	0.2513329E+00
15	4.80	15/ 72	0.122173E+01	0.5902671E-01	0.2336758E+00
16	4.50	16/ 72	0.130900E+01	0.5333504E-01	0.2111436E+00
17	4.24	17/ 72	0.139626E+01	0.4707471E-01	0.1863601E+00
18	4.00	18/ 72	0.148353E+01	0.4240545E-01	0.1678753E+00
19	3.79	19/ 72	0.157080E+01	0.4077012E-01	0.1613011E+00
20	3.60	20/ 72	0.165806E+01	0.4166097E-01	0.1649291E+00
21	3.43	21/ 72	0.174533E+01	0.4307384E-01	0.1705214E+00
22	3.27	22/ 72	0.183260E+01	0.4299672E-01	0.1702141E+00
23	3.13	23/ 72	0.191986E+01	0.4061328E-01	0.1607805E+00
24	3.00	24/ 72	0.200713E+01	0.3646808E-01	0.1443704E+00
25	2.88	25/ 72	0.209440E+01	0.3185150E-01	0.1260942E+00
26	2.77	26/ 72	0.218165E+01	0.2811193E-01	0.1113193E+00
27	2.67	27/ 72	0.226893E+01	0.2625413E-01	0.1039353E+00
28	2.57	28/ 72	0.235619E+01	0.2657169E-01	0.1051924E+00
29	2.48	29/ 72	0.244346E+01	0.2856265E-01	0.1130143E+00
30	2.40	30/ 72	0.253073E+01	0.3110619E-01	0.1231437E+00
31	2.32	31/ 72	0.261799E+01	0.3311989E-01	0.1311155E+00
32	2.25	32/ 72	0.270526E+01	0.3422530E-01	0.1354916E+00
33	2.18	33/ 72	0.279253E+01	0.3485706E-01	0.1379927E+00
34	2.12	34/ 72	0.287979E+01	0.3570695E-01	0.1413572E+00
35	2.06	35/ 72	0.296706E+01	0.3700923E-01	0.1451272E+00
36	2.00	36/ 72	0.305433E+01	0.3830346E-01	0.1516363E+00
			0.314159E+01	0.3985164E-01	0.1538067E+00

TABELA 02.A - Resultados computacionais obtidos para o Estado do Ceará, com  $M = 36$ .

J	PERIODO T(J)	FREQÜENCIA V(J)	FREQ. ANGULAR W(J)	DEN. ESPECTRAL F(J)	DEN. ESP. NUP.
0					
1	72.00	1/ 72	0.872665E-01	0.4581272E-01	0.1813641E+00
2	36.00	2/ 72	0.174533E+00	0.7641731E-01	0.3025220E+00
3	24.00	3/ 72	0.261799E+00	0.1158238E+00	0.5416650E+00
4	18.00	4/ 72	0.349066E+00	0.1881592E+00	0.7448872E+00
5	14.40	5/ 72	0.436332E+00	0.2308028E+00	0.9137056E+00
6	12.00	6/ 72	0.523599E+00	0.2833455E+00	0.1121713E+01
7	10.29	7/ 72	0.610865E+00	0.3099818E+00	0.1227718E+01
8	9.00	8/ 72	0.698132E+00	0.2552702E+00	0.1010567E+01
9	8.00	9/ 72	0.698132E+00	0.1679791E+00	0.6649983E+00
10	7.20	10/ 72	0.785398E+00	0.1101819E+00	0.4361898E+00
11	6.55	11/ 72	0.872665E+00	0.7814857E-01	0.3093758E+00
12	6.00	12/ 72	0.959931E+00	0.6016973E-01	0.2382009E+00
13	5.54	13/ 72	0.104720E+01	0.5517635E-01	0.2184330E+00
14	5.14	14/ 72	0.113446E+01	0.6645541E-01	0.2630847E+00
15	4.80	15/ 72	0.122173E+01	0.7593015E-01	0.3005934E+00
16	4.50	16/ 72	0.130900E+01	0.6042108E-01	0.2391959E+00
17	4.24	17/ 72	0.139626E+01	0.3653084E-01	0.1446188E+00
18	4.00	18/ 72	0.148353E+01	0.2834943E-01	0.1122302E+00
19	3.79	19/ 72	0.157080E+01	0.3243156E-01	0.1303700E+00
20	3.60	20/ 72	0.165806E+01	0.4139743E-01	0.1718024E+00
21	3.43	21/ 72	0.174533E+01	0.5114089E-01	0.2048324E+00
22	3.27	22/ 72	0.183260E+01	0.4934002E-01	0.1953630E+00
23	3.13	23/ 72	0.191986E+01	0.4123451E-01	0.1532386E+00
24	3.00	24/ 72	0.200713E+01	0.3624819E-01	0.1434994E+00
25	2.88	25/ 72	0.209440E+01	0.3205050E-01	0.1268820E+00
26	2.77	26/ 72	0.218165E+01	0.2489536E-01	0.9855611E+00
27	2.67	27/ 72	0.226893E+01	0.1950349E-01	0.7721070E+00
28	2.57	28/ 72	0.235619E+01	0.2083311E-01	0.8247444E+00
29	2.48	29/ 72	0.244346E+01	0.2810841E-01	0.1112714E+00
30	2.40	30/ 72	0.253073E+01	0.3544538E-01	0.1403217E+00
31	2.32	31/ 72	0.261799E+01	0.3744116E-01	0.1482226E+00
32	2.25	32/ 72	0.270526E+01	0.3478840E-01	0.1377200E+00
33	2.18	33/ 72	0.279253E+01	0.3250751E-01	0.1286912E+00
34	2.12	34/ 72	0.287979E+01	0.3276211E-01	0.1297019E+00
35	2.06	35/ 72	0.296706E+01	0.3515419E-01	0.1351854E+00
36	2.00	36/ 72	0.305433E+01	0.4081560E-01	0.1615922E+00
			0.314159E+01	0.4489651E-01	0.1789135E+00



TABELA 05.A - Resultados computacionais obtidos para a UEP  
Baturitê, com  $M = 36$ .

PERIODO J	FREQUENCIA T(J)	FREQ. ANGULAR V(J)	DEN. ESPECTRAL W(J)	DEN. ESP. NUM. F(J)
0			0.5651440E-01	0.8757411E-01
1	72.00	1/ 72	0.174533E+00	0.1474500E+00
2	36.00	2/ 72	0.261799E+00	0.1698580E+00
3	24.00	3/ 72	0.349066E+00	0.2218827E+00
4	18.00	4/ 72	0.436332E+00	0.2397419E+00
5	14.40	5/ 72	0.523599E+00	0.2333880E+00
6	12.00	6/ 72	0.610865E+00	0.2080122E+00
7	10.29	7/ 72	0.698132E+00	0.1791491E+00
8	9.00	8/ 72	0.785398E+00	0.1370481E+00
9	8.00	9/ 72	0.872665E+00	0.1194715E+00
10	7.20	10/ 72	0.959931E+00	0.1110156E+00
11	6.55	11/ 72	0.104720E+01	0.1074161E+00
12	6.00	12/ 72	0.113446E+01	0.1132118E+00
13	5.54	13/ 72	0.122173E+01	0.1313175E+00
14	5.14	14/ 72	0.130900E+01	0.1525508E+00
15	4.80	15/ 72	0.139626E+01	0.1590182E+00
16	4.50	16/ 72	0.148353E+01	0.1678622E+00
17	4.24	17/ 72	0.157080E+01	0.1949000E+00
18	4.00	18/ 72	0.165806E+01	0.2338155E+00
19	3.79	19/ 72	0.174533E+01	0.2955534E+00
20	3.60	20/ 72	0.183260E+01	0.3108236E+00
21	3.43	21/ 72	0.191986E+01	0.2365222E+00
22	3.27	22/ 72	0.200713E+01	0.1543605E+00
23	3.13	23/ 72	0.209440E+01	0.1697139E+00
24	3.00	24/ 72	0.218166E+01	0.2499468E+00
25	2.88	25/ 72	0.226893E+01	0.3246077E+00
26	2.77	26/ 72	0.235619E+01	0.3452192E+00
27	2.67	27/ 72	0.244346E+01	0.2880360E+00
28	2.57	28/ 72	0.253073E+01	0.1950335E+00
29	2.48	29/ 72	0.261799E+01	0.1351580E+00
30	2.40	30/ 72	0.270526E+01	0.1259752E+00
31	2.32	31/ 72	0.279253E+01	0.1663600E+00
32	2.25	32/ 72	0.287979E+01	0.2393837E+00
33	2.18	33/ 72	0.296706E+01	0.1042416E+00
34	2.12	34/ 72	0.305433E+01	0.1418677E+00
35	2.06	35/ 72	0.314159E+01	0.3503916E+00
36	2.00	36/ 72	0.314159E+01	0.3469969E+00

TABELA 06.A - Resultados computacionais obtidos para a UEP  
Sertões Cearenses, com  $M = 36$ .

PERIODO J	FREQUENCIA T(J)	FREQ. ANGULAR V(J)	DEN. ESPECTRAL W(J)	DEN. ESP. NUM. F(J)
0			0.4610316E-01	0.7798686E-01
1	72.00	1/ 72	0.6999215E-01	0.1183978E+00
2	36.00	2/ 72	0.1137047E+00	0.1323397E+00
3	24.00	3/ 72	0.1463845E+00	0.2476201E+00
4	18.00	4/ 72	0.1877071E+00	0.3175203E+00
5	14.40	5/ 72	0.2319245E+00	0.4938116E+00
6	12.00	6/ 72	0.3912912E+00	0.6618977E+00
7	10.29	7/ 72	0.523599E+00	0.8488553E+00
8	9.00	8/ 72	0.698132E+00	0.2185965E+00
9	8.00	9/ 72	0.785398E+00	0.1290330E+00
10	7.20	10/ 72	0.872665E+00	0.8173812E-01
11	6.55	11/ 72	0.959931E+00	0.6289831E-01
12	6.00	12/ 72	0.104720E+01	0.7377474E-01
13	5.54	13/ 72	0.113446E+01	0.1160998E+00
14	5.14	14/ 72	0.122173E+01	0.1475657E+00
15	4.80	15/ 72	0.130900E+01	0.1624179E+00
16	4.50	16/ 72	0.139626E+01	0.1423697E+00
17	4.24	17/ 72	0.148353E+01	0.1500178E+00
18	4.00	18/ 72	0.157080E+01	0.1339713E+00
19	3.79	19/ 72	0.165806E+01	0.1223315E+00
20	3.60	20/ 72	0.174533E+01	0.1479909E+00
21	3.43	21/ 72	0.183260E+01	0.1883687E+00
22	3.27	22/ 72	0.191986E+01	0.2006763E+00
23	3.13	23/ 72	0.200713E+01	0.1718267E+00
24	3.00	24/ 72	0.209440E+01	0.1459047E+00
25	2.88	25/ 72	0.218166E+01	0.1610655E+00
26	2.77	26/ 72	0.226893E+01	0.1910132E+00
27	2.67	27/ 72	0.235619E+01	0.2026952E+00
28	2.57	28/ 72	0.244346E+01	0.2027992E+00
29	2.48	29/ 72	0.253073E+01	0.2166150E+00
30	2.40	30/ 72	0.261799E+01	0.2580980E+00
31	2.32	31/ 72	0.270526E+01	0.2746739E+00
32	2.25	32/ 72	0.279253E+01	0.2547688E+00
33	2.18	33/ 72	0.287979E+01	0.260616E+00
34	2.12	34/ 72	0.296706E+01	0.2985049E+00
35	2.06	35/ 72	0.305433E+01	0.3344140E+00
36	2.00	36/ 72	0.314159E+01	0.3478470E+00





ANEXO B

Figuras com os gráficos dos espectros estimados e não analisados

Figuras com os gráficos de todas as séries originais

Figuras com os gráficos, com diferença de 1.ª ordem, das séries analisadas

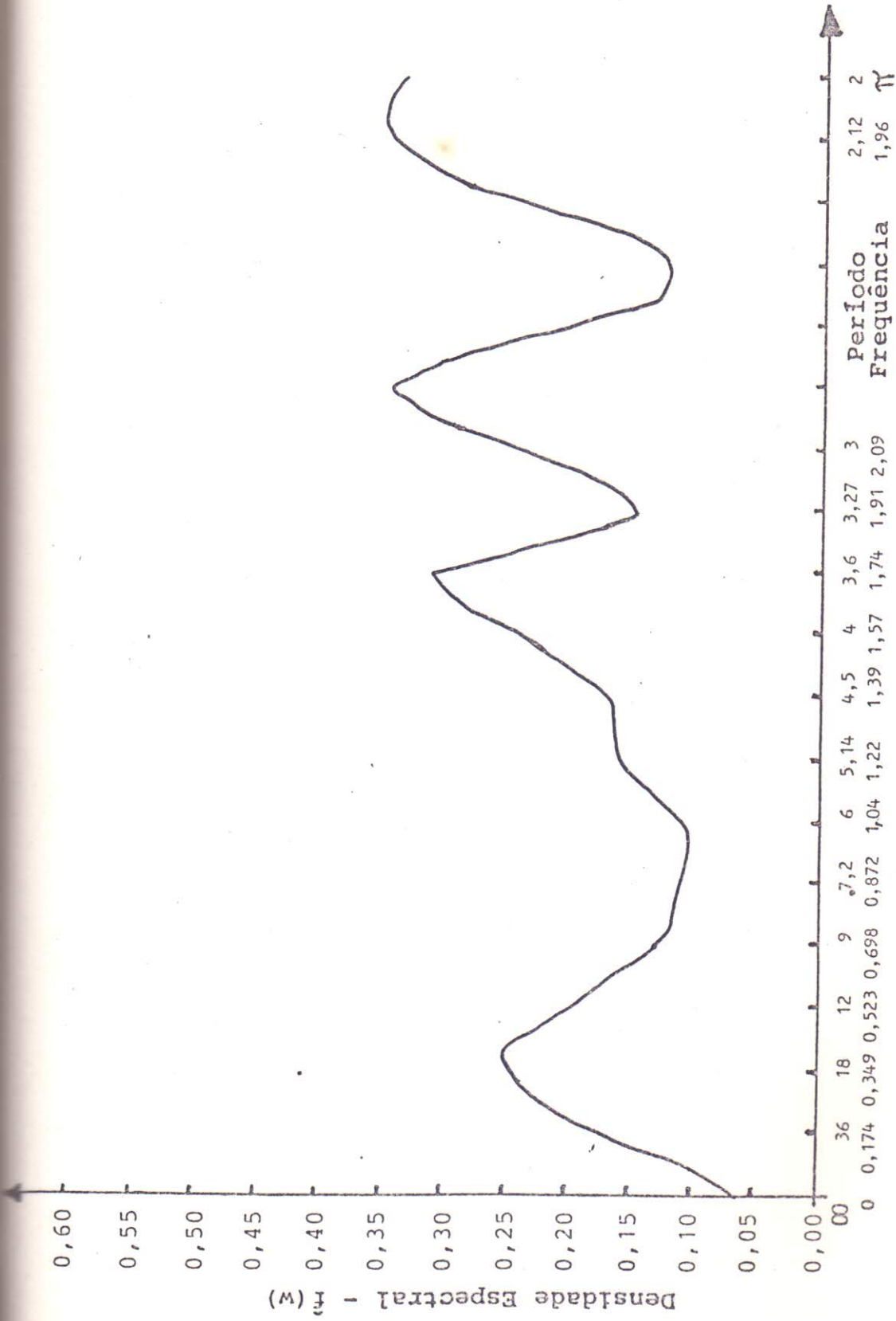


Figura 01.B - Espectro estimado dos preços de algodão em caroço da UEP Baturité.



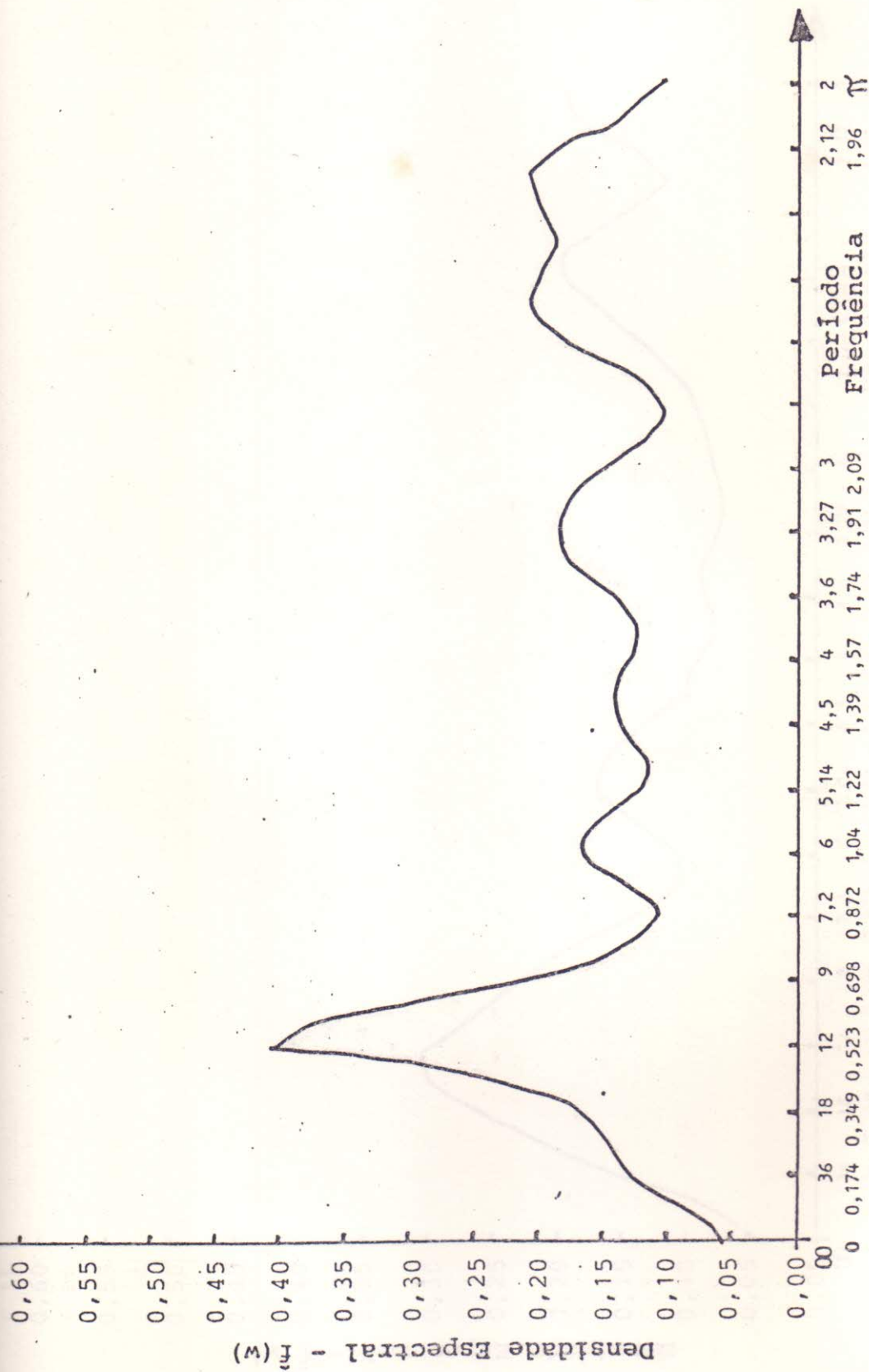


Figura 02.B - Espectro estimado dos preços de algodão em caroço da UEP  
Baixo Jaguaribe.

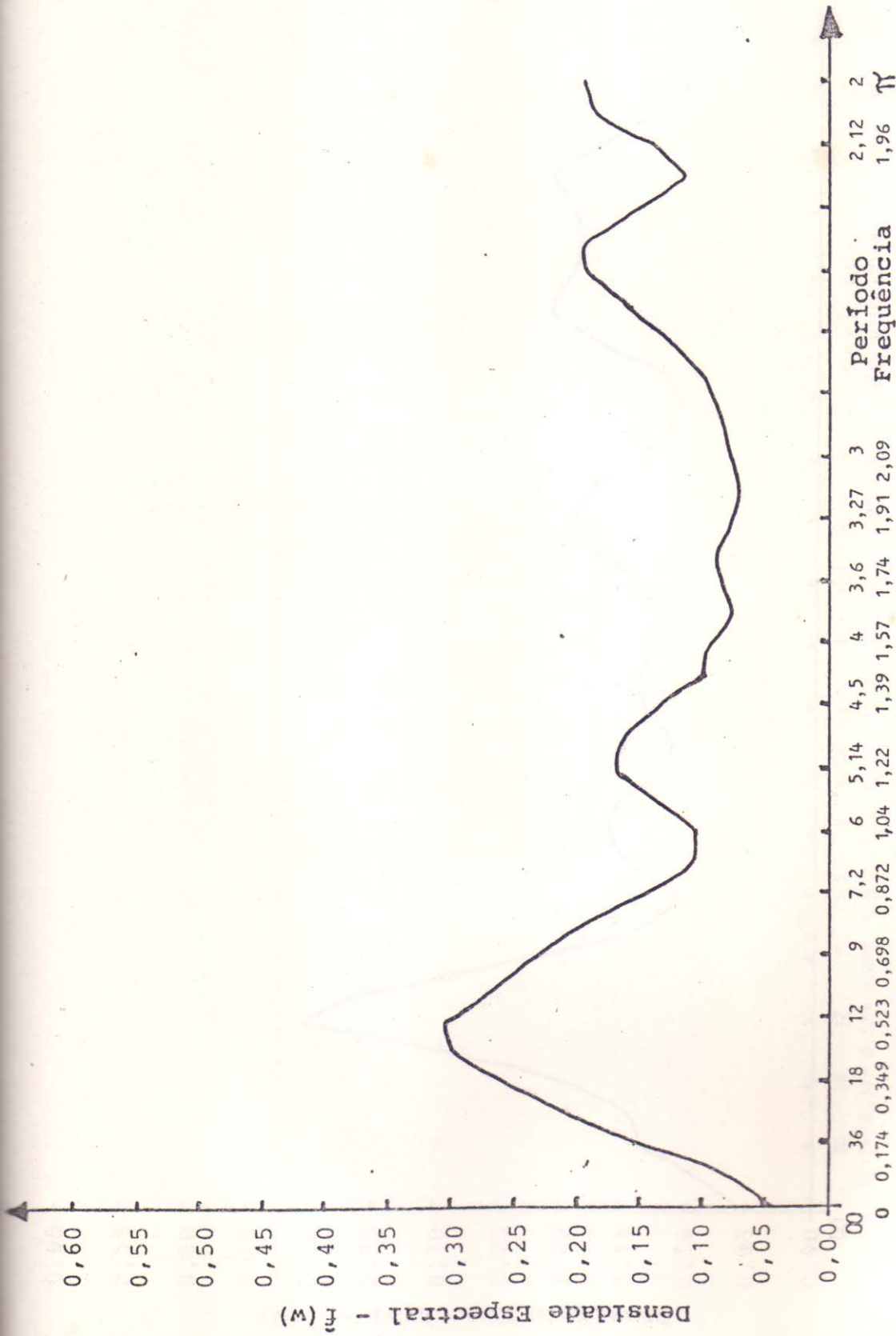


Figura 03.B - Espectro estimado dos preços de algodão em caroço da UEP Sertões de Quixeramobim e Médio Jaguaribe.

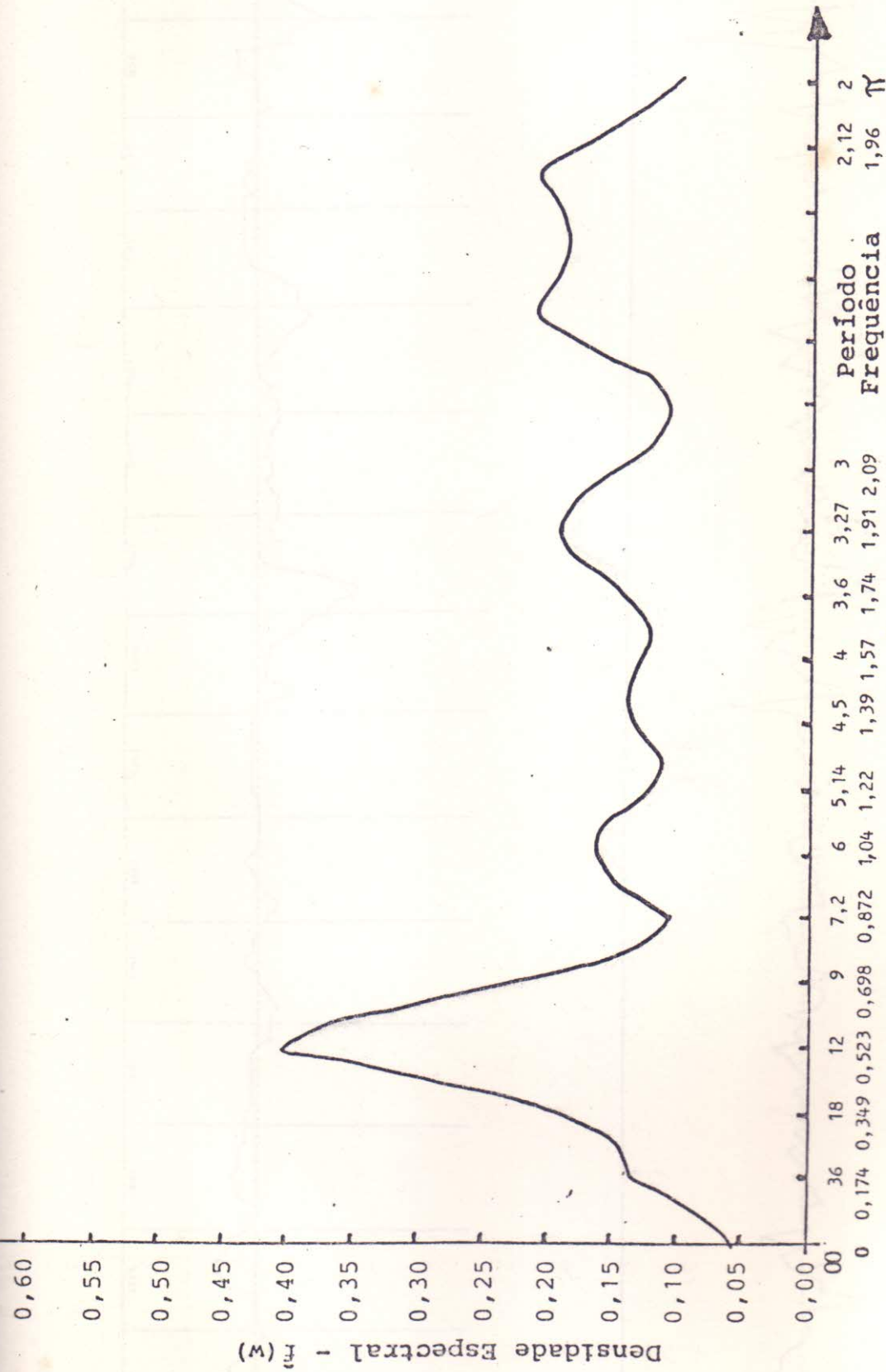


Figura 04.B - Espectro estimado dos preços de algodão em caroço da UEP Cariri.

FIGURA 05.B - Gráfico da série original dos preços de

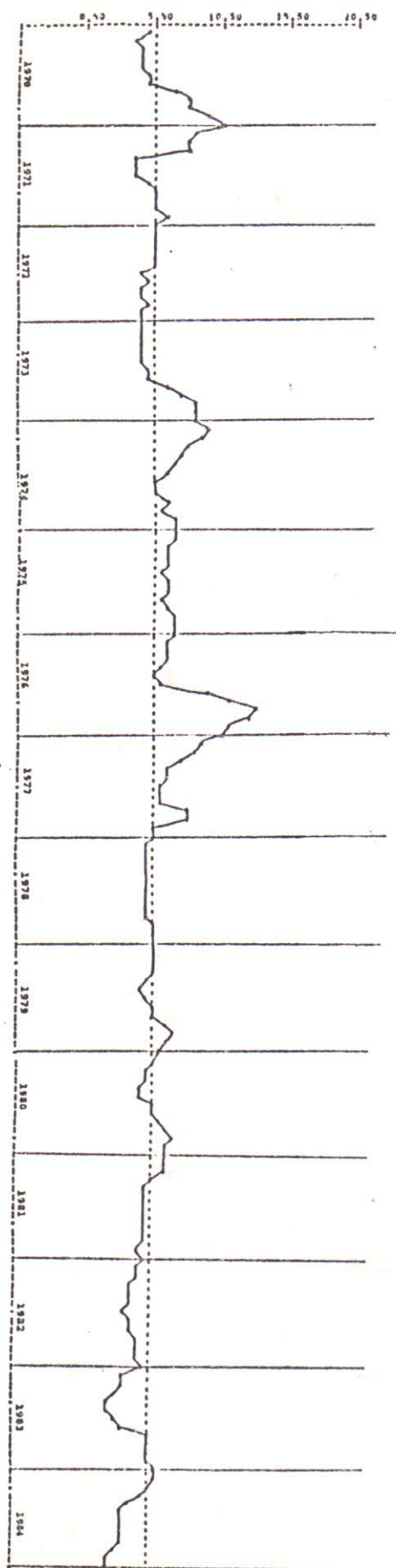
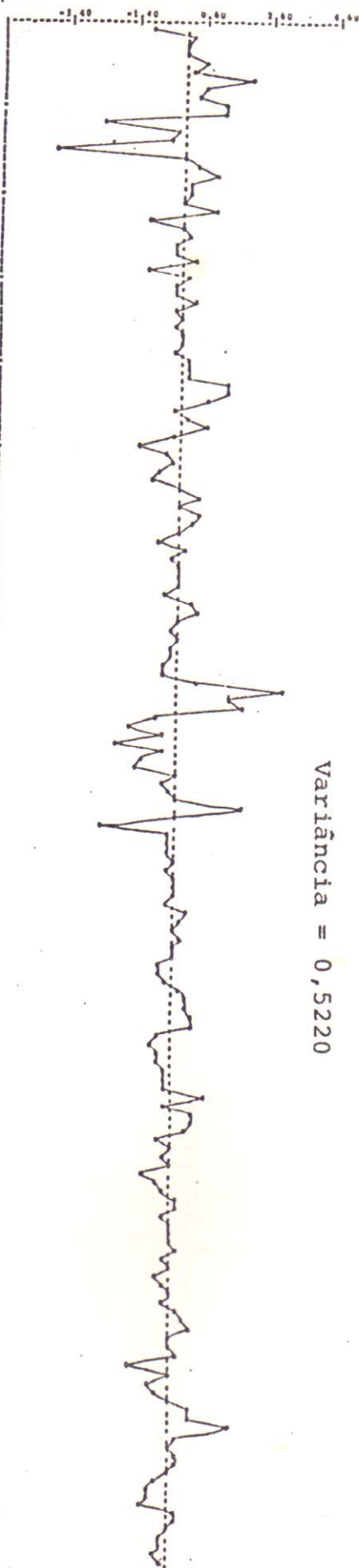
FIGURA 06.B - Gráfico da série com diferença de 1<sup>a</sup> or

FIGURA 07.B - Gráfico da série original dos preços de algodão em caroço na UEP Litoral, 1970-84

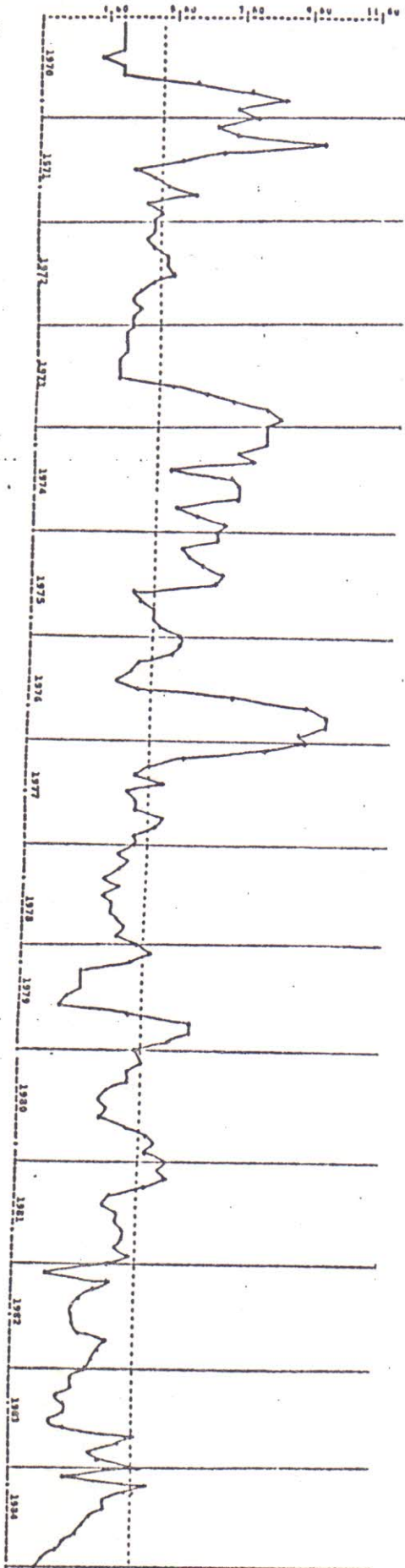


FIGURA 08.B - Gráfico da série com diferença de 1<sup>a</sup> ordem dos preços de algodão em caroço na UEP Litoral, 1970-84

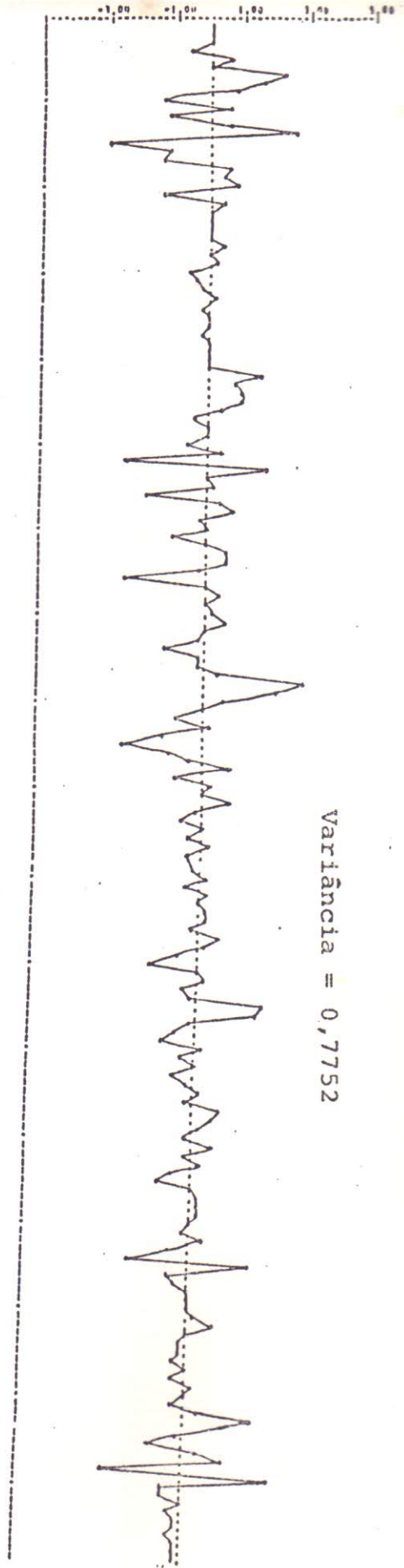


FIGURA 09.B - Gráfico da série original dos preços de algodão em caroço na UEP Sertões Cearenses, 1970-84

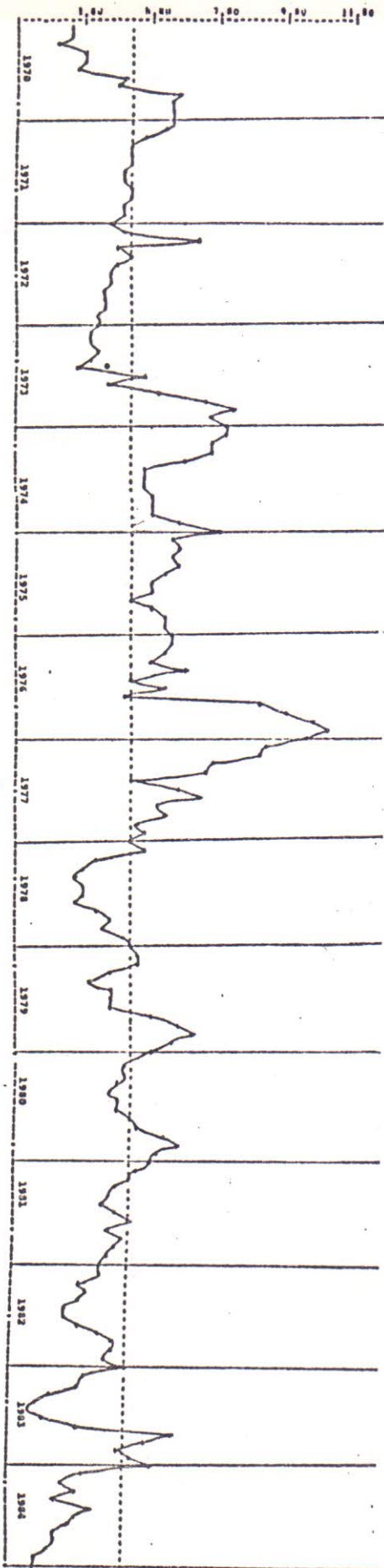


FIGURA 10.B - Gráfico da série com diferença de 1<sup>a</sup> ordem dos preços de algodão em caroço na UEP Sertões Cearenses, 1970-84

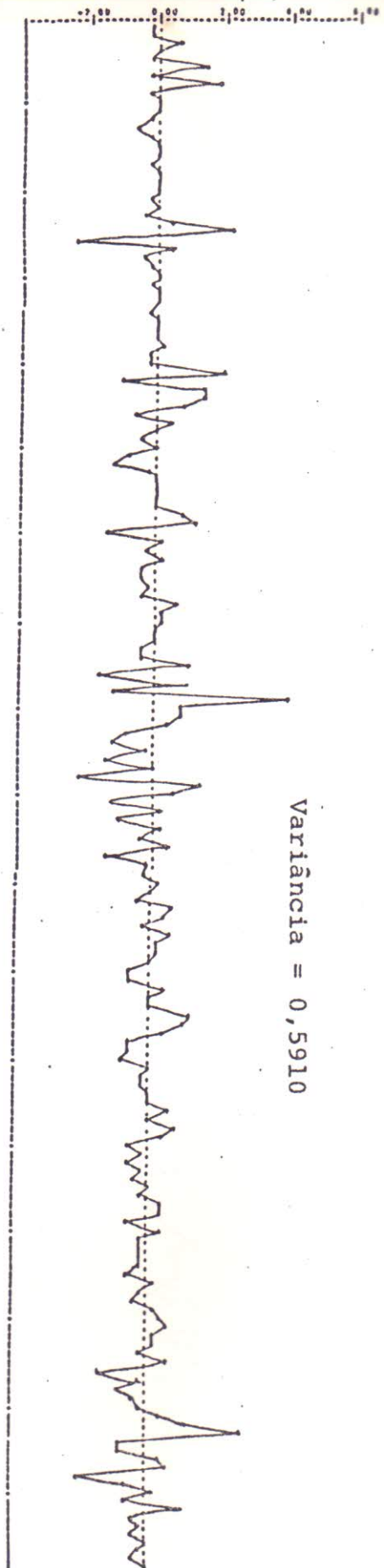


FIGURA 11.B - Gráfico da série original dos preços de algodão em caroço no Estado do Ceará, 1970-84

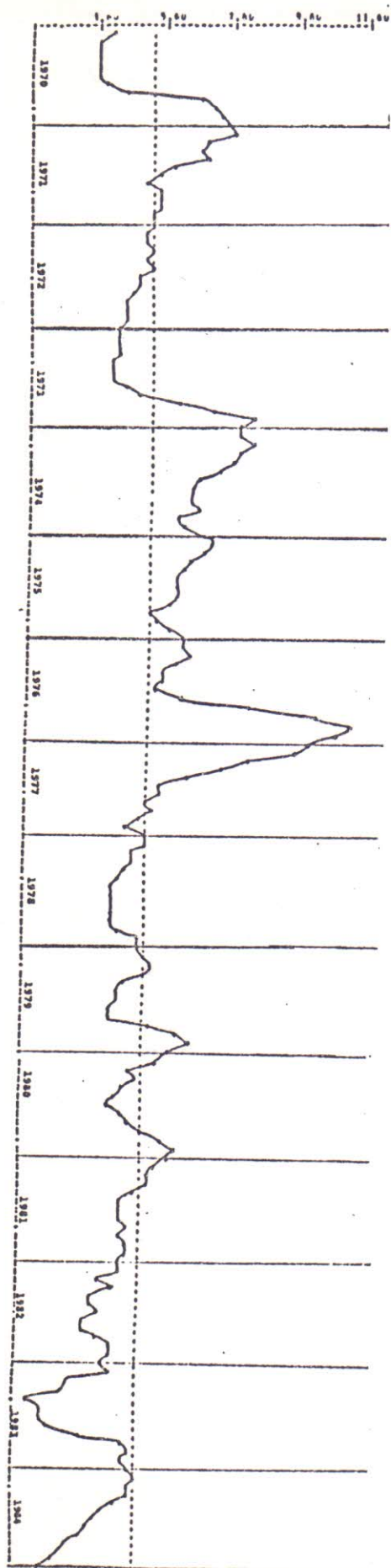


FIGURA 12.B - Gráfico da série com diferença de 1ª ordem dos preços de algodão em caroço no Estado do Ceará, 1970-84

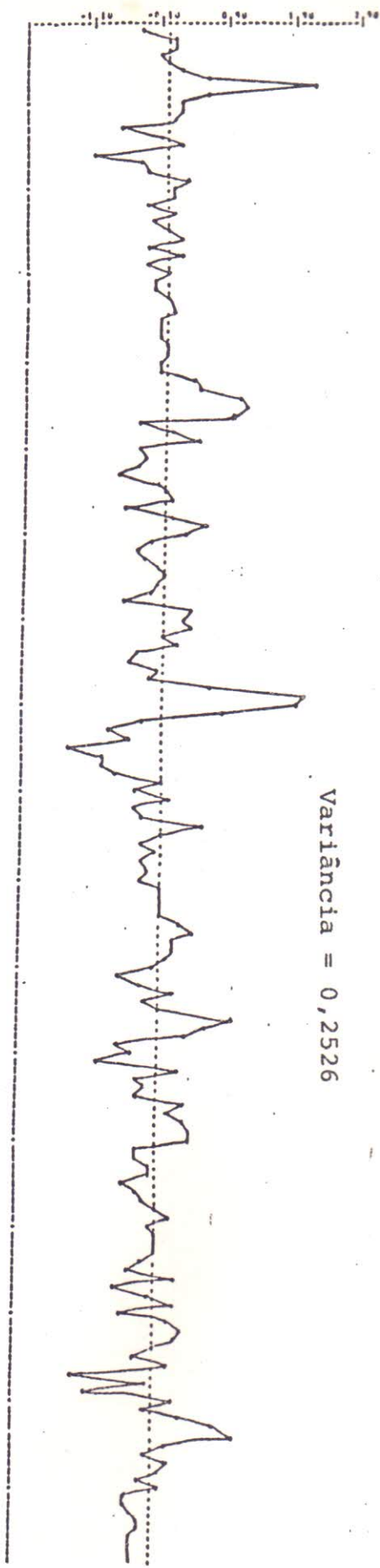


FIGURA 13.B - Gráfico da série original dos preços de algodão em caroço na UEP Baturité, 1970-84

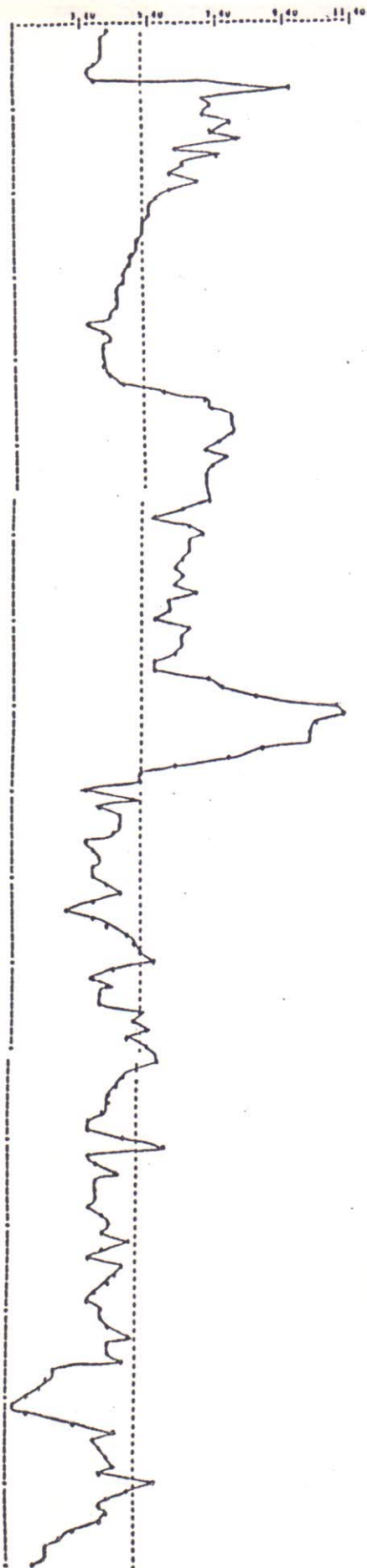


FIGURA 14.B - Gráfico da série original dos preços de Algodão em caroço na UEP Baixo Jaguaribe, 1970-84

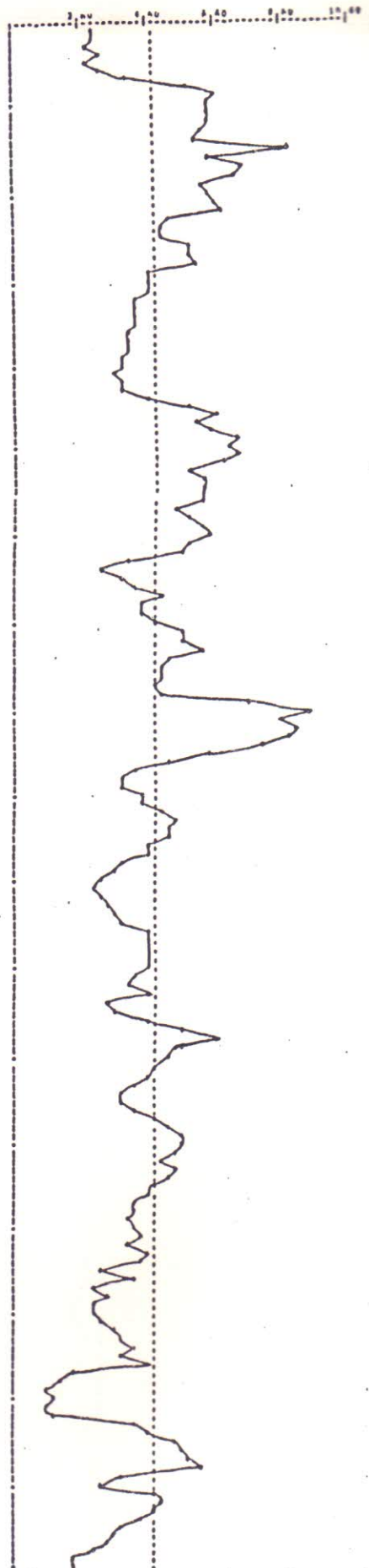




FIGURA 15.B - Gráfico da série original dos preços de algodão em caroço na UEP Sertões de Quixeramobim e Médio Jaguaribe, 1970-84

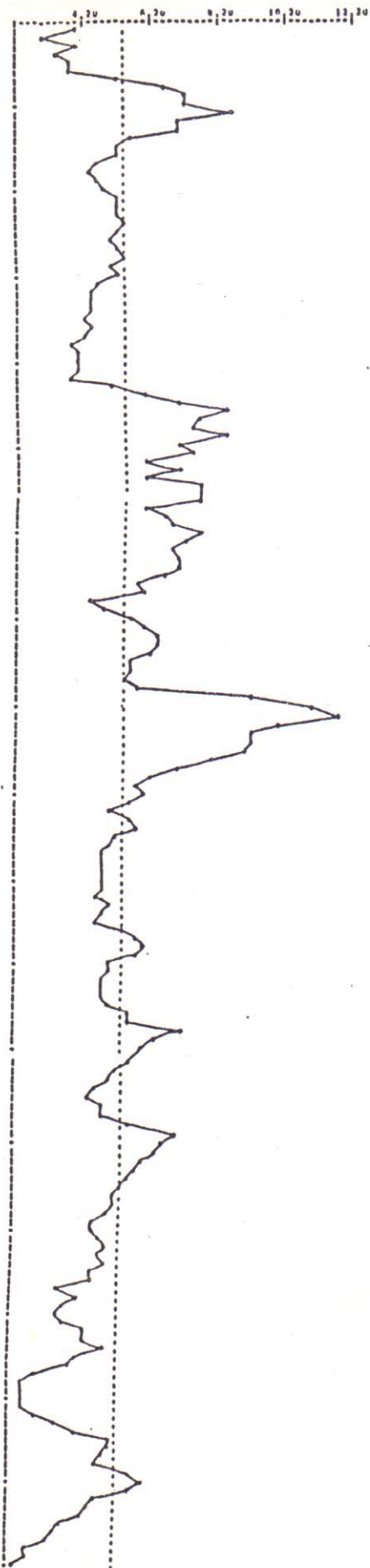


FIGURA 16.B - Gráfico da série original dos preços de algodão em caroço na UEP Cariri, 1970-84

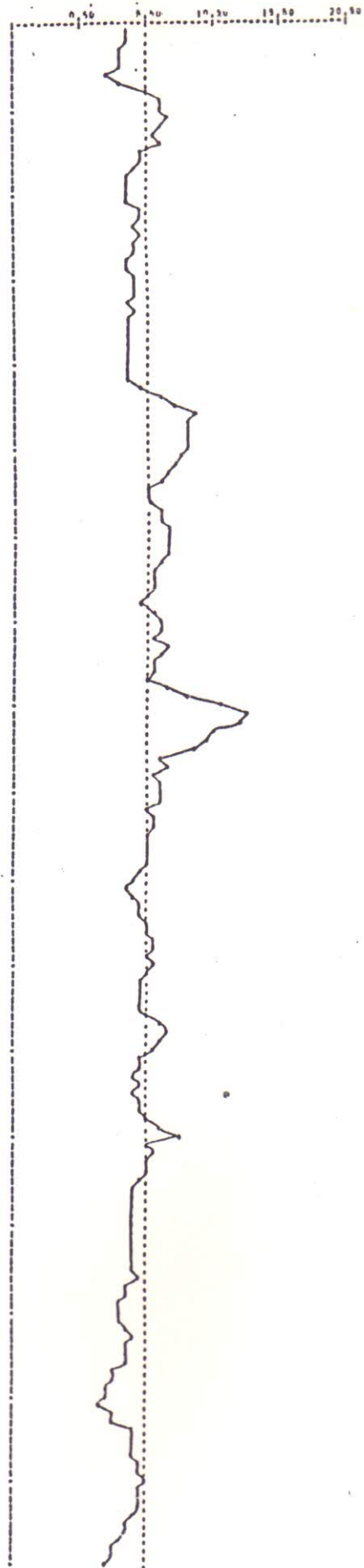


TABELA 01.C - Preços médios de algodão em caroço, a nível de produtor, no Estado do Ceará, 1970-84

ANO	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984
PREÇO	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

ANEXO C

Tabelas das séries de preços de algodão em caroço, a nível de produtor, no Estado do Ceará e por UEP, 1970-84

ANO	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984
PREÇO	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

TABELA 01.C - Preços médios de algodão em caroço, a nível de produtor, no Estado do Ceará, 1970-84

(Cr\$/Kg, IGPA-coluna 17, base: 1977=100)

ANOS MESES	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984
JANEIRO	3,93	7,57	5,05	4,18	7,77	7,02	6,24	9,59	4,89	5,29	5,58	5,58	4,51	4,38	5,17
FEVEREIRO	3,50	6,83	5,09	4,12	8,23	6,78	6,42	8,21	4,80	5,35	4,71	5,47	4,09	3,18	4,94
MARÇO	3,55	6,68	5,24	4,11	7,85	6,42	6,06	7,31	4,54	5,25	5,00	5,42	4,41	3,04	5,09
ABRIL	3,69	6,90	4,92	4,07	7,57	6,10	5,60	6,41	4,38	4,65	4,70	4,96	3,82	2,06	4,64
MAIO	3,62	5,75	5,11	4,02	7,16	6,04	5,55	5,68	4,11	4,30	4,47	4,70	3,70	2,39	4,23
JUNHO	3,62	5,37	4,83	3,96	6,50	6,04	5,38	5,68	4,13	4,46	4,17	4,51	3,98	2,33	3,97
JULHO	3,78	5,05	4,83	4,32	6,45	5,92	6,11	5,25	4,15	4,26	4,56	4,55	3,51	2,68	3,80
AGOSTO	4,36	5,35	4,59	4,81	6,46	5,71	8,21	5,39	4,15	4,27	4,79	4,73	3,69	3,58	3,57
SETEMBRO	6,53	5,43	4,40	5,93	6,60	5,13	10,23	4,98	4,12	5,39	5,23	4,68	4,05	4,80	3,27
OUTUBRO	7,08	5,48	4,36	7,10	6,02	5,49	11,12	4,65	4,45	6,13	5,75	4,71	4,36	4,98	3,01
NOVEMBRO	7,27	5,18	4,43	8,10	6,10	5,81	10,87	5,20	4,90	6,56	6,27	4,72	4,39	4,86	2,71
DEZEMBRO	7,43	5,26	4,29	7,71	6,73	6,20	10,07	5,16	8,08	5,99	5,92	4,69	4,14	5,06	2,39

FONTE: EMATERCE/CEPA-CE

TABELA 02.C - Preços médios de algodão em caroço, a nível de produtor, na UEP Litoral, 1970-84

(Cr\$/Kg, IGPA-coluna 17, base: 1977=100)

ANOS MESES	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984
JANEIRO	4,09	6,83	4,90	4,24	8,38	7,05	6,04	8,64	4,49	5,34	5,20	5,74	2,59	3,45	3,11
FEVEREIRO	4,07	7,36	4,85	4,11	8,33	6,05	5,87	6,22	4,64	4,75	4,71	5,94	4,46	3,43	5,70
MARÇO	3,98	9,94	4,92	4,11	7,64	6,10	4,73	5,20	4,31	3,41	4,76	5,35	3,94	3,06	5,00
ABRIL	4,07	6,97	5,30	4,06	8,06	6,66	4,52	4,83	4,04	3,31	4,15	4,93	3,52	3,17	4,34
MAIO	3,48	5,87	5,35	4,04	5,68	7,19	4,29	5,58	4,31	3,45	3,95	4,29	3,43	3,20	4,35
JUNHO	4,07	4,39	5,63	3,98	7,46	7,08	4,75	4,70	3,94	3,04	4,24	4,59	3,35	2,74	3,92
JULHO	4,01	5,08	4,95	5,64	7,54	4,70	7,69	4,82	4,13	2,87	4,00	4,69	3,33	3,17	3,72
AGOSTO	6,26	5,43	4,58	6,52	7,67	4,73	9,87	4,85	4,14	4,87	4,78	4,87	3,62	5,18	3,56
SETEMBRO	7,88	6,23	4,41	7,43	5,80	5,17	10,47	5,57	4,38	6,68	5,33	4,78	4,34	4,89	3,18
OUTUBRO	8,76	4,76	4,56	8,36	6,30	5,19	10,44	5,42	4,62	8,50	5,51	4,63	4,25	3,91	2,94
NOVEMBRO	7,43	5,10	4,38	8,70	7,15	5,37	9,61	4,78	4,48	5,92	5,38	5,02	3,95	4,23	2,70
DEZEMBRO	7,98	5,00	4,30	8,35	6,97	5,95	8,74	4,85	5,04	4,88	5,82	4,33	3,83	5,47	2,45

FONTE: EMATERCE/CEPA-CE

TABELA 03.C - Preços médios de algodão em caroço, a nível de produtor, na UEP Baturité, 1970-84

(Cr\$/Kg, IGPA-coluna 17, base: 1977=100)

ANOS MESES	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984
JANEIRO	4,16	7,26	5,24	4,08	7,78	6,62	6,30	8,73	3,88	5,22	5,85	3,99	4,78	2,82	4,10
FEVEREIRO	4,07	7,97	5,04	4,19	7,48	6,57	6,19	7,78	4,03	5,52	5,15	4,53	4,61	2,59	5,76
MARÇO	3,98	6,14	4,92	4,07	7,00	6,41	5,66	6,25	3,84	4,40	4,82	4,05	4,30	2,34	5,05
ABRIL	3,92	7,44	4,88	4,02	7,55	6,27	5,64	5,23	3,86	3,79	4,62	4,09	3,96	1,92	4,31
MAIO	3,85	6,45	4,73	4,08	7,10	6,35	7,23	5,13	4,22	4,25	4,47	3,94	3,74	1,64	4,22
JUNHO	3,50	6,04	4,69	4,17	6,98	6,25	7,52	3,66	4,59	4,09	4,30	3,80	4,13	1,94	4,41
JULHO	3,87	6,83	4,50	4,51	7,06	6,73	8,64	4,93	3,76	3,91	4,29	4,28	4,26	3,34	4,17
AGOSTO	9,59	5,97	4,40	5,74	7,18	6,09	11,03	3,97	2,90	5,27	3,76	4,44	4,44	4,57	3,38
SETEMBRO	6,95	5,64	4,36	7,01	6,42	5,92	11,12	4,68	3,85	4,97	3,85	4,25	4,91	4,03	3,05
OUTUBRO	7,14	5,39	4,34	7,25	5,68	5,68	10,34	4,55	4,14	5,47	4,88	5,00	4,49	4,13	2,62
NOVEMBRO	6,92	5,36	4,25	7,89	6,53	6,68	10,23	4,35	4,89	4,87	5,97	4,28	4,46	4,42	2,51
DEZEMBRO	7,89	5,10	3,59	7,81	7,03	6,46	10,17	3,83	5,09	5,35	3,82	3,82	4,75	4,61	2,23

FONTE: EMATERCE/CEPA-CE

TABELA 04.C - Preços médios de algodão em caroço, a nível de produtor, na UEP Sertões Cearenses, 1970-84

(Cr\$/Kg, IGPA-coluna 17, base: 1977=100)

ANOS MESES	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984
JANEIRO	3,48	6,21	4,95	4,08	8,03	6,43	6,44	9,11	5,56	5,38	4,92	5,30	4,88	3,93	3,97
FEVEREIRO	3,33	5,52	7,13	4,15	7,58	6,68	6,14	9,00	4,18	5,31	5,00	5,12	3,84	3,72	3,43
MARÇO	3,04	5,26	4,73	4,19	7,61	6,41	5,76	7,52	3,89	4,69	4,82	4,70	3,84	3,01	3,71
ABRIL	3,70	5,23	5,16	3,90	6,88	6,58	6,08	7,45	3,64	4,09	4,66	4,68	3,74	2,54	3,17
MAIO	3,70	5,14	4,74	3,61	5,68	6,22	5,19	5,18	3,77	4,54	4,70	4,42	3,33	2,38	4,25
JUNHO	3,57	4,94	4,55	5,59	5,58	5,84	6,13	6,63	3,84	4,55	4,77	4,74	3,47	2,72	3,87
JULHO	4,92	5,02	4,50	4,66	5,65	5,71	5,02	7,15	3,54	4,62	5,29	5,10	3,87	3,88	3,68
AGOSTO	4,76	5,10	4,40	6,02	5,74	5,22	9,06	5,95	4,13	5,72	5,39	4,55	4,47	6,62	3,25
SETEMBRO	6,62	5,10	4,36	7,39	5,80	5,90	9,85	6,22	4,53	6,69	6,21	4,93	4,73	5,78	3,20
OUTUBRO	6,49	4,92	4,39	8,25	5,90	6,12	10,69	5,31	4,35	7,07	6,57	4,79	4,89	5,00	3,07
NOVEMBRO	6,41	4,94	4,17	7,56	6,64	6,28	11,06	5,59	4,92	6,49	5,98	4,62	4,63	5,42	2,66
DEZEMBRO	6,38	4,59	4,10	7,89	7,08	8,36	10,35	5,23	5,12	5,80	5,82	4,49	5,28	6,02	2,58

FONTE: EMATERCE/CEPA-CE

TABELA 05.C - Preços médios de algodão em caroço, a nível de produtor, na UEP Ibiapaba, 1970-84

(Cr\$/Kg, IGPA-coluna 17, base: 1977=100)

ANOS MESES	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980*	1981	1982	1983	1984
JANEIRO	3,25	-	-	-	-	-	-	5,95	4,68	5,46	5,64	5,79	4,78	3,27	5,84
FEVEREIRO	3,18	-	-	-	-	-	-	-	4,52	5,23	4,85	5,56	4,61	3,28	5,35
MARÇO	-	-	3,88	-	-	-	-	-	4,31	4,82	4,54	5,00	4,30	2,71	5,05
ABRIL	-	-	3,79	-	-	-	-	-	4,04	4,55	4,16	4,77	3,96	2,35	4,31
MAIO	-	-	4,69	-	-	-	-	3,79	3,85	4,50	3,97	4,47	3,74	2,46	5,18
JUNHO	-	-	4,73	-	-	-	6,34	3,84	3,74	4,27	3,42	4,40	4,13	3,02	3,30
JULHO	-	-	-	-	-	-	9,73	3,94	3,62	4,03	-	5,22	4,25	3,72	3,39
AGOSTO	-	-	-	-	-	-	9,65	3,97	3,50	5,77	5,54	4,93	4,44	3,22	3,38
SETEMBRO	-	-	-	-	-	-	11,26	4,01	3,87	6,51	5,22	4,69	4,91	4,18	3,05
OUTUBRO	-	-	-	-	-	-	11,81	3,89	5,04	6,04	6,17	-	4,49	4,82	2,99
NOVEMBRO	-	-	-	7,38	-	-	9,88	-	4,89	5,68	5,97	4,71	4,46	5,28	2,68
DEZEMBRO	-	-	-	7,18	-	-	8,54	-	4,92	5,46	8,73	4,61	4,21	6,07	2,46

FONTE: EMATERCE/CEPA-CE

TABELA 06.C - Preços médios de algodão em caroço, a nível de produtor, na UEP Baixo Jaguaribe, 1970-84

(Cr\$/Kg, IGPA-coluna 17, base: 1977=100)

ANOS MESES	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984
JANEIRO	3,03	6,21	4,95	3,95	7,22	5,76	6,22	6,34	4,50	4,61	4,81	5,44	3,21	2,30	3,88
FEVEREIRO	2,96	5,95	5,82	3,95	7,00	5,52	5,20	5,25	3,73	4,59	4,60	5,29	4,28	2,06	3,29
MARÇO	2,89	8,77	5,87	3,87	7,29	3,92	4,98	4,16	3,61	4,23	4,22	4,76	3,04	1,60	4,83
ABRIL	3,18	6,39	5,96	3,78	6,70	3,25	5,08	3,86	3,13	4,05	3,87	4,55	3,37	1,81	4,93
MAIO	2,74	7,42	4,59	3,61	5,85	3,85	4,82	3,89	3,05	4,50	3,74	4,26	2,97	1,56	4,84
JUNHO	3,21	7,14	4,89	3,83	6,17	4,22	5,08	4,45	3,18	3,48	4,12	4,18	3,04	1,85	4,45
JULHO	3,94	6,22	4,50	3,76	6,24	4,95	7,62	4,44	3,46	3,58	4,73	4,07	3,23	4,13	3,89
AGOSTO	5,78	6,41	4,27	4,66	6,61	4,48	9,43	5,09	3,61	4,62	5,10	4,20	3,60	4,68	3,64
SETEMBRO	6,62	6,56	4,23	5,76	5,42	4,35	8,50	5,35	3,81	5,56	5,51	4,41	3,86	5,48	3,31
OUTUBRO	6,36	5,71	4,21	6,69	5,76	4,87	9,02	5,28	4,58	6,53	5,68	4,00	4,22	5,65	2,95
NOVEMBRO	6,47	5,10	4,12	5,97	8,20	5,59	8,81	5,14	4,53	5,48	5,45	4,58	3,71	5,80	2,40
DEZEMBRO	6,49	5,05	4,05	8,30	6,32	5,85	8,02	4,68	4,51	5,20	5,01	4,39	4,50	6,23	2,36

FONTE: EMATERCE/CEPA-CE

TABELA 07.C - Preços médios de algodão em caroço, a nível de produtor, na UEP Sertões de Quixeramobim e Médio Jaguaribe, 1970-84

(Cr\$/Kg, IGPA-coluna 17, base: 1977=100)

ANOS MESES	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984
JANEIRO	4,09	6,95	5,14	4,12	8,45	7,21	6,36	8,91	4,83	5,79	5,59	5,73	4,70	3,04	5,83
FEVEREIRO	2,96	5,52	5,52	5,00	8,87	6,71	6,27	7,99	4,82	5,03	5,25	5,66	4,63	2,66	6,20
MARÇO	3,98	5,26	5,16	3,91	7,38	6,96	5,69	7,08	4,83	5,01	5,00	5,36	3,51	2,57	5,85
ABRIL	3,33	5,23	5,44	3,94	5,92	6,97	5,51	6,17	4,74	4,71	4,57	5,28	4,21	2,51	4,82
MAIO	3,85	4,68	5,07	4,00	6,90	6,58	5,33	5,90	4,77	4,83	4,35	5,17	3,84	2,68	4,69
JUNHO	3,78	4,50	5,11	3,83	6,00	5,74	5,89	5,98	4,64	4,77	4,90	4,91	3,65	3,02	4,49
JULHO	5,14	4,64	4,59	5,00	7,54	6,01	9,13	5,63	5,00	5,04	4,88	4,56	3,82	3,52	3,77
AGOSTO	6,59	4,89	4,49	6,00	7,67	4,39	10,95	4,92	4,83	5,66	5,61	4,63	4,34	4,19	3,53
SETEMBRO	7,15	5,16	4,41	7,06	5,91	4,83	11,78	5,58	4,66	5,69	7,01	4,88	4,43	5,26	3,31
OUTUBRO	7,27	5,18	4,39	8,40	6,53	5,60	10,06	5,78	5,47	7,13	6,62	5,08	5,03	5,21	2,88
NOVEMBRO	8,52	5,10	4,29	7,60	6,84	6,09	9,29	5,14	5,71	6,45	6,41	4,88	4,27	4,93	2,78
DEZEMBRO	7,00	5,35	4,35	7,45	7,60	6,32	9,13	4,94	6,09	6,02	6,00	4,93	3,97	4,88	2,47

FONTE: EMATERCE/CEPA-CE

TABELA 08.C - Preços médios de algodão em caroço, a nível de produtor, na UEP Sertões dos Inhamuns e Salgado, 1970-84

(Cr\$/Kg, IGPA-coluna 17, base: 1977=100)

ANOS MESES	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984
JANEIRO	5,22	8,32	5,44	4,53	9,33	7,13	6,67	8,82	5,22	5,72	5,47	6,34	4,56	3,61	5,22
FEVEREIRO	4,14	8,22	5,67	4,47	9,04	6,47	6,38	8,49	5,07	5,69	5,06	6,34	4,99	3,59	5,40
MARÇO	4,42	7,77	5,54	4,54	7,97	6,62	6,26	7,46	5,10	5,26	4,90	5,54	4,22	2,89	4,80
ABRIL	4,44	3,89	5,30	4,29	7,43	6,33	5,93	6,31	4,90	4,79	4,84	5,12	3,92	2,57	4,13
MAIO	4,44	3,82	5,68	4,59	7,18	6,24	5,56	6,41	4,88	4,82	4,48	4,86	3,82	2,51	3,28
JUNHO	5,00	4,23	4,69	4,86	6,48	6,27	6,21	5,93	4,96	4,91	5,55	4,98	3,57	3,10	3,48
JULHO	5,21	5,19	4,82	5,00	5,62	6,28	9,37	5,81	4,93	5,30	5,42	5,12	3,85	3,68	3,59
AGOSTO	7,22	5,35	4,53	6,30	5,71	5,82	11,03	5,79	4,83	5,68	5,98	4,91	4,15	5,42	3,50
SETEMBRO	7,88	5,48	4,41	7,62	6,28	6,31	13,02	7,78	5,24	6,31	6,59	4,91	4,66	5,58	3,30
OUTUBRO	8,24	5,39	4,86	8,51	6,27	6,86	12,33	7,78	5,43	6,86	6,94	4,83	4,58	5,51	3,08
NOVEMBRO	9,35	6,35	4,72	8,34	6,84	7,02	11,03	5,56	5,40	6,44	6,48	4,73	4,58	5,71	2,69
DEZEMBRO	10,63	5,35	4,68	8,60	7,22	6,75	10,67	5,42	5,65	5,88	6,52	4,86	4,85	5,84	2,44

FONTE: EMATERCE/CEPA-CE

TABELA 09.C - Preços médios de algodão em caroço, a nível de produtor, na UEP Cariri, 1970-84

(Cr\$/Kg, IGPA-coluna 17, base: 1977=100)

ANOS MESES	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984
JANEIRO	3,88	6,21	4,95	3,83	8,55	7,23	6,85	9,11	5,27	5,34	5,15	5,47	4,65	3,00	5,04
FEVEREIRO	3,77	6,32	4,61	4,07	8,63	7,00	6,42	6,49	5,36	5,89	5,06	5,42	5,00	2,96	5,53
MARÇO	3,55	5,08	4,26	3,75	8,12	6,33	6,10	7,21	5,18	5,45	4,57	4,96	4,16	2,54	5,24
ABRIL	3,70	5,05	3,99	4,02	7,61	6,22	6,10	5,89	4,55	5,07	5,06	4,70	3,93	2,39	5,00
MAIO	3,48	4,57	3,79	3,85	7,10	5,91	5,43	6,72	4,18	5,03	4,25	4,51	3,74	2,21	4,76
JUNHO	2,39	4,12	4,50	4,13	6,48	6,00	6,90	6,62	4,36	4,99	4,76	4,55	3,56	3,03	4,43
JULHO	3,59	3,82	4,28	5,07	5,59	5,56	8,43	6,41	4,76	4,78	4,81	4,73	3,62	3,24	4,17
AGOSTO	5,64	4,02	4,27	6,26	5,68	5,15	10,85	5,29	4,97	5,58	5,68	4,68	4,06	4,53	3,82
SETEMBRO	5,55	4,19	4,23	7,50	6,51	5,94	13,01	5,77	5,29	6,68	6,28	4,71	4,27	4,64	3,49
OUTUBRO	6,85	4,92	4,30	9,18	6,30	6,27	12,31	5,75	5,55	6,88	7,82	4,73	4,21	4,68	3,10
NOVEMBRO	6,85	4,88	4,17	8,26	6,89	6,35	10,59	5,59	5,78	6,59	5,68	4,69	4,21	4,70	2,75
DEZEMBRO	8,68	4,74	4,14	8,45	8,97	6,14	10,17	5,50	5,89	5,96	5,80	4,51	3,93	4,82	2,52

FONTE: EMATERCE/CEPA-CE

Programa computacional em linguagem FORTRAN  
elaborado para os dados espectrais dos átomos de hidrogênio  
através da Equação de Balmer.

ANEXO D

Programa computacional, em FORTRAN, utilizado da dissertação



Programa computacional em linguagem FORTRAN utilizado para estimar espectros de séries temporais através da "janela" de Parzen

```

00100 C .....
00200 C
00300 C PROGRAMA SPECTP
00400 C
00500 C FINALIDADE : ESTIMAR O ESPECTRO DE UMA SERIE TEMPORAL ATRAVES DA
00600 C JANELA DE PARZEN
00700 C .....
00800 C
00900 C
01000 C
01100 C
01200 C DOUBLE PRECISION ARQVO
01300 C REAL LAMBDA(0:599)
01400 C DIMENSION X(0:599),Y(0:599),C(0:599),R(0:599),F(0:1199),FN(0:1199)
01500 C DIMENSION FMT(16)
01600 C
01700 C LEITURA DOS PARAMETROS
01800 C
01900 C TYPE 100
02000 100 FORMAT(' NOME DO ARQUIVO DE OBSERVACOES => 'S)
02100 ACCEPT 200, ARQVO
02200 200 FORMAT(A10)
02300 TYPE 300
02400 300 FORMAT(' NUMERO DE OBSERVACOES => 'S)
02500 ACCEPT 400, N
02600 400 FORMAT(I)
02700 TYPE 500
02800 500 FORMAT(' FORMATO DAS OBSERVACOES NO ARQUIVO => 'S)
02900 ACCEPT 600, FMT
03000 600 FORMAT(16A5)
03100 TYPE 650
03200 650 FORMAT(' NUMERO DE DIFERENCAS => 'S)
03300 ACCEPT 400, ND
03400 TYPE 700
03500 700 FORMAT(' PONTO DE TRUNCAMENTO => 'S)
03600 ACCEPT 400, M
03700 TYPE 800
03800 800 FORMAT(' NUMERO DE DIVISOES DO INTERVALO [0,PI] => 'S)
03900 ACCEPT 400, L
04000 C
04100 C INICIALIZACAO E LEITURA DE OBSERVACOES
04200 C
04300 C PI=3.1415926535
04400 C PA=PI/FLOAT(L)
04500 C N1=N-1
04600 C M1=M-1
04700 C LL=2*L
04800 C FLI=FLOAT(LL)
04900 C OPEN(UNIT=10,DEVICE='DSK',FILE=ARQVO)
05000 C READ(10,FMT) (Y(I),I=0,ND)
05100 C CLOSE(UNIT=10)
05200 C N1=N-ND
05300 C N1=N1-ND
05400 C DO 101 I=0,N1
05500 101 X(I)=Y(I)
05600 C IF(ND,EQ,0) GO TO 103
05700 C DO 102 I=0,N1
05800 102 II=I+ND
05900 102 X(I)=Y(II)-Y(I)
06000 C
06100 C CALCULO DA MEDIA, VARIANCIA, AUTOCORRELACOES E JANELA DE PARZEN
06200 C
06300 103 XB=XBAR(X,N)
06400 C C(0)=ATCOV(X,0,N)
06500 C VAR=C(0)
06600 C R(0)=1.
06700 C DO 1 K=1,L
06800 C C(K)=ATCOV(X,F,N)
06900 1 R(K)=C(K)/VAR
07000 C CALL PARZ(LAMBDA,F)

```

```

07100 C
07200 C      CALCULO DA DENSIDADE ESPECTRAL
07300 C
07400 C      W=0.
07500 C      DO 3 J=0,L
07600 C      F(J)=0.
07700 C      DO 2 K=1,M
07800 C      FK=FLOAT(K)
07900 2      F(J)=F(J)+LAMBDA(K)*C(K)*COS(W*FK)
08000 C      F(J)=2.*F(J)
08100 C      F(J)=F(J)+C(0)
08200 C      F(J)=F(J)/PI
08300 C      FN(J)=F(J)/VAR
08400 3      W=W+DK
08500 C
08600 C      IMPRESSAO DOS RESULTADOS
08700 C
08800 C      PRINT 1000
08900 1000  FORMAT(1H1//T10,'PROGRAMA PARA ESTIMAR A FUNCAO ESPECTRAL'//
09000 C      1110'USANDO A JANELA DE PARZEN'//190'J.BATISTA F.G.REFIO'//
09100 C      2190'26.10.82'//)
09200 C      PRINT 2000, ARQVU
09300 2000  FORMAT(//T10,'DADOS ORIGINAIS ('A10,')')
09400 C      PRINT *,(Y(I),I=0,NN)
09500 C      PRINT 2500, NU,ARQVU
09600 2500  FORMAT(//T10,'DADOS CUM ',T1,' DIFERENCAS ('A10,')')
09700 C      PRINT *,(X(I),I=0,N1)
09800 C      PRINT 3000, XH, VAR
09900 3000  FORMAT(//T5,'MEDIA = ',E15.7/T5,'VARIANCIA = ',E15.7)
10000 C      PRINT 1000
10100 C      PRINT 4000
10200 4000  FORMAT(//T10,'LAG',T16,'AUTOCOVARIANCIA',T14,'AUTOCORRELACAO'//
10300 C      1T11,'K',T71,'C(K)',T37,'R(K)')
10400 C      DO 4 K=0,N1
10500 4      PRINT 5000, K, C(K), R(K)
10600 5000  FORMAT(110,13,2X,E15.7,6X,E5.2)
10700 C      PRINT 1000
10800 C      PRINT 6000
10900 6000  FORMAT(//T16,'PERIODO',T25,'FREQUENCIA',T17,'FREQ. ANGULAR',T12,
11000 C      1'DEN. ESPECTRAL',T6H,'DEN. ESP. NOR.'//T12,'J',T17,'F(J)',T28,
11100 C      2'V(J)',T42,'R(J)',T17,'F(J)')
11200 C      PRINT 7000, F(0), FN(0)
11300 7000  FORMAT(113,'0',3HX,E14.7,2X,E14.7)
11400 C      W=0.
11500 C      DO 5 J=1,L
11600 C      W=W+DW
11700 C      FJ=FLOAT(J)
11800 C      T=ELL/FJ
11900 5      PRINT 8000, J, T, J, LL, W, F(J), FN(J)
12000 8000  FORMAT(110,14,2X,E7.2,3X,12,'/',14,4X,E13.6,2(2X,E14.7))
12100 C      CALL EXIT
12200 C      END
12300
12400
12500
12600 C      *****
12700 C
12800 C      FUNCAO XBAR(X,N)
12900 C
13000 C      FINALIDADE : CALCULAR MEDIA DE N OBSERVACOES
13100 C
13200 C      PARAMETROS : X - OBSERVACOES
13300 C      N - NUMERO DE OBSERVACOES
13400 C
13500 C      *****
13600 C
13700 C
13800 C
13900 C      FUNCTION XBAR(X,N)
14000 C      DIMENSION X(N)
14100 C      XBAR=0.
14200 C      DO 10 I=1,N
14300 10      XBAR=XBAR+X(I)
14400 C      XBAR=XBAR/FLOAT(N)
14500 C      RETURN
14600 C      END
14700
14800
14900
15000 C      *****
15100 C
15200 C      FUNCAO ATCOV(X,K,N)
15300 C
15400 C      FINALIDADE : CALCULAR A AUTOCOVARIANCIA DE X COM LAG K
15500 C
15600 C      PARAMETROS : X - OBSERVACOES DA V.A. X
15700 C      K - LAG
15800 C      N - NUMERO DE OBSERVACOES
15900 C
16000 C      *****
16100 C

```

```

16200 C
16300 C
16400 FUNCTION ATCOV(X,K,H)
16500 DIMENSION X(N)
16600 FH=FLOAT(H)
16700 NK=N-K
16800 XH=X*HAR(X,N)
16900 AICOV=0.
17000 DO 1 I=1,NK
17100 IK=I+K
17200 1 AICOV=AICOV+(X(I)-XB)*(X(IK)-XH)
17300 AICOV=AICOV/FH
17400 RETURN
17500 END
17600
17700
17800
17900 C *****
18000 C
18100 C SUBROTINA PARZ(LAMBDA,M)
18200 C
18300 C FINALIDADE : CALCULAR A JANELA DE PARZEN
18400 C
18500 C PARAMETROS : LAMBDA - JANELA DE PARZEN
18600 C M - PONTO DE TRUNCAMENTO
18700 C
18800 C *****
18900 C
19000 C
19100 C
19200 SUBROUTINE PARZ(LAMBDA,M)
19300 REAL LAMBDA(0:1)
19400 MM=M/2
19500 M1=M-1
19600 MM1=MM-1
19700 FM=FLOAT(M)
19800 LAMBDA(0)=1.
19900 DO 10 K=1,MM
20000 FK=FLOAT(K)
20100 R=FK/FM
20200 10 LAMBDA(K)=1.-6.*FK*FK*(1.-R)/(FM*FM)
20300 DO 20 K=MM1,M1
20400 FK=FLOAT(K)
20500 R=FK/FM
20600 R1=1.-R
20700 20 LAMBDA(K)=2.*R1*M1*R1
20800 LAMBDA(4)=0.
20900 RETURN
21000 END

```

Exemplo hipotético da aplicação de análise de Fourier

A análise de Fourier é utilizada para decompor um sinal em suas componentes de frequência. Este método é fundamental para a análise de sistemas dinâmicos e para a identificação de modos de vibração. No contexto de sistemas mecânicos, a análise de Fourier permite determinar as frequências naturais de um sistema a partir de dados de resposta em frequência. A aplicação de análise de Fourier a dados hipotéticos demonstra como as características de um sistema podem ser inferidas a partir de medições de amplitude e fase em função da frequência.

ANEXO E

Exemplo da Aplicação de Análise Espectral com  
Dados Hipotéticos

Exemplo Hipotético da Aplicação de Análise Espectral

A ilustração a seguir apresentada é uma adaptação de um exemplo retirado do livro de BOLCH & HUANG (1976), o qual consiste na aplicação da análise auto-espectral da série artificial apresentada na TABELA 01.E. Como a série tem tendência linear, o que pode ser visto na FIGURA 01.E, foi aplicada uma primeira diferença com a finalidade de torná-la estacionária, como mostra a FIGURA 02.E. A busca da estacionariedade foi necessária para evitar-se o erro denominado de "leakage" que consiste em apresentar valores para o espectro muito elevados na frequência zero e isto ocorre quando uma série com tendência é utilizada para estimar o espectro. Enfim, em análise espectral um dos pressupostos básicos é a estacionariedade da série.

TABELA 01.E - Série artificial diferida uma vez

t	$X_t$	$\Delta X_t = X_t - X_{t-1}$
1	92,94	8,70
2	102,64	7,46
3	110,10	-10,94
4	99,16	- 1,56
5	97,60	10,20
6	107,80	5,74
7	113,54	-13,52
8	100,02	1,44
9	101,46	13,32
10	114,78	0,22
11	115,00	-12,60
12	102,40	-

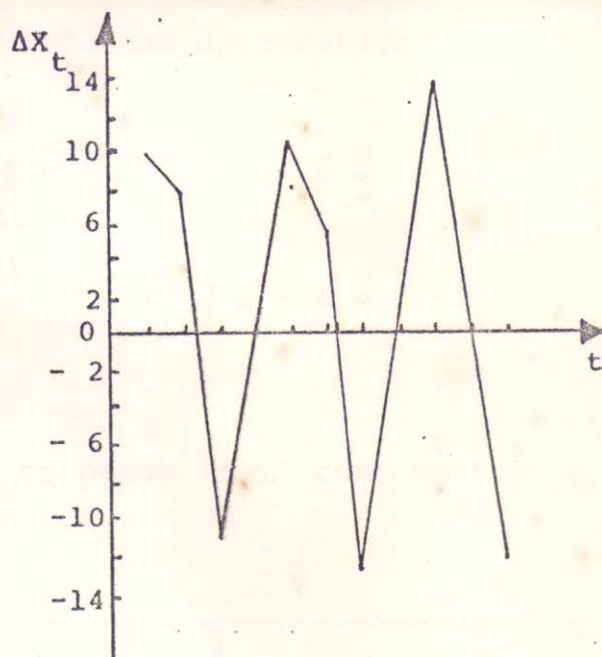
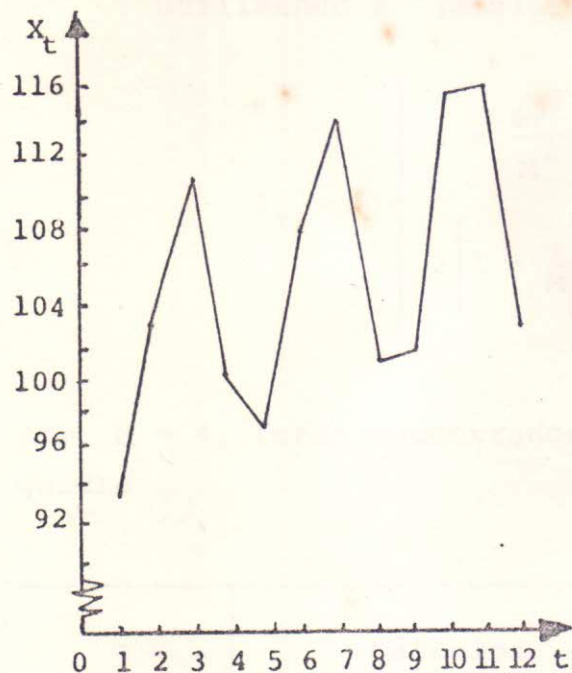


FIGURA 01.E - Gráfico da série artificial

FIGURA 02.E - Gráfico da série artificial diferenciada uma vez

Como se vê, o número de observações é 11, uma vez que a série com uma diferença perde uma observação e o ponto de truncamento escolhido foi  $M = 4$ . Com isto é feito o cálculo dos coeficientes da função de autocovariância a partir da equação abaixo:

$$C(\tau) = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^{n-\tau} (X_t - \bar{X})(X_{t+\tau} - \bar{X}), \quad \tau = 1, 2, 3, 4.$$

obtendo-se os seguintes resultados:

$\tau$	$C(\tau)$
0	83,800
1	- 3,513
2	-65,549
3	7,735

Utilizando a "janela" de Parzen apresentada abaixo

$$\lambda_{\tau} = \begin{cases} 1 - \frac{6\tau^2}{M^2} \left(1 - \frac{\tau}{M}\right) & ; 0 \leq \tau \leq \frac{M}{2} \\ 2 \left(1 - \frac{\tau}{M}\right)^3 & ; \frac{M}{2} \leq \tau \leq M, \end{cases}$$

com  $M = 4$ , foram encontrados os pesos  $\lambda_{\tau}$ , como mostra o quadro

$\tau$	Cálculos	$\lambda_{\tau}$
0	$1 - \frac{6(0)^2}{(4)^2} \left(1 - \frac{0}{4}\right)$	1,000
1	$1 - \frac{6(1)^2}{(4)^2} \left(1 - \frac{1}{4}\right)$	0,719
2	$1 - \frac{6(2)^2}{(4)^2} \left(1 - \frac{2}{4}\right)$	0,250
3	$2 \left(1 - \frac{3}{4}\right)^3$	0,031
4	$2(1 - 1)^3$	0,000

Vai-se agora calcular o estimador da função de densidade de espectral dada por

$$\hat{f}(w) = \frac{1}{\pi} \left( \lambda_0 C_0 + 2 \sum_{\tau=1}^M \lambda_{\tau} C_{\tau} \cos \tau w \right), \quad 0 \leq w \leq \pi,$$

onde  $w$  é a frequência angular. Como já se sabe, os valores de  $\lambda_{\tau}$  e  $C_{\tau}$ , para  $\tau = 0, 1, 2$  e  $3$ , então pode-se calcular os produtos  $\lambda_{\tau} C_{\tau}$  e obtem-se a seguinte tabela

$\tau$	$\lambda_{\tau}$	$C_{\tau}$	$\lambda_{\tau} C_{\tau}$
0	1,000	83,800	83,800
1	0,719	- 3,513	- 2,526
2	0,250	-65,549	-16,387
3	0,031	7,735	0,240

Substituindo-se estes valores na função anterior, com  $M=4$ ,  
obtem-se

$$\begin{aligned} \hat{f}(w) &= \frac{1}{\pi} \left( 83,800 + 2(-2,526\cos w - 16,387\cos 2w + \right. \\ &\quad \left. + 0,240\cos 3w) \right) = \\ &= \frac{1}{\pi} (83,800 - 5,052\cos w + 32,774\cos 2w + 0,48\cos 3w). \end{aligned}$$

Finalmente, para esboçar o gráfico desta função é necessário calcular  $\hat{f}(w)$  para alguns valores de  $w$ . Neste exemplo, divide-se o intervalo  $[0, \pi]$  em 12 partes iguais e obtêm-se os valores constantes da tabela seguinte.

O procedimento acima, em termos práticos, só é possível através de programas de computador específicos, uma vez que é impraticável fazer estes cálculos quando a série temporal é grande.



w	cos w	cos 2w	cos 3w	$\hat{f}(w)$
0	1,000	1,000	1,000	14,787
$\pi/12$	0,966	0,866	0,707	16,194
$\pi/6$	0,866	0,500	0,000	20,065
$\pi/4$	0,707	0,000	- 0,707	25,429
$\pi/3$	0,500	- 0,500	- 1,000	30,994
$5\pi/12$	0,259	- 0,866	- 0,707	35,184
$\pi/2$	0,000	- 1,000	0,000	37,107
$7\pi/12$	- 0,259	- 0,866	0,707	36,233
$2\pi/3$	- 0,500	- 0,500	1,000	32,847
$3\pi/4$	- 0,707	0,000	0,707	27,919
$5\pi/6$	- 0,866	0,500	0,000	23,467
$11\pi/12$	- 0,966	0,866	- 0,707	19,457
$\pi$	- 1,000	1,000	- 1,000	17,697

Para saber se num espectro estimado existem picos significativos é necessário introduzir a noção do espectro de um processo puramente aleatório. A função de densidade espectral de um processo desta natureza é dada por

$$\hat{f}(w) = \frac{\hat{\sigma}^2}{\pi} .$$

Assim, a faixa de confiança superior é dada por

$$\frac{\sigma^2}{\pi} \left/ \frac{\chi^2_1 - \frac{\alpha}{2}; \nu}{\nu} \right.$$

Para estimar-se este valor, usando a "janela" de Parzen, o valor de  $\nu$  é dado por  $(3,71) \frac{n}{M}$ , CHATFIELD (1980), e então calcula-se

$$\frac{C_0^2}{\pi} \left/ \frac{\chi^2_1 - \frac{\alpha}{2}; 3,71 \frac{n}{M}}{3,71 \frac{n}{M}} \right. .$$

No caso particular do exemplo, com 10% de significância, o valor da faixa é dado por

$$(3,71) \frac{11}{4} \cong 10$$

$$\chi_{0,95;10}^2 = 3,247$$

e

$$\frac{c_0^2}{\pi} \bigg/ \frac{\chi_{0,95;10}^2}{10} = 67,70.$$

O resultado acima fornece uma linha paralela ao eixo-x que é a faixa de confiança. A interpretação deste resultado requer a aplicação do teste de hipóteses para o espectro, como segue:

$$H_0: \hat{f}(w) \leq 67,70 ;$$

$$H_1: \hat{f}(w) > 67,70 .$$

Caso o espectro fique abaixo da faixa de confiança, isto é, aceitando-se a hipótese  $H_0$ , tem-se um espectro não significativamente diferente de um espectro obtido com um modelo de caminho aleatório.

Para os picos que ficarem acima desta faixa de confiança, a hipótese  $H_1$  será aceita e isto quer dizer que estes picos são significantes.

A FIGURA 03.E mostra o gráfico do espectro estimado com a respectiva faixa de confiança.

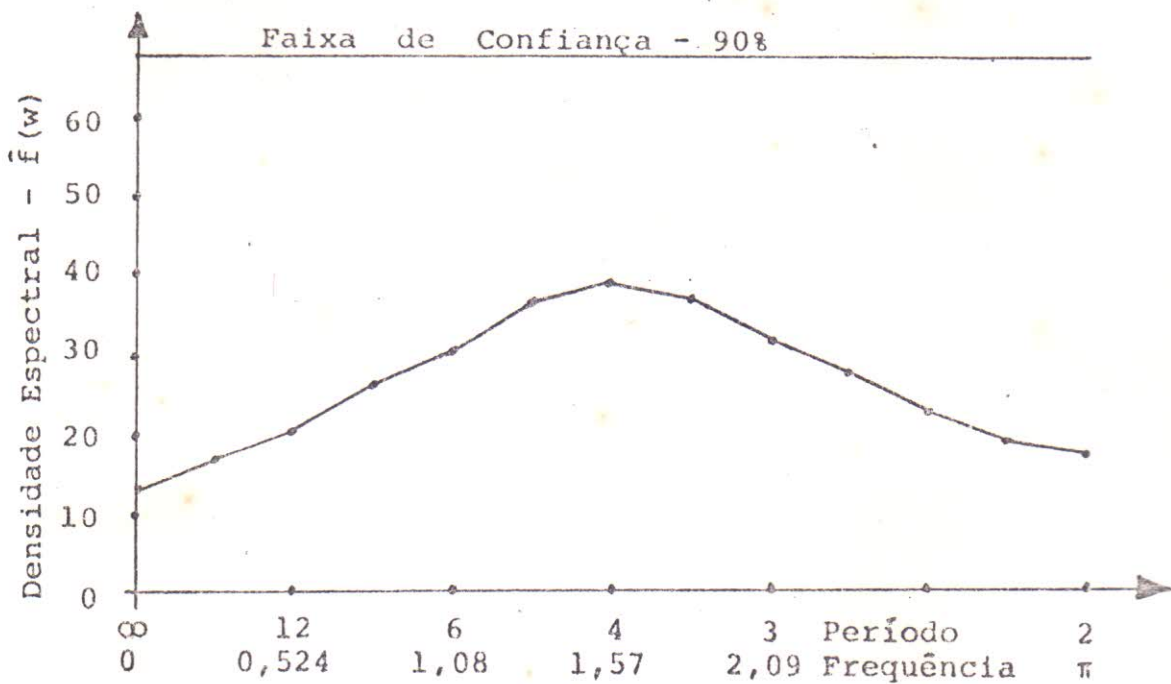


FIGURA 03.E - Gráfico do espectro estimado da primeira diferença da série da TABELA 01.E, com sua respectiva faixa de confiança

O espectro estimado apresentado na FIGURA 03.E não apresentou nenhum pico significativo em razão do mesmo ficar abaixo da faixa de confiança.

