



UFBA

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
ESCOLA POLITÉCNICA
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA INDUSTRIAL - PEI

DOUTORADO EM ENGENHARIA INDUSTRIAL

LUANE ALCÂNTARA NUNES

**DIAGNÓSTICO DO DESPERDÍCIO, POSSIBILIDADES
DE APLICAÇÃO E DEMANDA FUTURA DAS
CASCAS DO COCO VERDE COM AVALIAÇÃO DA
INCERTEZA DAS INFORMAÇÕES**



Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
ESCOLA POLITÉCNICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA INDUSTRIAL

LUANE ALCÂNTARA NUNES

DIAGNÓSTICO DO DESPERDÍCIO, POSSIBILIDADES
DE APLICAÇÃO E DEMANDA FUTURA DAS CASCAS
DO COCO VERDE COM AVALIAÇÃO DA
INCERTEZA DAS INFORMAÇÕES

Salvador

2021

**DIAGNÓSTICO DO DESPERDÍCIO, POSSIBILIDADES
DE APLICAÇÃO E DEMANDA FUTURA DAS CASCAS
DO COCO VERDE COM AVALIAÇÃO DA
INCERTEZA DAS INFORMAÇÕES**

Texto apresentado ao programa de pós-graduação em Engenharia Industrial, da Universidade Federal da Bahia, como requisito para obtenção do título de doutorado.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo de Araújo Kalid

Orientador: Prof. Dr. Juliano Zaffalon Gerber

DIAGNÓSTICO DO DESPERDÍCIO, POSSIBILIDADES DE APLICAÇÃO E DEMANDA FUTURA DAS CASCAS DO COCO VERDE COM AVALIAÇÃO DA INCERTEZA DAS INFORMAÇÕES

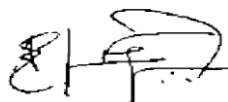
LUANE ALCÂNTARA NUNES

Tese submetida ao corpo docente do programa de pós-graduação em Engenharia Industrial da Universidade Federal da Bahia como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de doutora em Engenharia Industrial.

Examinada por:



Prof. Dr. Ricardo de Araújo Kalid*
Doutor em Engenharia Química, pela
Universidade de São Paulo, Brasil, 1999.



Prof. Dr. Adriano Marcos Rodrigues
Figueiredo
Doutor em Economia Aplicada pela
Universidade Federal de Viçosa, Brasil, 2002.



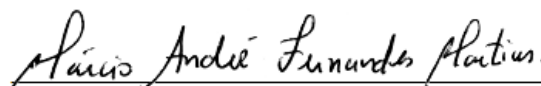
Prof. Dr. Luciano Brito Rodrigues
Doutor em Engenharia Mecânica pela
Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil,
2008.



Prof. Dr. Juliano Zaffalon Gerber*
Doutor em Engenharia de Produção pela
Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil,
2006.



Prof. Dr. Fábio Mariano Bayer Doutor em
Estatística pela Universidade Federal de
Pernambuco, Brasil, 2011.



Prof. Dr. Márcio André Fernandes
Martins
Doutor em Engenharia Química pela
Universidade de São Paulo, Brasil, 2014.

* Orientadores, participaram da banca, mas não votaram no processo de avaliação.

Salvador – BA

Julho/2021

AGRADECIMENTOS

À fonte divina que habita meu ser e que está em tudo o que me cerca. A minha centelha divina, a Cristo em mim. Sem essa força, tão invisível aos olhos físicos humanos, mas tão presente e tão real, seria impossível prosseguir e chegar até o final. Toda honra e toda glória sejam dadas a Deus, a meu mestre Jesus e a todo o universo divino ainda desconhecido que contribui comigo o tempo todo em graça, favor e amor.

Ao meu esposo, Juliano Zaffalon, por ter me mostrado o caminho a trilhar, por todas as correções e orientações e pelo apoio e parceria na vida. Se nosso amor resistiu a essas provas de fogo, não há nada mais que pode nos separar nessa existência!

A minha mãe, Alana Alcântara, minha rocha terrena, meu lugar de amparo, proteção e motivação. Meu apoio espiritual e emocional. Com ela eu aprendo todos os dias sobre o amor e sobre a vontade de ser uma pessoa melhor.

A minha amiga Isabela Vilas-Bôas, por ter me ouvido e estado presente em diversos momentos de desolações e alegrias. A minha amiga Heilane Lopes, por todo o compartilhamento da jornada e envio de boas energias em todo o processo. E a todos os familiares e demais amigos que enviaram vibrações positivas e torceram pelo meu sucesso.

Ao meu orientador, Ricardo Kalid, por ter aberto as portas para essa oportunidade, pela dedicação em todo o processo e por estar disponível sempre que era preciso. O processo foi árduo, mas sem ele as incertezas seriam desconhecidas e nada sairia com a mesma qualidade atual. Guardarei para sempre o seu empenho e nível de excelência com a profissão que exerce.

Você não é o corpo, você é a consciência que habita o corpo; Você não é a mente, você é a consciência que observa a mente; O corpo um dia chegará ao fim, um pensamento acaba assim que o outro começa, já você, a consciência, é eterna!

Eckhart Tolle

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Epicarpo, mesocarpo e endocarpo das cascas do coco verde	21
Figura 2 - Possibilidades de aplicação e produtos derivados das cascas do coco verde	40
Figura 3 - Metodologia da pesquisa	67
Figura 4 - Métodos de predição de séries temporais	74
Figura 5 – Método 1 de autoria própria para a elaboração de uma previsão de demanda utilizando uma série temporal sem tendência e com alta variabilidade	
Figura 6 – Método 2 de predição de séries temporais	76
Figura 7 – Método 3 de predição de séries temporais	77
Figura 8 – Mapa bolha da quantidade de comerciantes que vendem água de coco nos municípios da região de estudo	80
Figura 9 – Pontos de venda de água de coco verde no município de Ilhéus	80
Figura 10 – Pontos de venda de água de coco verde no município de Itacaré	81
Figura 11 – Pontos de venda de água de coco verde no município de Canavieiras	82
Figura 12 – Pontos de venda de água de coco verde no município de Valença.....	83
Figura 13 – Pontos de venda de água de coco verde no município de Camamu	84
Figura 14 – Pontos de venda de água de coco verde no município de Cairu	85
Figura 15 – Pontos de venda de água de coco verde no município de Ituberá	86
Figura 16 – Desperdício de cascas de coco verde nas cabanas em mês de alta e baixa estação nos municípios da região analisada	87
Figura 17 – Total em volume de cascas de coco verde desperdiçadas por mês nos municípios da região de estudo	88
Figura 18 – Total de massa de fibras equivalentes por mês desperdiçadas nos municípios da região de estudo na alta e baixa estação	89
Figura 19 – Recipientes utilizados para alocação das cascas de coco nos pontos de venda analisados na região.....	91
Figura 20 – Disposição ambiental das cascas após consumo da água e polpa em 5% dos quiosques dos municípios da região analisada	92
Figura 21 - Infográfico da logística da casca de coco verde nos municípios analisados	93
Figura 22 – Série temporal do histórico de produção de mudas em tubetes da Biofábrica ..	103
Figura 23 - Série temporal da produção mensal de mudas em tubetes com outliers tratados	105
Figura 24 – Histograma da série de dados históricos	106
Figura 25 - Gráfico de subséries sazonais mensais da produção de mudas em tubetes do período de 2012 a 2019	107
Figura 26 – Previsão do método 1 comparada com os dados históricos	110
Figura 27 – Reta de tendência encontrada com aplicação do modelo de regressão nos dados históricos.....	111
Figura 28 - Análise da média em diferentes períodos de tempo	112
Figura 29 – Análise da variância em diferentes períodos de tempo.....	112
Figura 30 – Análise da função de autocorrelação na série de produção de mudas em tubetes	113
Figura 31 – Decomposição aditiva da série de quantidade de mudas produzidas em tubetes	115

Figura 32 – Decomposição multiplicativa da série de quantidade de mudas produzidas em tubetes.....	116
Figura 33 – Modelo ETS (M, N, M) – erros multiplicativos, sem tendência e sazonalidade multiplicativa, aplicado com os dados de treinamento para o período de teste de 2018 a 2020	117
Figura 34 – Modelo ETS (M, N, A) – erros multiplicativos, sem tendência e sazonalidade aditiva, aplicado com os dados de treinamento para o período de teste de 2018 a 2020	118
Figura 35 – Modelo ETS (A, N, A) – erros aditivos, sem tendência e sazonalidade aditiva, aplicado com os dados de treinamento para o período de teste de 2018 a 2020	118
Figura 36 – Comparação gráfica entre os modelos e os dados observados de teste	119
Figura 37 – Autocorrelação nos resíduos da previsão do modelo ETS (M, N, A) do método 2	120
Figura 38 – Autocorrelação nos resíduos da previsão do modelo ETS (M, N, M) do método 2	120
Figura 39 – Autocorrelação nos resíduos da previsão do modelo ETS (A, N, A) do método 2	121
Figura 40 – Previsão para produção de mudas em tubetes para os anos de 2020 – 2023 com o modelo ETS (M,N,M) escolhido	124
Figura 41 – Mil previsões obtidas pelo método 3 de <i>bootstrap</i> nos resíduos decomposição da série original usando modelos ETS, para o período de 2020 - 2022	126
Figura 42 – Comparação dos intervalos de previsão obtidos pelo método 2 (Tradicional) e pelo método 3 com incerteza inclusa (<i>Bootstrap</i>) a 90% de confiança.....	127
Figura 43 – Comparação da média das mil previsões encontradas pelo método 3 com <i>bootstrap</i> nos dados de treinamento (2012 - 2017) com os dados históricos do período de teste selecionado (2018 – 2019).....	128
Figura 44 - Função de autocorrelação dos resíduos de previsão do método 3	129
Figura 45 – Comparação da demanda mensal prevista para o ano de 2020 dos métodos 1, 2 e 3.....	130

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Possibilidades de aplicação das cascas de coco verde	35
Quadro 2 - Métodos de decomposição sazonal para análise da série temporal	51
Quadro 3 – Possibilidades de variações dos espaços e estados do modelo ETS	53
Quadro 4 - Análise SWOT da produção de bioetanol e compósitos ou compostos.....	98
Quadro 5 - Análises SWOTS dos produtos de jardinagem e briquetes oriundos da casca do coco verde.....	91
Quadro 6 - Tipos de produtos de jardinagem e artesanato feitos com casca de coco verde .	100
Quadro 7 – Publicações realizadas durante o doutorado.....	136

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 - Modelo de regressão linear simples	20
Equação 2 - Média de uma série.....	36
Equação 3 - Variância de uma série.	38
Equação 4 - Estacionariedade na média para qualquer k	41
Equação 5 - Estacionariedade na variância para qualquer k	42
Equação 6 - Coeficiente de correlação.....	43
Equação 7 - Autocorrelação amostral de k -ésima ordem	43
Equação 8 - Limites de nível de significância estatística	44
Equação 9 - Teste de Dickey-Fuller	44
Equação 10 - Primeira diferença na equação de Dickey-Fuller	45
Equação 11 - Resumo da primeira diferença na equação de Dickey-Fuller.....	44
Equação 12 - Equação sem contante ou tendência - teste de Dickey-Fuller	45
Equação 13 - Equação com contante - teste de Dickey-Fuller.....	45
Equação 14 - Equação com contante e tendência - teste de Dickey-Fuller.....	45
Equação 15 - Estatística τ (tau) teste de Dickey-Fuller.....	45
Equação 16 - Teste KPSS - modelo com tendência	46
Equação 17 - Estimador para a variância dos erros da regressão em Y_t	46
Equação 18 - Soma parcial dos resíduos	46
Equação 19 - Estatística de teste LM	46
Equação 20 - Equação de espaço de estados 1	51
Equação 21 - Equação de espaço de estados 2	51
Equação 22 - Métrica MSE de análise do desvio da previsão.....	52
Equação 23 - Métrica RMSE de análise do desvio da previsão	52
Equação 24 - Métrica MAE de análise do desvio da previsão	52
Equação 25 - Métrica MPE de análise do desvio da previsão.....	53
Equação 26 - Métrica MAPE de análise do desvio da previsão.....	53
Equação 27 - Erro de previsão de um modelo	53
Equação 28 - Erro escalonado.....	53
Equação 29 - Métrica MASE de análise do desvio da previsão.....	54
Equação 30 - Autocorrelação de erros para uma defasagem ACF1	54
Equação 31 - AIC - critério de informação de Akaike	55
Equação 32 - AIC - critério de informação de Akaike corrigido.....	54
Equação 33 - BIC – critério de informação Bayesiano.....	55
Equação 34 - Incerteza padrão do Tipo A	57
Equação 35 - Incerteza padrão do Tipo B	57
Equação 36 - Incerteza padrão combinada	58
Equação 37 - Intervalo de previsão tradicional.....	58
Equação 38 - Transformação Box-Cox.....	59
Equação 39 - Volume equivalente do espaço físico que essas cascas podem ocupar.....	64

Equação 40 - Massa de fibras equivalente à quantidade de desperdício gerada.....	64
Equação 41 - Incerteza do Tipo B - distribuição retangular.....	64
Equação 42 - Incerteza Padrão Combinada Alta Estação	65
Equação 43 - Incerteza Padrão Combinada Baixa Estação	65
Equação 44 - Incerteza Padrão Combinada do Município Alta	65
Equação 45 - Incerteza Padrão Combinada do Município Baixa.....	65
Equação 46 - Lei de propagação da incerteza para a medida de volume	66
Equação 47 - Lei de propagação da incerteza para a medida de teor de fibras.....	66

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resumo das características analisadas no carvão vegetal de cascas do coco verde em média e desvio-padrão (DP)	23
Tabela 2 - Características do biodiesel com cascas de coco.....	25
Tabela 3 - Equações de suavização e respectivas previsões para cálculos recursivos	50
Tabela 4 - Municípios da região de estudo e quantidade de comerciantes de coco verde	86
Tabela 5 - Quantidade de coco verde consumido e avaliação da incerteza sobre as informações do município de Ituberá	95
Tabela 6 - Quantidade total de casca de coco gerada, volume e massa de fibras equivalentes e avaliação da incerteza padrão e relativa nos municípios	96
Tabela 7 - Tratamento dos outliers identificados por winsorização a 4%	104
Tabela 8 – Análise das possibilidades de cenários de demanda futura ao longo dos meses de um ano pela análise do histograma dos dados coletados de 2012 a 2019	106
Tabela 9 – Possibilidades de demanda futura por tubetes na região para qualquer ano após 2019, tomando como base a frequência e a sazonalidade dos dados históricos da demanda dos últimos oito anos (2012-2019).....	108
Tabela 10 – Teste de raiz unitária Dickey Fuller para a série de produção de mudas em tubetes.....	113
Tabela 11 – Teste KPSS para análise da estacionariedade da série de produção de mudas em tubetes.....	114
Tabela 12 - Comparação do desempenho dos modelos.....	123
Tabela 13 - Comparação das métricas de erros entre os modelos com os dados de treino e de teste.....	122

NUNES, Luane Alcântara. Diagnóstico do desperdício, possibilidades de aplicação e demanda futura das cascas do coco verde, com avaliação da incerteza das informações. 182 p., 2021. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Industrial, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2020.

RESUMO

As informações sobre as quantidades das cascas de coco verde produzidas nas regiões litorâneas não são bem conhecidas, o que pode dificultar o manejo desses materiais frequentemente desperdiçados, bem como o entendimento de que eles podem ser inseridos num processo produtivo como matéria-prima, com diversas possibilidades de utilização e de geração de renda. Diante desse quadro, o objetivo desta pesquisa consiste em desenvolver um diagnóstico do potencial de utilização das cascas de coco verde, pós consumo da água, em locais públicos de municípios do litoral sul e baixo sul da Bahia. Também pretende-se identificar a demanda futura da possibilidade potencial para a valorização das cascas, e fornecer subsídios que possam ser utilizados para a organização do aproveitamento desse material. Nesse contexto, o método aplicado nesta pesquisa é composto por cinco etapas: (i) revisão bibliográfica; (ii) diagnóstico da situação das cascas na região de estudo; (iii) avaliação da incerteza da quantidade de cascas estimada; (iv) possibilidades de aplicação das cascas de coco verde e elaboração da análise das forças, fraquezas, oportunidades e ameaças (SWOT); e (v) obtenção da demanda futura do produto potencial para a região por intermédio de técnicas quantitativas de predição de séries temporais com avaliação da incerteza. As principais contribuições científicas desse trabalho consistem, portanto, (a) no diagnóstico do desperdício das cascas de coco verde na região; (b) nas possibilidades de aplicação das cascas de coco; (c) no método de previsão de demanda elaborado para séries temporais sem tendência e com alta variabilidade; e (d) na avaliação da incerteza das informações quantitativas obtidas. Dessa forma, o estudo desenvolvido pode ser utilizado como subsídio, seja para replicação do processo de pesquisa em outros tipos de resíduos alocados em qualquer região, seja para a adoção de políticas públicas para gerir esses materiais, ou mesmo para o incentivo e a criação de um cenário produtivo apropriado para o gerenciamento das cascas de coco verde na região de estudo, o que contribui para o entendimento do potencial de geração de valor ambiental, econômico e social a partir do aproveitamento e processamento desses materiais desperdiçados.

Palavras-chave: reaproveitamento; cascas do coco verde; previsão de demanda; avaliação da incerteza.

NUNES, Luane Alcântara. Diagnosis of waste, application possibilities and future demand for green coconut shells, with assessment of information uncertainty. 182 p., 2021. Tese (Doutorado) - Programa de Pós Graduação em Engenharia Industrial, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2020.

ABSTRACT

Information on the quantities of green coconut shells produced in coastal regions is not well known, which can make it difficult to manage these frequently wasted materials, as well as the understanding that they can be included in a production process as a raw material, with various possibilities of use and income generation. Given this situation, the objective of this research is to develop a diagnosis of the potential use of green coconut shells, after water consumption, in public places in municipalities in the southern and southern coast of Bahia. It is also intended to identify the future demand of the potential possibility for the recovery of the bark, and provide subsidies that can be used to organize the use of this material. In this context, the method applied in this research consists of five steps: (i) literature review; (ii) diagnosis of bark situation in the study region; (iii) evaluation of the uncertainty of the estimated amount of shells; (iv) possibilities for applying green coconut shells and preparing the analysis of strengths, weaknesses, opportunities and threats (SWOT); and (v) obtaining future demand for the potential output for the region through quantitative techniques for predicting time series with uncertainty assessment. The main scientific contributions of this work consist, therefore, (a) in the diagnosis of the waste of green coconut shells in the region; (b) the possibilities of application of coconut shells; (c) in the demand forecasting method elaborated for time series without trends and with high variability; and (d) in assessing the uncertainty of the quantitative information obtained. Thus, the study developed can be used as a subsidy, either for replicating the research process in other types of waste allocated in any region, or for the adoption of public policies to manage these materials, or even for the encouragement and creation of an appropriate productive scenario for the management of green coconut shells in the study region, which contributes to the understanding of the potential for generating environmental, economic and social value from the use and processing of these wasted materials.

Keywords: reuse; green coconut shells; diagnosis; demand forecast; uncertainty assessment.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	14
1. CONTEXTUALIZAÇÃO.....	14
1.1 PROBLEMA.....	15
1.2 HIPÓTESE.....	15
1.3 OBJETIVOS	16
1.3.1 Geral.....	16
1.3.2 Específicos	16
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO	16
CAPÍTULO 2	18
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	18
2.1 GERENCIAMENTO DE MATERIAIS DESPERDIÇADOS	18
2.2 AS CASCAS DO COCO VERDE: CARACTERÍSTICAS E APLICAÇÕES.....	20
2.2.1 Carvão vegetal.....	22
2.2.2 Carvão Ativado	24
2.2.3 Briquete	24
2.2.4 Bio-óleo ou biodiesel	25
2.2.5 Etanol	26
2.2.6 Enzimas	27
2.2.7 Compósitos.....	27
2.2.8 Material Sorvente	34
2.2.9 Produtos de jardinagem e artesanato.....	36
2.2.10 Síntese das possibilidades de aplicação das cascas de coco verde.....	40
2.3 DEMANDA FUTURA: PREDIÇÃO DE SÉRIES TEMPORAIS.....	43
2.3.1 Análise da tendência.....	44
2.3.2 Análise da estacionariedade	45
2.3.3 Análise da sazonalidade	50
2.4 MODELOS DE PREVISÃO EM SÉRIES TEMPORAIS	51

2.4.1	Monitoração e controle da previsão	55
2.5	AVALIAÇÃO DA INCERTEZA.....	59
2.5.1	Avaliação da Incerteza em medições ou informações	59
2.5.2	Avaliação da incerteza em técnicas quantitativas de previsão	62
CAPÍTULO 3	66
3.	MATERIAL E MÉTODOS.....	66
3.1.	ÁREA DE ESTUDO	66
3.2	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	66
3.2.1	Etapa 1: Identificação dos locais de produção das cascas na região	67
3.2.2	Etapa 2: Diagnóstico das cascas na região de estudo.....	68
3.2.3	Etapa 3: Avaliação da incerteza da quantidade estimada de cascas.....	68
3.2.4	Etapa 4: Possibilidades de aplicação das cascas de coco verde	72
3.2.5	Etapa 5: Demanda futura do produto potencial.....	73
CAPÍTULO 4	78
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	78
4.1	IDENTIFICAÇÃO DOS LOCAIS DE PRODUÇÃO DAS CASCAS NA REGIÃO ...	78
4.2	DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO DAS CASCAS.....	86
4.2.1	Estimativa da quantidade de cascas de coco na região	87
4.2.2	Logística de Manuseamento.....	90
4.2.3	Disposição Ambiental	91
4.2.4	Disponibilidade de cooperação	94
4.3	AVALIAÇÃO DA INCERTEZA DA QUANTIDADE DE CASCAS ESTIMADA....	94
4.4	POSSIBILIDADES DE APLICAÇÃO DAS CASCAS DE COCO VERDE.....	97
4.4.1	Análises SWOT das principais possibilidades de aplicação das cascas.....	97
4.5	DEMANDA FUTURA DO PRODUTO POTENCIAL	101
4.5.1	Características dos dados históricos.....	101
4.5.1	Tratamento dos outliers.....	102
4.5.2	Método 1 – Elaboração de cenários de demanda futura através do histograma e do gráfico de subséries sazonais dos dados históricos	105
4.5.3	Método 2 - Abordagem tradicional de predição de séries temporais.....	110

4.5.4 Método 3 - <i>bootstrap</i> nos resíduos da decomposição da série original	125
CAPÍTULO 5	132
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	132
6. INDICAÇÃO DE TRABALHOS FUTUROS	135
7. PUBLICAÇÕES EFETUADAS	136
REFERÊNCIAS	137
APÊNDICE A	156
APÊNDICE B.....	160
APÊNDICE C.....	166

CAPÍTULO 1

1. CONTEXTUALIZAÇÃO

A água do coco verde é um produto que, ao ser consumido, produz as cascas, parte dura e fibrosa do fruto. Nos países asiáticos como Índia, Tailândia, Indonésia e Sri Lanka a proporção de aproveitamento integral do fruto para geração de outros produtos é de 100% da quantidade produzida (MATTOS et al., 2008; PIMENTA et al., 2015). No entanto, nas regiões litorâneas do Brasil, onde o consumo é maior (SIMONETTI et al., 2017) e são mínimos os incentivos governamentais e os empreendimentos de valorização desse material por parte de investidores privados (PIRES, 2004), convive-se com a problemática de agravamento da geração de resíduos pelos desperdícios das cascas efetuados, muitas vezes, em zonas públicas (SILVA, 2014). Esse descarte inadequado promove a propagação de doenças (CALDAS et al., 2017) e visualização desagradável do espaço territorial urbano (CORRADINI et al., 2009).

Dentre as doenças que podem estar relacionadas com o despejo incorreto das cascas de coco a céu aberto estão a Dengue, a febre Chikungunya e o vírus Zika. Em virtude do acúmulo de água nas cavidades das cascas do fruto, esse resíduo torna-se potencial criadouro de mosquitos, como o *Aedes aegypti* (CORRADINI et al., 2009). A Região Nordeste, grande produtora de coco verde, obtém aproximadamente 86% das notificações de Dengue por ano no Brasil (CÂMARA et al., 2007).

Pesquisas vêm demonstrando o potencial de utilização das cascas do coco, em forma de fibra ou pó, na produção de: isolantes térmicos (ARAÚJO et al., 2015), aglomerados (FIORELLI et al., 2012), painéis automotivos (AYRILMIS et al., 2011), substratos para plantação de legumes e frutas (OLIVEIRA et al., 2008; RAMOS et al., 2008; DIAS et al., 2011), mantas para proteção de solos (BABU; VASUDEVAN, 2008), papel (SENHORAS, 2004), filtro orgânico (IGWE et al., 2008; MONACO et al., 2009), como reforçador em matriz de polímeros (HARISH et al., 2009; SANTOS et al., 2010; DAS; BISWAS, 2016) e na agregação de compósitos de cimentos,

argamassas ou concretos especiais para construção civil (ASASUTJARIT et al., 2007; ALI et al. 2011; AYRILMIS et al., 2011; SILVA et al., 2012).

O Brasil ocupa a quarta posição no *ranking* mundial de produção de coco e, em nível estadual, a Bahia lidera com a produção aproximada de 334 mil toneladas de frutos por ano em 2019 (SIDRA, 2021). Porém, não se sabe a porcentagem exata de desperdício nos locais de consumo, o que dificulta o gerenciamento da quantidade de resíduos produzidos no país (SANTOS et al., 2017). Logo, tem-se uma oportunidade no que se refere a estratégias que visem facilitar o planejamento e o gerenciamento da valorização das cascas desperdiçadas de coco verde, com avaliações da incerteza nas informações. Essas alternativas colaborariam com a geração de empregos e renda, bem como com a minimização dos impactos causados pela dispersão desses materiais no meio ambiente.

Além disso estratégias de valorização de resíduos aliam-se ao conceito de bioeconomia (DIAS, CARVALHO, 2017), que recomenda o estabelecimento dos objetivos de dimensão econômica promulgados pela ONU em 2015 para um desenvolvimento sustentável e uma sustentabilidade ambiental, através da biotecnologia, conhecimento, biomassa renovável e integração entre aplicações (GOMES, FERREIRA, 2018).

1.1 PROBLEMA

As cascas de coco verde na região de estudo possuem potencial de utilização em relação às possibilidades de produtos derivados gerados?

1.2 HIPÓTESE

As cascas de coco verde na região de estudo possuem potencial de utilização de pelo menos um produto derivado gerado.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Geral

Elaborar o diagnóstico do potencial de utilização das cascas de coco verde, pós consumo da água, em locais públicos da região de estudo.

1.3.2 Específicos

- i) Caracterizar a situação das cascas de coco verde desperdiçadas na região em estudo em relação à quantidade, volume ocupado e teor de fibras, à logística de manuseamento nos locais, à disposição ambiental realizada e à disponibilidade de cooperação dos pontos de consumo no gerenciamento, com avaliação da incerteza da quantidade estimada de cascas;
- ii) Avaliar possibilidades de utilização das cascas de coco verde e analisar as forças, fraquezas, oportunidades e ameaças para essas possibilidades na região;
- iii) Analisar a demanda futura do produto potencial identificado na região, com avaliação da incerteza das informações.

Dessa forma, esta pesquisa pode ser utilizada seja para replicação do processo de pesquisa em outros tipos de resíduos alocados em qualquer região, seja para a adoção de políticas públicas para gerir esses materiais, ou mesmo para o incentivo e criação de um cenário produtivo apropriado para o gerenciamento das cascas desperdiçadas de coco verde na região de estudo. O que contribui para o entendimento do potencial de geração de valor ambiental, econômico e social a partir do aproveitamento e processamento de materiais desperdiçados.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está estruturado em cinco capítulos, incluindo este introdutório. O segundo capítulo contém a revisão de literatura, que apresenta o desdobramento dos seguintes itens: (i) gerenciamento de materiais desperdiçados; (ii) cascas do coco, suas características e aplicações; (iii) demanda futura: predição de séries temporais; e (iv) avaliação das incertezas das informações.

Em seguida, o capítulo três apresenta a metodologia da pesquisa, com a descrição dos procedimentos desenvolvidos em cada etapa do estudo. No capítulo quatro são apresentados os resultados e discussão de cada etapa realizada, por meio dos tópicos, a saber: (1) Identificação dos locais de produção das cascas na região; (2) Diagnóstico da situação das cascas; (3) Avaliação da incerteza da quantidade de cascas estimada; (4) Possibilidades de aplicação das cascas de coco verde; e (5) Demanda futura do produto potencial com avaliação da incerteza. Por fim, o capítulo cinco aborda as considerações finais, com as conclusões e sugestões de temas para continuidade desta pesquisa.

CAPÍTULO 2

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Esta tese situa-se na elaboração de um diagnóstico sobre o potencial de utilização das cascas de coco verde, pós consumo da água, em locais públicos da região, com o intuito de gerar subsídios a serem utilizados para a análise da viabilidade de uma nova cadeia produtiva com o aproveitamento desse material. Portanto, primeiramente esta pesquisa passa pelo desdobramento de uma revisão teórica de cunho ambiental relacionada ao gerenciamento de materiais desperdiçados e na análise das características das possibilidades de aproveitamento das cascas do coco. Em seguida é abordada uma revisão mais técnica relacionada às áreas de econometria e estatística, de forma a expor os procedimentos matemáticos utilizados para obter a análise de uma demanda futura, do produto potencial de utilização das cascas, a partir da predição de séries temporais. Como esta pesquisa se comprometeu em trazer a informação da incerteza nos dados estimados, foi necessário também trazer uma revisão conceitual sobre avaliação da incerteza nas informações.

2.1 GERENCIAMENTO DE MATERIAIS DESPERDIÇADOS

Um material desperdiçado pode ser caracterizado como algo com potencial de utilização em alguma área e que eventualmente não está sendo aproveitado (ALEXANDRE; SABOIA, 2015). A disseminação do desperdício de materiais nobres está relacionada ao gerenciamento dos processos produtivos, que ao serem ineficientes colaboram para o descarte desses materiais na natureza e configura-os como resíduos, com potencial de geração de impactos ambientais, sociais e econômicos (ARAÚJO et al., 2015).

Nesse sentido, a busca por soluções que possam transformar esses materiais desperdiçados em recursos alternativos com valor, impulsiona o aperfeiçoamento de sinergias entre os diferentes setores da economia (RAMA, 2010). Há uma relativa preocupação na forma

de gerenciamento dos resíduos sólidos oriundos dos materiais desperdiçados e, em decorrência disso, foi lançada em 2010 a Lei nº 12305, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, dispondo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada dos resíduos, às responsabilidades dos produtores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis (BRASIL, 2010).

A responsabilidade compartilhada abordada na Lei nº 12305 oficializou a obrigação de toda a sociedade na gestão dos resíduos sólidos urbanos, por meio da conscientização do gerenciamento dos materiais que possuem potencial de uso e que são desperdiçados. A cada setor foram atribuídas funções diferentes no intuito de envolver toda a sociedade na discussão de assuntos como a reavaliação dos padrões de consumo, reciclagem de materiais, oportunidade de novos negócios com viés socioambiental e mitigação dos impactos ambientais representados pelo modo de vida atual, bem como a inclusão social (MMA, 2015).

De forma geral são objetivos da responsabilidade compartilhada: (1) Redução da geração de resíduos sólidos; (2) Redução do desperdício de materiais; (3) Redução da poluição; (4) Redução dos danos ambientais e (5) Estímulo ao desenvolvimento de mercados, produção e consumo de produtos derivados de materiais reciclados e recicláveis (BRASIL, 2010).

O artigo 9º da mesma lei aborda a ordem de prioridade estabelecida na gestão dos resíduos que corresponde respectivamente a não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e destinação ambientalmente corretos. Todas essas instruções visam colocar em ação práticas que possam contribuir para um desenvolvimento sustentável, visto que preservam os recursos naturais disponíveis para as gerações futuras e promovem a reconversão dos materiais desperdiçados possibilitando o desenvolvimento econômico e satisfazendo os anseios da geração presente (BRASIL, 2010).

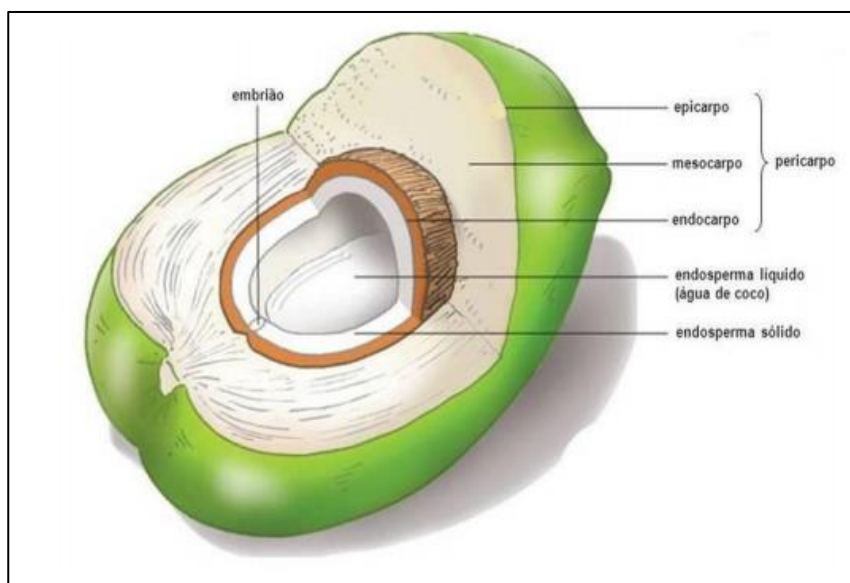
Um conceito adjacente no gerenciamento de resíduos é o de Biosistema Integrado (BSI) que reformula a forma linear de produção em que os resíduos são considerados normais e propõe que esses sejam reaproveitados como matéria-prima em um novo ciclo produtivo, através de métodos e técnicas integradas e sustentáveis (CASAGRANDE, 2006; GARTHER; GAMA, 2005). Nessa problemática, inserem-se os resíduos provenientes dos materiais desperdiçados do coco verde e seco, que, por ser um componente de lenta degradação no meio ambiente, ao ser

mal gerenciado pelo descarte inadequado em locais públicos e a céu aberto, pode gerar focos de animais e vetores de propagação de doenças à população, além de gerar poluição e visualização desagradáveis do espaço territorial (SANTANA et al., 2014). Esse fato impulsiona estudos e pesquisas que minimizem essa questão. Diante disso, o tópico a seguir apresenta as principais pesquisas contemporâneas relacionadas às características e aplicações potenciais das cascas de coco na indústria.

2.2 AS CASCAS DO COCO VERDE: CARACTERÍSTICAS E APLICAÇÕES

O coco é um fruto típico das regiões tropicais, onde geralmente é consumido em larga escala. No Brasil obteve-se uma safra de, aproximadamente, um milhão e seiscentos mil toneladas em 2019 (SIDRA, 2021). Porém o consumo se restringe, em sua maioria, à polpa e à água, partes que representam apenas 15% de sua totalidade. Os 85% restantes consistem nas cascas (AYRILMIS et al., 2011). A estrutura das cascas pode ser dividida em epicarpo, mesocarpo, endocarpo e endosperma sólido e líquido. O epicarpo é a camada que reveste o fruto externamente. O mesocarpo é a camada mais desenvolvida, constituída por um conjunto denso de fibras. Já o endocarpo é a camada que envolve a parte comestível do coco e o líquido contido em seu interior, denominado como endosperma sólido e líquido (BRAMÉ; TININIS, 2018; CARDOSO; GONÇALEZ, 2016). A Figura 1 mostra a ilustração que representa essas camadas da casca do coco verde.

Figura 1 – Epicarpo, mesocarpo e endocarpo das cascas do coco verde



Fonte: Morbeck (2017)

O aproveitamento das cascas do coco está relacionado, por um lado, ao alto teor de fibras resistentes contidas no mesocarpo, representados por cerca de 40% de lignina e 35% de celulose (CORRADINI et al., 2009). Por outro, à possibilidade de melhoria que é efetuada nas propriedades físicas, químicas, mecânicas e térmicas de alguns materiais, quando são utilizadas na composição de produtos, seja na forma de fibra, quanto na forma de pó (ASASUTJARIT et al., 2007; BABU; VASUDEVAN, 2008; FIORELLI et al., 2012; HARISH et al., 2009).

Existem dois estados de fibra e pó de coco oriundos do mesocarpo, a fibra e o pó marrom, provenientes de cocos amadurecidos ou secos; e a fibra e o pó branco, extraídos do coco verde ainda não maduro. As fibras e o pó marrom são os mais indicados para elaboração de novos materiais, por serem fortes, com fibras grossas e apresentarem alta resistência à abrasão (ALI et al., 2011), enquanto que as fibras e o pó branco são mais fracos, pois as fibras são finas e necessitam de tratamentos para o amadurecimento e posterior aplicação (FOULAD et al., 2011).

Vale salientar que o beneficiamento das cascas do coco seco já existe em diversas regiões de países litorâneos. Porém, o aproveitamento acontece em indústrias que distribuem a polpa do coco em forma de coco seco, coco em lascas, pó de coco ou coco ralado. Ou seja, as cascas do

coco, geralmente são resíduos dessas indústrias e elas doam ou terceirizam o aproveitamento dessas cascas para a produção de outros produtos a partir da fibra ou do pó (SILVA, 2014).

Tem-se ainda, as cascas do coco verde oriundas das indústrias de aproveitamento da água do coco verde. Via de regra, essas cascas não são aproveitadas, na sua totalidade, por essas empresas em diversos países. Outros tipos de locais que geram cascas de coco verde são os pontos que vendem a água de coco no próprio coco. Esses tipos de venda acontecem geralmente em centros urbanos e nos locais turísticos, principalmente, em quiosques e restaurantes situados em locais que possuam praias próximas (CARVALHO et al., 2017). Em virtude da sua abundância e características fisioquímicas, pesquisas vêm demonstrando o potencial de utilização das cascas do coco verde na produção de diversos produtos. A seguir, abordam-se os principais materiais encontrados.

2.2.1 Carvão vegetal

O carvão vegetal pode ser produzido a partir de biomassa proveniente de materiais *in natura*. Cortez et al. (2009) realizaram experimentos que aumentam a densidade de energia térmica de forma lenta, tanto somente da fibra, quanto de toda a casca do coco verde seca, e verificaram que os carvões obtidos de ambos os casos apresentam, pelo menos em termos qualitativos, viabilidade para uso energético. Padilla et al. (2018) estudaram a produção de carvão vegetal, a partir da casca de coco seca, como alternativa para substituir o carvão vegetal produzido a partir de madeira nativa. A Tabela 1 mostra uma comparação das características obtidas do carvão vegetal com cascas do coco verde e do carvão vegetal com diferentes espécies e clones de *Eucalyptus*.

Tabela 1 – Comparação das características analisadas no carvão vegetal de cascas do coco verde com o carvão vegetal obtido a partir de diferentes espécies e clones de *Eucalyptus*, em média e desvio-padrão (DP)

Tipo	Voláteis (%)	Cinzas (%)	Carbono fixo (%)
Casca do Coco Seca (CCS)	75,48 (DP=1,71)	2,90 (DP=0,39)	21,61 (DP=1,47)
CCS carbonizadas a 300 °C	37,95 (DP=1,08)	5,63 (DP=0,48)	56,42 (DP=0,48)
CCS carbonizadas a 400 °C	22,43 (DP=0,40)	5,89 (DP=0,12)	71,68 (DP=0,45)
CCS carbonizadas a 500 °C	14,94 (DP=0,57)	5,67 (DP=0,17)	79,39 (DP=0,54)
<i>Eucalyptus</i> a 500 °C	16,0 (DP=0,22)	1,30 (DP=0,44)	82,70 (DP=0,78)

Fonte: Adaptado de Padilla et al., (2018) e Souza et al., (2016)

Foi verificado que o carvão vegetal produzido com cascas de coco apresentou, em baixa temperatura, características energéticas baixas, como o teor de voláteis elevado e o teor de carbono fixo baixo, tendo como consequência baixos rendimentos no processo de geração de energia. Porém, essas características energéticas foram melhoradas após aumento da temperatura no processo de carbonização. A carbonização é um processo de conversão de uma estrutura química orgânica em outra por meio de calor, na ausência de oxigênio e na presença ou não de um catalisador (RAMOS et al., 2011). A conclusão foi que, embora os carvões vegetais com casca de coco não tenham atingido a qualidade do carvão para a metalurgia, eles apresentaram as características necessárias para o uso doméstico ou residencial com características semelhantes ao carvão comercial de eucalipto.

O teor de carbono fixo é um dos principais fatores relativos a qualidade do carvão vegetal, onde quanto mais elevado esse for, melhor será a eficiência do uso do carvão (SOUZA et al., 2016). De acordo a Resolução da Secretaria de Agricultura e Abastecimento - SAA nº 10 (2003), para o carvão vegetal, o teor de carbono fixo deve ser maior que 75%, o teor de materiais voláteis menor que 23,5% e o teor de cinzas menor que 1,5%. Cortez et al. (2010) realizaram experimentos com cascas de coco verde seca tratadas por mecanismos que aumentam a densidade

de energia térmica do endocarpo verde e do mesocarpo verde. Os rendimentos foram de 74,43% e 58,07% de carbono fixo; um teor de cinzas de 14,13% e 13,03%; e teores de voláteis de 11,40% e 28,90%, respectivamente, indicando que a casca do coco verde tem potencial para a produção de carvão vegetal.

2.2.2 Carvão Ativado

A Indonésia é um país com grande produção de carvão ativado por meio das cascas do coco (ARENA et al., 2016). O carvão ativado também é um tipo de carvão vegetal, porém, não é utilizado para a geração de energia ou queima e sim em processos de remoção de fenóis de águas residuais (KARRI et al., 2017), purificação da água (SIRICHOTE et al., 2002), descafeinização do café (MARSH; REINOSO, 2006), descoloração (LIU et al., 2015), tratamento de água potável (JESWANI et al., 2015) e limpeza industrial de gases de combustão e condicionado (BANSAL; GOYAL, 2005).

Arena et al., (2016) analisaram o ciclo de vida da produção de carvão ativado com cascas de coco na Indonésia. Os autores verificaram que, para a produção ser sustentável, a energia elétrica utilizada nos equipamentos deve ser proveniente de fontes renováveis, pois ajudaria a reduzir a contribuição local para a toxicidade (em 60%) e o aquecimento global (em 80%). Além disso, o ideal é que os gases produzidos pela reação de carbonização sejam utilizados como combustíveis no processo, em vez de liberados como resíduos, de forma a evitar impactos ambientais significativos em termos de água doce e ecotoxicidade terrestre. Isso mostra a importância de uma boa gestão ambiental com um processo integrado eficiente para a produção de carvão ativado com cascas do coco.

2.2.3 Briquete

Briquete é um bloco compacto de materiais energéticos que pode ser feito de resíduos de diversos processos industriais, variando-se a matéria prima carbonizada e o tipo de aglutinante (PIMENTA et al., 2015). A briquetagem é um processo que muda a biomassa, ou qualquer tipo de matéria orgânica, para um material com um formato regular, que pode ser utilizado como combustível em caldeiras industriais ou fornos. Porém, para produzir um combustível de alta

qualidade, é necessário que o briquete apresente elevada densidade de energia térmica, teor baixo de cinzas, boa resistência mecânica e certa estabilidade dimensional (NAKASHIMA et al., 2017).

A produção de briquetes com casca do coco seco já é empregada em diversos locais e tem aplicações industriais (MORITZ et al., 2016). No entanto, a produção de briquetes com casca do coco verde ainda é incipiente e está em fase de estudos. César et al. (2009) indicam que a produção de briquetes com casca de coco verde é viável e pode ser produzida apenas pela compactação da fibra em blocos, sem uso da carbonização e de aglutinantes, porém, esse tipo não compete com briquetes de aplicações industrial, mas serve para substituir a lenha para produzir energia em caldeiras, fornalhas ou fornos.

Sant'anna et al. (2012) estudaram a viabilidade da produção de briquetes com casca de coco verde e 20% de glicerol, e mostraram que uma planta com produtividade igual a 1 t / h é economicamente viável, produzindo por 8 h / d, acima de 260 dias por ano, portanto obtendo um Valor Presente Líquido (VPL) de R \$ 141 711,54, com Taxa Interna de Retorno (TIR) de 11,30% ao ano e 5,5 anos de retorno.

2.2.4 Bio-óleo ou biodiesel

Segundo Silva (2019), uma alternativa do aproveitamento da casca do coco verde é a geração de bio-óleo, através de processos que aumentam a densidade de energia térmica, que é a decomposição térmica na ausência de oxigênio e de processos de melhoramentos da qualidade. A Tabela 2 mostra as características obtidas em pesquisas com o biodiesel de cascas de coco.

Tabela 2 – Características do biodiesel com cascas de coco, soja e milho

Índice	Biodiesel da casca de coco	Biodiesel da soja	Biodiesel do milho
Densidade / (g cm ⁻³)	0,87	0,88	0,88
Acidez de KOH / (mg /g)	0,18	0,28	0,49
Ponto de fulgor / (°C)	124,2	170,0	122,0

Fonte: Pinheiro et al. (2013)

De acordo com a Resolução da Agência Nacional do Petróleo, gás natural e biocombustíveis – ANP nº 45 (2014), a densidade do biodiesel para destino comercial deve ser entre $0,85 \text{ g cm}^{-3}$ a $0,90 \text{ g cm}^{-3}$, o índice de acidez máxima deve ser de $0,50 \text{ mg KOH / g}$ e o ponto de fulgor mínimo deve ser de 100 °C . Considerando essas especificações, o biodiesel de casca do coco obtido por Pinheiro et al. (2013) estaria dentro dos padrões para distribuição comercial nacional e também se assemelha ao biodiesel obtido da soja e do milho. Bramé e Tininis (2018) também concluíram que a utilização do óleo de coco obtido das cascas de coco verde desperdiçadas apresenta-se viável para a produção de biodiesel, uma vez que atende aos mesmos parâmetros do óleo de soja. No entanto, torna-se necessário o investimento em aparelhos de ultrassom que mantenham a temperatura ideal de extração em 68 °C , de forma a garantir um maior percentual de óleo extraído por grama.

2.2.5 Etanol

O etanol lignocelulósico, também conhecido como bioetanol, apresenta-se como uma alternativa aos demais combustíveis e seus tradicionais problemas ambientais e energéticos. A obtenção desse etanol através da deslignificação das fibras do coco verde e obtenção de açúcares fermentáveis também é tema de estudo no Brasil (SÁTIRO et al., 2012). Segundo Corradini et al. (2009), a fibra do coco verde, por conter lignina e celulose, pode ser utilizada na produção de açúcares fermentáveis e preparação de etanol lignocelulósico. Ebrahimi et al. (2017) estudaram a produção de etanol com fibra de coco e verificaram que as maiores concentrações de etanol obtidas após 3 dias de incubação de fibra de coco pré-tratada foram $8,97 \text{ g / L}$ e $8,81 \text{ g / L}$, respectivamente, para as amostras pré-tratadas com glicerol aquoso acidificado. Nascimento et al. (2015) estudaram, entretanto, como tornar as moléculas de celulose das cascas de coco verde mais acessíveis às enzimas celulases, de modo que converta os polímeros em açúcares fermentáveis para uma maior obtenção de etanol lignocelulósico.

2.2.6 Enzimas

Enzimas podem ser denominadas como catalisadores orgânicos, pois são responsáveis por diversas reações bioquímicas envolvidas nos processos biológicos dos sistemas vivos e possui ampla utilização na indústria alimentícia (SILVEIRA, 2008). A composição química da casca do coco verde é capaz de ativar enzimas extracelulares, como as celulases, xilanases, pectinases, entre outras (NASCIMENTO et al., 2015).

Dey et al. (2018) estudaram a produção de celulase a partir de diferentes condições do mesocarpo do coco verde submerso em *Trichoderma reesei*. A concentração máxima de enzimas se deu após 96 horas de fermentação. Silva (2016) afirma que o mesocarpo do coco verde é um substrato com potencial para ser utilizado na fermentação para produção de enzimas celulolíticas, sob ação de um fungo isolado na fase termofílica de um processo de compostagem. O pico de produção de celulase obtido pelo autor ocorreu em 72 horas de fermentação. Coelho et al. (2001) também investigaram o aproveitamento do mesocarpo da casca do coco verde mediante fermentação semissólida para produção de enzimas. A casca de coco foi previamente desidratada, moída e classificada em três diferentes granulometrias. Todas as enzimas obtidas por *Aspergillus Niger* tiveram sua produção máxima na faixa de 24 e 96 horas, o que corresponde ao tempo de produção industrial corrente.

2.2.7 Compósitos

Materiais compósitos é o nome dado a materiais conjugados que foram formados por, pelo menos, dois componentes e que apresentam propriedades homogêneas e isotrópicas. Diferente dos materiais compostos, que são formados pela junção de diferentes camadas de materiais e apresentam propriedades heterogêneas (FORNARI JUNIOR, 2010). Podem existir compósitos e compostos com fibra do coco à base de cimento, plásticos, borrachas, resinas, barro, gesso etc. Ali et al. (2011) destacam, no entanto, que a fibra mais usada para essas operações são as fibras provenientes das cascas do coco seco ou maduro. A seguir destacam-se os componentes que vem sendo mais estudados de compósitos com fibra de coco.

2.2.7.1 Compósito polimérico com fibra de coco

A produção de compósitos poliméricos reforçados com fibras naturais têm sido cada vez mais utilizada. Devido ao baixo custo da matéria-prima, biodegradabilidade e pelas propriedades mecânicas adequadas conferidas, além de possuírem uma excelente combinação de rigidez estrutural e baixo peso (SPADETTI et al., 2016). A fibra do coco verde está sendo utilizada na composição de novos materiais com polímeros tais como polietileno, poliéster, polipropileno ou poliuretano. No compósito de polímero com fibra celulósica, a escolha da matriz polimérica é limitada pela temperatura necessária ao processamento, já que as fibras lignocelulósicas degradam a alta temperatura. Desta forma, a temperatura de processamento deve ser tal que permita a obtenção de misturas homogêneas, sem degradação da fibra (SILVEIRA, 2008).

A fibra de coco é lignocelulósica, pois possui teor de celulose, entre 36% e 43% e alto teor de lignina, entre 41 % e 45 %, com alta concentração microfibrilar, o que pode satisfazer o limite de ângulo para uso como reforço em compósitos de poliéster (HAGHDAN; SMITH, 2015). No entanto, Rout et al. (2001) afirmam que são necessários tratamentos na fibra do coco para melhorar a adesão com o polímero poliéster, já que não pode ser submetido a altas temperaturas. Os autores concluíram que para obter altas propriedades físicas e mecânicas no compósito, a superfície das fibras de coco deveria ser modificada, de preferência com NaOH e branqueamento, para obter uma melhor compatibilidade entre fibra e matriz.

Em relação aos materiais termoplásticos, Ayrilmis et al. (2011) afirmam que adições de 60 % de fibra de coco podem ser efetuadas em compósitos como os que são utilizados em painéis de portas automotivas, conferindo aumento de 35 % na resistência e na elasticidade do material, o que garante mais estabilidade. Para os compósitos de epóxi, Das e Biswas (2016) retratam que a resistência à tração, a força de compressão, o cisalhamento, a flexão e o impacto são ótimos para fibras com 12 milímetros de comprimento e com representatividade de 15 % em relação ao total. Monteiro et al. (2006) afirmam que a superfície das fibras extraídas da casca de coco apresenta rugosidades na forma de saliências e reentrâncias que afetam a resistência ao cisalhamento da interface com matriz de poliéster de compósitos reforçados com essas fibras. Isto contribui para diminuir a tensão na interface fibra de coco/matriz de poliéster e, conseqüentemente, reduz a resistência mecânica do compósito.

Spadetti et al. (2016) investigaram as propriedades térmicas e mecânicas, bem como a morfologia da matriz polimérica de compósitos de polipropileno reciclado ou virgem, reforçados com até 40 % em peso de fibras de celulose, podendo essas fibras serem de coco verde. Os resultados demonstraram que o efeito do reforço da fibra natural na matriz de polipropileno, é mais evidente nos compósitos com 20 % e 30 % de fibras naturais, proporcionando uma boa resistência mecânica.

Agunsoye et al. (2012) avaliaram a morfologia e as propriedades mecânicas do compósito de polietileno reforçado com casca de coco para estabelecer a possibilidade de usá-lo como um novo material para aplicações de engenharia. O compósito reforçado com casca de coco foi preparado por meio da compactação de matriz de polietileno de baixa densidade com 5 % a 25 % de frações de casca de coco e o efeito das partículas sobre as propriedades mecânicas do compósito produzido foi investigado. O resultado mostrou que a dureza do compósito aumentou com o aumento do teor de casca de coco, embora a resistência à tração, o módulo de elasticidade, a energia de impacto e a ductilidade do compósito diminuam com o aumento do conteúdo de partículas, sendo uma boa alternativa de aproveitamento.

Fiorelli et al. (2012) produziram painéis feitos de partículas de fibra de coco usando adesivo de poliuretano e óleo de mamona. Com base nos testes realizados, os painéis de fibra de coco e poliuretano à base de óleo de mamona com densidade 1.0 g / cm^3 apresentaram propriedades mecânicas suficientes para uso em construções, além de seu uso em residências, prédios agrícolas e aplicações estruturais. Nam et al. (2011) desenvolveram compósitos biodegradáveis de poli (butinenosuccinato) reforçados com fibras de coco e também observaram a necessidade de tratamento alcalino na fibra do coco para melhorar a adesão e as propriedades do material.

2.2.7.2 Compósito de cimento, argamassa ou concreto com fibra de coco

O custo de produção de concreto vem aumentando constantemente. Portanto, a demanda pelo uso de resíduos agrícolas como uma alternativa na substituição ou mistura dentro do concreto também está aumentando gradualmente (SHAHIDAN et al., 2017). Além disso, o uso

de resíduos agrícolas na indústria da construção civil tem um alto potencial de redução de impactos ambientais globais e da poluição (PRUSTY; PATRO, 2015).

Compósitos de cimento, argamassa ou concreto podem ser qualquer estrutura, seja ela bloco, viga, telha, cilindros ou pasta, que contenha uma porção de fibras, naturais ou sintéticas em sua composição (GANIRON Jr, 2013). Ali et al. (2011) estudaram a influência dos teores de 1 %, 2 %, 3 % e 5 % de fibras de casca de coco em massa de cimento com comprimentos de fibra de 2,5, 5 e 7,5 cm. O amortecimento das vigas de concreto com fibra de coco aumenta enquanto a frequência fundamental diminui com danos estruturais. A viga com maior teor de fibra teve um amortecimento maior e um menor módulo de elasticidade dinâmico e estático. Os autores observam que as vigas de concreto com um comprimento de fibra de 5 cm e um teor de fibra de 5 % obtiveram as melhores propriedades.

Silva et al. (2015) estudaram os efeitos que soluções aquosas alcalinas exercem sobre a fibra de coco, em função do tempo e simularam, de forma acelerada, as condições de degradação que ocorrem nas fibras de coco inseridas em matrizes cimentícias. Foi observado que em 81 dias houve degradação da lignina e que a superfície da fibra apresentou desfibrilamento, o que pode provocar a ruptura sem o alongamento adequado, contribuindo para a perda de qualidade das propriedades do compósito cimentício.

Gunasekaran et al. (2012) concluíram que há necessidade de tratar a casca de coco antes de usar como um agregado em compósitos cimentícios, para que a água presente na fibra seja absorvida. As cascas de coco possuem células discretas e espaçadas em forma de cadeia contínua longa com células ligadas de diferentes larguras. A água absorvida pela casca do coco durante a imersão é armazenada e as estruturas dos poros na casca de coco se comportam como um reservatório. No entanto, após tratamento das cascas, o compósito apresentou boa qualidade quando examinado após 365 dias.

Prusty e Patro (2015) analisaram diversos resíduos agrícolas como a casca de coco, sementes de borracha, casca de óleo de palma, espiga de milho, concha de berbigão e concha de perivinca, comparando as diferentes propriedades físicas e mecânicas quando adicionados em concretos, analisando o comportamento estrutural e a condutividade térmica desses materiais. A casca do coco e a casca do óleo de palma foram os que mostraram melhor desempenho.

Yan e Chouw (2013) observaram que as inclusões das fibras de coco em compostos cimentícios aumentam ainda mais a resistência à ductilidade do membro composto, mas diminuem a resistência à compressão. Mukhopadhyay e Khatana (2014) analisaram os diferentes tipos ou tratamentos que possam ser aplicados nas cascas de coco para serem adicionadas em compósitos de cimento, concreto ou argamassa. São esses: (1) Fibra natural de coco: a fibra usada nesta condição é recebida diretamente da fábrica, sem nenhum tratamento químico; (2) Fibras de coco lavadas: as fibras naturais de coco podem ser lavadas um número de vezes com água da torneira até o valor de pH da água atingir 7; (3) Cascas de coco cozidas e lavadas: efetua-se cerca de 2 horas de ebulição das cascas e isso é suficiente para reduzir produtos químicos solúveis em água, como açúcar, amido, gordura, taninos, resina, quininas e fenóis. Em seguida, as fibras de coco devem ser lavadas com abundante água da torneira até que a cor da água se torne clara; (4) Fibras de coco cozidas e lavadas: esse tratamento direto na fibra a torna mais dura e resistente e por conter bom teor de lignina e celulose, age com mais facilidade no agente cimentante, ligando as fibras de celulose em conjunto.

Ganiron Jr (2013) notou que a substituição de agregado graúdo por casca de coco em blocos de concreto resultou no aumento da resistência à compressão em relação ao concreto convencional. No entanto, a integração de muita casca de coco produz uma mistura mais áspera que causa dificuldades de manuseamento, produzindo um concreto denso, e perturbando assim a força e o desempenho.

2.2.7.3 Aglomerados

Os aglomerados são materiais fabricados a partir de materiais lignocelulósicos e uma resina de ligação sintética, que são prensadas a temperaturas elevadas (RIVELA et al., 2007). São também denominados de painéis de partículas ou placas de fibra de média densidade (*Medium density fiberboard – MDF*) (FREIRE et al., 2017). São normalmente manufacturados a partir de partículas de madeira e de materiais ligantes (SILVEIRA, 2008).

A aplicação da fibra de coco marrom em compósitos aglomerados para utilização em construção civil é uma das mais pesquisadas ultimamente, e consiste em um dos produtos com maior potencial de valor agregado, devido as fibras de coco se apresentarem como as de maior

resistência entre as fibras naturais, além de proporcionar diversas vantagens, tais como a resistência à tração e ao fungo, ser um isolamento térmico e acústico, ser impermeável e durável (ALI et al., 2011).

Freire et al. (2017) avaliaram os impactos ambientais de diferentes tipos de painéis aglomerados com casca de coco: (1) MDF feito exclusivamente de fibra de coco e fibra; (2) MDF feito de fibra de coco e fibra colada com ureia-formaldeído; e (3) HDF – placa de fibra de alta densidade (*high-density fiberboard*) feito apenas de fibra de coco e fibra. Os autores citados consideraram diferentes cenários nos procedimentos de alocação e nas escalas de produção de laboratório e piloto. Os painéis de fibra baseados em casca de coco foram comparados a painéis comerciais à base de madeira e os resultados mostraram que os MDF e HDF baseados em casca possuem potencial em termos de desempenho ambiental. No entanto, eles ainda exigem melhorias para melhor competir com painéis de fibra baseados em madeira quanto a alocação de massa e o critério aplicado no sistema de modelagem do produto. A análise de *hotspots* (preservação ambiental) sobre o MDF e HDF destacou também a necessidade de reduzir os impactos no transporte e processamento das cascas, bem como no cultivo de coco.

Já Fiorelli et al. (2015) investigaram as propriedades físicas e mecânicas de painéis de partículas fabricados com resina poliuretana bicomponente derivada de mamona (PU-mamona) ou ureia-formaldeído em maravalha de *Pinus sppe* fibras da casca de coco verde. As proporções estudadas de adição de fibra da casca de coco verde foram de 0 %, 25 %, 50 %, 75 % e 100 %. Os autores concluíram que os painéis produzidos com resina PU-mamona apresentaram resultados de propriedades físico-mecânicas superiores aos produzidos com resina ureia-formaldeído e que a inclusão de partículas da casca do coco verde em 25 % acarretou na redução da absorção de água e do módulo de elasticidade, o que torna o painel competitivo e com bom potencial de uso.

2.2.7.4 Isolante Acústico

Materiais porosos são amplamente utilizados como itens de absorção de som na engenharia de controle de ruído. Eles podem ser lã de vidro, minerais e espumas de fibras naturais ou sintéticas (FOULADI et al., 2010). A fibra de coco, quando adicionada ao aglomerado de

cortiça expandido, é um produto utilizado para isolamento acústico, devido à absorção de baixas frequências, onde apresenta bons resultados dificilmente alcançados por outros materiais (SILVEIRA, 2008).

Ramis et al. (2014) descreveram equações empíricas, que permitem medir o comportamento acústico de materiais absorventes feito com fibras de coco marrom, possibilitando obter os valores ideais de resistência ao fluxo de ar e do coeficiente de amortecimento, propriedades fundamentais que garantem a viabilidade da fibra para uso comercial. Rozli e Zulkarnain (2010) investigaram o potencial do uso de fibra de coco seca como absorvedor e analisaram os efeitos de um suporte de camada porosa e de uma placa perfurada no coeficiente de absorção sonora de uma placa absorvente de som com fibra de coco. Os resultados e os testes experimentais mostraram que a placa apresentou boas propriedades acústicas, tanto em baixas como em altas frequências e pode ser uma alternativa de substituição do produto comercial de base sintética, sendo um produto ambientalmente amigável.

Mohd et al. (2010) mostraram que as fibras de coco verde tratadas e escolhidas corretamente, com uma quantidade adequada de densidade aparente, podem aumentar a absorção acústica para a mesma espessura de camada de um painel. Fouladi et al. (2010) investigaram a absorção acústica da fibra de coco em amostras de fibras naturais tratadas e em amostras de fibras secas misturadas com aglutinante. As amostras de fibras naturais tratadas tiveram uma absorção média de 0,8 para $f > 1360$ Hz, $f > 940$ Hz e $f > 578$ Hz em espessuras de 20 mm, 30 mm e 45 mm, respectivamente. Enquanto que as fibras unidas por aglutinante, os picos se apresentaram achatados, exibindo fraca absorção em baixas frequências, sendo necessário, para melhorar os resultados, adicionar espaços de ar ou placa perfurada.

2.2.7.5 Isolante térmico

A função de um isolante térmico é inibir o fluxo de calor e obter, conseqüentemente, a conservação de energia, diminuindo assim os gastos em combustível, o controle de temperatura superficial, a redução de absorção ou perda de calor em equipamentos ou estruturas (SILVEIRA, 2008). Araújo et al. (2015) analisaram a fibra de coco, verde e seca, objetivando estimar suas características térmicas para aplicar como produto isolante em habitações. Os autores

confeccionaram amostras com densidades variáveis e por meio do método fluximétrico identificaram que a utilização de um isolante térmico com cascas de coco melhora o desempenho térmico dos envelopes em prédios climatizados, consumindo pouca energia para sua transformação e favorece na reciclagem e no transporte.

Lertwattanakul e Suntijitto (2015) avaliaram o uso de 15 % de fibras do coco verde, em materiais feitos de argamassa para telhados e revestimentos, na redução da transferência de calor de edifícios e na conservação de energia. Concluíram que os produtos de fibrocimento com fibras naturais podem ser usados para melhorar a eficiência energética na construção civil. Andoh et al. (2010) estudaram o desempenho térmico de um aquecedor solar de água projetado com fibras da casca do coco verde como material isolante. Eles verificaram que a temperatura de saída da água quente do coletor com casca do coco era de mais de 80 °C em relação ao coletor com fibra de vidro e que o aumento da temperatura interna da água quente foi de mais de 40 °C e a eficiência térmica foi um pouco acima de 51 %.

2.2.8 Material Sorvente

Sorventes são materiais sólidos que retém compostos químicos em sua superfície. Uma das principais características dos sorventes é sua área superficial, pois uma superfície porosa extrai maior quantidade de componentes químicos, o que faz com que a funcionalidade de sorção aumente (DUTRA, 2014). Segundo Dutra (2014), a sorção dos componentes nos sorventes pode ser de dois modos: (1) Absorção, onde os componentes atravessam a superfície do revestimento e (2) Adsorção, onde os componentes permanecem na superfície do sólido.

Monteiro et al. (2017) verificaram que o mesocarpo do coco verde e a serragem de madeira apresentaram boa adsorção em meio ácido aos corantes, denominados como remazol vermelho e remazol brilhante violeta, representativos da indústria têxtil. Cancian e Pereira (2019) desenvolveram dois biossorventes a partir do epicarpo e do mesocarpo do coco verde para adsorver íons fluoreto em solução aquosa. A eficiência de remoção dos íons fluoreto variou de 66,25 % (a 25 °C) a 77,50 % (a 45 °C) para o epicarpo e de 90 % (a 25 °C) a 97,50 % (a 45 °C) para o mesocarpo.

Lima et al. (2012) modificaram quimicamente o pó da casca de coco verde para estudarem sua eficiência na remoção de ânions inorgânicos. Os resultados indicaram que o pó de coco modificado apresentou potencial de aplicação para remoção de nitrato, sulfato e fosfato de soluções aquosas. Caldas et al. (2017) avaliaram o aproveitamento das fibras das cascas do coco verde como sorvente em casos de derramamento de óleo no ambiente marinho. Os resultados evidenciaram que, além da boa capacidade de sorção de óleo, com grande presença de n-alcenos, o uso das fibras de coco sem tratamento térmico é melhor, enquanto a fibra de coco com tratamento térmico é mais adequada para óleo com grande presença de resinas e asfaltenos. Pillai et al. (2013) utilizaram o carbono ativado por micro-ondas de cascas de coco para recuperar a uréia da urina humana. O invólucro do carbono ativado por micro-ondas mostrou-se um adsorvente promissor para a recuperação e remoção de uréia de soluções de urina humana.

2.2.8.1 Desnitrificantes

A desnitrificação é o fenômeno de transformação de nitratos e outras substâncias em gás nitrogênio pela ação de bactérias desnitrificantes, sendo necessária uma fonte de carbono orgânico para que ele ocorra (LUCAS et al., 2005). Muitos países precisam de tecnologias de desnitrificação para o tratamento de águas subterrâneas ou superficiais, que estejam contaminadas pelo uso indiscriminado de fertilizantes à base de nitratos (GREENAN et al., 2006).

Dharmarathne et al. (2013) colocaram um biofilme de fibra de coco verde tratada dentro de um tanque de passagem para tratamento de águas residuais e avaliaram as porcentagens de eficiência da remoção da demanda química e biológica de oxigênio e a capacidade de remoção dos nitratos de nitrogênio, concluindo que as fibras de coco podem contribuir para a realização desse processo. Wareham e Elefsiniotis (2009) identificaram que as cascas do coco após secas e tratadas com solução alcalina, podem suportar uma desnitrificação bem sucedida com 100 % de remoção dos nitratos nas amostras observadas. Manoj e Vasudevan (2012) observaram que as fibras de coco tratadas funcionam como um meio orgânico de suporte igualmente eficiente ao suporte sintético convencionalmente utilizado para remoção de nitrato de nitrogênio.

2.2.9 Produtos de jardinagem e artesanato

Artesanato pode ser considerado qualquer material ou produto que seja feito por um artesão, característico de um trabalho manual e não industrializado e que escapa à produção em série por meio de máquinas (ALENCAR, 2005). Os artesanatos de casca de coco podem ser biojóias, acessórios, adornos, vasos e artefatos decorativos e funcionais, tais como *sousplat*, porta-copos, tapetes, calçados e etc. (PEDROSO; ROCHA, 2017). Os produtos de jardinagem serão descritos a seguir.

2.2.9.1 Reforço de solos

A estabilização do solo tornou-se uma questão importante para a engenharia de construção. Pesquisas sobre a eficácia do uso de resíduos naturais neste processo está aumentando rapidamente. Solos reforçados com fibras distribuídas aleatoriamente, atraíram recentemente uma atenção cada vez maior (MAURYA et al., 2015).

O comportamento de resistência e rigidez do solo reforçado com fibras de coco verde foi estudado por Babu e Vasuvedan (2008). As amostras cilíndricas de solo reforçadas com fibras de coco de diferentes tamanhos e amostras de solo puro foram testadas. Os resultados mostraram que a adição de coco entre 1 % a 2 % como material de reforço aumenta tanto a força quanto a rigidez do solo argiloso considerado no estudo.

Chaple e Dhattrak (2013) observaram que a capacidade de suporte de um solo argiloso aumentou significativamente com a inclusão de uma camada de 0,5 % de fibras de coco verde incluídas aleatoriamente a 25 mm de profundidade de sua base. Singh e Mittal (2014) avaliaram que a resistência à compressão do solo argiloso aumenta de 2,75 kg / cm² para 6,33 kg / cm² com adição de 1 % de fibra de coco distribuída aleatoriamente em sua composição.

Maurya et al. (2015) realizaram uma revisão de literatura sobre os benefícios, propriedades e aplicações da fibra de coco como reforço para solos argilosos e identificaram que os resultados comuns de diversas pesquisas eram que a fibra de coco é um resíduo biodegradável útil na melhora da força e da rigidez de todos os tipos de solo e que pode ser usada em diferentes proporções e diferentes comprimentos. No entanto, identificaram que faltam estudos sobre o tempo de degradação da fibra no solo e os seus efeitos.

2.2.9.2 Manta para contenção

Manta de contenção é um produto que auxilia na resistência do solo e na drenagem, evitando assim o desmoronamento de terra ou problemas com compactação de solo. Mantas elaboradas com fibras de coco verde, em vez de poliéster, têm demonstrado bons resultados nessas aplicações com garantias e qualidade (FRANÇA et al., 2017). Já existem empresas no mercado de diversos países que comercializam mantas de contenção para solos com fibra de coco seco. No entanto, a aplicação com fibras de coco verde vem sendo estudada trançadas em malhas de nylon, em telas de polipropileno ou juta ou borrifadas com látex (SILVEIRA, 2008). Diversos autores afirmam a possibilidade de produção de mantas para contenção com fibras de coco verde (ARAGÃO et al., 2002; SILVA, 2014; NASCIMENTO et al., 2015).

2.2.9.3 Substrato para plantação de mudas

O termo substrato se aplica a todo material sólido, natural ou sintético, distinto do solo, que quando colocado em um recipiente, puro ou com outra mistura permite o desenvolvimento do sistema radicular da planta, desempenhando um papel de suporte (ROSA et al., 2009). Faz uso dos chamados substratos para os cultivos, as mudas de hortaliças, como tomate, pimentão e outras, de citros, de espécies florestais, de fumo e de plantas envasadas, principalmente na floricultura (ROSA et al., 2011).

Pesquisas apontam bons resultados no uso do pó de coco verde como substrato com aplicação de solução nutritiva pouco concentrada para crescimento de mudas de alface (BEZERRA; ROSA, 2002). Rosa et al. (2011) apontaram que o pó de coco maduro e verde podem ser tecnicamente viáveis, como substratos de enraizamento de estacas de crisântemo.

O pó do coco maduro ou verde como substrato para mudas de melão também apresentaram boas características em relação a facilidade de retirada do tubete e na agregação das raízes ao substrato (SILVA JUNIOR et al., 2016). Cardoso e Ustulin Filho (2013) utilizaram substrato de fibra de coco para produção de mudas de chicória e recomendam a adição da dose de 90 mg de nitrogênio por litro, para proporcionar maior massa da matéria fresca e do número de folhas na colheita.

Liz (2006) analisou física e quimicamente o substrato de coco verde para a produção de hortaliças, os testes foram feitos em plantas que ficaram em repouso por (0; 45; 90; 135 e 180) dias. A autora indicou recomendações de adubação e verificou necessidades de redução na condutividade elétrica do substrato de forma a auxiliar no manejo correto da irrigação e na estabilidade da produção de mudas de qualidade.

Substratos comerciais de fibra de coco com espuma fenólica apresentaram uma porcentagem adequada de micro poros, o que garante uma capacidade satisfatória de retenção de água, influenciando positivamente a germinação das plantas de alface (COUTO, 2015). Pantoja et al. (2017) observaram que a fibra de coco pode ser usada em substituição à espuma fenólica na plantação de couve manteiga, garantindo bons resultados na produção.

Ramos et al. (2008) avaliaram a proporção de resíduos de cultura de fibra de coco e cogumelo na produção de mudas de tomate e verificaram que o aumento da proporção de resíduos de cogumelos em relação à fibra de coco proporcionou mudas de tomateiro com melhores características que as demais. Silveira et al. (2002) também obtiveram ótimas taxas de germinação nas mudas de tomateiro, utilizando, no entanto, somente a fibra de coco.

Segundo Santos et al. (2017), o pó de coco apresenta características desejáveis na plantação de tomates, tais como alta retenção de umidade, resistência à degradação, uniformidade, ausência de patógenos e de ervas daninhas. No entanto o pó de coco apresenta pouca reserva de nutrientes, sendo necessária a mistura desse material com outras fontes orgânicas ou minerais, seja durante o preparo do substrato, ou no caso da fonte mineral aplicada via fertirrigação ao longo do cultivo.

Carrijo et al. (2002) estudaram o uso do substrato da fibra de coco verde em comparação ao substrato de pó de serra na produção de tomate, em casa de vegetação, e verificaram que o substrato da fibra de coco verde alcançou uma produção 7,3 % maior do que o do pó de serra. Biagolini (2017) estudou o uso da casca do coco verde como recipiente para o plantio de 6 espécies de plantas epífitas. Após 7 meses do plantio, o autor introduziu as mudas em árvores presentes em área rural e realizou o acompanhamento por 90 dias sem que se tenha sido feito regas neste período. Os resultados observados foram satisfatórios com boa adaptabilidade das plantas ao local, possibilitando a preservação de bromélias, orquídeas e demais plantas.

Oliveira et al. (2008) avaliaram o uso do pó de coco verde como substrato alternativo na produção de mudas de berinjela e verificaram que as mudas cultivadas em pó de coco seco foram as melhores e que a lavagem dos substratos à base de pó e fibra de coco verde melhoraram o desempenho na produção de mudas de berinjela, bem como que a utilização de diferentes proporções do pó ou da fibra de coco verde não influencia no desempenho do substrato na produção de mudas.

2.2.9.4 Tubetes para plantação de mudas

Tubetes são pequenos recipientes elaborados de polietileno e indicado, desde a década de 70, para a utilização no cultivo de diversos tipos de mudas, devido à facilidade de manuseamento e alocação nos viveiros (VIEGAS, 2015). Gomes (2001) enfatiza que o uso dos tubetes favorece na proteção das raízes contra choques mecânicos e desidratação, assim como no transporte, distribuição e plantio das mudas. Ferraz et al. (2015) ressaltam que, de modo geral, os tubetes são de formato cônico, apresentando seção quadrangular ou redonda permitindo o emprego de diferentes tipos e volumes de espécies.

Como existe a consequência dos resíduos gerados por esses recipientes, que são à base de petróleo, a sociedade pressiona cada vez mais para que haja alternativas que tragam menores impactos ambientais (FERRAZ et al., 2015). Uma alternativa para a substituição dos tubetes de plástico rígido são os recipientes biodegradáveis, os quais podem ser plantados com as mudas (DIAS, 2011).

Existe apenas uma empresa no mundo que criou uma linha de produção de equipamentos que favorece no rendimento e produtividade de mudas utilizando papel biodegradável como recipientes em forma de canudos para utilização no processo de desenvolvimento de mudas, de forma que não seja necessária a sua retirada e que possa ser plantado diretamente no solo (ELLEPOT, 2018).

Gonçalves (2018) indicou a possibilidade de desenvolvimento de um tubete biodegradável elaborado com fibras de coco e amido, porém não realizou testes sobre a viabilidade da utilização do produto no favorecimento do desenvolvimento de nenhuma planta. Santana et al. (2014) estudaram a possibilidade de aplicação desse tubete biodegradável em

substituição aos tubetes de plástico utilizados pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) no município de Ilhéus, Bahia, indicando a probabilidade de bons números de produção, que talvez, justifiquem esse tipo de aproveitamento no município.

2.2.10 Síntese das possibilidades de aplicação das cascas de coco verde

O Quadro 1 mostra uma síntese das possibilidades identificadas para aplicação das cascas do coco verde em relação ao potencial de uso de toda a casca ou somente de suas partes específicas, como o epicarpo, mesocarpo ou endocarpo.

Quadro 1 – Potencial de aplicabilidade das partes do coco verde em relação às possibilidades identificadas de aproveitamento

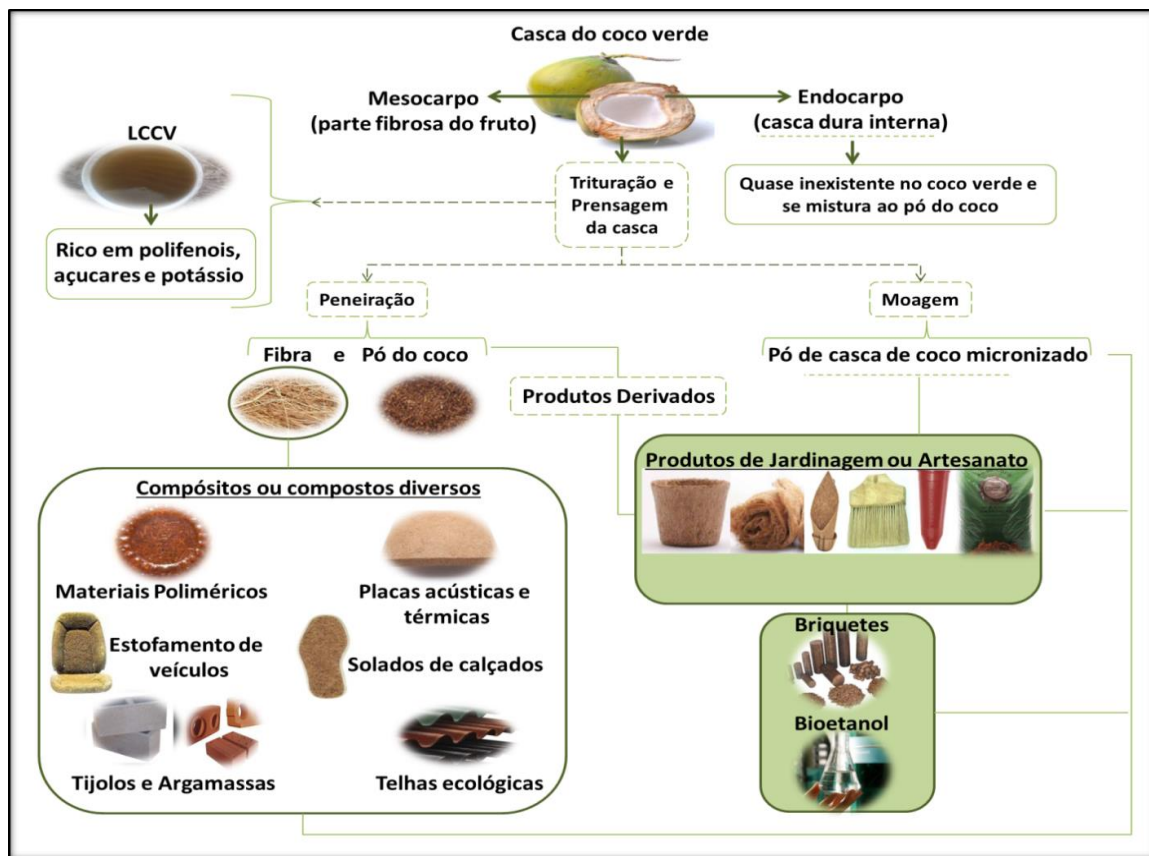
<p style="text-align: center;">CARVÃO VEGETAL</p> <p>(CORTEZ et al., 2010; PADILLA et al., 2018; SOUZA et al., 2016).</p>	<p>Potencial de aplicabilidade tanto somente do mesocarpo do coco verde tratado, quanto de toda a casca do coco verde após tratamentos e adição de produtos.</p>
<p style="text-align: center;">BRIQUETE</p> <p>(CÉSAR et al., 2009; SILVEIRA, 2008; SANT'ANNA et al., 2012).</p>	
<p style="text-align: center;">PRODUTOS DE JARDINAGEM</p> <p>Substratos, mantas, reforço de solos, tubetes, vasos, acessórios, artesanato e artefatos decorativos</p> <p>(ROSA et al., 2011; PANTOJA et al., 2017; GONÇALVES, 2018).</p>	
<p style="text-align: center;">BIO-ÓLEO OU BIODIESEL</p> <p>(SILVA, 2019; SILVEIRA, 2018; PINHEIRO et al., 2013).</p>	<p>Potencial de aplicabilidade do mesocarpo e do endocarpo do coco verde. Sendo necessários tratamentos para viabilizar a utilização como combustível.</p>
<p style="text-align: center;">CARVÃO ATIVADO</p> <p>(ARENA et al., 2016; ROCHA et al., 2012).</p>	<p>Potencial de aplicabilidade somente do mesocarpo do coco verde após tratamentos e adição de produtos.</p>
<p style="text-align: center;">ETANOL</p>	

(CABRAL, 2015; TRINDADE et al., 2010; NASCIMENTO et al., 2015).	
MATERIAL SORVENTE (MONTEIRO et al., 2017; LIMA, et al., 2012; CALDAS et al., 2017).	
DESNITRIFICANTE (DHARMARATHNE et al., 2013; WAREHAM; ELEFSINIOTIS,2009; MANOJ; VASUDEVAN, 2012).	
ENZIMAS (COELHO et al., 2001; SILVA, 2016; DEY et al., 2018).	
ISOLANTE ACÚSTICO (RAMIS et al., 2014; ROZLI; ZULKARNAIN, 2010; FOULADI et al., 2010).	
ISOLANTE TÉRMICO (ARAÚJO et al., 2015; ANDOH et al., 2010; LERTWATTANARUK; SUNTIJITTO, 2015).	
COMPÓSITOS E COMPOSTOS Cimento, plásticos, borrachas, resinas, barro, gesso, aglomerados (GUNASEKARAN et al., 2012; FIORELLI et al., 2012; SPADETTI et al., 2016).	Potencial de aplicabilidade para alguns materiais usando apenas o mesocarpo da casca do coco verde após tratamentos e adição de produtos.

Fonte: elaborado pela autora

A Figura 2 mostra o fluxograma dos principais produtos que podem ser fabricados utilizando as cascas do coco verde na maior parte da composição.

Figura 2 - Possibilidades de aplicação e produtos derivados das cascas do coco verde



Fonte: Nunes et al., (2020)

Além dessas aplicações identificadas como principais por meio desta pesquisa, foram verificados estudos e patentes sobre aprimoramentos na casca do coco verde para utilização em: misturas asfálticas (ODA et al., 2012); calçados (NEVES, 2017); placa solar (XIMENES, 2017); papel ecológico (XITI, 2017); tecidos (MEIZHONG, 2015); urna funerária (LAGOS, 2016); filtro de fibras (MONACO et al., 2009).

Costa e Lima (2018) em um estudo de prospecção tecnológica, encontraram 831 patentes nacionais e internacionais que propõem a reutilização da fibra do coco verde. Os autores verificaram famílias de patentes com utilização de fibra de coco nas seguintes classes e subclasses: agricultura; silvicultura; criação animal; caça; pescaria; horticultura; cultivo de vegetais; marinha; silvicultura; horticultura; cultivo de legumes; mobília; artigos ou aparelhos

domésticos; máquinas de especiaria; limpeza de aspiração em geral; cadeiras ou assentos especialmente adaptados para veículos; colchões de primavera; recheados ou fluidos especialmente adaptados para cadeiras; camas ou sofás; compostos macromoleculares orgânicos; preparação ou trabalho químico; composições e bases; e compostos macromoleculares derivados de materiais lignocelulósicos.

Ou seja, a potencialidade de aplicação das cascas do coco verde é notável. No entanto, fatores relacionados ao planejamento e a gestão logística deste insumo, aos parâmetros de produção, bem como a ausência de demandas e a necessidade de desenvolvimento técnico-científico em fibra de coco no país, constituem-se em barreiras que inviabilizam a atuação de novas cadeias produtivas que reutilizem esse insumo em diversas regiões do Brasil.

2.3 DEMANDA FUTURA: PREDIÇÃO DE SÉRIES TEMPORAIS

Uma série temporal é uma sucessão de observações ordenadas ao longo do tempo, ou seja, uma sequência de dados registrados e distribuídos em períodos específicos (BOX et al., 2016). A partir das observações registradas e ordenadas em períodos de tempo é possível utilizar técnicas e alternativas de modelagem matemática que identificam o sistema gerador da série e o representa no futuro, chamando-se de previsão de séries temporais (AGUIRRE, 2007).

Os modelos de previsão de séries temporais são ferramentas importantes no apoio ao planejamento da produção e na tomada de decisão em uma organização (SANTOS et al., 2020), pois além de possibilitar uma visão futura do fluxo de caixa, das vendas, da produção, e do controle do estoque, permite que os administradores das organizações prevejam o cenário vindouro e formulem ações adequadas (TUBINO, 2017).

As previsões de demanda podem ser elaboradas, portanto, a partir da análise dos dados históricos, de métodos qualitativos e de métodos quantitativos de modelagem ou a partir da combinação de ambos. Os métodos qualitativos são baseados em opiniões de especialistas, que buscam fundamentos a partir do julgamento de executivos, apreciação do pessoal de vendas e por meio das expectativas dos consumidores (PELLEGRINI, 2012).

Segundo Pacheco e Silva (2003), os métodos quantitativos subdividem-se em séries temporais e modelos causais. As técnicas de séries temporais são fundamentadas por dados históricos, ou seja, a partir dos dados disponíveis, projetam-se modelos matemáticos que traduzem um padrão, descrevendo a variação da demanda ao longo do tempo. Já os modelos causais visam relacionar as demandas (considerada variável dependente) com outros fatores, tais como o clima, inflação ou PIB (variáveis independentes).

Existem diferentes tipos de modelos matemáticos para previsão de séries temporais (CAMELO et al., 2017). A escolha do modelo é determinada pelas diversas características de uma série temporal, tais como: tendência, estacionariedade e sazonalidade (FALCÃO; AGUIAR, 2020; MUN, 2010). Existe também a possibilidade de se ter variáveis exógenas, como explicativas, junto às defasagens da variável endógena, no caso dos chamados modelos dinâmicos multivariados, usuais em economia e outras áreas de pesquisa.

2.3.1 Análise da tendência

O modelo de regressão linear simples consiste de dois parâmetros, que correspondem aos coeficientes de uma equação de reta qualquer:

$$Y_i = \alpha + \theta X_i + \epsilon_i \quad , \quad \text{Eq. (1)}$$

em que Y_i representa o valor da variável resposta ou dependente e X_i o valor da variável independente ou explicativa. O parâmetro α representa o coeficiente linear, ou o intercepto da reta, e o parâmetro θ consiste no coeficiente angular ou no efeito da variável explicativa sobre a variável resposta. Os componentes ϵ_i são variáveis aleatórias que correspondem às perturbações estocásticas. O coeficiente angular permite analisar o comportamento da reta em relação à tendência, pois, a partir dele, é possível perceber a inclinação da reta e identificar se ela é crescente, decrescente ou constante (RODRIGUES, 2012).

A análise da tendência pode ser realizada pela aplicação do modelo de regressão entre os dados e o tempo, verificando o valor do coeficiente angular e testando sua significância estatística. A hipótese nula desse teste de significância de β é de que a série não apresenta tendência linear. Logo, isso significa dizer que quando o *p-value* desse teste é significativo, para

um nível de confiança de 95 %, ele é inferior a 0,05, e indica que poderá rejeitar a hipótese nula de que a série não apresenta uma tendência linear e que, portanto, a relação entre as duas variáveis será significativa (MORETTIN; TOLOI, 2004).

2.3.2 Análise da estacionariedade

Para fazer inferências estatísticas sobre a estrutura de um processo estocástico com base em um registro observado desse processo, deve-se geralmente fazer algumas suposições razoáveis sobre essa estrutura. A suposição mais importante é a da estacionariedade. A ideia básica da estacionariedade é que as leis de probabilidade que governam o comportamento do processo não mudam com o tempo. Em certo sentido, pode-se dizer que o processo está em equilíbrio estatístico (CRYER; CHAN, 2008). Há, basicamente, quatro maneiras de observar se a série temporal em estudo é ou não estacionária (AGUIRRE, 2007; HYNDMAN; ATHANAPOULOS, 2018): (1) Análise gráfica; (2) Análise da média e da variância; (3) Observação da Função de Autocorrelação – ACF e (4) Testes de raiz unitária.

2.3.2.1 Análise gráfica

A partir da visualização do gráfico da série temporal, para analisar se a série se comporta de maneira estacionária, deve-se observar a presença de tendências aparentes, crescentes ou decrescentes em relação ao tempo e se o padrão da variação é constante ao longo do tempo (AGUIRRE, 2007; FERREIRA, 2018). A presença de uma tendência, determinística ou estocástica, é o motivo mais comum pelo qual uma série temporal é não estacionária. Para processos com tendência determinística, a remoção da tendência é suficiente para obter-se um processo estacionário, enquanto que para processos com tendência estocástica necessita-se recorrer à diferenciação da série para torná-la estacionária. No entanto, a remoção de tendência em uma série que apresenta não estacionariedade devido à presença de raiz unitária não a torna estacionária. Por tais ambiguidades, não se pode afirmar a estacionariedade de uma série apenas por análise visual gráfica, faz-se necessário aplicação dos métodos formais e de testes de hipótese (BOX et al., 2016; HYNDMAN; ATHANAPOULOS, 2018).

2.3.2.2 Análise da média e da variância

No sentido estrito e estatístico, um processo estocástico é estacionário quando a distribuição de probabilidade de uma realização for a mesma para qualquer instante de tempo (AGUIRRE, 2007). A condição estrita, também conhecida como estacionariedade forte, é quando a distribuição conjunta de qualquer conjunto possível de variáveis aleatórias do processo é a mesma para qualquer tempo e para qualquer defasagem relacionada. Essa condição estrita é difícil de ser verificada estatisticamente. Em geral, se operam com condições mais brandas relativas aos momentos da distribuição, conhecida como estacionariedade fraca (BOX et al., 2016). Para a estacionariedade fraca, ou ampla, duas condições são relevantes: as relativas ao primeiro e ao segundo momentos do processo estocástico, a saber (ROSSI; NEVES, 2000; MADDALA; LAHIRI, 2009):

- i. Média de uma série $\mu_x(t)$:

$$\mu_x(t) = E[Y_t] \quad , \quad \text{Eq. (2)}$$

- ii. Variância de uma série $\sigma_x^2(t)$:

$$\sigma_x^2(t) = E[Y_t - \mu_x(t)]^2 \quad , \quad \text{Eq. (3)}$$

em que $E[\]$ é o operador de valor esperado.

Tem-se:

Estacionariedade na média para qualquer k (período) (condição 1):

$$E[Y_t] = E[Y_{t+k}] \quad , \quad \text{Eq. (4)}$$

Estacionariedade na variância para qualquer k (período) (condição 2):

$$\sigma_x^2(t) = \sigma_x^2(t+k) \quad , \quad \text{Eq. (5)}$$

Diz-se que um processo estocástico é de estacionariedade fraca de primeira ordem se apenas a primeira condição é satisfeita e de segunda ordem se tanto a primeira como a segunda condição forem encontradas na série temporal em análise. Quando a distribuição de probabilidade da variável Y_t é normal e as condições de primeira ordem (estacionariedade na média) e de segunda ordem (estacionariedade na variância) são atendidas, pode-se considerar um processo estritamente estacionário (ROSSI; NEVES, 2000).

2.3.2.3 Observação da Função de Autocorrelação – ACF

A função de autocorrelação - ACF é caracterizada por correlações que se alternam no sinal e tendem a diminuir com o aumento do atraso (BOX et al., 2016). Considere uma série temporal $\{x_t\}_{t=1}^N$. O coeficiente de correlação (ρ_k) entre x_t e x_{t-k} , para qualquer t, é chamado de autocorrelação de k-ésima ordem e é denotado por (BOX; PIERCE, 1970):

$$\rho_k = \frac{Cov(x_t, x_{t-k})}{Var(x_t)} = \frac{\gamma_k}{\gamma_0} \quad , \quad \text{Eq. (6)}$$

sendo γ_k a k-ésima ordem de autocovariância, $Var(x_{t-k}) = Var(x_t)$ porque x_t é fracamente estacionária e $\rho_0 = 1$. Um conjunto de autocorrelações, $\{\rho_k\}$, é chamado de função de autocorrelação de x_t . Para uma dada amostra de $\{x_t\}_{t=1}^N$, suponha que \bar{x} é a média amostral. Então, a autocorrelação amostral de k-ésima ordem de x_t é:

$$\widehat{\rho}_k = \frac{\sum_{t=k+1}^N (x_t - \bar{x})(x_{t-k} - \bar{x})}{\sum_{t=1}^N (x_t - \bar{x})^2} \quad , \quad \text{Eq. (7)}$$

em que k é maior igual a 0 e menor igual a $N-1$. Quanto mais $\widehat{\rho}_k$ aproxima-se de 1, maior o indício de que a série temporal é não estacionária. Outro indicador de não-estacionariedade é a representação gráfica de $\widehat{\rho}_k$, conhecida como correlograma amostral. Quando o correlograma inicia com um valor próximo de 1 e decai gradativamente, tem-se forte indício de série temporal não estacionária (MAYORGA et al., 2007).

O diagrama que reproduz a ACF dispõe de limites de nível de significância estatística. Se as defasagens ultrapassarem esse limite, as autocorrelações são consideradas significativamente

diferentes de zero. Ou seja, se a autocorrelação for maior do que o limite superior ou menor do que o limite inferior, a hipótese nula de que não há autocorrelação em uma amostra é rejeitada ao nível de significância α e as autocorrelações são consideradas significativamente diferentes de zero (BOX et al., 2016; FRACARO, 2018).

$$\text{Limites} = \pm \frac{z_{1-\frac{\alpha}{2}}}{\sqrt{N}}, \quad \text{Eq. (8)}$$

em que z é a função quantil da distribuição normal padrão e α é o nível de significância. Neste caso, o nível de confiança tem amplitude fixa que depende do tamanho da série.

2.3.2.4 Testes de raiz unitária

Os testes de raiz unitária podem ser: Dickey Fuller Aumentado (ADF); Kwiatkowski, Philips, Schmidt e Shin (KPSS) (KWIATKOWSKI et al., 1992); Integração fracional, entre outros (BOX et al., 2016; FERREIRA, 2018). Optou-se por utilizar neste trabalho o teste ADF e o KPSS para realizar a avaliação da estacionariedade da série temporal, diante das recomendações observadas na literatura (FARIA et al., 2020; SANTOS et al., 2020; FERNANDES et al., 2015; AGUIRRE; FERREIRA, 2001). No teste ADF quando a série tem raiz unitária ela é dita não estacionária; caso não tenha raiz unitária é dita estacionária. O teste ADF é definido a partir de um processo estocástico de raiz unitária dado por:

$$y_t = \rho y_{t-1} + \varepsilon_t \quad -1 \leq \rho \leq 1, \quad \text{Eq. (9)}$$

em que y_t é a série a ser modelada, ρ é o coeficiente de y_{t-1} e ε_t é um termo de ruído branco. Um termo de ruído branco pode ser considerado uma sequência de variáveis aleatórias independentes e distribuídas de forma idêntica. Subtraindo y_{t-1} na Eq. (9), tem-se:

$$y_t - y_{t-1} = (\rho - 1)y_{t-1} + \varepsilon_t, \quad \text{Eq. (10)}$$

$$\Delta y_t = \delta y_{t-1} + \varepsilon_t, \quad \text{Eq. (11)}$$

onde $\delta = \rho - 1$ e Δ é o operador de primeira diferença. Quando $\rho = 1$ ocorre o caso da raiz unitária, caracterizando um passeio aleatório, ou seja, um processo estocástico não estacionário. O teste ADF verifica se o valor de ρ é estatisticamente igual a um e baseia-se na regressão de modelos, que podem ser sem constante e sem tendência (Eq. (12)), com a inclusão de constante (β_1) e sem tendência (Eq. (13)), ou ainda com constante e com tendência ($\beta_1 + \beta_2 t$) (Eq. (14)) (SILVEIRA et al., 2017).

$$\Delta y_t = \delta y_{t-1} + \varepsilon_t \quad , \quad \text{Eq. (12)}$$

$$\Delta y_t = \beta_1 + \delta y_{t-1} + \varepsilon_t \quad , \quad \text{Eq. (13)}$$

$$\Delta y_t = \beta_1 + \beta_2 t + \delta y_{t-1} + \varepsilon_t \quad , \quad \text{Eq. (14)}$$

Na prática, testa-se a hipótese nula de que $\delta = 0$, o que implica em $\rho = 1$, e, conseqüentemente, na presença de uma raiz unitária, ou seja:

H0: $\delta = 0$ (a série temporal possui raiz unitária - a série é não estacionária);

H1: $\delta < 0$ (a série temporal não possui raiz unitária - a série é estacionária).

Para testar a hipótese nula estima-se a Eq. (11) utilizando os mínimos quadrados e examina-se a estatística τ (tau).

$$\tau = \frac{\hat{\delta}}{se(\hat{\delta})} \quad , \quad \text{Eq. (15)}$$

em que $\hat{\delta}$ é um estimador para δ e $se(\hat{\delta})$ é um estimador para desvio padrão do erro de δ (DICKEY-FULLER, 1979). Os valores críticos dessa estatística foram computados por Banerjee et al. (1993) mediante a utilização da simulação de Monte Carlo. Compara-se o valor da estatística τ com valores críticos tabelados para servir de suporte à tomada de decisão. Se o valor observado para a estatística de teste for inferior ao valor crítico, rejeita-se a hipótese nula e conclui-se que a série temporal é estacionária de acordo com o nível de confiança escolhido. Caso contrário, a série temporal será não estacionária (FERREIRA, 2018).

O teste KPSS é baseado em regressão linear e avalia a estacionariedade desagregando a série em três partes, considerando um modelo com tendência, com passeio aleatório e com erro, dado por:

$$y_t = \xi T + r_t + \epsilon_t, \quad \text{Eq. (16)}$$

em que ξ é uma constante que representa o coeficiente de T , T é a tendência, e ϵ_t representa os resíduos de uma regressão em y_t . Um passeio aleatório $r_t = r_{t-1} + \epsilon_t$, sendo ϵ_t um termo de ruído branco. Um estimador para a variância dos erros dessa regressão, é representado por:

$$\hat{\sigma}_\epsilon^2 = \frac{SQE}{N}, \quad \text{Eq. (17)}$$

em que SQE é a soma dos quadrados dos erros e N é o número de observações. Define-se a soma parcial dos resíduos, S_t :

$$S_t = \sum_{i=1}^t \epsilon_i, \quad t = 1, 2, 3, \dots, N., \quad \text{Eq. (18)}$$

de modo que a estatística de teste LM é dada por:

$$LM = \sum_{t=1}^N \frac{S_t^2}{N^2 \hat{\sigma}_\epsilon^2}, \quad \text{Eq. (19)}$$

O valor da estatística de teste LM é comparado aos valores críticos tabelados por Kwiatkowski et al. (1992), de acordo com o nível de significância adotado, onde, se maiores, pode-se rejeitar a hipótese nula. A principal característica desse teste é à inversão das hipóteses, isto é, a hipótese nula assume a noção de que a série é estacionária e a hipótese alternativa de que a série é não estacionária (CERETTA; VIEIRA et al., 2010; SILVEIRA et al., 2017)

2.3.3 Análise da sazonalidade

A análise da sazonalidade pode ser realizada por meio da remoção da sazonalidade da série, para depois estudá-la em seus demais aspectos. Esse método é conhecido como decomposição clássica sazonal aditiva ou multiplicativa, onde a série temporal (y_t) é decomposta em três componentes: sazonal (s_t), constante de tendência ou ciclo (b_t) e resíduos (ϵ_t)

(HYNDMAN; ATHANAPOULOS, 2018). O Quadro 2 mostra a representação matemática do método de decomposição sazonal aditivo.

Quadro 2 - Métodos de decomposição sazonal para análise da série temporal

Método	Representação matemática
Aditivo	$y_t = s_t + b_t + \epsilon_t$
Multiplicativo	$y_t = s_t \cdot b_t \cdot \epsilon_t$

Fonte: Adaptado de Milnitz et al. (2011)

A decomposição da série temporal de dados baseia-se em uma sequência de operações algébricas com médias móveis e é utilizada para observar cada componente da série separadamente, de forma a facilitar a identificação de padrões para depois escolher o modelo de previsão mais representativo (MILNITZ et al., 2011). Um maior detalhamento para realizar a aplicação desse método pode ser encontrado em Cleveland et al. (1990).

2.4 MODELOS DE PREVISÃO EM SÉRIES TEMPORAIS

Para se modelar uma série temporal pode-se utilizar uma variedade de modelos de previsão. Dentre os modelos mais antigos utilizados, destacam-se os modelos de regressão, os modelos de alisamento exponencial de Holt (1957), Brown (1959) e Winters (1960) e os modelos auto regressivos integrados de médias móveis, na sigla em inglês denominados como ARIMA e introduzidos por Box e Jenkins (1970).

Com o passar do tempo, os modelos de alisamento exponencial obtiveram um avanço e uma inovação em sua estrutura de modelagem. Através dos estudos de Ord et al. (1997), Hyndman et al. (2002) e Taylor (2003), uma nova estrutura estatística foi desenvolvida para os atuais trinta modelos de alisamento exponencial a partir de modelos de espaço de estados. Essa nova modelagem de alisamento exponencial para previsão, através de espaço de estados, foi divulgada por Hyndman et al. (2002) com a sigla ETS, que vem das letras iniciais das

componentes de Erro, Tendência e Sazonalidade dos modelos de alisamento exponencial tradicionais.

Uma representação em espaço de estados é um modelo matemático de um sistema composto de um conjunto de variáveis de entrada, de saída e de estado relacionadas entre si por meio de equações diferenciais de primeira ordem. O estado do sistema pode ser representado como um vetor dentro desse espaço. Kalman (1960) foi o responsável por iniciar a aplicação de modelos de espaço de estados em problemas de filtragem de dados discretos. Para maiores detalhes da representação matemática desses modelos consultar Hyndman et al. (2002), Hyndman et al. (2008) e Pellegrini (2012).

Vale salientar que os modelos ETS via espaço de estados apresentam diferenças significativas dos modelos de alisamento exponencial tradicional, apesar de serem um aperfeiçoamento deles. Pois, enquanto o modelo de suavização exponencial é um conjunto de equações que fornecem apenas previsões pontuais, o modelo ETS é um algoritmo estocástico que, além de fornecer estas mesmas previsões pontuais pelo mesmo conjunto de equações, fornece ainda uma estrutura para calcular os intervalos de predição e outras propriedades (ALVES et al., 2013).

Os modelos ETS via espaço de estados de Hyndman et al. (2008) estão sendo amplamente aplicáveis no contexto de suavização e previsão de séries temporais, pois permitem uma considerável flexibilidade na especificação de uma estrutura paramétrica e a vantagem de estimar os parâmetros desconhecidos do modelo através da maximização da verossimilhança, via decomposição do erro de previsão (PELLEGRINI, 2012). Dessa forma, os modelos ETS foram os escolhidos para serem empregados nesta pesquisa.

O modelo ETS com estrutura (A, A, N) tem, respectivamente, erros aditivos, tendência aditiva e nenhuma sazonalidade. Ou seja, representa o método linear de Holt com erros aditivos. Da mesma forma, o ETS (M, Md, M) corresponde a um modelo com erros multiplicativos, uma tendência multiplicativa amortecida e sazonalidade multiplicativa (HYNDMAN et al., 2008). As possibilidades para cada um desses componentes em espaço de estados são expressas pelo Quadro 3.

Quadro 3 – Possibilidades de variações dos espaços de estados do modelo ETS

Erro	-	A (aditivo)	M (multiplicativo)
Tendência	N (nenhuma)	A (aditivo) A _d (Amortecida)	M _d (multiplicativo amortecido)
Sazonalidade	N (nenhuma)	A (aditivo)	M (multiplicativo)

Fonte: Hyndman e Athanapoulos (2018)

A distribuição da componente de erro tem sido ignorada historicamente, pois a distinção da componente erro não interfere nas previsões pontuais. As previsões pontuais produzidas por modelos de mesma configuração e que difere apenas no tipo de erro são idênticas se os mesmos parâmetros forem utilizados. No entanto, o intervalo de predição será diferente, pois a fórmula de cálculo da variância residual muda do modelo com erros aditivos para o modelo com erros multiplicativos (HYNDMAN et al., 2008). Alternando a componente de erro para aditiva ou multiplicativa, obtém-se trinta modelos de alisamento exponencial. Esta classificação de modelos é originária da taxonomia proposta por Pegels (1969), estendida por Gardner (1985) e modificada por Hyndman et al. (2002) e Taylor (2003).

Seguindo a notação de Hyndman et al. (2008), a Tabela 3 apresenta as quinze equações pontuais de nível, tendência e sazonalidade com as respectivas previsões para cada modelo de alisamento exponencial, ignorando a componente de erro. A série original é representada por y_t , a previsão é denotada por $\hat{y}_{t+h|t}$, em que h é o horizonte de previsão, $h = 1, \dots, H$ e $t = 1, \dots, N$. As estruturas das componentes de tendência e sazonalidade são modeladas através de três equações de suavizações gerais: a equação de nível denotada por l_t , a equação de tendência denotada por b_t e a equação de sazonalidade denotada por s_{t-m} , em que m denota o período de sazonalidade; geralmente $m = 1$ para dados anuais, $m = 4$ para dados trimestrais e $m = 12$ para dados mensais.

Tabela 3 - Equações de suavização e respectivas previsões para cálculos recursivos

Tendência	Sazonalidade		
	N	A	M
N	$l_t = \alpha y_t + (1 - \alpha)l_{t-1}$ $\hat{y}_{t+h t} = l_t$	$l_t = \alpha(y_t - s_{t-m}) + (1 - \alpha)l_{t-1}$ $s_t = \gamma(y_t - l_{t-1}) + (1 - \gamma)s_{t-m}$ $\hat{y}_{t+h t} = l_t + s_{t-m+h_m^+}$	$l_t = \alpha(y_t / s_{t-m}) + (1 - \alpha)l_{t-1}$ $s_t = \gamma(y_t / l_{t-1}) + (1 - \gamma)s_{t-m}$ $\hat{y}_{t+h t} = l_t s_{t-m+h_m^+}$
A	$l_t = \alpha y_t + (1 - \alpha)(l_{t-1} + b_{t-1})$ $b_t = \beta^*(l_t - l_{t-1}) + (1 - \beta^*)b_{t-1}$ $\hat{y}_{t+h t} = l_t + hb_t$	$l_t = \alpha(y_t - s_{t-m}) + (1 - \alpha)(l_{t-1} + b_{t-1})$ $b_t = \beta^*(l_t - l_{t-1}) + (1 - \beta^*)b_{t-1}$ $s_t = \gamma(y_t - (l_{t-1} + b_{t-1})) + (1 - \gamma)s_{t-m}$ $\hat{y}_{t+h t} = l_t + hb_t + s_{t-m+h_m^+}$	$l_t = \alpha(y_t / s_{t-m}) + (1 - \alpha)(l_{t-1} + b_{t-1})$ $b_t = \beta^*(l_t - l_{t-1}) + (1 - \beta^*)b_{t-1}$ $s_t = \gamma(y_t / (l_{t-1} + b_{t-1})) + (1 - \gamma)s_{t-m}$ $\hat{y}_{t+h t} = (l_t + hb_t)s_{t-m+h_m^+}$
A _d	$l_t = \alpha y_t + (1 - \alpha)(l_{t-1} + \phi b_{t-1})$ $b_t = \beta^*(l_t - l_{t-1}) + (1 - \beta^*)\phi b_{t-1}$ $\hat{y}_{t+h t} = l_t + \phi h b_t$	$l_t = \alpha(y_t - s_{t-m}) + (1 - \alpha)(l_{t-1} + \phi b_{t-1})$ $b_t = \beta^*(l_t - l_{t-1}) + (1 - \beta^*)\phi b_{t-1}$ $s_t = \gamma(y_t - (l_{t-1} + \phi b_{t-1})) + (1 - \gamma)s_{t-m}$ $\hat{y}_{t+h t} = l_t + \phi h b_t + s_{t-m+h_m^+}$	$l_t = \alpha(y_t / s_{t-m}) + (1 - \alpha)(l_{t-1} + \phi b_{t-1})$ $b_t = \beta^*(l_t - l_{t-1}) + (1 - \beta^*)\phi b_{t-1}$ $s_t = \gamma(y_t / (l_{t-1} + \phi b_{t-1})) + (1 - \gamma)s_{t-m}$ $\hat{y}_{t+h t} = (l_t + \phi h b_t)s_{t-m+h_m^+}$
M	$l_t = \alpha y_t + (1 - \alpha)l_{t-1}b_{t-1}$ $b_t = \beta^*(l_t / l_{t-1}) + (1 - \beta^*)b_{t-1}$ $\hat{y}_{t+h t} = l_t b_t^h + s_{t-m+h_m^+}$	$l_t = \alpha(y_t - s_{t-m}) + (1 - \alpha)l_{t-1}b_{t-1}$ $b_t = \beta^*(l_t / l_{t-1}) + (1 - \beta^*)b_{t-1}$ $s_t = \gamma(y_t - (l_{t-1}b_{t-1})) + (1 - \gamma)s_{t-m}$ $\hat{y}_{t+h t} = l_t b_t^h + s_{t-m+h_m^+}$	$l_t = \alpha(y_t / s_{t-m}) + (1 - \alpha)l_{t-1}b_{t-1}$ $b_t = \beta^*(l_t / l_{t-1}) + (1 - \beta^*)b_{t-1}$ $s_t = \gamma(y_t / (l_{t-1}b_{t-1})) + (1 - \gamma)s_{t-m}$ $\hat{y}_{t+h t} = l_t b_t^h s_{t-m+h_m^+}$
M _d	$l_t = \alpha y_t + (1 - \alpha)l_{t-1}b_{t-1}^\phi$ $b_t = \beta^*(l_t / l_{t-1}) + (1 - \beta^*)b_{t-1}^\phi$ $\hat{y}_{t+h t} = l_t b_t^{\phi h} s_{t-m+h_m^+}$	$l_t = \alpha(y_t - s_{t-m}) + (1 - \alpha)l_{t-1}b_{t-1}^\phi$ $b_t = \beta^*(l_t / l_{t-1}) + (1 - \beta^*)b_{t-1}^\phi$ $s_t = \gamma(y_t - l_{t-1}b_{t-1}^\phi) + (1 - \gamma)s_{t-m}$ $\hat{y}_{t+h t} = l_t b_t^{\phi h} + s_{t-m+h_m^+}$	$l_t = \alpha(y_t / s_{t-m}) + (1 - \alpha)l_{t-1}b_{t-1}^\phi$ $b_t = \beta^*(l_t / l_{t-1}) + (1 - \beta^*)b_{t-1}^\phi$ $s_t = \gamma(y_t / (l_{t-1}b_{t-1}^\phi)) + (1 - \gamma)s_{t-m}$ $\hat{y}_{t+h t} = l_t b_t^{\phi h} s_{t-m+h_m^+}$

Fonte: Hyndman et al. (2008) e Pellegrini (2012)

Sendo , $\varphi_h = \varphi + \varphi^2 + \dots + \varphi^h$; $h_m^+ = [(h - 1) \text{ mod } m] + 1, \text{ mod}$: operador *resto* da divisão. As constantes α , β^* , γ e φ são as estimativas dos parâmetros de suavização de suas respectivas equações. No caso α , β^* e φ são responsáveis por modelar a tendência linear dos dados, sendo φ para amortizar a tendência. Fazendo $\varphi = 1$, encontra-se os modelos sem amortização da tendência; γ é a estimativa do parâmetro que modela a sazonalidade dos dados. Considerou-se $\beta = \alpha\beta^*$ ao invés de trabalhar com os cálculos baseados em β . A restrição dos parâmetros é organizada cuidadosamente a fim de evitar problemas de otimização durante o processo iterativo de estimação, desta forma têm-se:

$$0 \leq \alpha \leq 1, 0 \leq \beta \leq \alpha, 0 \leq \gamma \leq 1 - \alpha \text{ e } 0 < \phi < 1$$

Para todas as trinta variações de suavização exponencial existem modelos em espaço de estados. O modelo geral envolve as observações y_t da série temporal no tempo t , um vetor de estados x_t e equações de espaço de estados da forma:

$$y_t = w(x_{t-1}) + r(x_{t-1})\varepsilon_t \quad , \quad \text{Eq. (20)}$$

$$x_t = f(x_{t-1}) + g(x_{t-1})\varepsilon_t \quad , \quad \text{Eq. (21)}$$

em que $x_t = (l_t, b_t, s_t, s_{t-1}, \dots, s_{m-1})$, w, r, f e g são coeficientes e ε_t é um ruído branco com média zero e variância σ^2 . O modelo com erros aditivos é construído através da equação $y_t = \mu_t + \varepsilon_t$, sendo $\mu_t = w(x_{t-1})$ e, neste caso, $r(x_{t-1}) = 1$. Para o modelo com erros multiplicativos a equação é dada por $y_t = \mu_t (1 + \varepsilon_t)$, com $r(x_{t-1}) = \mu_t$ e $\varepsilon_t = (y_t - \mu_t) / \mu_t$ (PELLEGRINI, 2012). Um algoritmo de previsão automática foi desenvolvido por Hyndman et al. (2013) no pacote *forecast* do software R® (R CORE TEAM, 2021), envolvendo as seguintes etapas:

1. Aplicar para cada série todos os modelos que são apropriados, otimizando os parâmetros do modelo, em cada caso;
2. Selecionar o melhor modelo através de critérios de informação. São considerados os critérios de informação de Akaike e Akaike corrigido (AIC e AICc) e o critérios de seleção Bayesiano de Schwarz (BIC). O procedimento é completamente automático e considera todos os possíveis modelos dentre as trinta possibilidades, selecionando dentre este espaço de modelos o que retorne o menor valor do critério escolhido (por padrão, AIC);
3. Produzir previsões pontuais utilizando o melhor modelo, já com parâmetros otimizados, para o número de passos à frente que se deseja;
4. Obter intervalos de predição para o melhor modelo utilizando resultados analíticos ou simulando caminhos futuros para a amostra e buscando o percentil dos dados simulados em cada horizonte de previsão.

2.4.1 Monitoração e controle da previsão

A escolha do método mais adequado proporciona uma maior probabilidade de acertos. No entanto, como não é possível prever todas as variações que possam existir, a previsão não se torna isenta de erros (BALLOU, 2006). Dessa forma, o acompanhamento do desempenho das

previsões e a confirmação da validade do modelo utilizado fazem-se necessários para que as visões das demandas futuras sejam sempre confiáveis (WERNER et al. 2020).

Segundo Marins (2011), o monitoramento é feito a partir da comparação entre os erros de previsão, ou também chamados como desvios da previsão e dos valores pré-estabelecidos ou limites de ação. Os desvios que permanecerem dentro dos limites determinados serão admissíveis e os desvios que estiverem fora desses limites sinalizam a necessidade de uma ação corretiva.

2.4.1.1 Root Mean Squared Error - RMSE

O RMSE é a raiz quadrada da média aritmética dos quadrados dos desvios (MSE), como demonstra a Eq. (22) (WERNER et al. 2020):

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^N (y_t - \hat{y}_t)^2}{N}, \quad \text{Eq. (22)}$$

$$RMSE = \sqrt{MSE}, \quad \text{Eq. (23)}$$

em que y_t é a série original, \hat{y}_t é o valor predito e N é o número de observações. Esta medida também tende a exagerar os erros grandes, o que pode ajudar a eliminar métodos que apresentam esse tipo de erro (MARINS, 2011).

2.4.1.2 Mean Absolute Error - MAE

O MAE mede a magnitude média dos erros, em um conjunto de previsões, sem considerar sua direção (MARINS, 2011). É representado pelo desvio padrão absoluto da média de erros. Consiste na média da diferença absoluta entre o previsto e o realizado. É representado por:

$$MAE = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N |y_t - \hat{y}_t|, \quad \text{Eq. (24)}$$

2.4.1.3 Mean Percentual Error - MPE

O MPE é erro percentual médio, que consiste na média de erros percentuais, representado por:

$$MPE = \frac{\sum_{t=1}^N \frac{y_t - \hat{y}_t}{y_t}}{N} \times 100 \quad , \quad \text{Eq. (25)}$$

2.4.1.4 - Mean Absolute Percentual Error - MAPE

O MAPE mede o erro percentual absoluto médio e é representado por:

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^N \left| \frac{y_t - \hat{y}_t}{y_t} \right|}{N} \times 100 \quad , \quad \text{Eq. (26)}$$

2.4.1.5 Mean Absolute Scaled Error - MASE

Hyndman e Koehler (2006) propuseram o MASE, erro absoluto médio escalonado, para mensurar o desempenho de um modelo de previsão. Assumindo que o erro de previsão de um modelo é dado por:

$$\epsilon_t = y_t - \hat{y}_t \quad , \quad \text{Eq. (27)}$$

então, o erro escalonado é definido por:

$$q_t = \frac{\epsilon_t}{\frac{1}{N-1} \sum_{t=2}^N |y_t - y_{t-1}|} \quad , \quad \text{Eq. (28)}$$

em que o numerador representa o erro na previsão de demanda usando o modelo de interesse e o denominador representa o erro absoluto médio da previsão de demanda para um período à frente, usando o modelo ingênuo. O método ingênuo considera que a melhor previsão para amanhã é o valor de hoje. Logo, o erro absoluto médio escalonado é definido por:

$$MASE = \frac{\sum_{t=1}^N |q_t|}{N} \quad , \quad \text{Eq. (29)}$$

Valores menores que 1 mostram que o modelo de previsão adotado gera menores erros que o modelo ingênuo. Contrariamente, valores de MASE maiores que 1 apontam que o modelo de previsão em questão gera erros maiores que o modelo ingênuo (CARVALHO, 2012).

2.4.1.6 Autocorrelation Function at Lag 1 – ACF1

O ACF1 mede a autocorrelação dos erros para uma defasagem e fornece informação sobre a possível existência de estrutura de dependência nos erros de uma previsão. Portanto, quanto maior esta medida, maior será o indício de existência de uma estrutura. Um conjunto de autocorrelações, $\{\rho_k\}$, é chamado de função de autocorrelação de e_t . Para uma dada amostra de $\{e_t\}_{t=1}^N$, sendo e_t os erros de uma previsão e \bar{e} a média amostral desses erros, a autocorrelação amostral para uma defasagem de e_t , sendo $\widehat{\rho}_1$ um estimador consistente de ρ_1 , é (MESA-JIMÉNEZ et al., 2021):

$$\widehat{\rho}_1 = \frac{\sum_{t=2}^N (e_t - \bar{e})(e_{t-1} - \bar{e})}{\sum_{t=1}^N (e_t - \bar{e})^2}, \quad \text{Eq. (30)}$$

2.4.1.7 Critério de informação de Akaike - AIC

É necessário fazer a seleção do “melhor” modelo, dentre aqueles que foram ajustados, para explicar o fenômeno sob estudo. Se uma boa estimativa para a verossimilhança esperada puder ser obtida através dos dados observados, esta estimativa poderá ser utilizada como um critério para comparar modelos (EMILIANO et al., 2009). O AIC foi proposto por Akaike (1974), representando uma medida relativa da quantidade de ajustes que um modelo estatístico estimado passa. Ele pode ser calculado como:

$$AIC = 2k - 2\ln(\widehat{L}), \quad \text{Eq. (31)}$$

onde k é o número de parâmetros estimados no modelo e \widehat{L} é o valor maximizado da função de verossimilhança do modelo estudado e quanto menor o valor de AIC melhor o modelo avaliado.

2.4.1.8 Critério de informação de Akaike corrigido - AICc

Bozdogan (1987) propôs uma correção do AIC para tamanho de amostras finitos. A fórmula depende do modelo estatístico e supondo que o modelo seja linear e com resíduos distribuídos normalmente. Quanto menor o valor de AICc, melhor o modelo avaliado. AICc pode ser calculado como:

$$AICc = AIC + \frac{2k(k+1)}{n-k-1}, \quad \text{Eq. (32)}$$

2.4.1.9 Critério de informação Bayesiano - BIC

O BIC foi proposto por Schwarz (1978). Nesse critério usa-se a probabilidade a posteriori e ele pode ser calculado como:

$$BIC = \ln(n) k - 2 \ln(\hat{L}), \quad \text{Eq. (33)}$$

em que \hat{L} é o valor maximizado da função de verossimilhança do modelo estudado, k o número de parâmetros desse modelo e quanto menor o valor de BIC melhor o modelo avaliado. Para obter maiores detalhes sobre todos os critérios de informação consultar Cruz (2020).

2.5 AVALIAÇÃO DA INCERTEZA

Este tópico apresenta a avaliação de incerteza em medições ou informações e em técnicas quantitativas de previsão dando ênfase às técnicas de intervalo de previsão tradicional e de intervalo de previsão obtido por *bootstrap* nos resíduos da decomposição da série original.

2.5.1 Avaliação da Incerteza em medições ou informações

Hoje já se sabe que nenhuma medição ou informação avaliada será 100 % exata e que todo resultado de pesquisa carrega consigo um certo grau de desconhecimento, ou seja, uma incerteza (SBM, 2018). Segundo o item 2.26 do Vocabulário Internacional de Metrologia (VIM, 2012), Incerteza de Medição “é o parâmetro não negativo que caracteriza a dispersão dos valores atribuídos a um mensurando com base nas informações utilizadas ou coletadas”. A incerteza é, portanto, um parâmetro que expressa quantitativamente a qualidade do resultado da medição ou da informação.

O resultado de uma medição sem a sua incerteza associada pode deixar dúvidas em relação a sua confiabilidade, pois o resultado de uma medição não corresponde a um único valor, mas a um intervalo de valores possíveis delimitado pela incerteza de medição associada (SILVA JUNIOR; MONTEIRO, 2007). Logo, quando se realiza uma medição ou avaliação de uma

informação o resultado final sempre apresentará uma incerteza. O que se busca, na realidade, é estimar, da melhor forma possível, tanto o valor da medida quanto o de sua incerteza (GUM, 2008). Em Metrologia, a caracterização das fontes de incerteza exige um certo esforço, já que certos tipos de medição envolvem uma gama complexa de fatores e nem sempre há uma clara correspondência entre o fator e o resultado da medição ou informação (HALL, 2006).

Por apresentarem padrões de comportamento semelhantes, algumas fontes de incertezas são divididas em tipos, e sua contribuição para a incerteza é definida por convenção. As fontes de incerteza mais conhecidas são avaliadas de acordo com duas categorias: incertezas do Tipo A e incertezas do Tipo B (DONATELLI; KONRATH, 2005; GUM, 2008). A incerteza que se obtém por réplicas de uma série de observações chama-se incerteza do Tipo A. A incerteza que se obtém por quaisquer outros métodos é chamada incerteza do Tipo B. Tanto a incerteza do Tipo A quanto a incerteza do Tipo B podem ser interpretadas como desvios padrão (LIMA JUNIOR; SILVEIRA, 2011). Um exemplo de avaliação da incerteza do Tipo A é o cálculo do desvio padrão da média de uma série de observações repetidas, ou seja, pode ser tudo o que indica uma repetibilidade ou aleatoriedade de um processo de medição, ou que apresenta uma componente de variabilidade (VIM, 2012).

A avaliação do Tipo B pode ser qualquer método de avaliação da incerteza realizado por outros meios usando as informações disponíveis (VIM, 2012), e que pode ser determinada pelo método de Monte Carlo (MMC) ou de simulações (GUM Suppl 1, 2008), por informações acessórias e externas ao processo de medição, como manuais de uso, certificados de calibração, entre outros. Sendo necessário para tanto, o conhecimento do tipo de distribuição de probabilidade que melhor define o comportamento da variável fonte de incerteza (GUM, 2008).

Uma das maneiras de se determinar a incerteza do Tipo B, portanto, é propor a priori uma distribuição de probabilidades, gaussiana, retangular, triangular ou multinomial, que seja adequada para descrever a distribuição dos resultados de medição em torno do valor verdadeiro do mensurando ou do conjunto de valores verdadeiros que podem ser atribuídos a esse mensurando. Essa distribuição de probabilidades deve possuir pelo menos duas propriedades: (1) ela deve ser ajustável às informações prévias relevantes à determinação da qualidade do resultado

da medição; (2) ela deve permitir a tradução dessas informações relevantes em uma quantidade que possa ser interpretada como desvio padrão (LIMA JUNIOR; SILVEIRA, 2011).

Para a estimativa da incerteza final, todas as componentes de incertezas, Tipos A e B, devem ser expressas por um desvio padrão, sendo chamadas de incertezas-padrão. Assim sendo, a incerteza padrão do Tipo A será dada por:

$$u_a = \pm \frac{s}{\sqrt{N}}, \quad \text{Eq. (34)}$$

em que u_a é a incerteza padrão do Tipo A, s é o desvio padrão amostral e n é o tamanho da amostra. Considerando-se que a variável de interesse esteja em uma distribuição t-student.

A incerteza do Tipo B varia de acordo com a fonte de informação e com a distribuição de probabilidade que representar melhor os dados em análise. Por exemplo, em casos onde é possível apenas estimar os extremos, tais como limites superior e inferior, e não há conhecimento específico sobre os valores possíveis da variável de interesse dentro do intervalo. Pode-se supor que é igualmente provável que a variável esteja em qualquer lugar dentro do intervalo com uma distribuição uniforme ou retangular. Assim sendo, a incerteza padrão do Tipo B dessa variável será dada por:

$$u_b = \frac{(\text{Limite Superior} - \text{Limite Inferior})}{\sqrt{12}}, \quad \text{Eq. (35)}$$

onde u_b é a incerteza do Tipo B sobre a grandeza avaliada e os limites superiores e inferiores da variável de interesse. Uma vez que todas as fontes de incerteza foram quantificadas e padronizadas, é possível combinar os seus valores em um único fator que descreva, de forma simples e condensada, a incerteza associada a todo o processo de medição. A esse fator único dá-se o nome de incerteza padrão combinada (COX et al., 2001; ARENCIBIA; RIBEIRO, 2009). A incerteza padrão combinada, de informações não correlacionadas e com as mesmas unidades de medida do mensurando, é calculada por meio da raiz quadrada da soma dos quadrados das incertezas-padrão:

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + \dots + u_n^2}, \quad \text{Eq. (36)}$$

em que: u_n são as incertezas-padrão das n fontes de incerteza, sejam essas Tipo A ou Tipo B.

2.5.2 Avaliação da incerteza em técnicas quantitativas de previsão

As incertezas são intrínsecas aos processos de planejamentos de curto, médio e longo prazo, e o conhecimento delas contribui para o aumento da confiança das previsões (ALMEIDA NETTO, 2003). O intervalo de abrangência de uma previsão determina a faixa de incerteza em um nível de confiança arbitrado pelo pesquisador (OLIVEIRA; AGUIAR, 2009).

Existem diferentes formas de se calcular o intervalo de previsão, a depender do interesse em maior precisão do modelo e dos parâmetros, em características da série e em características dos resíduos obtidos na previsão (PROENÇA, 1990; FERREIRA, 2018; LANA, 2012; LEMOS et al., 2008; HYNDMAN; ATHANAPOULOS, 2018). A seguir, apresentam-se os utilizados nessa pesquisa segundo as características observadas nos resultados da previsão: o intervalo de previsão tradicional e o intervalo por *bootstrap* nos resíduos da decomposição da série original.

2.5.2.1 Intervalo de previsão tradicional

O intervalo de confiança da previsão (IC_p), calculado da maneira habitual, baseia-se no desvio padrão dos erros da previsão, ou resíduos da previsão. Para calcular esse intervalo é necessário assumir que os resíduos da previsão sejam distribuídos normalmente. Considerando uma série de dados y_t , com N períodos t , tem-se que o intervalo de previsão tradicional para essa série após aplicação de um modelo será:

$$IC_p(100(1-q) \%) = \hat{y}_t \pm z_q \sigma_h^2, \quad \text{Eq. (37)}$$

em que z_q denota o q -ésimo quantil de uma distribuição normal padrão para a probabilidade escolhida e σ_h^2 é a variância dos resíduos de previsão, que tem uma forma particular de cálculo a depender do modelo de previsão empregado (HYNDMAN et al., 2008; PELLEGRINI, 2012).

2.5.2.2 Intervalo de previsão obtido por bootstrap nos resíduos da decomposição da série original

O *bootstrap* é um método de reamostragem por simulação computacional de dados que baseia-se na construção de distribuições amostrais da série original. Foi proposto por Efron (1979) e começou a ser utilizado na literatura de séries temporais quando a metodologia foi aplicada num contexto econométrico para previsão de demanda de energia no mercado americano. Com esse método, não se tem que assumir que o intervalo de confiança para um parâmetro segue a distribuição normal. Pode-se até mesmo gerar intervalos de confiança para parâmetros como a mediana, o que geralmente é difícil de avaliar com as técnicas de inferência paramétrica tradicionais (BERKOWITZ; KILIAN, 2000; FERREIRA, 2018).

O método *bootstrap* de reamostragem com reposição obtém uma observação a partir da amostra e a coloca de volta na amostra para ser usada novamente. A vantagem em utilizar a técnica de reamostragem *bootstrap* é a generalidade com que pode ser aplicada, pois requer que menos suposições sejam feitas e fornece respostas mais precisas (EFRON; TIBSHIRANI, 1993).

Quando não é possível assumir que os resíduos da previsão estejam distribuídos normalmente, o intervalo de predição pode ser calculado pela técnica de *bootstrap* nos resíduos da decomposição da série temporal original, que assume apenas que os erros de previsão não estão correlacionados (BERGMEIR et al., 2018; HYNDMAN; ATHANAPOULOS, 2018).

A aplicação do método de *bootstrap* em séries temporais requer cuidados, pois, ao tratar-se de dados que podem ser dependentes, a estrutura de dependência entre eles deve ser preservada. Para isso, esse método deve ser aplicado nos resíduos oriundos de uma decomposição realizada na série original, buscando-se preservar o padrão determinístico da série, quando essa apresentar tendência ou sazonalidade (BERGMEIR et al., 2018; PETROPOULOS et al., 2018).

No entanto, se os dados não forem normalmente distribuídos, antes de ser decomposta a série original precisa passar por uma transformação Box-Cox para estabilizar a variância, tornar os dados mais semelhantes à distribuição normal e melhorar a validade das medidas de associação (BERGMEIR et al., 2018). Essa transformação é representada por:

$$X_i(\lambda) = \begin{cases} \ln(X_i), & \text{se } \lambda = 0 \\ \frac{X_i^\lambda - 1}{\lambda}, & \text{se } \lambda \neq 0 \end{cases}, \quad \text{Eq. (38)}$$

em que $X_i(\lambda)$ é o valor da série transformada e λ é o parâmetro de transformação dos dados, que é estimado pelo método de máxima verossimilhança, cálculo que pode ser realizado computacionalmente e que escolhe o valor que maximiza a probabilidade da observação estudada acontecer, se a variável analisada for discreta. Para maiores detalhes desse método consultar Gomes (2012) e Hyndman e Athanapoulos (2018).

Em seguida deve ser realizada a decomposição da série transformada para extrair o padrão determinístico e obter as subséries de tendência, de sazonalidade e de resíduos (HÄRDLE et al., 2013; SOUZA et al., 2016). Depois, obtém-se determinada quantidade de versões embaralhadas da subsérie de resíduos aplicando um *bootstrap* bloqueado, onde seções contínuas da subsérie de resíduos são selecionadas aleatoriamente e unidas. A quantidade de versões embaralhadas ou de amostras de *bootstrap* empregadas atualmente nesse método varia de 99 a 1000 vezes (PETROPOULOS et al., 2018; ZOUBIR; BOASHASH, 1998). Essas novas subséries de resíduos *bootstrapped* são adicionadas às subséries de tendência e de sazonalidade que ficaram reservadas, e a transformação Box-Cox é revertida para fornecer a quantidade de variações na série temporal original que se desejar (HYNDMAN; ATHANAPOULOS, 2018).

De cada nova série obtida por esse método pode ser aplicado um modelo de previsão diferente e serem obtidas a quantidade de resultados de previsões que se requer. Embora provavelmente seja selecionado o mesmo modelo, já que as séries são semelhantes, no entanto, não é certo que isso aconteça. E independente de ser adotado o mesmo modelo para todas as séries, os parâmetros estimados em cada modelo serão diferentes. Portanto, as distribuições obtidas pelas previsões em cada período incluirão a incerteza do modelo, a incerteza das estimativas dos parâmetros e a incerteza associada ao termo de erro aleatório, garantindo uma exatidão maior no intervalo de previsão (PETROPOULOS et al., 2018; HYNDMAN; ATHANAPOULOS, 2018).

Esse método de cálculo de intervalo de predição por simulações se encaixa na avaliação da incerteza do Tipo B (GUM Suppl 1, 2008), já que é obtido através de simulações da variável

de interesse. O intervalo de predição por esse método é calculado a partir dos quantis das distribuições obtidas pelas previsões obtidas em cada período. E com a média dessas distribuições se obtém previsões pontuais. Esses intervalos de predição serão maiores do que aqueles obtidos a partir de um modelo aplicado diretamente aos dados originais devido às incertezas associadas (PESSANHA et al., 2014; HYNDMAN; ATHANAPOULOS, 2018).

CAPÍTULO 3

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. ÁREA DE ESTUDO

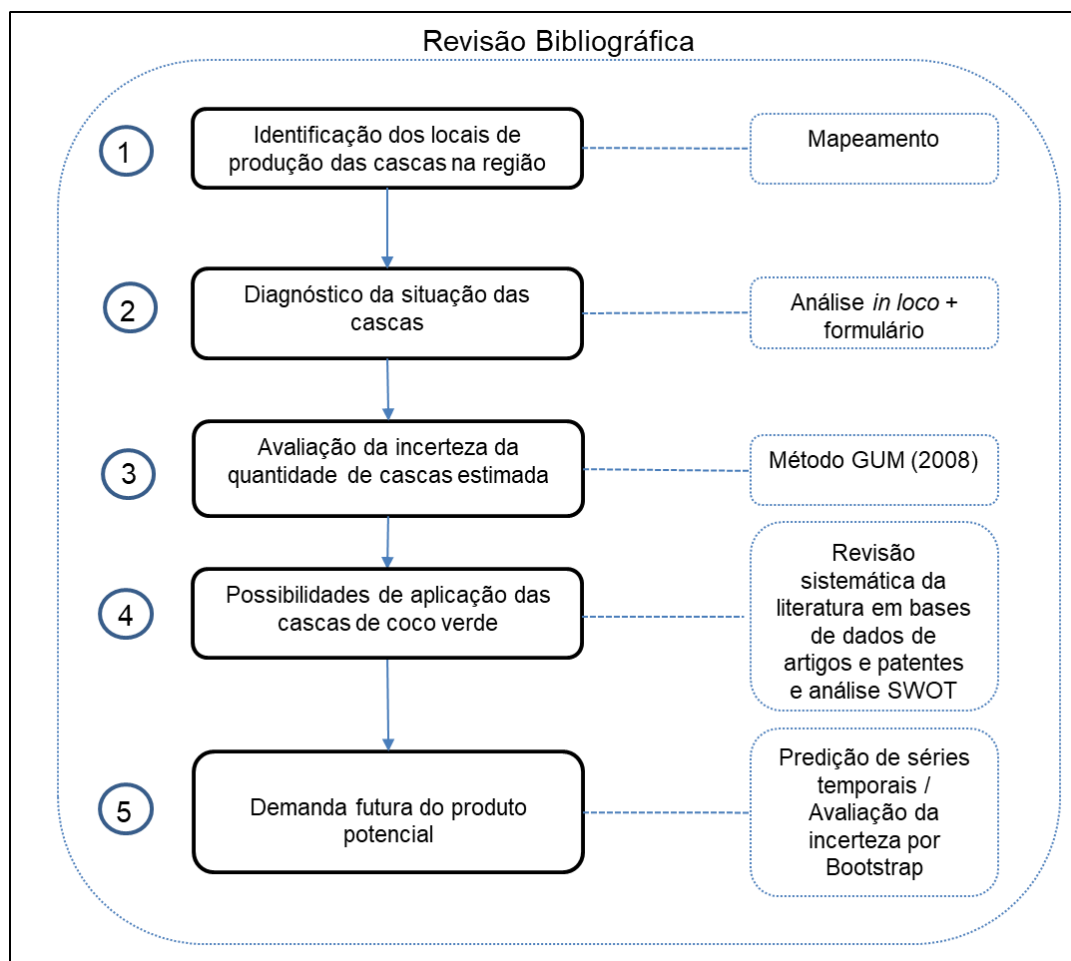
A área de estudo foi definida a partir do levantamento das diversas regiões do sul da Bahia e das potencialidades para servir como fornecedoras da casca do coco verde. A Bahia possui uma extensa área litorânea, coberta por coqueirais, localizados, principalmente, nas proximidades das praias (SILVA et al., 2014). Essa característica em associação ao clima quente faz com que uma grande quantidade de coco seja consumida diariamente na região e que ocorra o acúmulo desse resíduo nas praias, terrenos baldios e locais públicos.

O que gera assim o desafio que rege esta proposta de pesquisa: diagnosticar o potencial de utilização das cascas na região de estudo. Encontrando uma forma de uso desses materiais e obtendo uma demanda futura de valorização com a avaliação da incerteza das informações quantitativas em todo o processo. Dessa forma, visa-se contribuir com dados de qualidade para: a análise de viabilidade de uma nova cadeia produtiva com essas cascas; o auxílio no desenvolvimento de políticas públicas de limpeza; e para a replicação desse processo de pesquisa em outros tipos de resíduos alocados em qualquer região.

3.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa é caracterizada como um estudo experimental, com objetivos descritivos e exploratórios, de natureza aplicada e de abordagem quantitativa e qualitativa (GIL, 2010). A Figura 3 apresenta o fluxograma da metodologia da pesquisa, com as ferramentas e técnicas aplicadas em cada etapa.

Figura 3 - Metodologia da pesquisa



Fonte: elaborada pela autora

3.2.1 Etapa 1: Identificação dos locais de produção das cascas na região

Para identificar os principais pontos de consumo de coco verde, e conseqüentemente onde ocorrem os desperdícios das cascas de coco verde, primeiramente, foram realizadas pesquisas bibliográficas e documentais em bases de dados públicas acerca dos municípios produtores de coco verde do litoral sul e baixo sul da Bahia e do desperdício relacionado ao descarte das fibras de coco verde.

Foram realizadas reuniões com a equipe de projeto, representada pelos orientadores, pela autora e pela bolsista de iniciação científica, desta pesquisa, para definir os municípios a serem investigados. Foram estipulados como parâmetros de decisão, a localização litorânea, a possibilidade de atrações turísticas, a existência de comércio de coco verde e a proximidade dos municípios das instituições acadêmicas dos pesquisadores. Assim, os municípios selecionados para abranger a região de estudo foram: Ilhéus, Itacaré, Canavieiras, Valença, Ituberá, Camamu e Cairú.

Em seguida, com os municípios selecionados, foi realizada a averiguação dos dados, os tipos de produtores, a quantidade estimada do desperdício das cascas do coco e, por meio do *Google Earth*®, os pontos de venda no varejo de coco verde foram localizados espacialmente. Os pontos de venda de coco verde foram codificados e, em seguida, com a utilização do *Google Maps*®, foram elaborados mapas para localização geográfica de cada um.

3.2.2 Etapa 2: Diagnóstico das cascas na região de estudo

Essa etapa consiste na elaboração de um formulário de pesquisa (APÊNDICE A) para observações *in loco* e coleta de dados para análise. O formulário foi desenvolvido visando identificar a quantidade de cascas de coco produzidas pela região, bem como o seu volume equivalente e teor de fibras. Além disso, também teve o intuito de caracterizar os pontos de produção de cascas quanto à disposição geográfica, à tipificação da propriedade, à produção estimada de materiais desperdiçados de coco verde, à logística de manuseamento das cascas, à disposição ambiental e à disponibilidade de cooperação entre os proprietários dos locais de consumo de coco verde e universidades ou centros de pesquisas.

3.2.3 Etapa 3: Avaliação da incerteza da quantidade estimada de cascas

Com os dados quantitativos coletados, foi aplicado o método GUM (2008) de avaliação da incerteza padrão para garantir a qualidade das informações apresentadas. Ao avaliar a

incerteza da quantidade estimada de cascas, também se aplicou as técnicas para a equivalência dessa quantidade em relação ao volume e ao teor de fibras que podem gerar.

Nesta pesquisa as grandezas estimadas para a avaliação da incerteza foram: (1) Quantidade de desperdício de cascas de coco verde (Q_c); (2) Volume equivalente do espaço físico que essas cascas podem ocupar (Eq. (39)). Massa de fibras equivalente à quantidade de desperdício gerada (Eq. (40)).

$$V_c = f \times Q_c, \quad \text{Eq. (39)}$$

$$T_f = z \times Q_c, \quad \text{Eq. (40)}$$

onde:

Q_c : Quantidade de cascas de coco;

T_f : Massa de fibras equivalente em kg;

V_c : Volume de cascas equivalente em m^3 ;

f : Fator de equivalência para volume de um fruto de coco = $(1/300) m^3/\text{fruto}$ (SILVEIRA, 2008; CESAR et al., 2009);

z : Fator de equivalência para massa da fibra de um fruto de coco = $0,375 \text{ kg/fruto}$ (BITENCOURT; PEDROTTI, 2008).

Para calcular a incerteza padrão da estimativa da grandeza 1 (Quantidade de desperdício por dia de cascas de coco verde) foi aplicada a técnica de avaliação da incerteza do Tipo B, onde se admitiu uma distribuição retangular ou uma PDF (*Probability Density Function*) uniforme (Eq. (41)) sobre as faixas de valores informadas pelos comerciantes, já que a probabilidade de encontrar o valor verdadeiro está dentro de um intervalo já definido.

$$u_{B1} = \frac{\text{Limite Superior} - \text{Limite Inferior}}{\sqrt{12}}, \quad \text{Eq. (41)}$$

onde:

u_{B1} : Incerteza do Tipo B sobre a grandeza 1;

L_i : Ponto de venda de coco verde na localidade (L);

Limite Superior : Maior valor da faixa de quantidade de cocos vendida no ponto de venda;

Limite Inferior : Menor valor da faixa de quantidade de cocos vendida no ponto de venda;

Além da avaliação da incerteza da informação sobre as faixas de produção de cascas de coco por dia foi considerado uma incerteza de 20 % (u_{B2L_i}) relativa a mediana do valor estimado pelos proprietários dos pontos de vendas e considerando a qualidade da fonte de informação entre razoável e boa segundo a recomendação da análise de Bentley (2005). Em seguida, para cada estabelecimento, foi calculada a incerteza padrão combinada, (Eq. (42) e Eq. (43)) conforme o GUM (2008) recomenda, para a alta e baixa estação de consumo de coco verde ($u_{C\alpha_{L_i}}$ e $u_{C\beta_{L_i}}$), pois as quantidades envolvidas são distintas nessas estações devido ao grande e pequeno fluxo turístico, respectivamente.

$$u_{C\alpha_{L_i}} = \sqrt{u_{B1\alpha_{L_i}}^2 + u_{B2\alpha_{L_i}}^2}, \text{ Eq. (42)}$$

$$u_{C\beta_{L_i}} = \sqrt{u_{B1\beta_{L_i}}^2 + u_{B2\beta_{L_i}}^2}, \text{ Eq. (43)}$$

onde α é alta estação e β é baixa estação. Considera-se meses de alta estação: dezembro, janeiro, fevereiro, março, junho e julho e baixa estação: abril, maio, agosto, setembro, outubro e novembro.

Cada localidade (L) ou município investigado da região obteve duas incertezas-padrão (Eq. (44) e Eq. (45)), uma para baixa e outra para alta estação, associada ao total de vendas realizadas na mesma.

$$u_{L\alpha} = \sqrt{\sum_i u_{C\alpha Li}^2} \quad , \quad \text{Eq. (44)}$$

$$u_{L\beta} = \sqrt{\sum_i u_{C\beta Li}^2} \quad , \quad \text{Eq. (45)}$$

A avaliação da incerteza sobre os dados foi aplicada em todos os municípios onde se estimou a produção de cascas de coco nos pontos de venda, na alta e na baixa estação. Para avaliar a incerteza de medição sobre a grandeza 2 (Volume equivalente do espaço físico que as cascas podem ocupar) foi aplicada a lei de propagação de incertezas para estimativas indiretas, GUM (2008):

$$u_{Vc} = \sqrt{(\partial Vc / \partial Qc)^2 \cdot u_{Qc}^2 + (\partial Vc / \partial f)^2 \cdot u_f^2} \quad , \quad \text{Eq. (46)}$$

onde:

u_{Vc} : Incerteza padrão do volume de cascas;

$\partial Vc / \partial Qc$: Derivada parcial da função de Volume de cascas (Vc) em relação à Qc ;

u_{Qc} : Incerteza padrão combinada da quantidade equivalente de cascas;

$\partial Vc / \partial f$: Derivada parcial de Vc em relação a f ;

u_f : Incerteza padrão de f .

O valor da incerteza padrão de f foi encontrado admitindo-se uma distribuição uniforme com amplitude de 10 % do valor de f , de acordo com a recomendação efetuada por Bentley (2005) de utilização de graus de liberdade na qual a qualidade da fonte de informação é razoável.

Para calcular a incerteza de medição sobre a grandeza 3 (Quantidade de fibras equivalentes em massa), seguiu-se a mesma lógica da lei de propagação de incertezas de medidas indiretas (GUM, 2008):

$$u_{Tf} = \sqrt{(\partial Tf / \partial Qc)^2 \cdot u_{Qc}^2 + (\partial Tf / \partial z)^2 \cdot u_z^2} \quad , \quad \text{Eq. (47)}$$

onde:

u_{Tf} : Incerteza padrão do teor de fibras;

u_z : Incerteza padrão de z .

O valor da incerteza padrão de z foi encontrado admitindo-se uma distribuição uniforme com amplitude de 10 % do valor de z , de acordo com a recomendação efetuada por Bentley (2005) de utilização de graus de liberdade na qual a qualidade da fonte de informação é razoável. Em seguida, foram elaboradas as tabelas e gráficos necessários para as discussões.

3.2.4 Etapa 4: Possibilidades de aplicação das cascas de coco verde

Essa etapa foi conduzida por meio da revisão sistemática da literatura. O primeiro passo foi estabelecer as palavras-chave do estudo, que foram direcionadas segundo as aplicações, finalidades e processamentos que as fibras, pó ou cascas do coco verde poderiam ter ao longo dos últimos dez anos, considerando, portanto, o horizonte de tempo de análise de 2007 a 2017.

As palavras-chave foram: fibras do coco verde (*green coconut fibers*); conchas do coco verde (*green coconut shells*); processamento das cascas do coco (*coconut husk processing*); fibra de coco (*coir fiber*); pó do coco (*coir dust*); revisão do uso da fibra de coco (*coir fiber use review*) e processamento das cascas de coco (*processing of coconut shells*).

O processo de busca foi realizado nas bases *Scielo*, *Elsevier*, *Web of Science*, *Google Scholar*, Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) e *Espacenet patente search*. Em seguida, à medida que se foi encontrando estudos com aplicações diferentes das cascas do coco, eles foram sendo categorizados em pastas quanto à finalidade empregada.

Para cada aplicação comum de subprodutos foi efetuada uma análise SWOT, sigla derivada das palavras em inglês: *strengths, weaknesses, opportunities e threats*. Que em português significa, respectivamente: forças, fraquezas, oportunidades e ameaças. A SWOT consiste em uma ferramenta de planejamento estratégico que engloba a análise de cenários para tomada de decisões (FERNANDES et al., 2015). Dessa forma, buscou-se caracterizar os pontos fortes e fracos da valorização quanto ao seu ambiente interno, ou seja, quanto à qualidade do produto desenvolvido, além de estipular as ameaças e oportunidades quanto ao seu ambiente externo, trazendo aqui as características que uma região deve ter para efetuar a fabricação do produto. Visando trazer, portanto, um panorama das potencialidades globais de cada tipo de valorização. Por fim, foi realizada uma compilação das principais aplicações e a exposição desses resultados em fluxogramas e tabelas.

3.2.5 Etapa 5: Demanda futura do produto potencial

A partir dos resultados da etapa anterior, que identificou os produtos de jardinagem e de artesanato, em especial os tubetes biodegradáveis, como produtos potenciais para a valorização da casca do coco verde, foi-se em busca da investigação de uma previsão de demanda para esse produto na região de estudo.

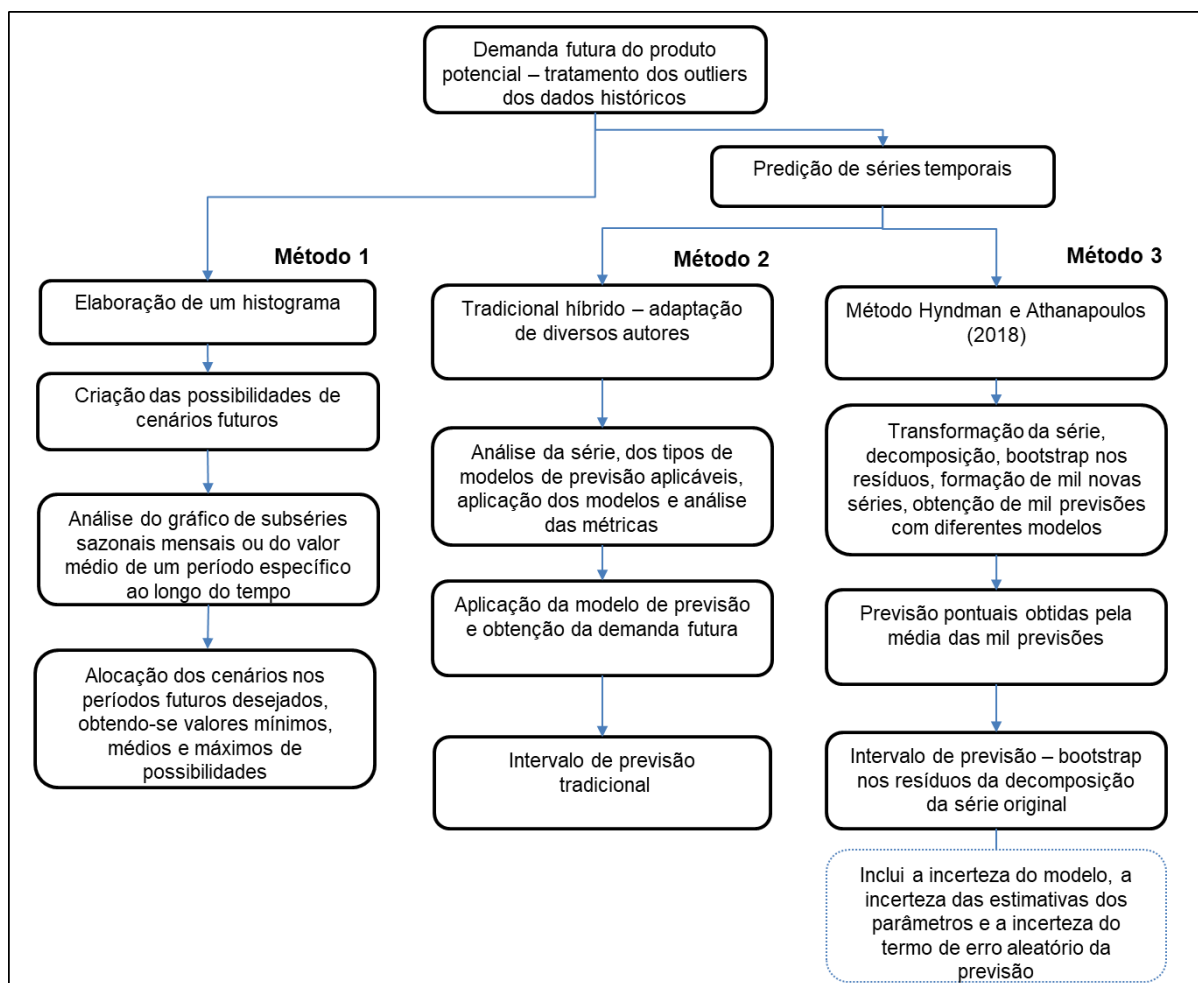
Ao saber que o instituto Biofábrica da Bahia, localizado no município de Ilhéus, é um dos maiores produtores de mudas a céu aberto do mundo, com uma produção média equivalente a um milhão e quatrocentos mil unidades de mudas por ano e que utiliza tubetes plásticos em todos os seus viveiros, decidiu-se trabalhar na previsão de demanda, tomando como base apenas o histórico da produção desse instituto, proporcionando maior confiabilidade dos dados.

Foi elaborado um formulário (APÊNDICE B), dividido em 13 questões, com o objetivo de coletar informações relacionadas ao histórico da produção de mudas em vasos tubetes nos últimos 5 anos, às perspectivas de crescimento, à estimativa de preço e à eventuais necessidades e especificações para adesão de um tubete ecológico com cascas de coco nesse instituto.

Para elaborar uma demanda futura por tubetes para os próximos 3 anos (DAVIS et al., 2001) na região, foram aplicados três métodos de predição, o primeiro, de autoria própria, com uma abordagem matemática mais simples para uma análise de longo prazo. E os outros para

abordagens de curto prazo, com análises estatísticas de séries temporais e modelagens matemáticas. A Figura 4 mostra um resumo das principais etapas de cada método e as diferenças entre eles.

Figura 4 - Métodos de predição de séries temporais

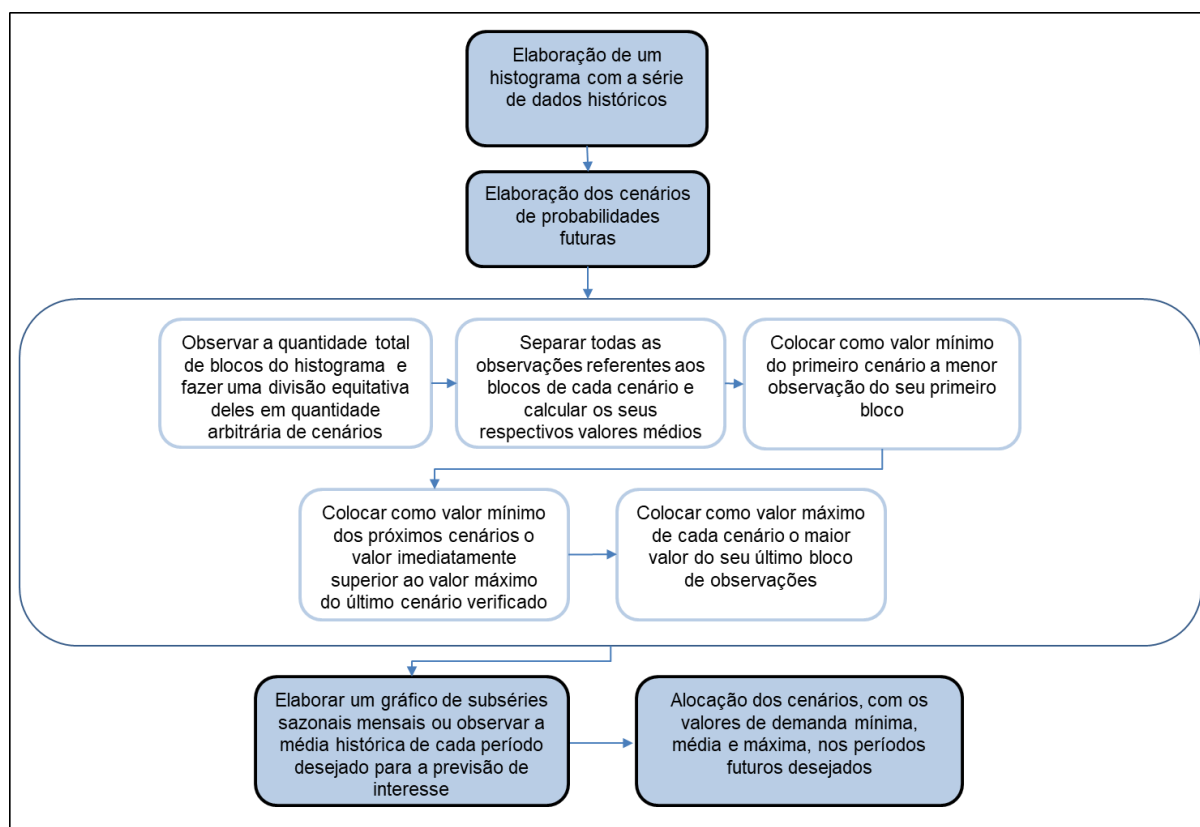


Fonte: elaborada pela autora

O método 1 foi criado pela autora desta pesquisa e consiste na análise do histograma, elaboração de cenários com a identificação de valores mínimos, médios e máximos e na análise do gráfico de subséries sazonais para o enquadramento das possibilidades de cenários em um ano futuro qualquer. O ineditismo desse método não consiste nas ferramentas empregadas, mas sim

no processo de análise de uma série temporal em relação às suas frequências ao longo do tempo e na projeção das possibilidades dessas frequências, já observadas, para o futuro, no formato de demanda mínima, média e máxima. A Figura 5 mostra o detalhamento do método da autora para realizar uma previsão de demanda com uma série temporal.

Figura 5 – Método 1 de autoria própria para a elaboração de uma previsão de demanda utilizando uma série temporal sem tendência e com alta variabilidade

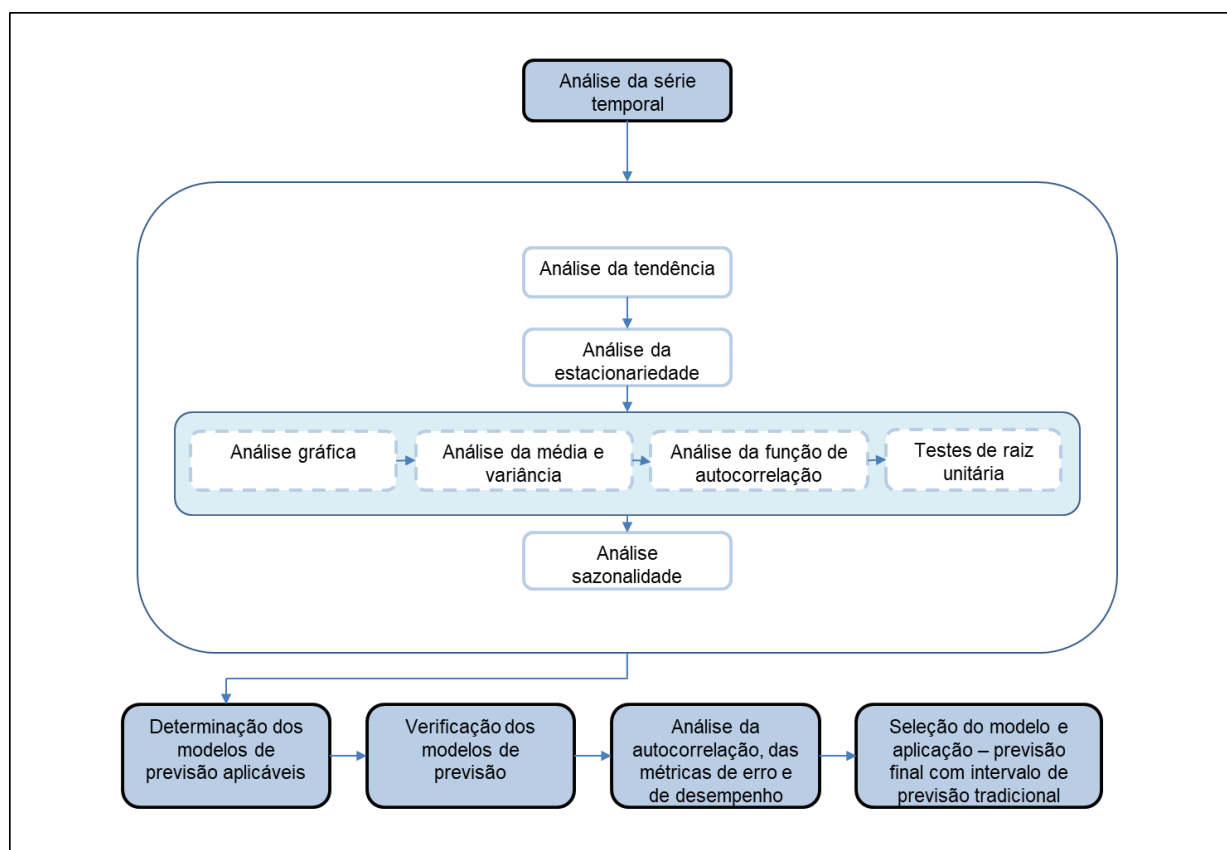


Fonte: elaborada pela autora

O método 1 pode ser empregado para realizar a previsão de qualquer série temporal com características semelhantes à série de dados históricos estudada nesta pesquisa. Ou seja, uma série distribuída no tempo em intervalos periódicos iguais, sem tendência crescente ou decrescente e com alta variabilidade. Características que podem ser observadas graficamente na etapa de tratamento dos outliers.

O método 2 foi elaborado em 6 etapas, conforme recomendado por Box et al. (2016); Adhikari e Agrawal, (2013); Silveira et al. (2017); Tubino (2017); Guimarães (2018); Aguirre (2007); Hyndman et al., (2008) e Hyndman e Athanapoulos (2018), a saber: (1) Análise da série temporal; (2) Determinação dos modelos de previsão aplicáveis; (3) Verificação dos modelos de previsão; (4) Análise das métricas de autocorrelação residual, das métricas de erro dos modelos, e das métricas de qualidade de desempenho dos modelos; (5) Seleção do modelo e obtenção da previsão final com intervalo de previsão tradicional. A Figura 6 mostra um detalhamento maior desse método.

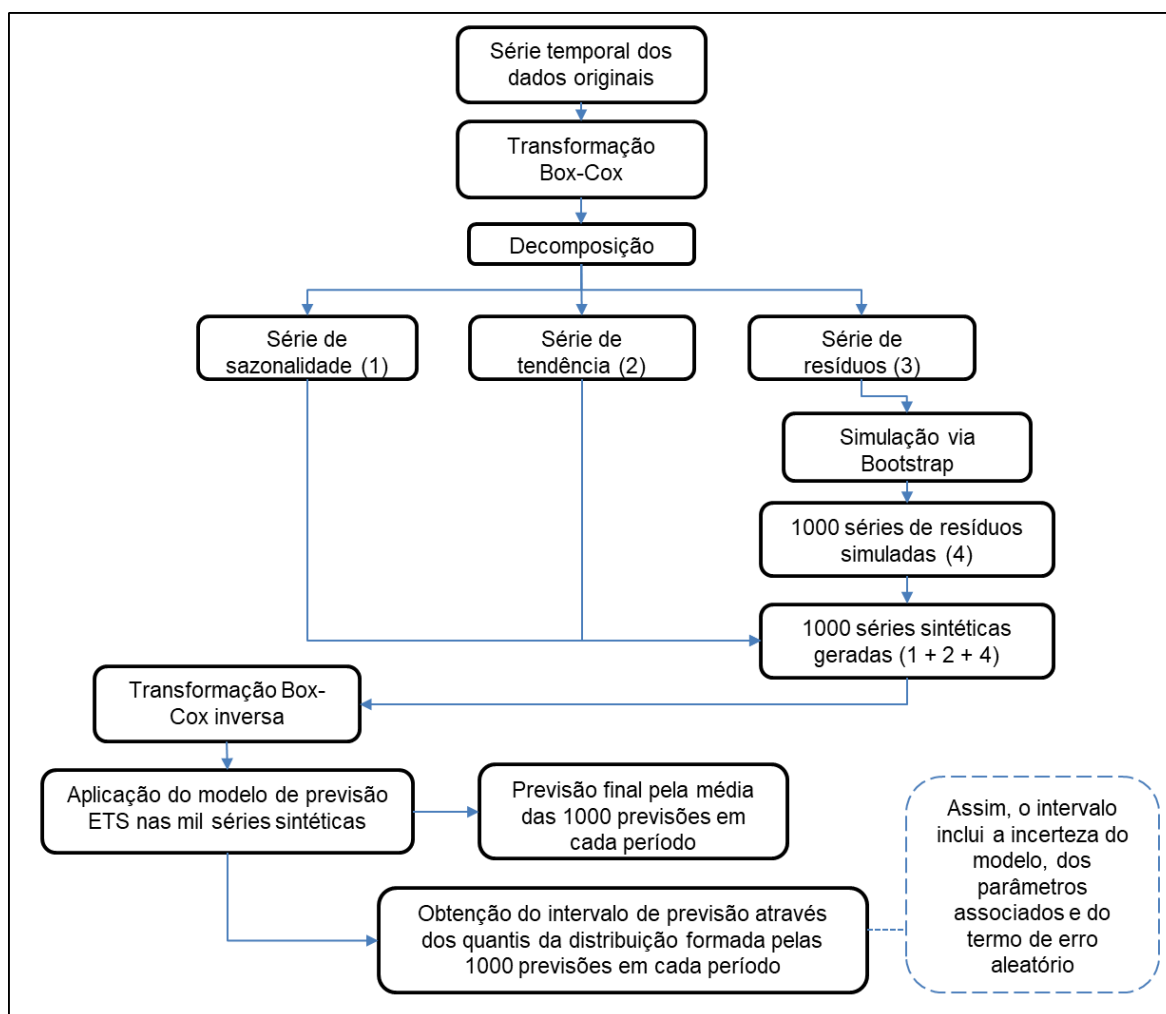
Figura 6 – Método 2 de predição de séries temporais



Fonte: elaborada pela autora

A Figura 7 mostra o detalhamento do método 3 de predição de séries temporais que permite uma probabilidade maior de incluir o valor verdadeiro, ao incluir a incerteza do modelo, das estimativas dos parâmetros e do termo de erro aleatório (HYNDMAN; ATHANAPOULOS, 2018).

Figura 7 – Método 3 de predição de séries temporais



Fonte: elaborada pela autora

A seguir, apresenta-se os resultados obtidos com a aplicação dessas etapas da metodologia da pesquisa.

CAPÍTULO 4

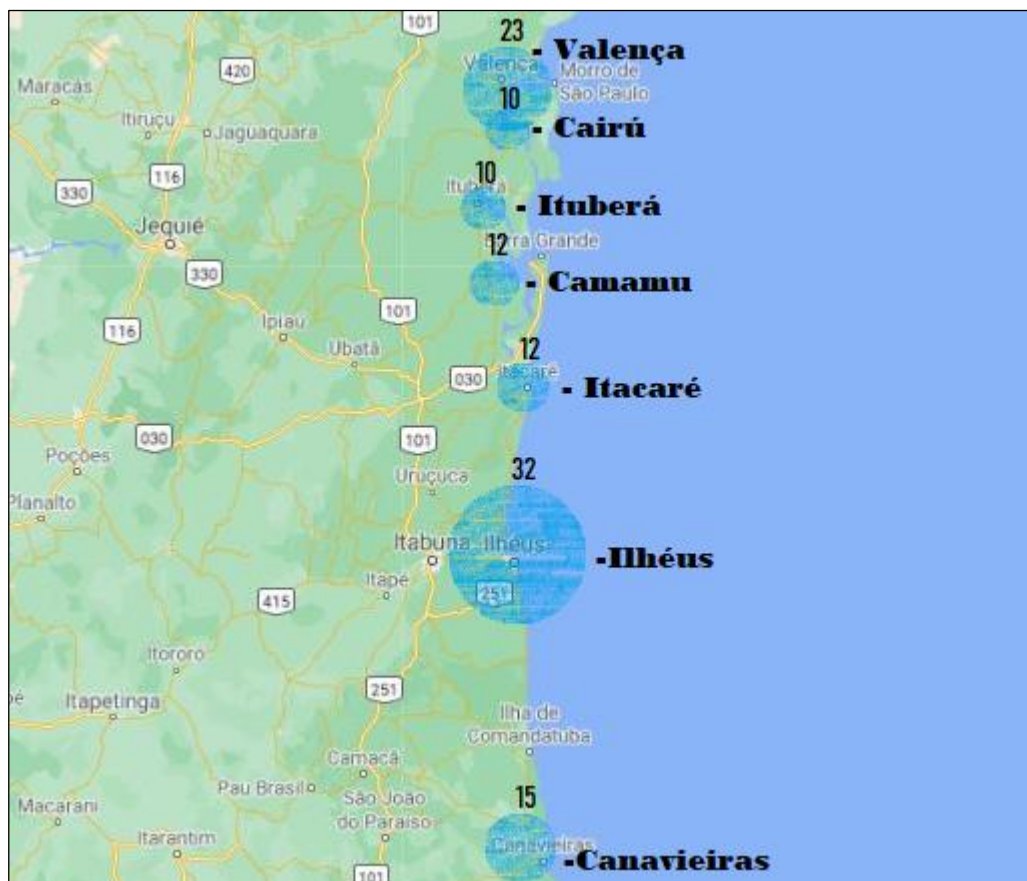
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste tópico serão discutidos os resultados das etapas previstas na metodologia: (1) Identificação dos locais de produção das cascas na região; (2) Diagnóstico da situação das cascas; (3) Avaliação da incerteza da quantidade de cascas estimada; (4) Possibilidades de aplicação das cascas de coco verde; e (5) Demanda futura do produto potencial. Os dados obtidos por meio das entrevistas nos pontos de vendas de coco verde e utilizadas nesta pesquisa estão disponíveis em Nunes et al. (2021).

4.1 IDENTIFICAÇÃO DOS LOCAIS DE PRODUÇÃO DAS CASCAS NA REGIÃO

Os resultados deste tópico se referem à etapa de identificação dos principais pontos de consumo de coco verde, e conseqüentemente, de onde ocorrem os desperdícios das cascas na região de estudo. Foram analisadas a quantidade e disposição geográfica dos fornecedores atuais de cascas de coco verde na região composta pelos municípios de Ilhéus, Itacaré, Canavieiras, Valença, Ituberá, Camamu e Cairú, conforme mostra a Figura 8.

Figura 8 – Mapa bolha da quantidade de comerciantes que vendem água de coco nos municípios da região de estudo

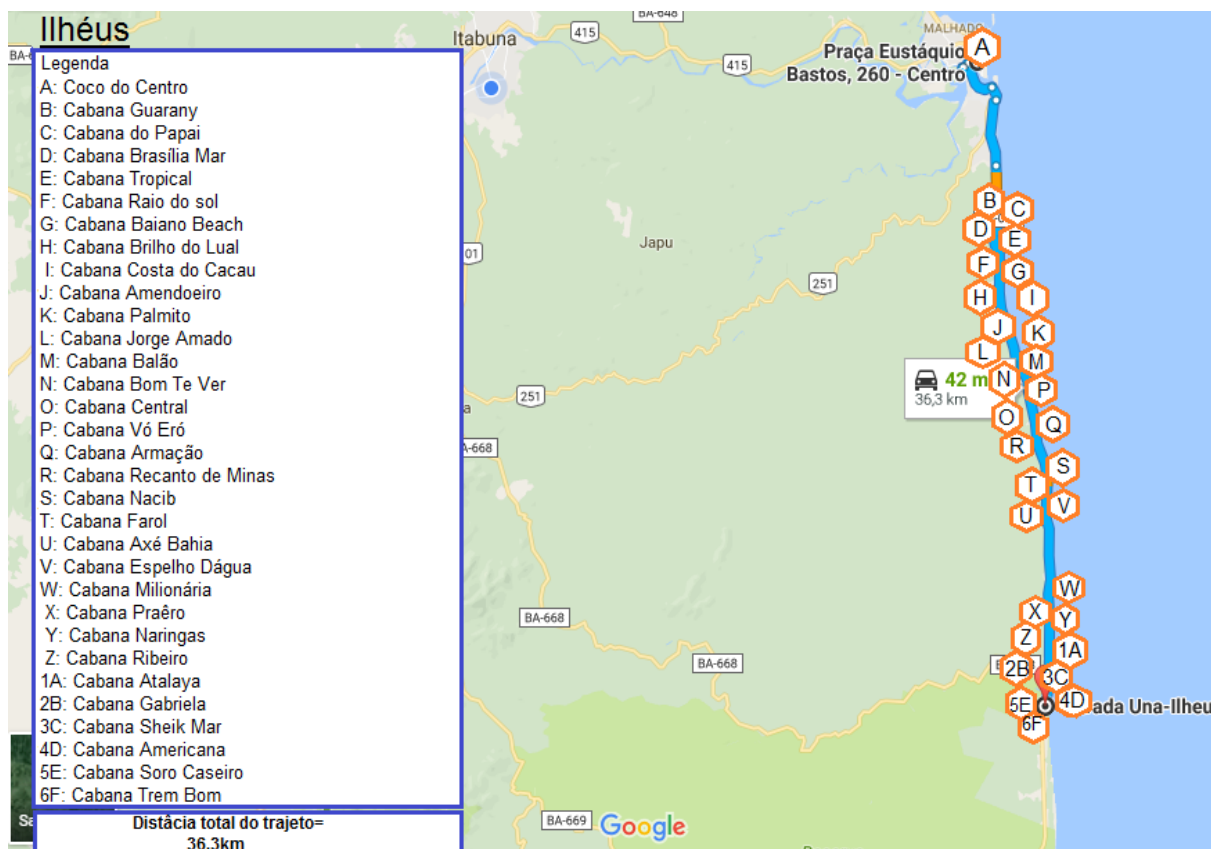


Fonte: elaborada pela autora

(1) Ilhéus:

No município de Ilhéus, foram identificados 32 potenciais fornecedores da casca do coco verde. O mapa apresentado na Figura 9 os representa, sendo o início do trajeto indicado pelo ponto “A” (Quiosque Coco do Centro), situado na Praça Eustáquio Bastos, e o final no ponto “6F”, onde se encontra a Cabana Trem Bom, localizada na Rodovia Ilhéus-Olivença. A distância entre os pontos A e 6F é de 36,3 quilômetros.

Figura 9 – Pontos de venda de água de coco verde no município de Ilhéus

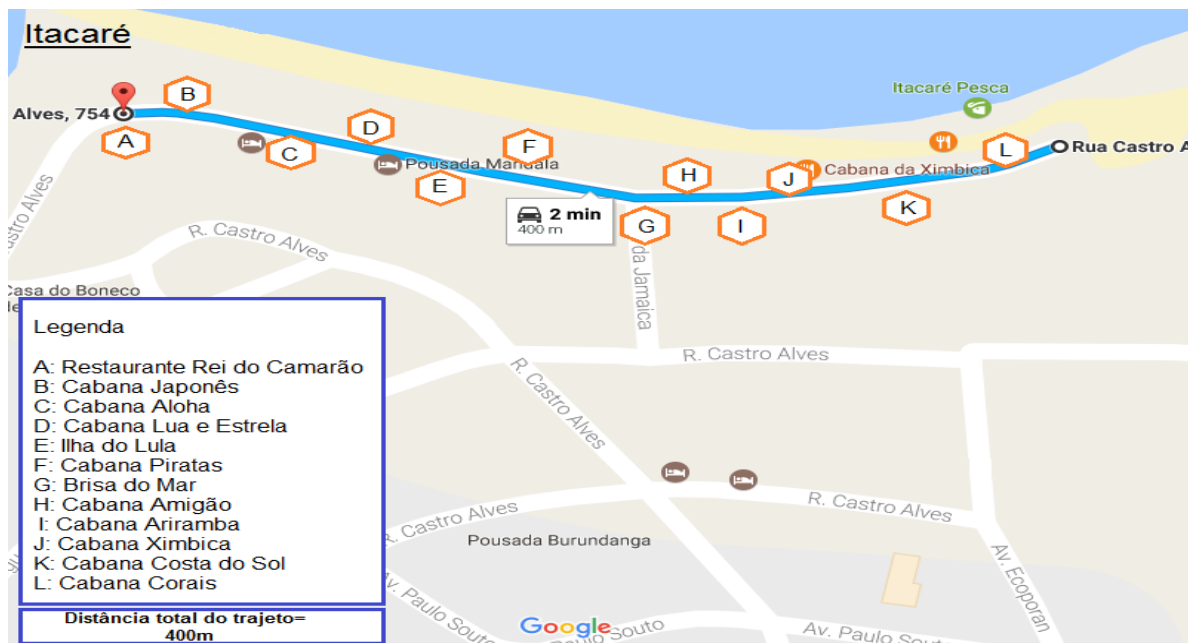


Fonte: elaborada pela autora

(2) Itacaré:

Na localidade do município de Itacaré foram identificados 12 potenciais fornecedores, todos localizados na praia da Concha. O mapa apresentado na Figura 10 os representa, sendo o início do trajeto indicado pelo ponto “A” (Restaurante Rei do Camarão), e o final no ponto “L”, onde se encontra a Cabana Corais, todos situados na Rua Castro Alves do município. A distância entre os pontos extremos de produção da casca do coco verde é de 400 metros.

Figura 10 – Pontos de venda de água de coco verde no município de Itacaré

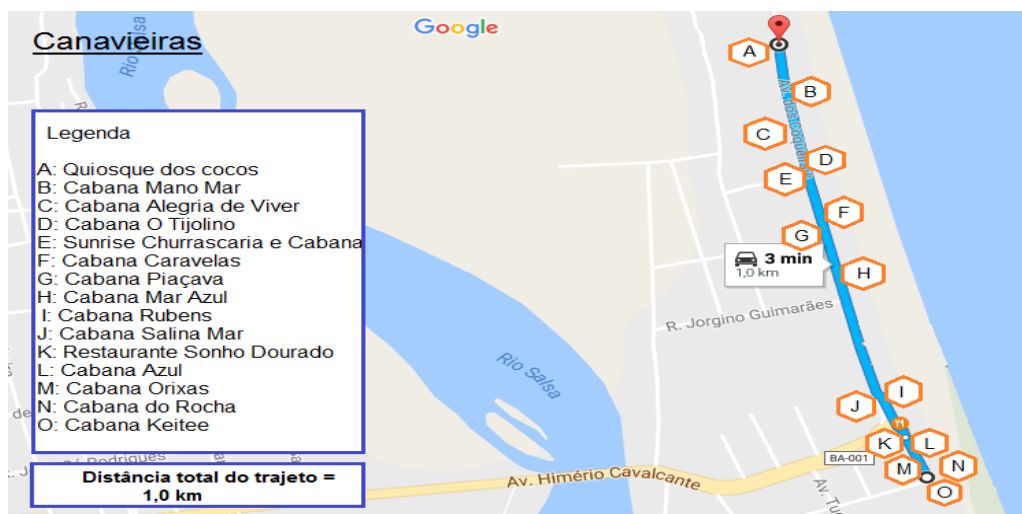


Fonte: elaborada pela autora

(3) Canavieiras:

No município de Canavieiras foram identificados 15 fornecedores em potencial. O mapa apresentado na Figura 11 mostra o início no ponto “A”, representado pelo Quiosque dos Cocos, situado na Av. dos Coqueirais e o final no ponto “O”, onde se encontra a Cabana Keite, localizada na Rua Alameda dos Periquitos do município. A distância total entre os fornecedores é de um quilometro.

Figura 11 – Pontos de venda de água de coco verde no município de Canavieiras



Fonte: elaborada pela autora

(4) Valença:

No município de Valença foram identificados 23 potenciais fornecedores. O mapa apresentado na Figura 12 os localiza, sendo o início do trajeto no ponto “A” (Cabana da Guaibim), e o final no ponto “W”, onde se encontra o Quiosque Bambá, todos situados na Av. Aloisio Evangelista da Fonseca do município.

Figura 12 – Pontos de venda de água de coco verde no município de Valença



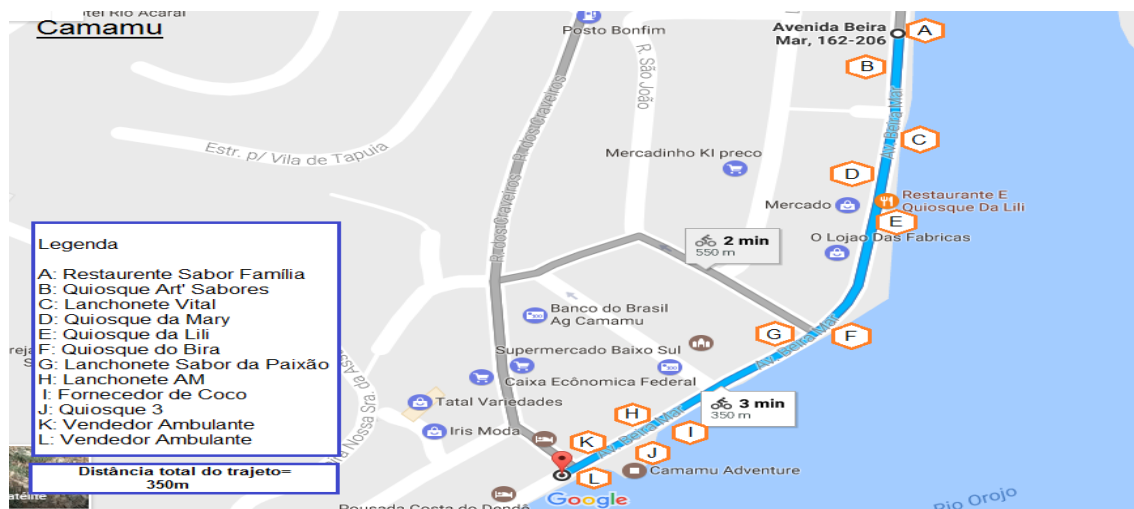
Fonte: elaborada pela autora

Foi possível observar que esses comerciantes buscam não deixar os materiais desperdiçados de coco verde na praia ou em locais visíveis para os clientes, e mantêm um espaço reservado para armazená-los até que os mesmos sejam recolhidos pelo serviço de limpeza da prefeitura.

(5) Camamu:

Em Camamu, quinto município pesquisado, foram identificados 12 potenciais fornecedores da casca do coco verde. A Figura 13 apresenta os locais, sendo o início do trajeto no ponto “A”, indicado pelo Quiosque Sabor Família, e o final no ponto “L”, onde se encontra um vendedor ambulante. Todos situados na Av. Beira Mar num trajeto de 350 metros.

Figura 13 – Pontos de venda de água de coco verde no município de Camamu

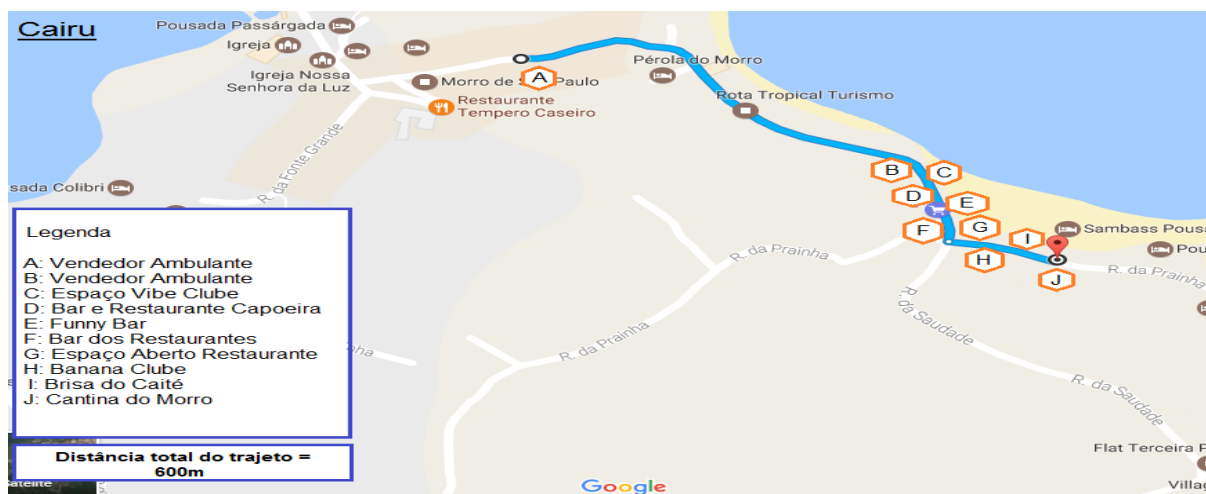


Fonte: elaborada pela autora

(6) Cairu:

No município de Cairú, foram identificados 10 fornecedores potenciais. O mapa apresentado na Figura 14 os localiza, sendo o início do trajeto no ponto “A”, representado por um vendedor ambulante, e o final no ponto “J”, onde se encontra a Cantina do Morro, todos situados na Rua da Prainha do município.

Figura 14 – Pontos de venda de água de coco verde no município de Cairu

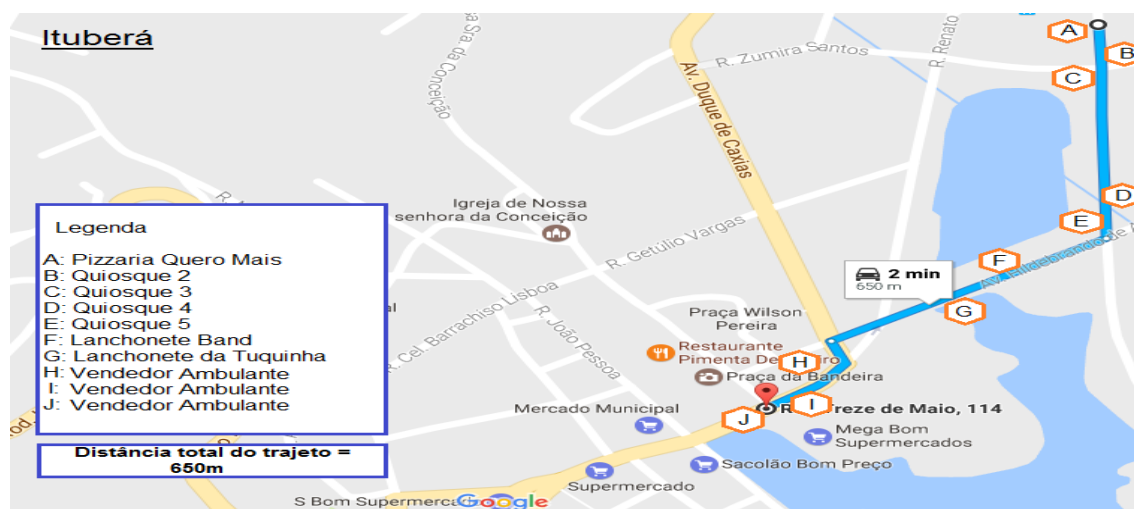


Fonte: elaborada pela autora

(7) Ituberá:

Por fim, no município de Ituberá, foram identificados 10 potenciais fornecedores. O mapa apresentado na Figura 15 os organiza em trajeto, sendo o início no ponto “A” (Pizzaria Quero Mais), situada na Av. Rosentino Botelho, e o final no ponto “J”, onde se encontra um vendedor ambulante, localizado na Rua Treze de Maio.

Figura 15 – Pontos de venda de água de coco verde no município de Ituberá



Fonte: elaborada pela autora

A Tabela 4 mostra a quantidade de pontos de consumo e comercialização do coco verde identificado em todos os municípios e as distâncias dos trajetos entre os comerciantes.

Tabela 4 - Municípios da região de estudo e quantidade de comerciantes de coco verde

Município	Quantidade de comerciantes de coco verde	Maior distância do trajeto entre os comerciantes/ km
Ilhéus	32	36,00
Itacaré	12	0,40
Canavieiras	15	1,00
Valença	23	0,45
Camamu	12	0,35
Cairu	10	0,60
Ituberá	10	0,65

Fonte: elaborada pela autora

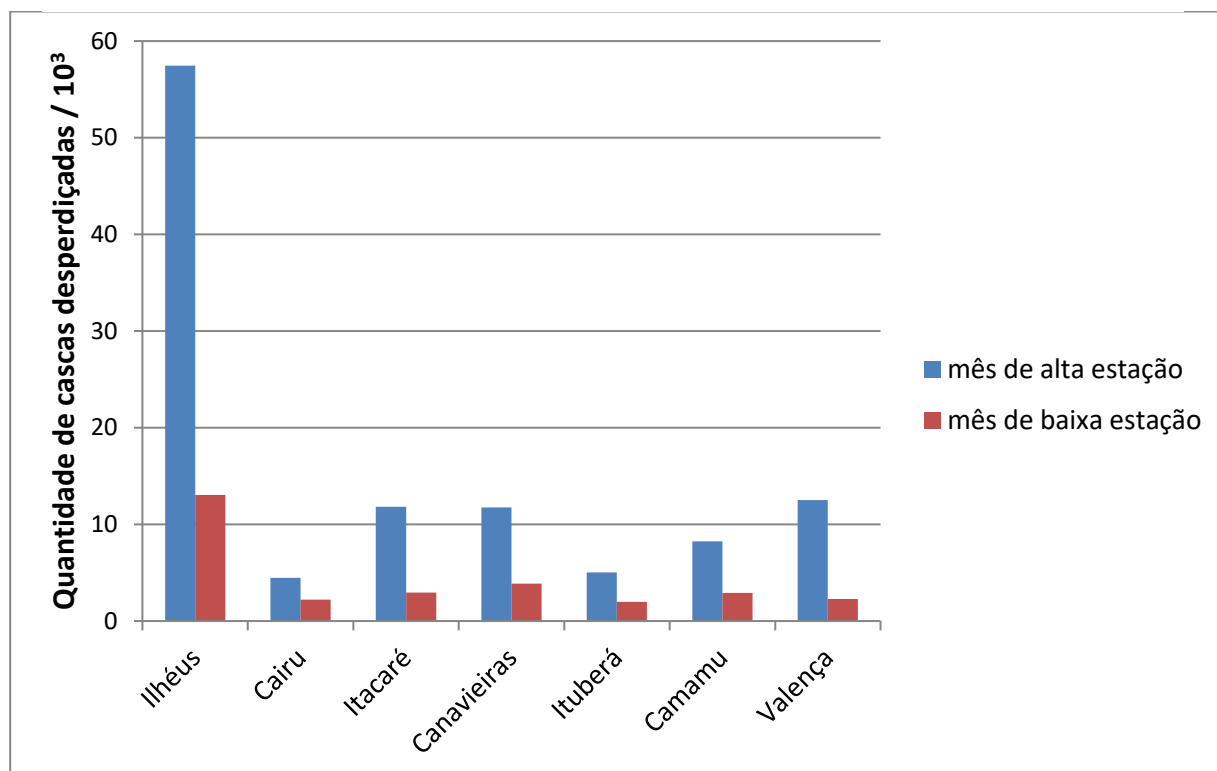
4.2 DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO DAS CASCAS

No período de fevereiro a novembro de 2017 foi aplicado um questionário aos proprietários ou responsáveis dos pontos de vendas de coco verde, as perguntas desse questionário estão no APÊNDICE A, e as respostas encontram-se em Nunes et al. (2021).

4.2.1 Estimativa da quantidade de cascas de coco na região

Para o processamento das informações coletadas por meio da aplicação do questionário foi elaborada uma planilha disponível no repositório Zenodo.org (Nunes et al., 2021). A Figura 16 mostra a quantidade mensal estimada de cascas do coco verde produzida pelos comerciantes nos municípios da região de estudo.

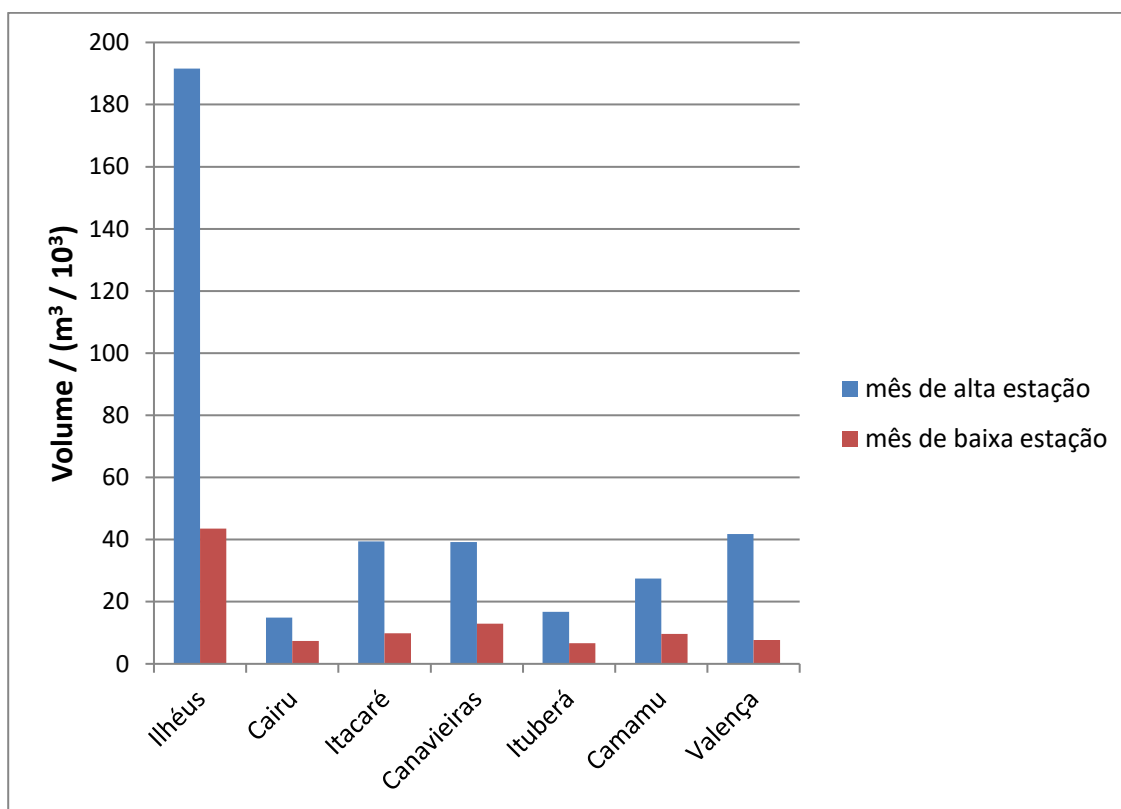
Figura 16 – Desperdício de cascas de coco verde em mês de alta e de baixa estação nos municípios da região analisada



Fonte: elaborado pela autora

Observa-se que o município de Ilhéus lidera o *ranking* na geração de descarte da casca de coco verde, chegando a produzir 57 465 unidades em cada mês de alta estação. Em mês de baixa estação são produzidas 13 046 unidades. Em contrapartida, o município de Cairu apresenta a menor taxa de produção, devido à ocorrência de menor público consumidor, com produção por mês na alta estação estimada em 4 460 unidades, e na baixa estação de 2 212 unidades de cascas por mês. A Figura 17 traz a proporção equivalente em metros cúbicos do espaço físico que essas cascas podem ocupar mensalmente se armazenadas em conjunto em um lugar específico. Para elaboração do gráfico foi considerado que 1 m³ pode comportar até 300 unidades de cascas (SILVEIRA, 2008; CESAR et al., 2009).

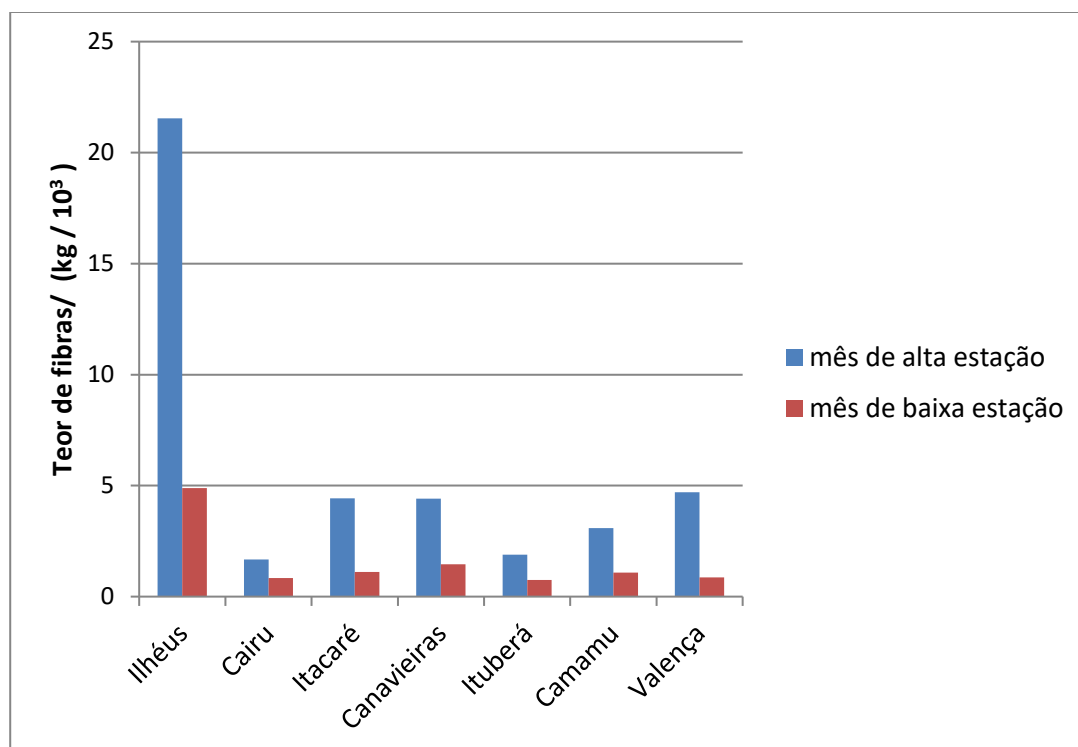
Figura 17 – Total em volume de cascas de coco verde desperdiçadas nos municípios da região de estudo



Fonte: elaborado pela autora

O volume de cascas geradas pelo município de Ilhéus em um mês na alta estação é equivalente a quatro caminhões do tipo veículo urbano de carga (VUC), que possui capacidade de 55 m³ cada (OLIVEIRA, 2017). O município de Canavieiras vem em segundo lugar na produção de volume de cascas em um mês, podendo chegar a ocupar até um VUC. A Figura 18 mostra a quantidade equivalente de fibras em kilogramas por mês da produção de cascas de coco verde nos municípios analisados. A relação foi estipulada conforme a indicação de Bitencourt e Pedrotti (2008) que analisaram a proporção de 25 % de fibra por unidade de coco, ao considerar apenas o mesocarpo do fruto.

Figura 18 – Total de massa de fibras equivalentes desperdiçadas nos municípios da região de estudo na alta e baixa estação



Fonte: elaborado pela autora

Todo o município de Ilhéus pode chegar a gerar 159 t de fibras por ano, o de Canavieiras, 35 t, enquanto que os demais variam entre quinze a trinta e cinco toneladas por ano. Pode-se

afirmar também, que o total de fibras que podem ser extraídas das cascas desperdiçadas de coco verde na região de estudo equivale a 42 t na alta estação. Segundo Peter e Timmerhaus (2002) e Friedmann (1995), para cada etapa de um projeto há um nível de incerteza relativa aceitável que atesta se a qualidade dos dados está adequada. Logo, torna-se de fundamental importância avaliar a incerteza dessas informações quantitativas. Os resultados dessa avaliação estarão apresentados no próximo tópico e relacionados a etapa 3 desta pesquisa.

4.2.2 Logística de Manuseamento

Quanto à logística de manuseamento das cascas nos estabelecimentos analisados, observou-se que ~60 % realiza o armazenamento em sacos de polímero, ~26 % alocam as cascas em tonéis e ~9 % dos estabelecimentos informaram que a melhor forma de manuseamento das cascas são os cestos de cipó, devido à durabilidade e resistência do material, bem como à facilidade ergonômica para o transporte. Foi verificada em ~5 % das cabanas da região a disposição das cascas próximas à própria localidade, a céu aberto e sem nenhum recipiente que facilite a coleta do lixo. A Figura 19 mostra as formas de alocação mais frequentes encontradas nos restaurantes ou quiosques de vendas de coco verde da região pesquisada.

Figura 19 – Recipientes utilizados para alocação das cascas de coco nos pontos de venda analisados na região



Fonte: Nunes et al., (2020)

4.2.3 Disposição Ambiental

A análise sobre a disposição ambiental nas localidades pesquisadas busca trazer as condições que os comerciantes utilizam para realizar o descarte final das cascas, tanto imediato, quanto futuro. Em ~5 % dos restaurantes ou quiosques foram verificadas a disposição ambiental imediata das cascas no local de venda do coco, ou seja, despejadas a céu aberto e misturadas com outros tipos de materiais descartáveis e lixo em geral. Esse manejo dos materiais desperdiçados de qualquer origem contribui para a degradação ambiental e ameaça à saúde pública, comprometendo a qualidade de vida das populações (LEAL, 2017). A Figura 20 expõe o estado de verificação das cascas nos locais de consumo analisados de algumas cidades.

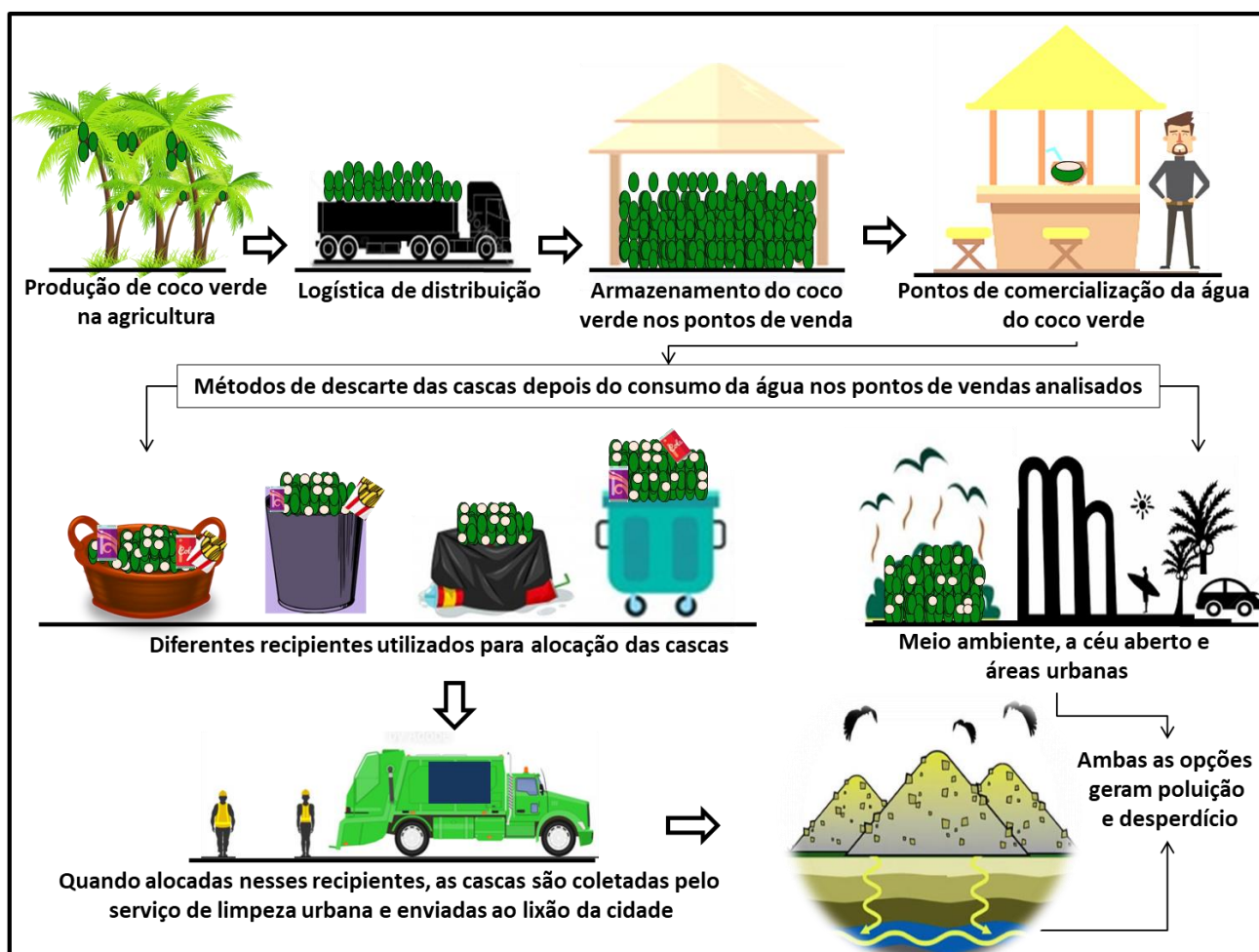
Figura 20 – Disposição ambiental das cascas após consumo da água e polpa em 5 % dos quiosques dos municípios da região analisada



Fonte: Nunes et al., (2020)

Em todos os pontos de consumo analisados o destino final ou futuro das cascas é o lixão ou depósito a céu aberto, já que nenhum dos municípios investigados possui aterro sanitário ou realizam outras práticas de gestão destes materiais. Com exceção do município de Ilhéus, que inaugurou em janeiro de 2021 um Centro de Valorização dos Resíduos – CRV para atender municípios da costa do cacau, empresas e indústrias na correta gestão dos seus resíduos, mas que ainda não realiza a valorização das cascas de coco. As cascas, quando coletadas pelo serviço de limpeza da prefeitura são encaminhadas diretamente para o lixão de cada cidade. A Figura 21 mostra o infográfico do resumo do processo logístico observado na região analisada.

Figura 21 - Infográfico da logística da casca de coco verde nos municípios analisados



Fonte: Nunes et al., (2020)

Segundo pesquisa realizada por Passos (2005), a utilização de cascas de coco verde para a produção de outros produtos pode levar à diminuição das emissões de gases de efeito estufa (GEE), uma vez que as cascas vão gerar metano (CH_4) quando submetidas às condições de decomposição anaeróbia em lixões. O autor estimou a quantidade de metano gerado pelas cascas em comparação com a quantidade de gás gerado pelo lixo urbano, utilizando a metodologia padrão 1 recomendada pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2000). Isso mostrou que o potencial de geração de metano está entre 6,0 kg / t e 12,3 kg / t a partir de cascas de coco descartadas em aterros e no meio ambiente em geral.

Nessa lógica, e considerando que uma unidade de casca de coco pesa 1,5 kg (BRASIL, 2017), é possível afirmar que o uso anual da casca do coco na região investigada levaria a uma redução nas emissões de CH₄ entre 7,6 t e 15,5 t (NUNES et al., 2020). No entanto, é necessário considerar nessa associação estabelecida que o total levantado corresponde à produção de diversos municípios, distantes entre si, o que implica a necessidade de uma logística de coleta e tratamento, que também se traduz em emissões de GEE. Logo, é preciso avaliar o balanço entre o benefício e o investimento, de modo a identificar se realmente a proposta alcança a viabilidade ambiental.

4.2.4 Disponibilidade de cooperação

A análise quanto à disponibilidade de cooperação dos comerciantes buscou averiguar a contribuição positiva ou negativa de doação das cascas em cada estabelecimento e da permissão para instalação de coletores em suas localidades e retirada desse material. Foi observado que a totalidade dos locais investigados nos municípios informou a disponibilidade em efetuar a doação das cascas. Alguns estabelecimentos, cerca de ~30 %, colaborariam apenas se for disponibilizado locais apropriados para o armazenamento, devido a não possuírem espaço para alocação. Todas as propriedades alegaram que a coleta das cascas deve ser efetuada no mínimo dois dias na semana. Os dias mais votados da semana para realizar essa operação foram segunda e quinta, representado por ~80 % dos dados ou segunda e sexta, correspondendo aos ~20 % restante, sempre, de preferência dos proprietários, pelo turno da manhã.

4.3 AVALIAÇÃO DA INCERTEZA DA QUANTIDADE DE CASCAS ESTIMADA

A Tabela 5 mostra a quantidade de coco consumida e sua incerteza no município de Ituberá. Tabelas análogas foram desenvolvidas para cada município, e estão disponíveis no APÊNDICE C.

Tabela 5 - Quantidade de coco verde consumido e avaliação da incerteza sobre as informações do município de Ituberá

C.*	Estação	Limite inferior	Limite superior	Mediana	Mediana de produção de cascas de coco por mês na alta estação	Mediana de produção de cascas de coco por mês na baixa estação	Incerteza padrão da faixa	Incerteza padrão da fonte	Incerteza padrão combinada alta estação	Incerteza padrão combinada baixa estação
1	Alta	300	500	400	400		57 735	80	99	
	Baixa	150	250	200		200	28 867	40		49
2	Alta	340	460	400	400		34 641	80	87	
	Baixa	170	230	200		200	17 320	40		44
3	Alta	300	500	400	400		57 735	80	99	
	Baixa	150	250	200		200	28 867	40		49
4	Alta	340	460	400	400		34 641	80	87	
	Baixa	170	230	200		200	17 320	40		44
5	Alta	300	500	400	400		57 735	80	99	
	Baixa	150	250	200		200	28 867	40		49
6	Alta	940	1060	1000	1000		34 641	200	203	
	Baixa	270	330	300		300	17 320	60		62
7	Alta	900	1100	1000	1000		57 735	200	208	
	Baixa	250	350	300		300	28 867	60		67
8	Alta	240	360	300	300		34 641	60	69	
	Baixa	120	180	150		150	17 320	30		35
9	Alta	200	400	300	300		57 735	60	83	
	Baixa	100	200	150		150	28 867	30		42
10	Alta	360	480	420	420		34 641	84	91	
	Baixa	60	120	90		90	17 320	18		25
Total					5020	1990			386	152

*C.: Pontos de vendas

Fonte: elaborado pela autora

Os valores das colunas referentes às informações de limite inferior e limite superior estão relacionados aos valores de produção de cascas mínimos e máximos, em mês de alta e de baixa estação. A coluna mediana informa o valor mediano que se encontra nessa faixa de limites. As próximas colunas mostram os valores relacionados às incertezas sobre a faixa de limites, a fonte de informação e a incerteza padrão combinada para a alta e para a baixa estação. Esses valores mostram a possibilidade de variação dos valores estimados coletados, garantindo assim maior qualidade nas informações. A Tabela 6 mostra a soma da quantidade de casca de coco gerada, volume e massa de fibras equivalentes, e suas respectivas incertezas-padrão e relativa em cada município analisado.

Tabela 6 - Quantidade total de casca de coco gerada, volume e massa de fibras equivalentes e avaliação da incerteza padrão e relativa nos municípios

Município analisado	Estação	Quantidade total de venda por mês	Incerteza padrão combinada	Incerteza padrão combinada relativa da quantidade	Volume ocupado / (m ³ /mês)	Incerteza padrão combinada do volume / (m ³ /mês)	Incerteza padrão relativa do volume	Massa de fibras / (kg/mês)	Incerteza padrão combinada / (kg/mês)	Incerteza padrão relativa da massa de fibra
Ilhéus	Alta	57 465	3 461	6 %	191,6	12,8	7 %	21 549,4	1 856,2	9 %
	Baixa	13 046	993	8 %	43,5	3,3	8 %	4 892,3	479,0	10 %
Cairu	Alta	4 460	390	9 %	14,9	1,3	9 %	1 672,5	179,0	11 %
	Baixa	2 212	201	9 %	7,4	0,7	9 %	829,5	90,9	11 %
Itacaré	Alta	11 820	869	7 %	39,4	2,9	7 %	4 432,5	425,0	10 %
	Baixa	2 950	244	8 %	9,8	0,8	8 %	1 106,3	114,2	10 %
Canavieiras	Alta	11 750	759	6 %	39,2	2,5	6 %	4 406,3	393,3	9 %
	Baixa	3 870	248	6 %	12,9	0,8	6 %	1 451,3	128,9	9 %
Ituberá	Alta	5 020	386	8 %	16,7	1,3	8 %	1 882,5	185,4	10 %
	Baixa	1 990	152	8 %	6,6	0,5	8 %	746,3	73,1	10 %
Camamu	Alta	8 240	600	7 %	27,5	2,0	7 %	3 090,0	294,7	10 %
	Baixa	2 900	229	8 %	9,7	0,8	8 %	1 087,5	109,0	10 %
Valença	Alta	12 525	975	8 %	41,8	3,2	8 %	4 696,9	466,2	10 %
	Baixa	2 290	243	11 %	7,6	0,8	11 %	858,8	105,4	12 %

Fonte: elaborado pela autora

Observa-se que as incertezas das grandezas avaliadas variam entre 6 % e 12 %, o que comprova que a metodologia utilizada na coleta de dados e a qualidade das informações estão compatíveis com a etapa inicial de um projeto conceitual e de avaliação técnica-econômica. Outro ponto a ser observado é que os municípios que apresentam as menores faixas de incerteza são Ilhéus, Cairu e Itacaré, o que permite associar que são os municípios que apresentam o público mais estável no consumo da água de coco e geração das cascas.

4.4 POSSIBILIDADES DE APLICAÇÃO DAS CASCAS DE COCO VERDE

Esse tópico apresenta os resultados referentes a etapa 4 da metodologia da pesquisa e traz as principais vantagens e desvantagens das possibilidades de aplicação das cascas do coco verde, por meio da análise SWOT.

4.4.1 Análises SWOT das principais possibilidades de aplicação das cascas

Essas informações são oriundas de uma revisão sistemática da literatura e de análise de prospecção tecnológica. Para cada aplicação comum de produtos produzidos com casca de coco foi realizada uma análise SWOT, com o objetivo de caracterizar pontos fortes e fracos para a valorização. Foram identificadas a qualidade dos produtos desenvolvidos, bem como as ameaças e oportunidades relacionadas ao ambiente externo, com as características que uma região deve ter para ser adequada para a fabricação do produto em análise. O Quadro 4 apresenta os resultados quanto às análises SWOTS do bioetanol, compósitos ou compostos oriundos da casca do coco verde.

Quadro 4 - Análise SWOT da produção de bioetanol e compósitos ou compostos

Produção de bioetanol	
Forças	Fraquezas
<ul style="list-style-type: none">• A fibra de coco verde pode ser usada na produção de etanol de segunda geração (Corradini et al., 2009).	<ul style="list-style-type: none">• São necessários pré-tratamentos para melhorar a quantidade de reagente empregado e o rendimento a granel de etanol (Nogueira et al., 2019).• Divergências na pesquisa sobre concentrações de açúcares fermentáveis por grama de fibra de coco em pó (Nogueira et al., 2019; Cabral et al., 2015).
Oportunidades	Ameaças
<ul style="list-style-type: none">• Mais pesquisas são necessárias sobre opções de pré-tratamento para aumentar a geração de etanol por tonelada de fibra de coco (Ebrahimi et al., 2017).	<ul style="list-style-type: none">• Requer investimento em máquinas ou equipamentos de grande porte para produção em escala industrial (Brasil, 2017; Ebrahimi et al., 2017).• Estudo de viabilidade necessário (Bitencourt e Pedrotti, 2008).
Produção de materiais compósitos ou compostos	
Forças	Fraquezas
<ul style="list-style-type: none">• Diversidade de tipos de materiais aos quais a fibra pode ser adicionada (Spadetti et al., 2016; Gunasekaran et al., 2012; Araújo et al., 2015).	<ul style="list-style-type: none">• Necessidade de tratamento de fibras de coco verde com alta demanda de água e energia (Mukhopadhyay e Khatana, 2014).• Pequena quantidade de fibra de coco verde que pode ser adicionada a novos produtos (Ali et al., 2012; Spadetti et al., 2016).
Oportunidades	Ameaças
<ul style="list-style-type: none">• Mais pesquisas são necessárias para demonstrar a viabilidade do uso de cascas de coco verde em compósitos ou compostos com aplicações utilitárias em móveis ou aplicações térmicas acústicas e industriais (Araújo et al., 2015; Ayrilmis et al., 2011; Mukhopadhyay e Khatana, 2014).	<ul style="list-style-type: none">• O tipo de fibra mais apropriado para essas aplicações são as fibras das cascas de coco secas ou maduras, e não as do coco verde (Asasutjarit et al., 2007; Das e Biswas, 2016).• Requer melhorias no desempenho ambiental para competir melhor com os compósitos à base de madeira (Freire et al., 2017).

Fonte: elaborado pela autora

Em relação à avaliação de produção de etanol, vale ressaltar que Cabral et al. (2015) estudaram dois pré-tratamentos ácidos e alcalinos de fibras de coco verde para avaliar a quantidade de açúcares liberados na fração líquida da solução para obtenção de etanol de segunda geração. A melhor condição encontrada foi o pré-tratamento com hidróxido de sódio a 5 % por 40 min, com concentração média de açúcar de 34,67 ou 44,72 $\times 10^{-2}$ g/g de fibra de coco. Usando essa relação com os resultados encontrados na etapa 2 desta pesquisa, o município de Itacaré na Bahia, seria capaz de produzir em média 1 456 ou 1 878 g de açúcares fermentáveis por mês para a produção de etanol a partir da fibra do coco.

Em relação à fabricação de compósitos ou compostos com casca de coco verde foram identificadas mais fraquezas e ameaças do que forças e oportunidades. A seguir, apresenta-se a organização dos resultados quanto às análises SWOTS dos produtos de jardinagem e briquetes oriundos da casca do coco verde (Quadro 5).

Quadro 5 - Análises SWOTS dos produtos de jardinagem e briquetes oriundos da casca do coco verde

Produção de produtos de jardinagem ou artesanato	
Força	Fraquezas
<ul style="list-style-type: none"> • Diversidade de aplicação como produto final (Rosa et al., 2011). • Auxilia no desenvolvimento da planta (Ramos, 2008). • Pode ser 100 % biodegradável (Santana et al., 2014). • Pode produzir tubetes para plantação de mudas (Dias et al., 2011). 	<ul style="list-style-type: none"> • Adição de produtos químicos para aumentar a resistência no artesanato (Pedroso e Rocha, 2017). • Adição de nutrientes para uso em plantas (Moreira et al., 2015). • Necessidade de controle da salinidade para uso em plantas (Dias et al., 2011).
Oportunidades	Ameaças
<ul style="list-style-type: none"> • Substituto Xaxim (Zanotti et al., 2015). • Pequeno investimento em máquinas e equipamentos (Santana et al., 2014). • Maior probabilidade de renda bruta (Santana et al., 2014; Silveira, 2008). • Reduz o impacto ambiental, reduzindo o uso de plásticos no cultivo de mudas (Dias et al., 2011). • As melhores vendas são em áreas turísticas com praias (Pedroso e Rocha, 2017). • É necessário proximidade de produtores de mudas e de consumidores de produtos de jardinagem (Pedroso e Rocha, 2017). • A localização da planta deve estar próxima da fonte da matéria-prima (Ballou, 2010). 	<ul style="list-style-type: none"> • Não haver demanda suficiente dos produtos na região (Tubino, 2017).
Produção de briquetes	
Força	Fraquezas
<ul style="list-style-type: none"> • Pode ter qualidade equivalente aos briquetes de materiais desperdiçados de madeira (Nakashima et al., 2017). • Opção sustentável que reduz impactos ambientais (Cortez et al., 2010). 	<ul style="list-style-type: none"> • Necessidade de aumentar a densidade de energia térmica (Padilha et al., 2018; Cortez et al., 2010). • Adição de outros materiais para aumentar o potencial energético (Sant'anna et al., 2012).
Oportunidades	Ameaças
<ul style="list-style-type: none"> • Uso em padarias e pizzarias (César et al., 2009). • No mercado varejista brasileiro, a demanda por briquetes para uso doméstico está aumentando (Sebrae, 2017). 	<ul style="list-style-type: none"> • Requer investimento em grandes máquinas ou equipamentos (Sant'anna et al., 2012; Silveira, 2008). • A localização da planta deve estar próxima da fonte da matéria-prima (Ballou, 2010). • A área mínima necessária para implantação da planta é de 2 000 m² (Silveira, 2008).

Fonte: elaborado pela autora

Em relação aos briquetes, ao fazer uma associação com o estudo de Silveira (2008) só a quantidade mensal de cascas de coco encontradas no município de Ilhéus poderia produzir o equivalente a 7 325 kg de briquetes em aproximadamente 12 horas. Isso geraria uma receita bruta entre R \$ 2 190 e R \$ 3 650. Logo, percebe-se um potencial de aproveitamento em regiões que possuam disponibilidade de produzir próximo aos pontos de entrega do produto, que são os locais que utilizam forno lenha.

Em relação aos produtos de jardinagem e artesanato, sua principal característica é a diversidade de aplicações como produto final (Rosa et al., 2009). Os diferentes tipos de produtos que podem ser fabricados estão listados no Quadro 6.

Quadro 6 - Tipos de produtos de jardinagem e artesanato feitos com casca de coco verde

Produtos de jardinagem com casca de coco verde (Coquim, 2017).	Produtos artesanais com casca de coco verde (Pedroso e Rocha, 2017).
Substrato; Fertilizantes; Mantas para solos; Estacas para a condução de plantas; Limitadores de leitos; Painéis verticais para plantações de várias espécies de plantas; Tubetes ou vasos para o cultivo de mudas.	Biojóias; Acessórios; Tigelas; Enfeites; Decorativos e Artefatos funcionais; Souplats ou jogos americanos; Bolsas.

Fonte: elaborado pela autora

Os tubetes se destacam nessa diversificação de aplicações, por ser possível de ser utilizado para promover o suprimento de oxigênio nas raízes das plantas (MORITZ et al., 2016), para atuar como um regulador térmico e para auxiliar no crescimento das plantas, aumentando a nutrição (ROSA et al., 2011). Outra vantagem da confecção de tubetes com fibra de coco é a redução dos impactos ambientais com a substituição dos vasos plásticos no plantio de mudas de regiões que possuam viveiros com produção em larga escala (DIAS et al., 2011).

De acordo com uma associação feita com o estudo de Santana et al. (2014), a quantidade de cascas de coco encontradas anualmente na região e identificada pela etapa 2 dessa pesquisa, poderia produzir o equivalente a $1,7(0,12) \times 10^7$ unidades de tubetes biodegradáveis para o

plantio de mudas, onde o valor entre parênteses é a incerteza padrão. Se vendido a R\$ 0,05 centavos (MFRURAL, 2019), esse processo geraria uma receita bruta de R\$ $8,4(0,6) \times 10^5$. Portanto, se requer um estudo detalhado da viabilidade de uma cadeia produtiva como essa, para confirmar esse potencial de renda. Diante da análise efetuada, os produtos de jardinagem e artesanato, em especial o tubete biodegradável elaborado com casca do coco verde, foram escolhidos como produtos potenciais de aproveitamento na região de estudo (NUNES et al., 2020).

4.5 DEMANDA FUTURA DO PRODUTO POTENCIAL

O objetivo deste tópico é definir a demanda futura por tubetes ecológicos, considerando-o como um produto potencial para a valorização das cascas de coco verde na região. Os programas desenvolvidos em R® encontram-se disponíveis em Nunes et al. (2021).

4.5.1 Características dos dados históricos

A Biofábrica da Bahia foi fundada em 1997 e é uma organização social vinculada ao governo do estado. Tem um compromisso com a transparência de suas ações e resultados, oferecendo aos cidadãos o acesso às informações sobre sua gestão e funcionamento. Disponibiliza balanços patrimoniais, documentos organizacionais, planos de trabalho e relatórios de prestação de contas. Logo, têm-se nessa organização a maior probabilidade de sucesso no que tange aos objetivos desse estudo (BIOFÁBRICA, 2020).

Além disso, esse instituto atende a diversos produtores do baixo ao extremo sul da Bahia, não só com mudas de cacau, mas de diversos cultivares, como mandioca, essências e outras fruteiras. Possui 20 viveiros espalhados nos municípios de Buerarema, Canavieiras, Ibicaraí, Itajuípe, Jussari, Pau Brasil, Santa Luzia, Ubatã, Una, Camamu e Eunápolis. Seu parque fabril está localizado no município de Ilhéus, com 20 viveiros e capacidade para armazenar 4,8 milhões de plantas (BIOFÁBRICA, 2020).

A Biofábrica conta com a parceria de diversos programas do governo do Estado da Bahia, como por exemplo, a Secretaria da Agricultura, Irrigação e Reforma Agrária (SEAGRI), a

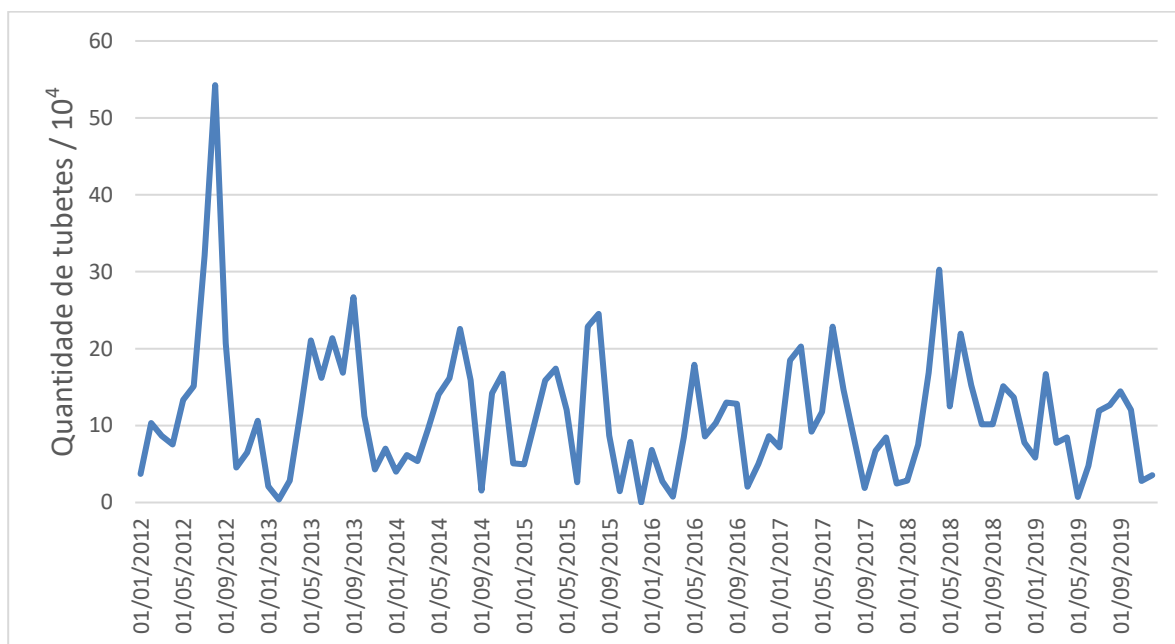
Secretaria de Desenvolvimento Rural (SDR), possui certificações da Agência de Defesa Agropecuária da Bahia (ADAB), da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC) (BIOFÁBRICA, 2020).

Foi estabelecida a lógica de que para a plantação de uma muda faz-se o uso de um tubete, determinando assim, que a demanda por tubetes seria equivalente à produção de mudas plantadas. Os dados foram coletados através de planilhas eletrônicas enviadas pelo instituto e que categoriza os dados de produção de mudas em tubetes por mês do período de 2012 a 2019, formando assim uma série temporal.

4.5.1 Tratamento dos outliers

Para realizar as análises estatísticas sobre a série temporal do histórico da produção de mudas em tubetes da Biofábrica, foram utilizados os *softwares* IBM SPSS®, Excel® e R®. A Figura 22 mostra um gráfico de sequência da série do histórico da produção de mudas da Biofábrica.

Figura 22 – Série temporal do histórico de produção de mudas em tubetes da Biofábrica



Fonte: elaborado pela autora

Através de uma análise visual do gráfico, percebe-se a presença de dois pontos discrepantes no conjunto de dados, que podem ser outliers. No entanto, para identificar a presença de outliers com mais precisão são necessários técnicas e métodos específicos. Como os dados possuem distribuição assimétrica e não estão normalmente distribuídos, a técnica de identificação por amplitude interquartil (IQR) não pode ser utilizada, além de outras como o método de desvio-padrão, boxplot e *z-score* modificado (SILVA et al., 2019).

A abordagem básica das técnicas de *trimming* e winsorização não exigem esse pré-requisito. A winsorização sugere que os dados discrepantes sejam substituídos por valores maiores que os seus antecessores. O *trimming* é uma técnica que sugere o corte de uma porcentagem dos extremos da amostra, de modo a homogeneizá-la (KWAK; KIM, 2017). A porcentagem de corte para o *trimming* é definida arbitrariamente pelo pesquisador (FORTUNATO et al., 2012). Nesse caso, para não penalizar o tamanho amostral e consequentemente a análise estatística, pode-se aliar a essa técnica a winsorização aos dados que

seriam cortados e substituí-los por valores superiores mais próximos do conjunto amostral (MIOT, 2019). Logo, o trimming foi utilizado para estabelecer os limites do conjunto de dados e identificar os valores que seriam cortados, ou seja, os outliers, e substituí-los por winsorização. Ao considerar como extremos 4 % do conjunto de dados, sendo 2 % na parte inferior e 2 % na parte superior, tem-se os limites inferior e superior do conjunto de dados, permitindo a substituição de 2 pontos de outliers pelos maiores e menores valores consecutivos que estavam dentro do limite estabelecido nas observações (Tabela 7).

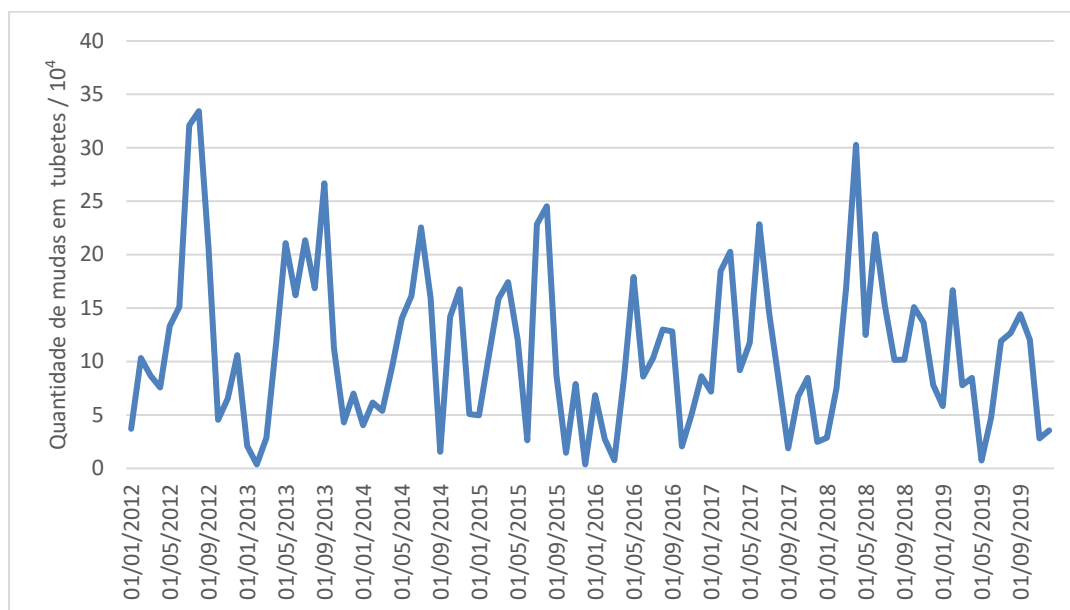
Tabela 7 - Tratamento dos outliers identificados por winsorização a 4 %

Limite Inferior			Limite Superior		
Data	Outlier	Substituição	Data	Outlier	Substituição
12/2015	100	3 681	08/2012	542 598	334 309

Fonte: elaborada pela autora

A Figura 23 mostra o conjunto de dados com o tratamento dos outliers por winsorização realizado.

Figura 23 - Série temporal da produção mensal de mudas em tubetes com outliers tratados

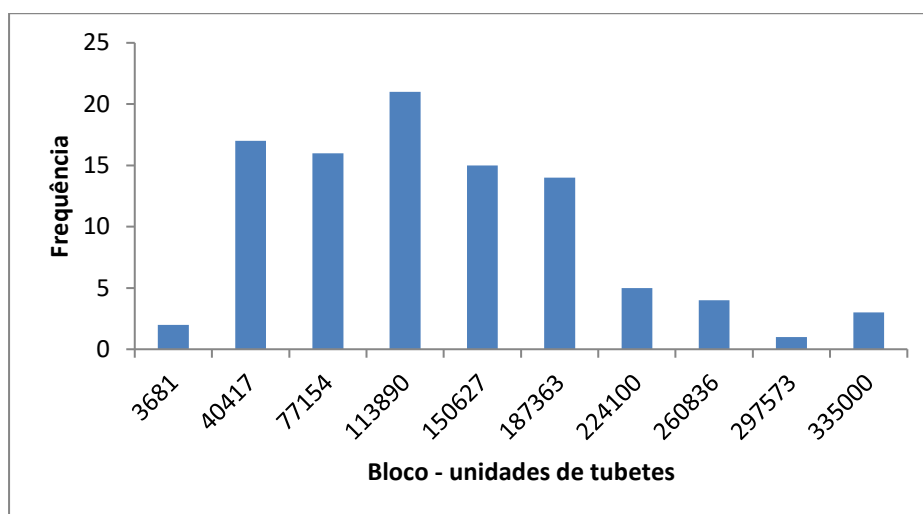


Fonte: elaborada pela autora

4.5.2 Método 1 – Elaboração de cenários de demanda futura através do histograma e do gráfico de subséries sazonais dos dados históricos

A análise da demanda futura pode ser realizada desvinculada da necessidade de entendimento da quantidade do produto que será necessária em um tempo futuro específico, mas a partir do entendimento da potencialidade que essa demanda pode atingir (PESSANHA et al., 2014). Sendo assim, essa pesquisa propõe esse método de previsão que pode ser utilizado como uma alternativa simples e rápida para planejamentos a longo prazo. O método consiste na observação das frequências dos valores no período histórico observado e na criação de cenários de possibilidades baseados nessas ocorrências. A Figura 24 mostra o histograma dos dados históricos de produção de mudas em tubetes do período de 2012 – 2019 da Biofábrica da Bahia.

Figura 24 – Histograma da série de dados históricos



Fonte: elaborada pela autora

Em seguida, os blocos do histograma foram subdivididos em cenários e categorizados os valores mínimos, médios e máximos que cada cenário pode obter. A Tabela 8 mostra os cenários encontrados por meio dessa análise.

Tabela 8 – Análise das possibilidades de cenários de demanda futura ao longo dos meses de um ano pela análise do histograma dos dados coletados de 2012 a 2019

Bloco (/ 10 ⁴)	Frequência	Frequência Acumulada	Cenário	Valor mínimo (/ 10 ⁴)	Valor médio (/ 10 ⁴)	Valor máximo (/ 10 ⁴)
0,4*	2	2,04 %	A	0,3	3,9	7,7
4,0	17	19,39 %				
7,7	16	35,71 %				
11,3	21	57,14 %	B	7,8	12,4	19,0
15,0	15	72,45 %				
19,0	14	86,73 %				
22,4	5	91,84 %	C	19,1	24,7	33,5
26,0	4	95,92 %				
29,7	1	96,94 %				
33,5	3	100,00 %				

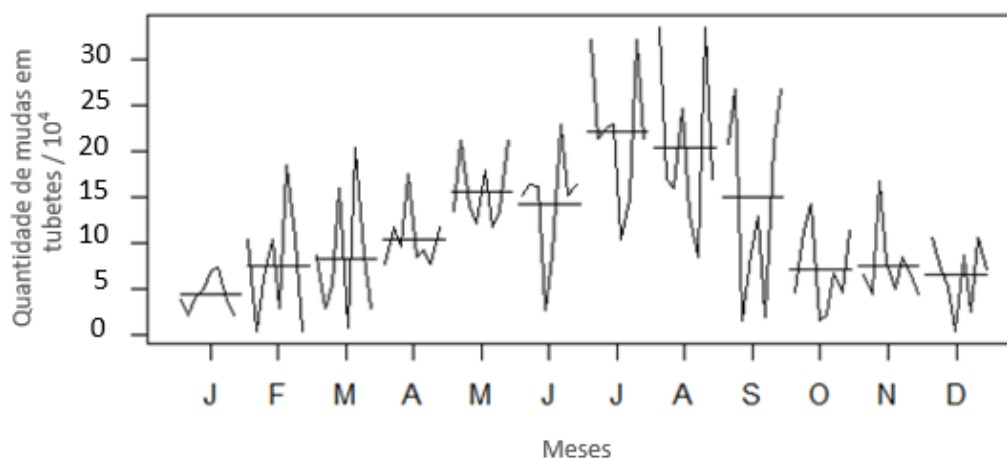
* O valor do bloco está relacionado ao limite superior e, portanto, a frequência inclui todos os valores observados que possam estar abaixo deste limite

Fonte: elaborada pela autora

O valor de um bloco do histograma está relacionado ao valor máximo do conjunto de observações contidas nele. O valor médio de um cenário foi obtido calculando-se a média de todas as observações que se enquadram nos blocos que o abrange. O valor mínimo do primeiro cenário, A, foi obtido selecionando a menor observação do primeiro bloco. Os valores mínimos dos outros cenários, B e C, foram estipulados como os imediatamente superiores ao valor máximo do cenário anterior. O valor máximo de um cenário é o valor do seu último bloco de observações.

Em seguida, foi elaborado um gráfico de subséries sazonais mensais, devido a característica da série temporal em análise. Esta forma de gráfico permite que o padrão sazonal subjacente seja visto claramente e, também, mostra as mudanças na sazonalidade ao longo do tempo. É especialmente útil para identificar mudanças em determinadas estações (HYNDMAN; ATHANAPOULOS, 2018). A Figura 25 mostra uma análise do comportamento do conjunto de dados para cada mês específico do ano, através do gráfico de subséries sazonais mensais. As linhas horizontais indicam os valores médios da produção de mudas em tubetes em cada mês ao longo dos anos observados.

Figura 25 - Gráfico de subséries sazonais mensais da produção de mudas em tubetes do período de 2012 a 2019



Fonte: elaborada pela autora

De acordo com a análise do gráfico de subséries sazonais, a partir das médias mensais observadas, pode-se distribuir os cenários elaborados através do histograma ao longo de um ano futuro qualquer. Ou seja, os cenários de cada mês podem ser alocados observando o valor médio do gráfico de subséries sazonais mensais e enquadrando-os na faixa equivalente dos cenários estipulados pelo histograma. Por exemplo, para o mês de setembro, o valor médio observado no gráfico de subséries sazonais mensais é de cento e cinquenta mil unidades de tubetes. Ao procurar esse valor na divisão dos cenários obtidos pela análise do histograma, ele se enquadra no cenário B. Então a probabilidade futura para a demanda no mês de setembro é equivalente ao cenário B. E assim pode ser feito para os demais meses de um ano futuro qualquer, conforme mostra a Tabela 9.

Tabela 9 – Possibilidades de demanda futura por tubetes na região para qualquer ano após 2019, tomando como base a frequência e a sazonalidade dos dados históricos da demanda dos últimos oito anos (2012-2019)

Mês do ano futuro	Tipo	Demanda mínima (/ 10 ⁴)	Demanda média (/ 10 ⁴)	Demanda máxima (/ 10 ⁴)
Janeiro	Cenário A	0,3	3,9	7,7
Fevereiro	Cenário A	0,3	3,9	7,7
Março	Cenário A	0,3	3,9	7,7
Abril	Cenário B	7,8	12,4	19,0
Maio	Cenário B	7,8	12,4	19,0
Junho	Cenário B	7,8	12,4	19,0
Julho	Cenário C	19,1	24,7	33,5
Agosto	Cenário C	19,1	24,7	33,5

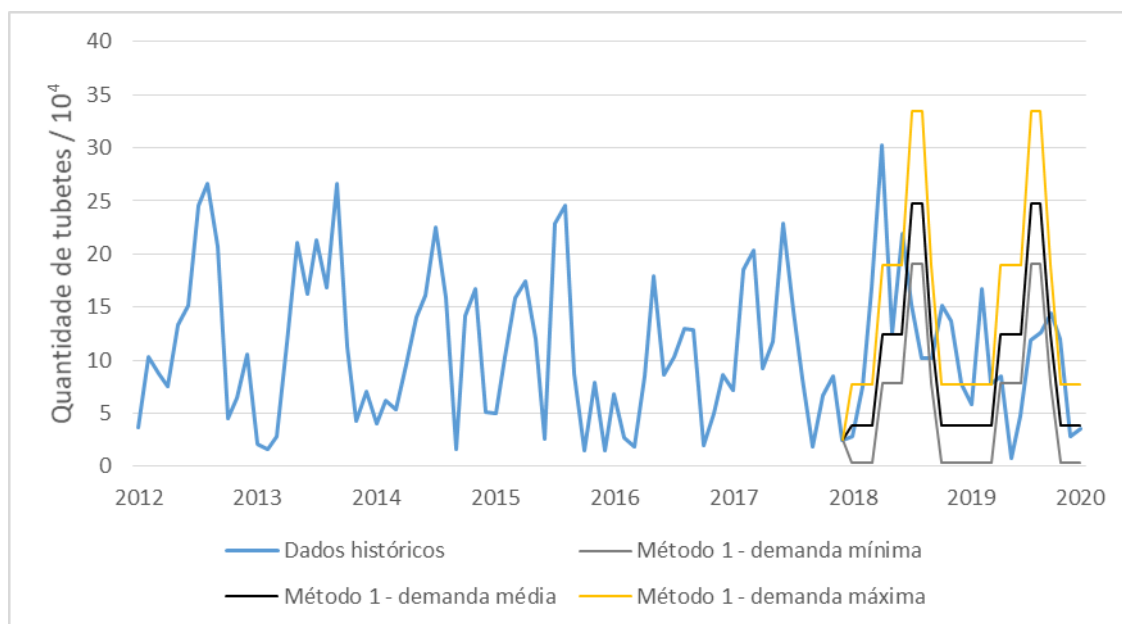
Setembro	Cenário B	7,8	12,4	19,0
Outubro	Cenário A	0,3	3,9	7,7
Novembro	Cenário A	0,3	3,9	7,7
Dezembro	Cenário A	0,3	3,9	7,7
Total no ano	-	72,9	122,4	189,2

Fonte: elaborado pela autora

Observa-se picos de produção de mudas em tubetes nos meses de julho e agosto e decaimento progressivo até o mês de janeiro. Pode-se considerar as demandas mínimas e máximas como o intervalo da previsão da demanda média. Por esse método, pode-se afirmar que o potencial de demanda mínimo anual na região é de aproximadamente setecentos e trinta mil tubetes, que o potencial de demanda médio anual é de aproximadamente um milhão e duzentos mil tubetes e que o potencial de demanda máximo anual é de aproximadamente um milhão e novecentos mil tubetes.

Como uma forma de testar esse método, foi aplicado o procedimento descrito acima usando os dados históricos de 2012 a 2017 como dados de treinamento, para que em seguida, fosse possível comparar a previsão obtida com os dados dos anos de 2018 e 2019 já observados. A Figura 26 mostra esse comportamento de previsão da demanda para os meses dos anos de 2018 e 2019 de forma a fazer uma comparação com os dados históricos observados nesse período.

Figura 26 – Previsão do método 1 comparada com os dados históricos



Fonte: elaborada pela autora

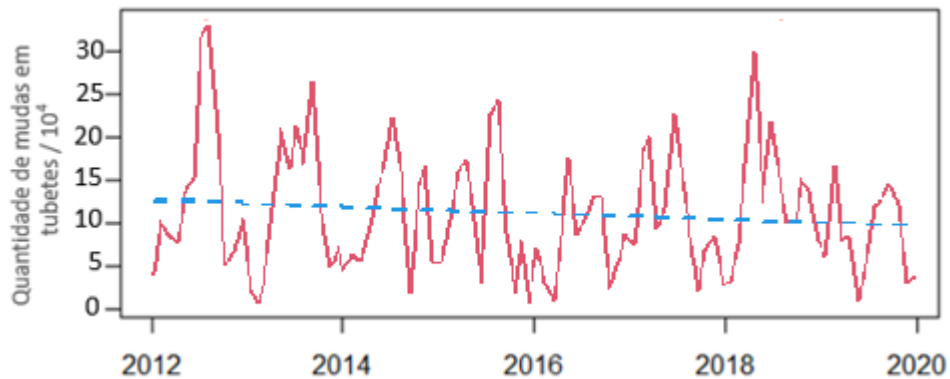
Observa-se que esse método consegue abranger os picos inferiores e superiores dos dados históricos em uma margem mais próxima da realidade do que o que será observado nos outros métodos. Para a obtenção de uma demanda futura utilizando técnicas de análises estatísticas mais elaboradas e de predição de séries temporais recomenda-se os métodos a seguir.

4.5.3 Método 2 - Abordagem tradicional de predição de séries temporais

4.5.3.1 Análise da série temporal

Para analisar se a série possui tendência foi aplicado um modelo de regressão no conjunto de dados em relação ao tempo. A Figura 27 mostra a reta de tendência encontrada com a aplicação do modelo.

Figura 27 – Reta de tendência encontrada com aplicação do modelo de regressão nos dados históricos

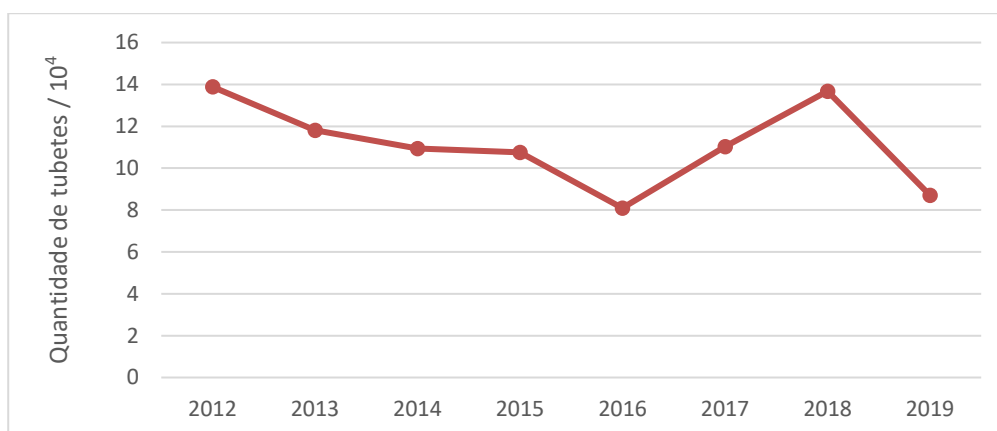


Fonte: elaborada pela autora

Observa-se que a reta apresenta um declive, indicando em primeira análise uma tendência decrescente. No entanto, não é possível afirmar isso somente pela análise gráfica. Ao avaliar a significância do coeficiente angular da reta, encontrada pelo modelo de regressão, foi encontrado o p-value de 0,271. Sabe-se, portanto, que ele não é significativo para o nível de confiança de 95 % e que não se pode rejeitar a hipótese nula, logo, a série em questão não apresenta tendência linear.

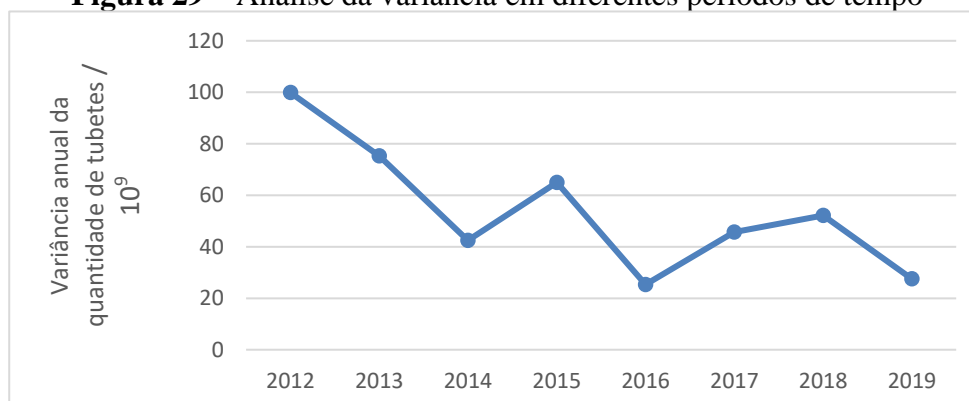
Para avaliar a estacionariedade de uma série é preciso realizar uma análise gráfica, uma análise da média, da variância da série, uma observação da ACF e um teste de raiz unitária. De acordo com a análise da Figura 28, percebe-se que a oscilação dos dados ocorre na mesma faixa de variação e que já foi constatado estatisticamente que a série não apresenta tendência, fatores que indicam preliminarmente que a série seja estacionária. Ao realizar a comparação da média de cada ano (Figura 28) e da variância (Figura 29) de cada ano, percebe-se que existem oscilações de variação e que elas não são constantes ao longo do tempo.

Figura 28 - Análise da média em diferentes períodos de tempo



Fonte: elabora pela autora

Figura 29 – Análise da variância em diferentes períodos de tempo



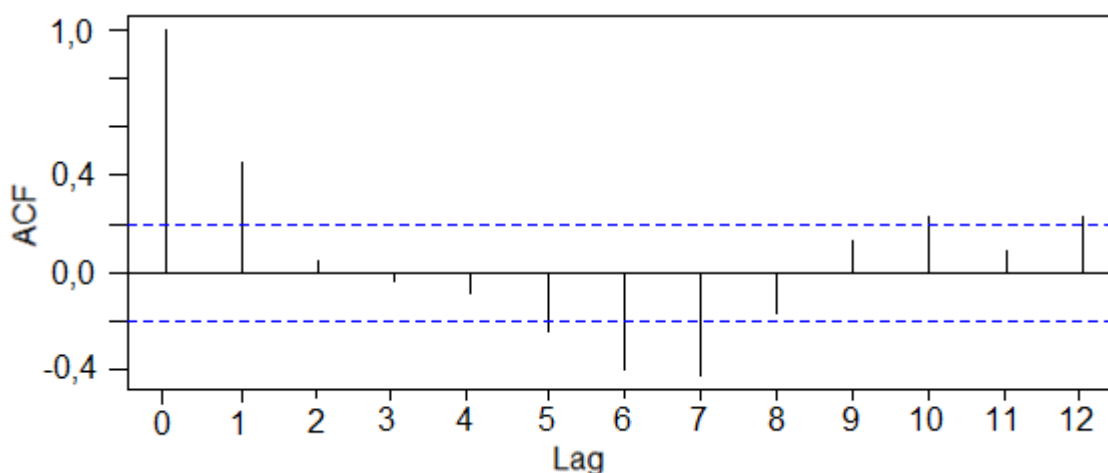
Fonte: elaborado pela autora

Logo, apesar de existirem essas oscilações na média e na variância, não se pode garantir apenas por essa observância que a série seja não estacionária, já que a dinâmica que influencia essas oscilações pode ser constante e caracterizar uma série estacionária (AGUIRRE, 2007). Portanto, as demais análises precisam ser cumpridas para se obter maior grau de certeza no resultado.

Para caracterizar a estacionariedade com as funções de autocorrelação, conforme descrito pela teoria de Box e Jenkins (1970), as autocorrelações devem decrescer exponencialmente ou

se comportar de forma senoidal decrescendo em magnitude. A Figura 30 mostra o gráfico da função de autocorrelação aplicada na série.

Figura 30 – Análise da função de autocorrelação na série de produção de mudas em tubetes



Fonte: elaborada pela autora

Percebe-se que as autocorrelações decrescem exponencialmente e que se comportam de forma senoidal decrescente, o que indica que a série seja estacionária (BOX et al., 2016; MAYORGA et al., 2007). No entanto, analisando-se os correlogramas apresentados, pode-se perceber a autocorrelação significativamente diferente de zero nas defasagens 1, 5, 6, 7, 10 e 12 ou seja, os valores da ACF amostral estão fora do intervalo de confiança, delimitado pelas linhas, evidenciando que existe correlação serial a ser modelada. A Tabela 10 mostra a aplicação do teste de hipótese de raiz unitária ADF, na série em análise para os três tipos de equações do modelo.

Tabela 10 – Teste de raiz unitária ADF para a série de produção de mudas em tubetes

Tipos de equações	Estatística	Valor	Valor	Valor
	Tau	Crítico	Crítico	Crítico

		1 %	5 %	10 %
Sem constante e sem tendência	-2,77*	-2,60	-1,95	-1,61
Com constante e com tendência	-5,93*	-4,04	-3,45	-3,15
Com constante e sem tendência	-5,86*	-3,51	-2,89	-2,58

*Indica que a hipótese nula é rejeitada ao nível de significância de 1 %

Fonte: elaborada pela autora

Verifica-se que a série se mostrou estacionária para os três modelos de equações, e para todos os níveis de significância estudados para as estatísticas tau do teste, até mesmo para o nível de 1 % de significância, como mostra a marcação nos resultados da tabela. Além disso, ao interpolar as estatísticas de teste das tabelas de valores críticos correspondentes obteve um p-value significativo, no valor de 0,01, indicando também que a série não possui raiz unitária. Para mais uma confirmação do resultado, foi aplicado o teste KPSS de raiz unitária também. A Tabela 11 mostra os resultados.

Tabela 31 – Teste KPSS para análise da estacionariedade da série de produção de mudas em tubetes

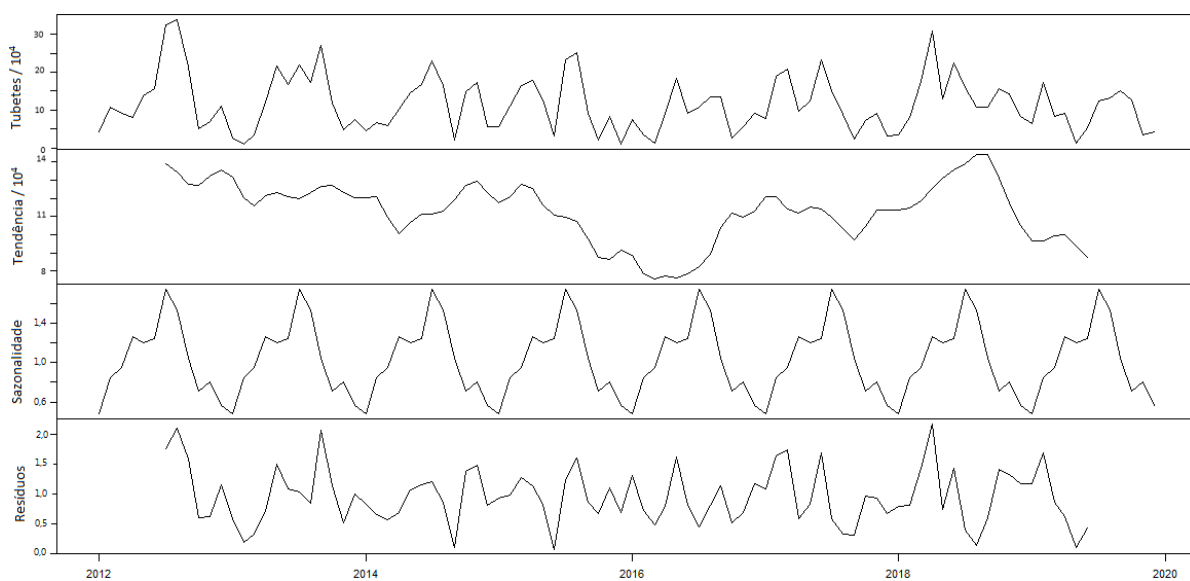
Valor do teste	Valor Crítico		
	1 %	5 %	10 %
0,0475	0,21	0,15	0,12

Fonte: elaborada pela autora

O teste KPSS tem a hipótese nula contrária ao teste ADF, afirmando que a série não tem raiz unitária e que é estacionária (CERETTA; VIEIRA et al., 2010). Com o resultado do teste não se pode rejeitar a hipótese nula, para nenhum nível de significância observado, já que 0.0475 é menor que os valores críticos analisados. O p-value do teste também foi alto, no valor de 0,1,

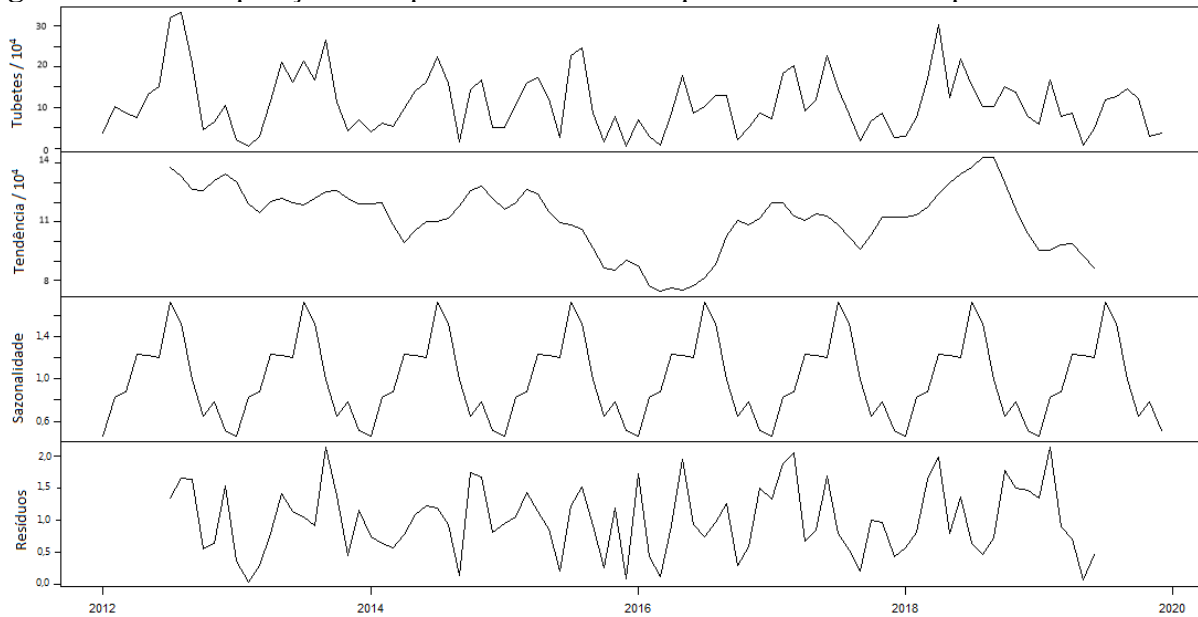
confirmando que a série não tem raiz unitária. Conclui-se, portanto, que a série é estacionária devido aos resultados da análise gráfica, da tendência, da autocorrelação e dos testes ADF e KPSS indicarem essa característica. As Figuras 31 e 32 mostram, respectivamente, a decomposição aditiva e multiplicativa realizada na série para extrair as características determinísticas de tendência e sazonalidade e as aleatoriedades identificadas como resíduos.

Figura 31 – Decomposição aditiva da série de quantidade de mudas produzidas em tubetes



Fonte: elaborado pela autora

Figura 32 – Decomposição multiplicativa da série de quantidade de mudas produzidas em tubetes



Fonte: elaborado pela autora

Não foi observada alteração significativa entre a decomposição aditiva e a multiplicativa. Esses gráficos ajudam a visualizar de modo separado as características determinantes da série e os fatores aleatórios. A tendência observada na imagem foi calculada obtendo-se as médias móveis de 12 meses dos dados observados. Em seguida, foram extraídos os fatores sazonais individuais por meio da diminuição ou divisão da tendência nesses dados. Os índices sazonais mensais foram obtidos pela média dos respectivos períodos de fatores sazonais individuais ao longo da série. Os resíduos são os valores que ao serem adicionados ou multiplicados aos índices sazonais e de tendência formam a série original de quantidade de mudas em tubetes.

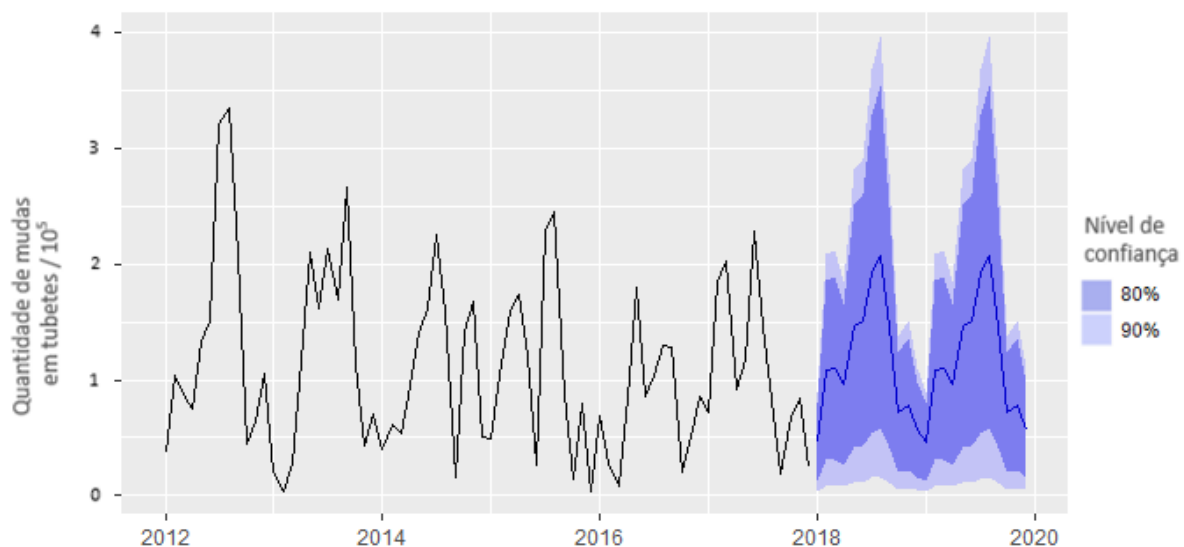
4.5.3.2 Determinação dos modelos de previsão e aplicação

Diante das características observadas na série temporal, os modelos de previsão aplicados foram as variações das possibilidades dos modelos ETS em relação ao erro e a sazonalidade, já que, conforme a análise efetuada, foi observado que a série original não apresenta tendência.

Ao aplicar o modelo, foram escolhidos os intervalos de previsão a 90 % de confiança (região azul-claro) e a 80 % de confiança (região azul-escuro), que foram calculados pela fórmula tradicional considerando que os erros de previsão possuem uma distribuição normal. Os critérios

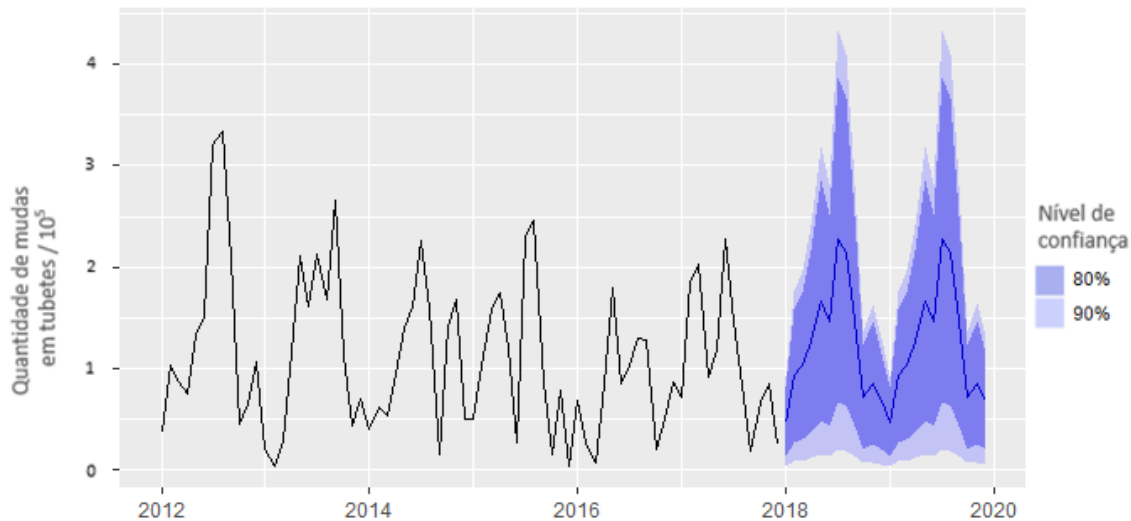
para seleção do modelo não consideram o intervalo de previsão, mas optou-se por demonstrá-los nas figuras para ilustrar a abrangência da previsão no período de teste. As Figuras 33, 34 e 35 mostram, respectivamente, as aplicações dos modelos ETS (M, N, M), ETS (M, N, A) e ETS (A, N, A).

Figura 33 – Modelo ETS (M, N, M) – erros multiplicativos, sem tendência e sazonalidade multiplicativa, aplicado com os dados de treinamento para o período de teste de 2018 a 2020



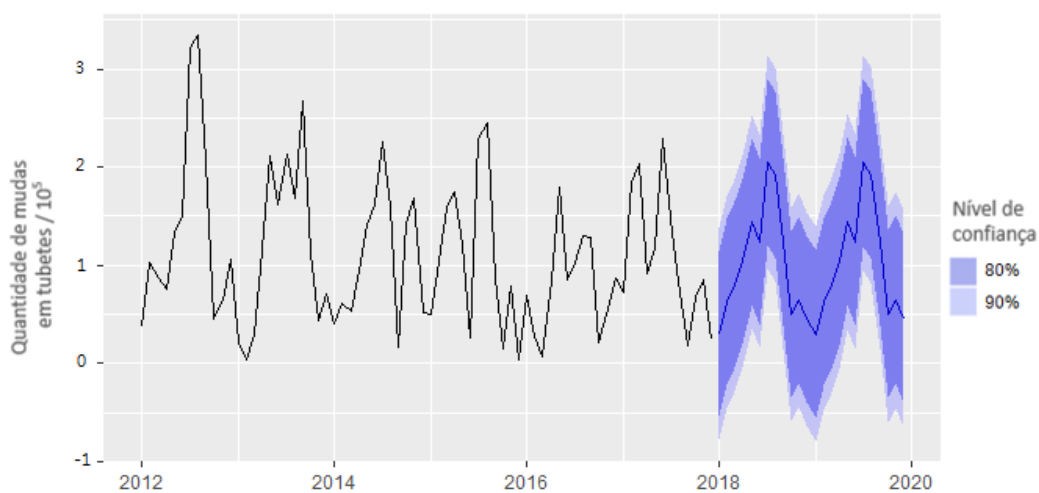
Fonte: elaborado pela autora

Figura 34 – Modelo ETS (M, N, A) – erros multiplicativos, sem tendência e sazonalidade aditiva, aplicado com os dados de treinamento para o período de teste de 2018 a 2020



Fonte: elaborado pela autora

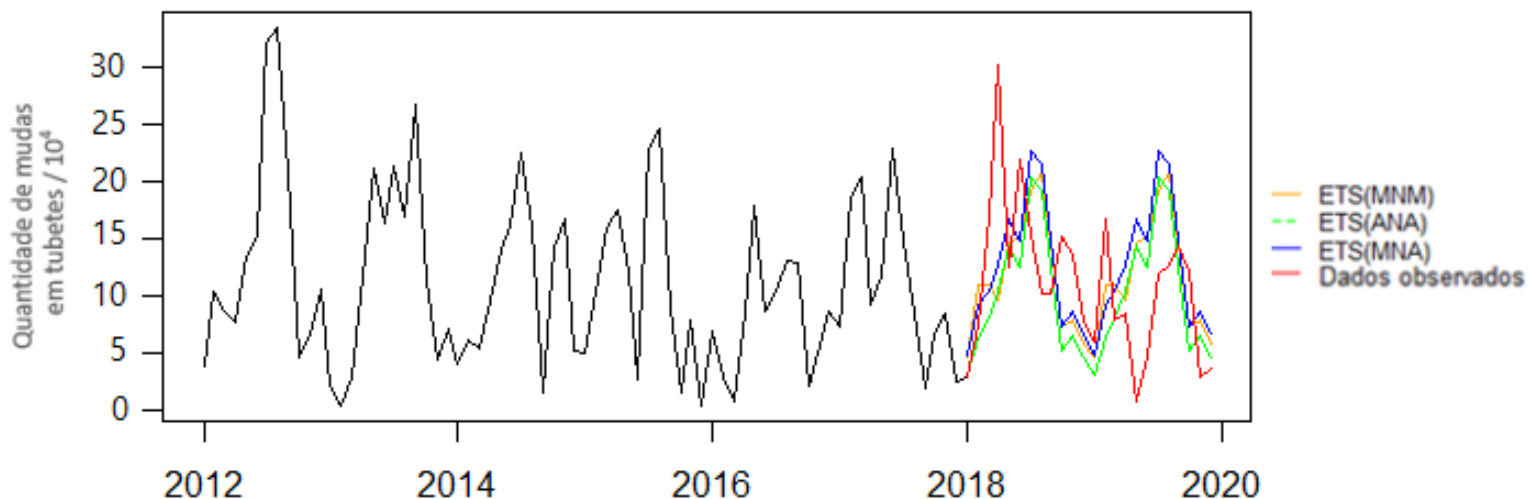
Figura 35 – Modelo ETS (A, N, A) – erros aditivos, sem tendência e sazonalidade aditiva, aplicado com os dados de treinamento para o período de teste de 2018 a 2020



Fonte: elaborado pela autora

A Figura 36 mostra a comparação das previsões realizadas pelos três modelos aplicados em comparação com os dados observados de teste.

Figura 36 – Comparação gráfica entre os modelos e os dados observados de teste



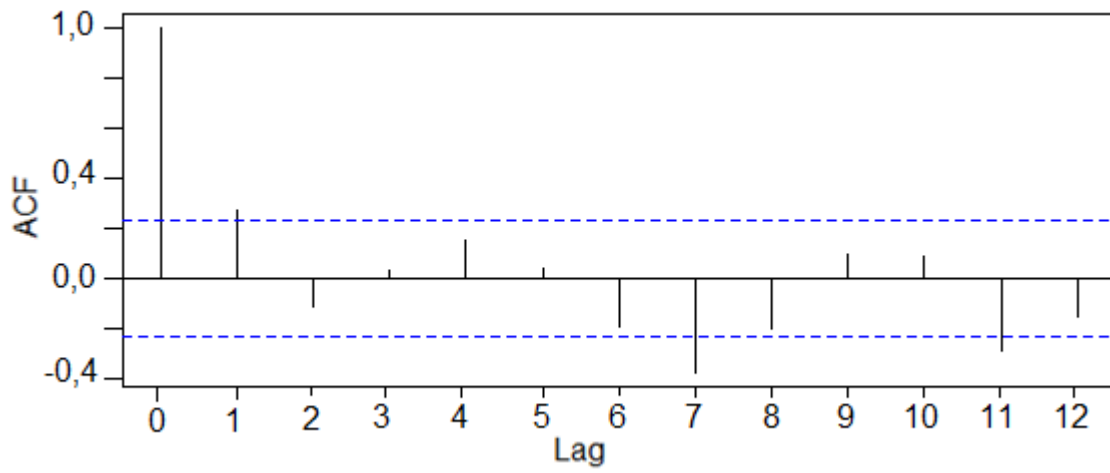
Fonte: elaborado pela autora

Ao realizar a comparação gráfica dos modelos de previsão aplicados com os dados observados de teste, percebe-se que eles são semelhantes e que nenhum modelo consegue prever os picos existentes nos dados.

4.5.3.4 Análise da autocorrelação e das métricas de erro e de qualidade dos modelos

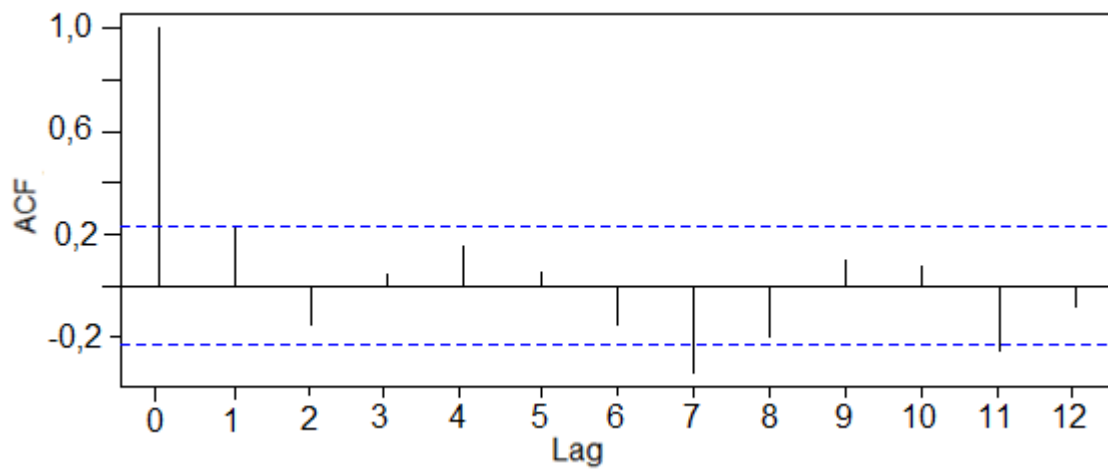
Um critério que pode estar sendo adotado para análise no processo de escolha do melhor modelo de previsão é o gráfico da função de autocorrelação dos resíduos das previsões realizadas. A seguir, apresenta-se as autocorrelações efetuadas para: o modelo ETS (M,N,A) (Figura 37), o modelo ETS (M,N,M) (Figura 38) e o modelo ETS (A,N,A) (Figura 39).

Figura 37 – Autocorrelação nos resíduos da previsão do modelo ETS (M, N, A) do método 2



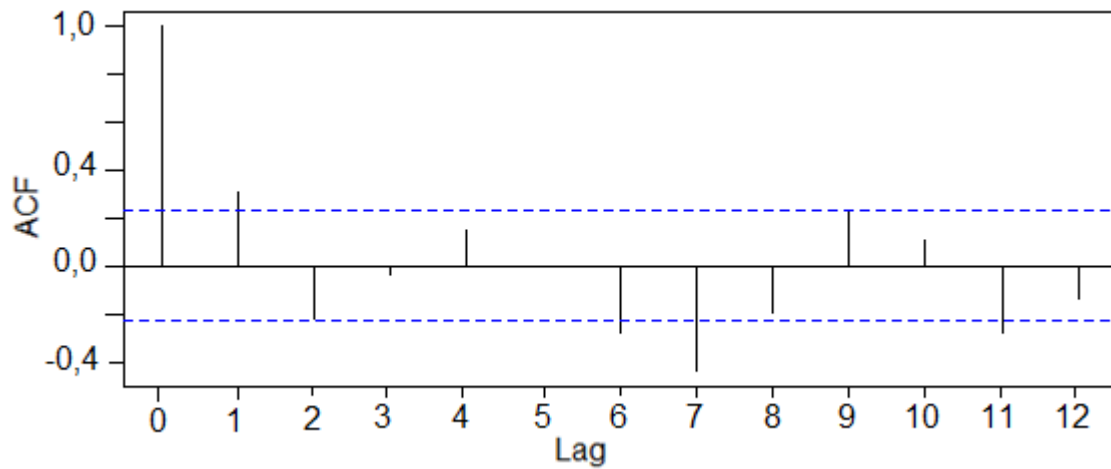
Fonte: elaborado pela autora

Figura 38 – Autocorrelação nos resíduos da previsão do modelo ETS (M, N, M) do método 2



Fonte: elaborado pela autora

Figura 39 – Autocorrelação nos resíduos da previsão do modelo ETS (A, N, A) do método 2



Fonte: elaborado pela autora

Observa-se que o modelo ETS (M, N, M) é o que apresenta a menor quantidade de lags que excedem os níveis de significância. No entanto, todos os modelos indicam que os resíduos da previsão ainda podem apresentar algum grau de autocorrelação. Não sendo possível, por meio desse critério, diferenciar o melhor modelo, já que todos apresentam uma certa inadequabilidade quando associados a esse ideal teórico. A Tabela 12 faz uma comparação das métricas de erros entre os dados de treino e os dados de teste.

Tabela 12 - Comparação das métricas de erros entre os modelos com os dados de treino e de teste

		ME	RMSE	MAE	MPE	MAPE	MASE	ACF1
ETS (M,N,A)	Treinamento (2012 -2017)	-16 506	60 602	48 305	-140,0	157,6	0,73	0,34
ETS (M,N,M)	Treinamento (2012 -2017)	-9 608	60 105	46 914	-137,3	158,4	0,71	0,31
ETS (A,N,A)	Treinamento (2012 -2017)	-8 182	58 899	47 271	-119,7	143,4	0,71	0,31
		ME	RMSE	MAE	MPE	MAPE	MASE	ACF1
ETS (M,N,A)	Teste (2018 -2020)	-14 016	76 960	63 116	-122,3	150,4	0,95	0,34
ETS (M,N,M)	Teste (2018 -2020)	-6 628	73 377	57 616	-103,9	133,3	0,87	0,31
ETS (A,N,A)	Teste (2018 -2020)	8 653	76 387	60 084	-82,9	126,7	0,90	0,34

Fonte: elaborado pela autora

As menores métricas de cada modelo receberam destaque. Ao comparar as métricas de erro observa-se que os modelos apresentam pouca variação de um para o outro. Em relação aos dados de treinamento e de teste o modelo ETS (M, N, M) apresentou a maior quantidade de

menores métricas, sendo indicado como o melhor modelo pelas métricas de RMSE, MAE, MASE e ACF1. A Tabela 13 mostra a comparação das métricas de desempenho de cada modelo, segundo o critério de AIC, AICc e BIC, com os respectivos valores dos parâmetros estimados.

Tabela 13 - Comparação do desempenho dos modelos

Utilizando os dados da série de treinamento (2012 a 2017)					
Modelo	Métricas de desempenho do modelo			Parâmetros do modelo	
	AIC	AICc	BIC	Alfa	Gama
ETS (M, N, M)	1909,65	1918,22	1943,80	0,0071	0,0002
ETS (M, N, A)	1915,75	1924,32	1949,90	0,0031	0,0001
ETS (A, N, A)	1919,55	1928,13	1953,71	0,0448	0,0001

Utilizando os dados da série total (2012 a 2020)					
Modelo	Métricas de desempenho do modelo			Parâmetros do modelo	
	AIC	AICc	BIC	Alfa	Gama
ETS (M, N, M)	2567,48	2573,48	2605,94	0,0123	0,0001
ETS (M, N, A)	2573,37	2579,37	2611,83	0,0116	0,0001
ETS (A, N, A)	2585,42	2591,42	2623,88	0,0311	0,0001

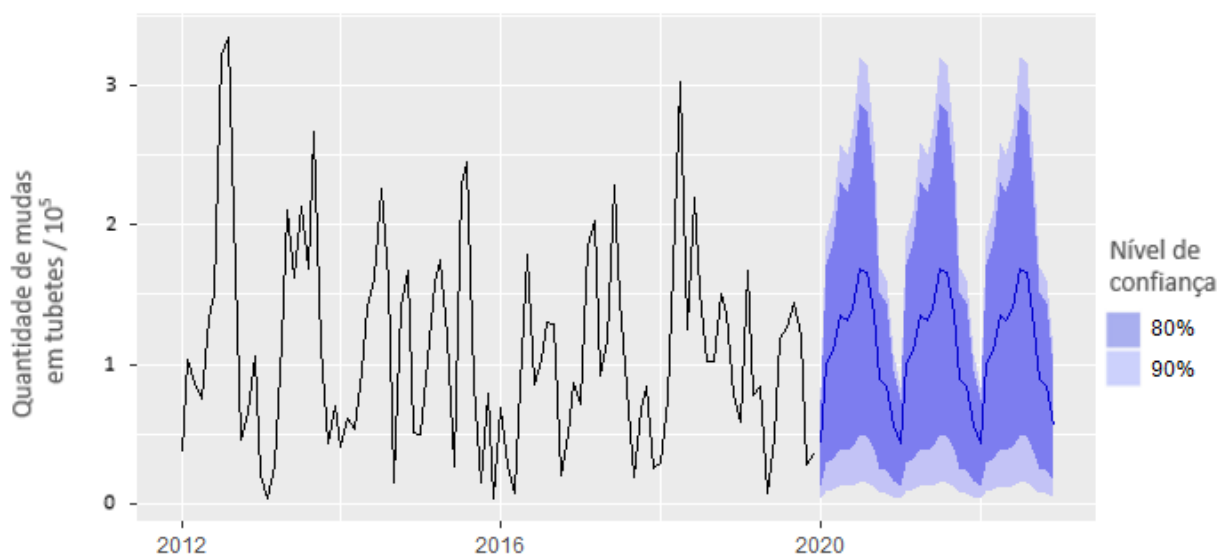
Fonte: elaborado pela autora

Observa-se que o modelo ETS (M, N, M) foi o que apresentou as melhores métricas de desempenho do modelo, já que apresentou os menores valores para cada critério avaliado.

4.5.3.5 Seleção do modelo

Como a variação em relação às funções de autocorrelação dos resíduos de previsão não foi significativa, a escolha do modelo se baseou pelas métricas de desempenho do modelo e pelas métricas de erro, que indicaram nos dois conjuntos de dados, tanto do de treinamento como do total, o modelo ETS (M, N, M) como sendo o melhor para realizar as previsões futuras. A Figura 40 mostra a previsão para os próximos anos (2020 – 2023) com o modelo ETS (M, N, M) escolhido.

Figura 40 – Previsão para produção de mudas em tubetes para os anos de 2020 – 2023 com o modelo ETS (M,N,M) escolhido



Fonte: elaborado pela autora

Percebe-se que a previsão encontrada varia de $0,5 \times 10^5$ a $2,2 \times 10^5$ unidades de tubetes para os anos de 2020 a 2023. Isso representa um total anual de aproximadamente um milhão e quinhentos mil tubetes. O intervalo de previsão demonstrado nesse gráfico aos níveis de 80 % e

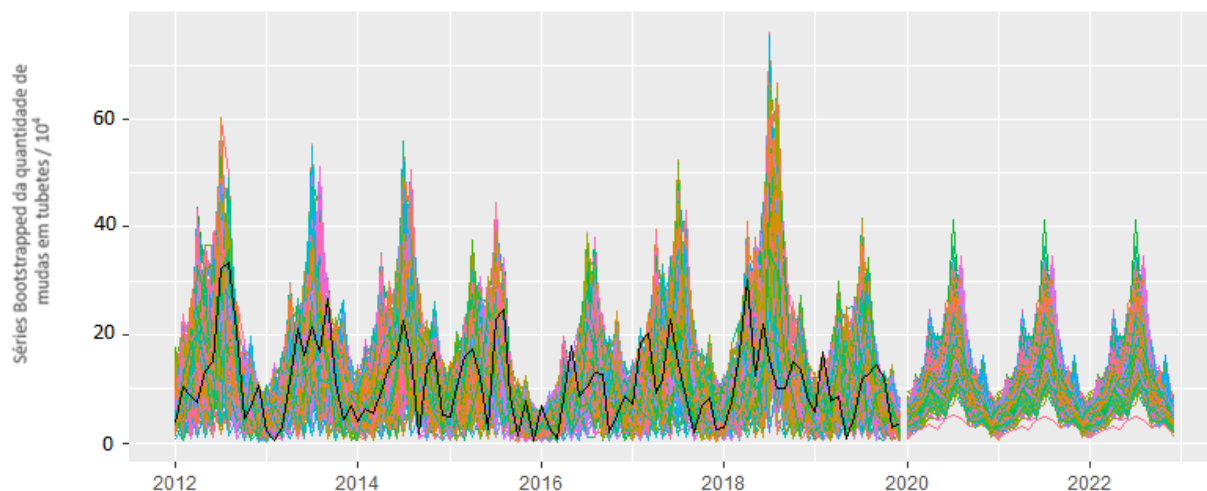
90 % de confiança foram calculados com a suposição de normalidade na distribuição dos resíduos da previsão, contemplando também, de certa forma, as incertezas da previsão.

4.5.4 Método 3 - *bootstrap* nos resíduos da decomposição da série original

Realizar o *bootstrap* nos resíduos da decomposição da série original é outra forma de se obter um intervalo de previsão que contemple as incertezas desse processo. Foi realizada a transformação Box-Cox na série original, a decomposição, o *bootstrap* na série de resíduos oriunda da decomposição e a formação de 1000 novas séries sintéticas. Em seguida a transformação Box-Cox foi revertida de todas as séries formadas e uma previsão para cada uma dessas séries foi realizada.

Para cada nova série obtida foi aplicado um modelo ETS de previsão. Apesar da alta probabilidade do modelo ser o mesmo, devido à semelhança das séries, os modelos podem ser diferentes. O algoritmo aplicado faz a seleção da melhor configuração de modelo ETS, analisando os critérios de desempenho AIC, AICc e BIC. As estimativas dos parâmetros serão sempre diferentes, mesmo se selecionado o mesmo modelo, já que as séries são diferentes umas das outras. Portanto, as distribuições obtidas pelas previsões em cada período incluirão a incerteza do modelo, a incerteza das estimativas dos parâmetros e a incerteza associada ao termo de erro aleatório (HYNDMAN; ATHANAPOULOS, 2018). A Figura 41 mostra as mil previsões encontradas para o período de 2020 – 2023 usando diferentes modelos ETS.

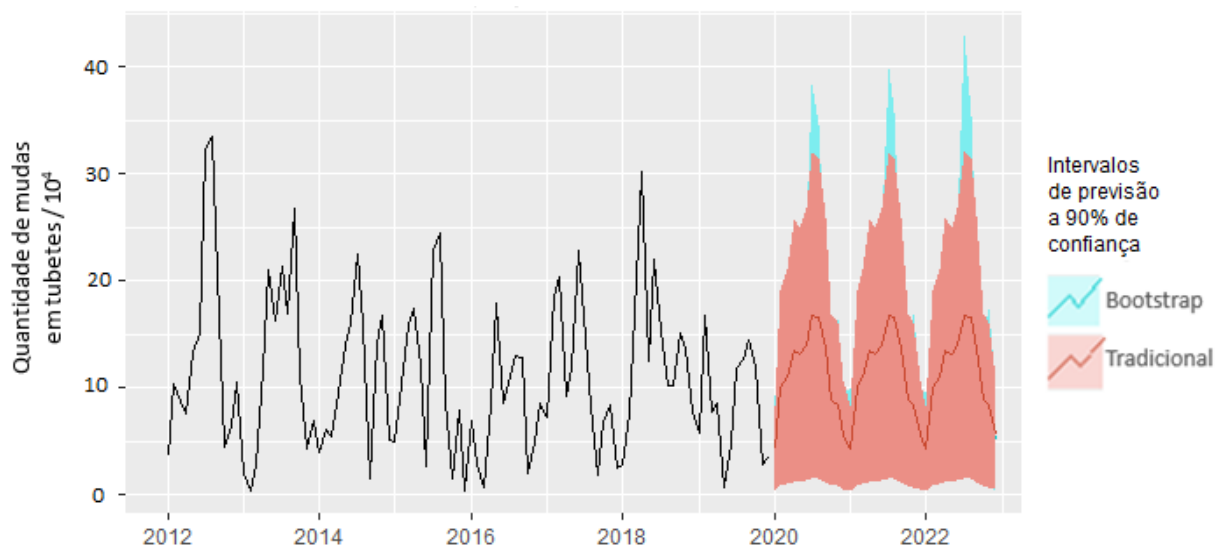
Figura 41 – Mil previsões obtidas pelo método 3 de *bootstrap* nos resíduos decomposição da série original usando modelos ETS, para o período de 2020 - 2022



Fonte: elaborado pela autora

Percebe-se que as novas séries obtidas pelo método possuem picos superiores bem maiores do que a série original, indicando altos valores na subsérie de resíduos mesmo após a transformação e decomposição realizada. A demanda anual prevista por esse método chega a aproximadamente a um milhão e quatrocentos mil tubetes. Os quantis dessas distribuições obtidas pelas previsões de cada mês no período de 2020 - 2023 são utilizados para formar os intervalos de previsão pelo método *bootstrap*. A Figura 42 mostra a comparação dos intervalos de previsão obtidos pelos dois métodos de obtenção da demanda futura. O primeiro, em vermelho, com o intervalo de previsão tradicional a 90 % de confiança, calculado a partir dos erros de previsão do modelo ETS (M, N, M). O segundo, em azul, também a 90 % de confiança, obtido pelos quantis da distribuição das previsões do método *bootstrap*.

Figura 42 – Comparação dos intervalos de previsão obtidos pelo método 2 (Tradicional) e pelo método 3 com incerteza inclusa (*Bootstrap*) a 90 % de confiança

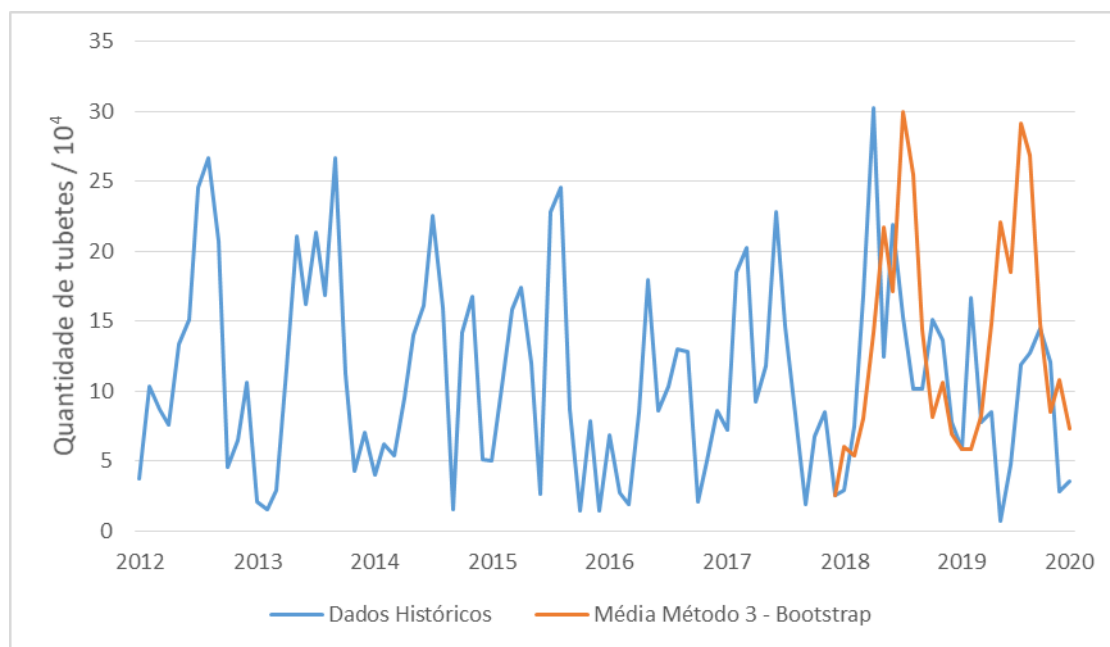


Fonte: elaborado pela autora

Percebe-se que os intervalos de previsão, obtidos pelos quantis de 5 % para o limite inferior e de 95 % para o limite superior, das distribuições obtidas pelas mil previsões em cada período, são maiores do que o intervalo de previsão tradicional obtido pela consideração da distribuição normal dos erros de previsão.

Realizando uma proposta de melhoria no método 3, dividiu-se o conjunto de dados em partes de treinamento e de teste e foi verificado se a média das previsões realizadas pelo método 3 de *Bootstrap* está próxima dos dados observados. Foram consideradas as informações mensais dos anos de 2012 a 2017 para representar o conjunto de dados de treinamento. E o conjunto de dados de teste sendo dos anos de 2018 e 2019. O mesmo procedimento do método 3 foi aplicado no conjunto de dados de treinamento e solicitada uma previsão para o período de 2018 e 2019. A média dessas mil previsões realizadas para o período de 2018 a 2019 foi comparada com os dados observados. A Figura 43 mostra essa comparação

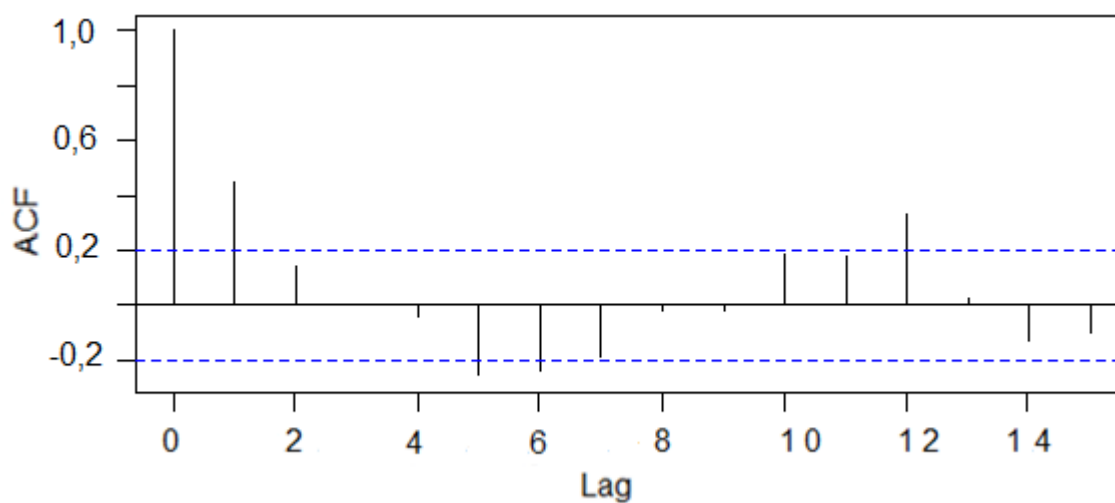
Figura 43 – Comparação da média das mil previsões encontradas pelo método 3 com *bootstrap* nos dados de treinamento (2012 - 2017) com os dados históricos do período de teste selecionado (2018 – 2019)



Fonte: elaborado pela autora

Observa-se que as médias obtidas pelo método 3 conseguem abranger os picos superiores dos dados históricos, mas os picos inferiores não, demonstrando uma certa insuficiência das projeções de futuro em relação ao que foi observado. Foi realizada também a aplicação da função de autocorrelação nos resíduos da previsão do método 3, obtidos a partir da subtração das médias, das mil previsões efetuadas, com os dados observados, para verificar a adequabilidade do modelo de previsão segundo esse critério (Figura 44).

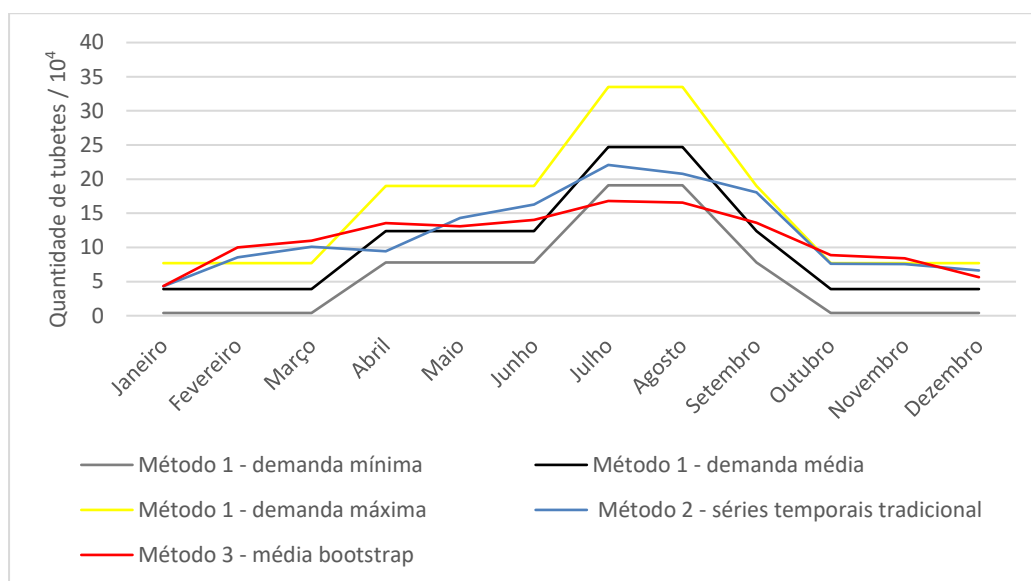
Figura 44 - Função de autocorrelação dos resíduos de previsão do método 3



Fonte: elaborada pela autora

Observa-se que quatro lags da amostra excedem os níveis de significância, indicando que os resíduos da previsão ainda podem apresentar algum grau de autocorrelação e que o modelo de previsão empregado ainda não é o ideal segundo esse critério (HYNDMAN; ATHANAPOULOS, 2018). A Figura 45 mostra a comparação da demanda mensal prevista para o ano de 2020 dos métodos 1, 2 e 3.

Figura 45 – Comparação da demanda mensal prevista para o ano de 2020 dos métodos 1, 2 e 3



Fonte: elaborada pela autora

Percebe-se uma certa semelhança na previsão dos métodos, mas uma certa vantagem do método 1 por utilizar técnicas matemáticas simples de análise e apresentar uma demanda média próxima às demandas dos métodos 2 e 3, com demandas mínimas e máximas que funcionam como intervalos de confiança e que abrangem valores diferentes de zero e mais próximos do passado observado, valores que não foram atingidos pelos outros métodos.

Ao retomar a análise da relação das previsões obtidas pelos métodos 2 e 3 com o comportamento dos dados históricos, pode-se afirmar que nenhum dos dois métodos conseguiu prever os picos superiores e picos inferiores observados no passado em sua totalidade e não chegaram a ser adequados segundo o critério de ausência de autocorrelação nos resíduos da previsão. No entanto, ambos os métodos garantiram intervalos de previsão que preencheram e até ultrapassaram de forma demasiada essa lacuna.

No entanto, ao comparar as previsões com o método 1, percebe-se que a previsão por esse método se mantém estável em alguns meses, mas que atinge os picos observados nos dados históricos, ao considerar a demanda mínima e máxima como intervalos da previsão. Ao fazer

uma combinação simples dos três métodos empregados, através da média das previsões, chega-se ao valor de uma demanda anual de aproximadamente um milhão e quatrocentos mil unidades de tubetes

Logo, fica a critério do possível interessado nesta pesquisa utilizar: (1) os dados da demanda futura obtidos pelo método 1 desta pesquisa, que analisa a frequência e sazonalidade dos dados históricos; (2) os dados obtidos pelo método 2 desta pesquisa, que utiliza a abordagem tradicional de predição de séries temporais; ou (3) os dados obtidos pelo método 3, que incluem a incerteza do modelo, das estimativas dos parâmetros e do termo de erro aleatório por meio de *bootstrap*. A escolha desse interessado, seja ele pesquisador ou eventual investidor, irá depender das pretensões do projeto e do nível de qualidade que se requer para efetuar a análise de viabilidade e dimensionamento das demais etapas dessa cadeia produtiva.

CAPÍTULO 5

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foram encontrados 114 comerciantes de água de coco na região de estudo, em um total de aproximadamente 350 km de percurso (Figura 8). Foi possível observar que a região é produtora de cascas de coco verde e que parte significativa é despejada a céu aberto e em ambientes públicos e urbanos (Figura 20). A produção anual de unidades de cascas de coco verde é $8,4 (0,6) \times 10^5$, sendo que a quantidade de fibras que podem ser extraídas dessas cascas para manufatura de outros produtos é de $32 (3) \times 10^3$ t (Figura 18), onde o valor entre parênteses é a incerteza padrão. Em todos os pontos de consumo analisados o destino final ou futuro das cascas é o lixão, já que nenhum dos municípios investigados possui aterro sanitário ou realizam outras práticas de gestão destes materiais (Figura 21).

A incerteza padrão relativa das grandezas quantidade de cascas, volume de cascas e massa de fibras está entre 6 % e 12 % (Tabela 6), o que comprova que a metodologia utilizada na coleta de dados e a qualidade das informações estão compatíveis com a etapa inicial de um projeto conceitual e de avaliação técnica-econômica.

Além disso, foi possível verificar que o município de Ilhéus representa 50 (6) % da produção total de cascas do coco verde (Figura 16), sendo o que apresenta melhores condições para instalação de um empreendimento de beneficiamento de cascas de coco para geração de novos produtos com valor agregado, tanto pelo maior volume produzido, como por sua localização geográfica central em relação aos demais municípios da região estudada.

Uma vez realizada a análise SWOT das principais possibilidades de aplicação das cascas desperdiçadas do coco verde, foi possível estratificar e organizar os pontos fortes, os pontos fracos, as oportunidades e as ameaças para produção dos principais produtos oriundos do reaproveitamento tanto de toda a casca do coco, quanto apenas da fibra ou do pó do fruto.

Foi possível identificar que o potencial de aplicação das cascas de coco verde em outros produtos é amplo (Figura 2) e que os produtos de jardinagem ou artesanato, incluindo os tubetes

ecológicos, consistem na categoria que abrangem mais possibilidades para valorização das cascas (Quadro 6), conferindo os menores custos de produção e garantindo o uso de toda a casca do coco, com possibilidades de atingir excelentes demandas em regiões que realizam plantios e que possuem práticas de lavoura.

Ao se determinar que o produto potencial de aproveitamento das cascas do coco verde na região do estudo são os produtos de jardinagem e artesanato, em especial o tubete ecológico biodegradável, foi elaborado um estudo da demanda futura por esse produto na região. A demanda anual futura estimada de tubetes foi avaliada em torno de um milhão e duzentos mil ($1,2 \times 10^6$) pelo método 1 (Tabela 9), de aproximadamente um milhão e quinhentos mil ($1,5 \times 10^6$) pelo método 2 (Figura 38), e de aproximadamente um milhão e quatrocentos mil tubetes ($1,4 \times 10^6$) pelo método 3 (Figura 39).

Vale ressaltar que o método 1 não aplicou um modelo de séries temporais nos dados para prever o futuro, mas observou as frequências desses dados no passado e projetou a possibilidade de repetição desses dados no futuro de acordo com uma análise estruturada. Todos os métodos apresentaram intervalos para as previsões realizadas, contemplando assim as incertezas das informações.

No entanto, observou-se que a quantidade de cascas encontradas na região de estudo pode produzir o equivalente a $1,7 (0,2) \times 10^7$ unidades de tubetes biodegradáveis para o plantio de mudas. Ou seja, a capacidade de produção de tubetes com a quantidade de cascas encontradas na região de estudo supera a demanda encontrada na Biofábrica. E apenas a quantidade de cascas produzidas na baixa estação pelo município de Ilhéus seria suficiente para suprir a demanda de tubetes desse instituto por ano.

Sendo assim, recomenda-se o estudo de previsões de demanda para outros produtos potenciais da categoria até que se encontre uma gama de possibilidades que sejam capazes de suprir toda a oferta de cascas de coco verde produzidas na região, de forma a evitar o desperdício desse material e possibilitar a sua valorização com viabilidade ambiental e retorno econômico para a população.

Pode-se considerar, portanto, que esta pesquisa contribui com a criação do método 1 de obtenção de previsão de demanda de uma série temporal sem tendência e com alta variabilidade

(Figura 6), que consiste em técnicas matemáticas mais simples e com resultados que se equiparam às técnicas estatísticas quantitativas e robustas da literatura de predição de séries temporais empregadas nos métodos 2 e 3 desta pesquisa. O método 1 traz, dessa forma, facilidade, agilidade e confiabilidade no processo de predição de uma série temporal com as mesmas características verificadas.

Além disso, esta pesquisa também contribui como subsídio ao entendimento do potencial de geração de valor ambiental e econômico das cascas desperdiçadas de coco verde, ao incentivo de criação de um cenário apropriado ao gerenciamento e manejo dessas cascas nessa e em outras regiões e com o fornecimento de dados quantitativos precisos que possibilitem o planejamento e dimensionamento de uma nova cadeia produtiva e de sua análise da viabilidade com qualidade científica.

6. INDICAÇÃO DE TRABALHOS FUTUROS

- Elaboração de um projeto de produto para os tubetes com casca do coco verde, com especificações técnicas, parâmetros e requisitos de mercado;
- Elaboração de testes de protótipos de tubetes com casca do coco em diferentes tipos de espécies de mudas e produção em laboratório com avaliação da incerteza nas informações;
- Continuidade no estudo da análise SWOT para outras possibilidades de produtos que proporcionem valor agregado às cascas de coco da região;
- Continuidade no estudo da demanda para outros produtos potenciais na região de estudo, visto que a demanda encontrada para o produto potencial escolhido é suprida apenas pela quantidade de cascas produzidas anualmente na baixa estação pelo município de Ilhéus.
- Aplicação de avaliação da incerteza no método 2 de previsão de demanda de modo que a decisão de escolha do melhor modelo recaia nos intervalos de credibilidade;
- Dimensionamento de uma cadeia produtiva, tanto para os tubetes como para outros produtos potenciais, contemplando as necessidades e requisitos da logística de suprimentos, planejamento de produção e logística de distribuição;
- Análise da viabilidade econômica dessa cadeia produtiva diversificada;
- Avaliação do ciclo de vida do tubete e de outros produtos potenciais para que se possa analisar os possíveis impactos ambientais gerados em cada proposta de valorização.

7. PUBLICAÇÕES EFETUADAS

O Quadro 7 apresenta os artigos publicados em revista e em congressos, bem como os capítulos de livro publicados durante o doutoramento.

Quadro 7 – Publicações realizadas durante o doutorado

Artigos publicados em revistas	Avaliação do Qualis em Engenharias III	Ano
NUNES, L. A.; SILVA, M. L. S.; GERBER, J. Z.; KALID, R. A. Waste green coconut shells: Diagnosis of the disposal and applications for use in other products. Journal of Cleaner Production , v. 255, p. 120-169, 2020. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120169 Publicação relacionada à tese de doutorado	A1	2020
NUNES, L. A.; GERBER, J. Z.; KALID, R. A. Data from the thesis diagnosis of waste, application possibilities and future demand for green coconut shells, with evaluation of information uncertainty [Data set]. Zenodo [Data set] , 2021. https://doi.org/10.5281/zenodo.5566844	–	2021
NUNES, L. A.; GERBER, J. Z.; COSTA, F. P.; SOUZA, R. J. S.; KALID, R. A. Caracterização E Diagnóstico das Indústrias Processadoras de Queijo do Litoral sul da Bahia. Enciclopédia Biosfera , v. 13, p. 211-226, 2016.	B5	2016
ALVES, T. E.; CARVALHO, F. L. S.; NUNES, L. A. Análise da Utilização de Ferramenta de Colaboração para Gestão da Informação em uma IES. FACEF Pesquisa , v. 19, p. 13-26, 2016.	B4	2016
NUNES, L. A.; GERBER, J. Z.; COSTA, F. P.; KALID, R. A.; TEIXEIRA, C. L. S.; TANAJURA, C. N. Projeto de Desenvolvimento de Bebidas Lácteas com Soro do Leite: um Método com uma nova abordagem de PCP. GEPROS - Gestão da Produção, Operações e Sistemas (Online), v. 15, p. 256-268, 2017.	B4	2017
NUNES, L. A.; GERBER, J. Z.; COSTA, F. P. ; SOUZA, R. J. S. ; KALID, R. A. O Soro do Leite, seus Principais Tratamentos e Meios de Valorização. RAMA - Revista em Agronegócio e Meio Ambiente , v. 11, p. 301-326, 2018.	B3	2018
Capítulos de livro		
NUNES, L. A.; SOUZA, R. J. S.; BORGES, V. S.; GERBER, J. Z.; KALID, R. A. Análise da viabilidade econômico-financeira de uma cadeia produtiva voltada à valorização do soro do leite. Editora Poisson, v. 44, 2018.		
ARAÚJO, L. B.; ALMEIDA, S. A; BARRETO, T. S; GERBER, J. Z.; NUNES, L. A. Previsão de demanda num simulador de gestão da produção: ações estratégicas. <i>Gestão da Produção em Foco</i> . 1ªed. Belo Horizonte: Editora Poisson, v. 25, p. 206-217, 2018.		
Artigos publicados em congressos		
NUNES, L. A.; SOUZA, R. J. S.; BORGES, V. S.; GERBER, J. Z.; KALID, R. A. Análise da viabilidade econômico-financeira de uma cadeia produtiva voltada à valorização do soro do leite. In: Congresso Nacional de Excelência em Gestão - CNEG, 2016, Rio de Janeiro, 2016.		

ARAUJO, L. B. ; ALMEIDA, S. A. ; BARRETO, T. S. ; GERBER, J. Z. ; NUNES, L. A. . PREVISÃO DE DEMANDA NUM SIMULADOR DE GESTÃO DA PRODUÇÃO: AÇÕES ESTRATÉGICAS. In: XIII CNEG Congresso Nacional de Excelência em Gestão & IV INOVARSE. Responsabilidade Social Aplicada, Rio de Janeiro, 2017.

Fonte: elaborado pela autora

REFERÊNCIAS

AGRAWAL, R. K.; ADHIKARI, R. **An introductory study on time series modeling and forecasting**. Nova York: CoRR, 2013.

AGUIRRE, A.; FERREIRA, A. H. B. A (in) existência de uma raiz unitária no produto interno bruto brasileiro. **Cartas de Economia Aplicada** , v. 8, n. 10, p. 645-647, 2001.

AGUIRRE, L. A. **Introdução à Identificação de Sistemas–Técnicas Lineares e Não-Lineares Aplicadas a Sistemas Reais**. Editora UFMG, 2007.

AGUNSOYE, J. OLUMUYIWA; ISAAC, TALABI S.; SAMUEL, SANNI O. Study of mechanical behaviour of coconut shell reinforced polymer matrix composite. **Journal of Minerals and Materials Characterization and Engineering**, v. 11, n. 8, p. 774-779, 2012.

AKAIKE, H. A new look at the statistical model identification. **IEEE Trans. Automat. Contrl**, AC-19(6), 716–723, 1974.

ALENCAR, M. M. M. Reciclagem de lixo numa escola pública do município de Salvador. **Revista Virtual**, v. 1, n. 2, p. 96-113, 2005.

ALEXANDRE, A. C.; SABOIA, J. A motivação e seu impacto no desperdício de recursos em uma empresa da construção civil da cidade de Porto Alegre. **Update-Revista de Gestão de Negócios**, v. 2, n. 1, p. 4-20, 2015.

ALMEIDA NETTO, S. L. **Redução de Incerteza na Previsão de Comportamento de Reservatórios Utilizando Histórico de Produção e Simulação Numérica**. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Engenharia Mecânica e Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, 147 p., 2003.

ALVES, C., HENNING, E., SAMOBYL, R. W., KONRATH, A. C., RICARDO, C. C. **Métodos estatísticos de suavização exponencial com modelagem em espaço de estado para previsão automática de séries temporais via ambiente R**. Pbworks, 2013.

ANDOH, H. Y. et al. Thermal performance study of a solar collector using a natural vegetable fiber, coconut coir, as heat insulation. **Energy for Sustainable Development**, v. 14, n. 4, p. 297-301, 2010.

ANP. Resolução da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP, nº 45 de 25 de Agosto de 2014. **Especificação do biodiesel contida no Regulamento Técnico ANP nº 3 de 2014 e as obrigações quanto ao controle da qualidade a serem atendidas pelos diversos agentes econômicos que comercializam o produto em todo o território nacional**. Diário Oficial da União, 2014.

ARAGÃO, W. M.; CRUZ, E. M. O.; HELVÈCIO, J.S. **Caracterização morfológica do fruto e química da água de coco em cultivares de coqueiro anão**. Embrapa. Aracaju. 2002.

ARAÚJO, P.; FÉLIX FILHO, L.; BARBOSA, J. Estudo das propriedades termofísicas da fibra de coco minimamente processada visando aplicação como isolante térmico. **Revista Interdisciplinar de Pesquisa e Inovação**. v. 01, n. 13401, 2015.

ARENA, N.; LEE J.; CLIFT, R. Life Cycle Assessment of activated carbon production from coconut shells. **Journal of Cleaner Production**. v. 125 p. 68-77, 2016.

ARENCIBIA, R. V.; RIBEIRO, J. R. S. Incerteza na medição da largura de cordões de solda. **Soldagem Inspeção**. São Paulo, v. 14, n. 3, p. 263-269, 2009.

ASASUTJARIT, C.; HIRUNLABH, J.; KHEDARI, J.; CHAROENVAI, B. Z.; SHIN, U. C. Development of coconut coir-based lightweight cement board. **Construction and Building Materials**. v. 2, p. 277–288, 2007.

AYRILMIS, N. et al. Coir fiber reinforced polypropylene composite panel for automotive interior applications. **Fibers and Polymers**, v. 12, n. 7, p. 919-926, 2011.

BABU, G. L. S.; VASUDEVAN, A. K. Strength and stiffness response of coir fiber-reinforced tropical soil. **Journal of materials in civil engineering**. v. 20, n. 9, p. 571-577, 2008.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

BANERJEE, A. et al. **Co-integração, correção de erros e análise econométrica de dados não estacionários**. Catálogo OUP, 1993.

BANSAL, R. C.; GOYAL, M. **Activated carbon adsorption**. CRC press, 2005.

BENTLEY, R. E. **Uncertainty in Measurement: The ISO Guide**. Technology transfer series monograph n1, National Measurement Institute of Australia, 2005.

BERGMEIR, C.; HYNDMAN, R. J.; BENÍTEZ, J. M. Bagging exponential smoothing methods using STL decomposition and Box–Cox transformation. **International journal of forecasting**, v. 32, n. 2, p. 303-312, 2016.

BERKOWITZ, J.; KILIAN, L. Recent developments in bootstrapping time series. **Econometric Reviews**, v. 19, n. 1, p. 1-48, 2000.

BERMÚDEZ, J.D. SEGURA JV, AND E. VERCHER, E. SIO-PRED: a prediction and optimisation integrated system for demand, **TOP**, Vol. 16, pp. 258–271, 2008.

BEZERRA, F. C.; ROSA, M. F. **Utilização do pó da casca de coco-verde como substrato para produção de mudas de alface**. Embrapa Agroindústria Tropical, Comunicado Técnico (INFOTECA-E), 2002.

BIAGOLINI, C. H. Sustentabilidade aplicada: reaproveitamento da casca de coco (*Cocos nucifera*) na produção de mudas de plantas epífitas. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 13, n. 6, 2017.

BITENCOURT, D.; PEDROTTI, A. Usos da casca de coco: estudo das viabilidades de implantação de usina de beneficiamento de fibra de coco em Sergipe. **Revista da Fapese**, v.4, n. 2, p. 113-122, jul./dez. 2008.

BITENCOURT, D.; PEDROTTI, A.; ALMEIDA, R. A fibra da casca do coco verde e a fabricação de briquetes: um estudo de suas potencialidades. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 5, n. 1, p. 319-328, 2014.

BOX G., JENKINS G.; REINSEL G.; LJUNG G. **Time series analysis: forecasting and control**. 5ª ed. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, 2016.

BOX, G. E. P; PIERCE, D. Distribution of residual autocorrelations in autoregressive-integrated moving average time series models. **Journal of the American statistical Association**. 65 (332), 1509–26, 1970.

BOX, G.; JENKINS, G. **Time series analysis: forecasting and control**. San Francisco: Holden-Day, 1970.

BOZDOGAN, H. Model selection and Akaike's information criterion (AIC): the general theory and its analytical extensions. **Psychometrica**. n.52, p.345-370, 1987.

BRAMÉ, D. B.; TININIS, A. G. Incorporação de valor à resíduos de coco verde para produção de biodiesel. In: **I Congresso Sul Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade - CONRESOL**. Gramado – RS, 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Beneficiamento da casca do coco verde**. Disponível em: http://www.ceinfo.cnpat.embrapa.br/arquivos/artigo_3830.pdf. Acesso em 31 de março de 2017.

BRASIL. Ministério do meio ambiente. Lei nº 12305 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Diário oficial da União**. Brasília, 02 de agosto de 2010.

BROWN, R. G. **Statistical Forecasting for Inventory Control**. New York: McGraw-Hill, 1959.

CABRAL, M. M. S. **Aproveitamento da casca do coco verde para a produção de etanol de segunda geração**. Dissertação de Mestrado. Programa de pós-graduação em energia da biomassa da Universidade Federal de Alagoas, 2015.

CALDAS, A.; VIANA, Z.; SANTOS, V. Fibras de *Cocos nucifera* como sorvente de petróleo em ambiente marinho. **Acta Brasiliensis**. v. 1, p. 13-18, 2017.

CÂMARA, F. et al. Estudo retrospectivo da dengue no Brasil: características regionais e dinâmicas. **Rev. Soc. Bras. Med. Trop.** n. 40, p. 192-196, 2007.

CAMELO, H. N.; LUCIO, P. S.; LEAL JUNIOR, J. V. Modelagem da velocidade do vento usando metodologias ARIMA, Holt-Winters E RNA na previsão de geração eólica no nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 21, 2017.

CANCIAM, C. A.; PEREIRA, N. C. Assessment of the use of epicarp and mesocarp of green coconut for removal of fluoride ions in aqueous solution. **International Journal of Chemical Engineering**, v. 2019, 2019.

CARDOSO AII; USTULIN FILHO AJ. Produção de chicória em função de doses de nitrogênio e potássio aplicadas na fase de mudas. **Horticultura Brasileira**. 31: 654-658, 2013.

CARDOSO, M. S.; GONÇALEZ, J. C. Aproveitamento da casca do coco-verde (*Cocos nucifera L.*) para produção de polpa celulósica. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 1, p. 321-330, 2016.

CARRIJO, O. A.; LIZ, R. de S.; MAKISHIMA, N. Fibra da casca do coco verde como substrato agrícola. **Horticultura brasileira**, v. 20, n. 4, p. 533-535, 2002.

CARVALHO, C. A. V. Análise de Previsão de Itens de Demanda Intermitente Utilizando o Modelo Syntetos Boylan Approximation (SBA). **XXXVI Encontro da ANPAD. Rio de Janeiro/RJ**, 2012.

CARVALHO, V. G.; ESTENDER, A. C. Conscientização ambiental contribuindo para eliminar o desperdício e ampliar as ações a favor do meio ambiente. **Revista Desafios**, v. 4, n. 2, p. 150-166, 2017.

CASAGRANDE, L., F. Avaliação de desempenho e sustentabilidade na suinocultura: um estudo de multicaso. **Revista CAP - Accounting and Amangement**, n. 01, v.1, 2006.

CERETTA, P. S.; VIEIRA, K. M. Efeito dia-da-semana no mercado brasileiro: uma análise sob a ótica da liquidez, do retorno e da volatilidade. **REAd-Revista Eletrônica de Administração**, v. 16, n. 3, p. 544-563, 2010.

CÉSAR, F.; SILVEIRA, M.; CUNHA, R. **Aproveitamento das Cascas de Coco Verde para Produção de Briquete em Salvador - uma Alternativa Sustentável para a Destinação de Resíduos do Coco In Natura**. In: ELECS, III Encontro Latino-Americano sobre Edificações, Recife, 2009.

CHAPLE, P. M.; DHATRAK, A. I. Performance of coir fiber reinforced clayey soil. **The International Journal of Engineering and Science**, v. 2, n. 4, p. 54-64, 2013.

CLEVELAND, Robert B. et al. STL: A seasonal-trend decomposition. **Journal of official statistics**, v. 6, n. 1, p. 3-73, 1990.

COELHO, M. A. Z. et al. Aproveitamento de resíduos agroindustriais: produção de enzimas a partir da casca de coco verde. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 19, n. 1, 2001.

COQUIM. **Produtos orgânicos, em fibra de coco 100% natural, renovável e ecologicamente correto**. Disponível em: <<http://www.coquim.com.br>>, acesso em 26 de julho de 2017.

CORRADINI, E. ROSA, M.; MACEDO, B. PALADIN, P. MATTOSO, L. Composição química, propriedades mecânicas e térmicas da fibra de frutos de cultivares de coco verde. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 31, n. 3, p.837-846, 2009.

CORTEZ, L.A.B; PEREZ, J. M. M.; ROCHA, J. Processamento de Casca e Fibra de Coco Verde por Carbonização para Agregação de Valor. **Bio Eng**, Campinas, v.3 n.1, p.021- 030, Jan/Abr., 2009

COSTA, H. K.; LIMA, L. C. P. Fibra de coco: estudo exploratório sobre registro de patentes. **Cadernos de Prospecção**, v. 11, p. 387, 2018.

COUTO, A.L.; MOREIRA, D.A.; ARAUJO JUNIOR, P.V. Produção de mudas de cultivares de alface utilizando duas espumas fenólicas em Altamira, Pará. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.10, n.1, p.201-207, 2015.

COX, M.G. *et al.* **Use of Monte Carlo Simulation for Uncertainty Evaluation in Metrology.** In: *Advanced Mathematical & Computational Tools in Metrology V.* Singapore: World Scientific Publishing, 2001.

CRUZ, R. M. **Critérios de informação e seleção de modelos lineares mistos.** Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2020.

CRYER, J. D.; CHAN, K. *Time series analysis: with applications in R.* **Springer Science & Business Media**, 2008.

DAS, G.; BISWAS, S. Effect of fiber parameters on physical, mechanical and water absorption behaviour of coir fiber–epoxy composites. **Journal of Reinforced Plastics and Composites.** v. 18, n. 0, 2016.

DEY, P. et al. Produção melhorada de celulase por *Trichoderma reesei* (MTCC 164) a partir de resíduos lignocelulósicos à base de mesocarpo de coco sob condição de superfície de resposta otimizada. **3 Biotech**, v. 8, n. 9, p. 1-13, 2018.

DHARMARATHNE, N. et al. **Evaluation of wastewater treatment efficiency using coconut fiber biofilm reactor system with synthetic leachate.** In: 3rd international conference on engineering and applied science, Osaka, Japan. 2013.

DIAS, H. Biodiversidade e desenvolvimento sustentável: a interdisciplinaridade das ações ambientais como proposta de inclusão social. **Revista de Educação Ambiental.** v. 18, n. 2, 2013.

DIAS, N. S.; OLIVEIRA, A. M.; SOUZA NETO, O.; BLANCO, F.; REBOUÇAS, J. concentração salina e fases de exposição à salinidade do meloeiro cultivado em substrato de fibra de coco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 3, p. 915-921, 2011.

DIAS, R. F.; CARVALHO, C. A. A. Bioeconomia no Brasil e no mundo: panorama atual e perspectivas. **Revista Virtual de Química**, v. 9, n. 1, p. 410-430, 2017.

DICKEY, D. A.; FULLER, W. A. **Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root.** *Journal of the American Statistical Association.* Vol. 74, pp. 427-431, 1979.

DUTRA, F. V. A. **Materiais sorventes empregados em diferentes métodos de preparo de amostras.** Monografia. Curso de Química. Universidade Federal de São João del-Rei, São João, 2014.

EBRAHIMI M.; CAPARANGA A.; ORDONO E.; VILLAFLORES O. Evaluation of organosolv pretreatment on the enzymatic digestibility of coconut coir fibers and bioethanol production via simultaneous saccharification and fermentation. **Journal Renewable Energy.** v. 109, p. 41-48, 2017.

EFRON, B. **Bootstrap methods: another look at the Jackknife**. The Annals of Statistic, 7, 1-26, 1979.

EFRON, B.; TIBSHIRANI, R. **An introduction to the bootstrap**. Chapman & Hall, 1993.

ELLE POT. **Sistema Ellepot de produção**. Disponível em: <http://www.ellepot.com/brochures/de-portugu%C3%AAs/>. Acesso em maio de 2018.

EMILIANO, P. C. et al. Fundamentos e comparação de critérios de informação: akaike and Bayesian. **Revista Brasileira Biomatemática**, v. 27, n. 3, p. 394-411, 2009.

FALCÃO, G. C.; AGUIAR, E. L. Estudo matemático e estatístico sobre a análise do volume das precipitações pluviométricas na cidade de São Paulo e sua previsibilidade usando o modelo ARIMA. **Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics**, v. 7, n. 1, 2020.

FARIA, V.; MALVÁSIO, A.; ROSANOVA, C. Previsões da produção agropecuária e reprodução de podocnemis expansa no entorno da ilha do bananal no estado do tocantins. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, v. 13, n. 2, 2020.

FERNANDES, I. G. M. et al. Planejamento estratégico: análise SWOT. **Revista Conexão Eletrônica das Faculdades Integradas de Três Lagoas**, v. 8, n. 01, 2015.

FERRAZ, M. V.; CEREDA, M. P.; IATAURO, R. A. Produção de mudas de petúnia comum em tubetes biodegradáveis em substituição aos sacos plásticos/seedlings of petunia x hybrida in biodegradable tubes to replace the plastic bags. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 9, n. 1, p. 74-83, 2015.

FERREIRA, P. G. C. et al. **Análise de séries temporais em R: curso introdutório**. Instituto Brasileiro de economia. FGV – IBRE - Elsevier, 2018.

IORELLI, J.; CURTOLO, D.; BARRERO, N. G.; SAVASTANO Jr., H.; PALLONE, A. JOHNSON, R. Particulate composite based on coconut fiber and castor oil polyurethane adhesive: An eco-efficient product. **Industrial Crops and Products**. v. 40, p. 69–75, 2012.

FORNARI JUNIOR, C. Aplicação da ferramenta da qualidade (diagrama de Ishikawa) e do PDCA no desenvolvimento de pesquisa para a reutilização dos resíduos sólidos de coco verde. INGEPRO-Inovação, **Gestão e Produção**, v. 2, n. 9, p. 104-112, 2010.

FORTUNATO, G.; FUNCHAL, B.; MOTTA, A. P. Impacto dos investimentos no desempenho das empresas brasileiras. **RAM, Rev. Adm. Mackenzie**, São Paulo, v. 13, n. 4, pág. 75-98, agosto de 2012.

FOULAD, M. H.; AYUB, MD; NOR, M. J. M. Analysis of coir fiber acoustical characteristics. Ed. Elsevier. **Journal Applied Acoustics**. v. 72, p. 35- 42, 2011.

- FRACARO, N. **Estacionariedade das séries temporais do modelo matemático arimax de propulsores eletromecânicos**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Modelagem Matemática. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, 2018.
- FRANÇA, R. A. B., SOUZA, G. R., DA SILVA, V. A., & GONÇALVES, E. P. Produção de manta de contenção a partir de fibra de coco verde. **Revista Univap**, 22(40), 612. 2017.
- FREIRE, A.; Jr. ARAÚJO, C.; ROSA, M.; NETO ALMEIDA, J. FIGUEIRÊDO, M. Environmental assessment of bioproducts in development stage: The case of fiberboards made from coconut residues. **Journal of Cleaner Production**. v. 153, p. 230-241, 2017.
- FRIEDMAN, Y. Z. What's wrong with unit closed loop optimization. **Hydrocarb. Process.**, v. 74, n. 10, p. 107–114, 1995.
- GANIRON Jr. Sustainable management of waste coconut shells as aggregates in concrete mixture. **Journal of Engineering Science and Technology Review**. v. 6, n. 5, p. 7- 14, 2013.
- GARDNER, E. S. Exponential smoothing: the state of the art. **Journal of Forecasting**, 4:1–28, 1985.
- GARTHER, I. R.; GAMA, M. L. S., Avaliação multicriterial dos impactos ambientais da suinocultura no distrito federal: um estudo de caso. **Rev. Organ. rurais agroind., Lavras**, v. 7, n. 2, p. 148-161, 2005.
- GIL, A. C. **Como Elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo, Atlas, 2010.
- GOMES, A. S. **Transformações em modelos de séries temporais**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2012.
- GOMES, J. M. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas em diferentes tamanhos de tubete e de dosagens de N-P-K. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- GONÇALVES, F. C. P.. **Análise da influência da fibra de coco e cera de carnaúba em um biocompósito com matriz de amido de milho**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2018.
- GREENAN, C.M., MOORMAN, T.B., KASPAR, T.C., PARKIN, T.B.; JAYNES, D.B. Comparing carbon substrates for denitrification of subsurface drainage water. **J. Environ. Qual.** v. 35, n.3, p. 824, 2006.
- GUIMARÃES, M. **Estudo do comportamento e previsão de arrecadação do ISSQN do Município de João Pessoa-PB por decomposição clássica de séries temporais**. Monografia. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa – PB, 2018.

GOMES, Magno Federici; FERREIRA, Leandro José. Políticas públicas e os objetivos do desenvolvimento sustentável. **Direito e Desenvolvimento**, v. 9, n. 2, pág. 155-178, 2018.

GUM Suppl 1. **Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM) – Supplement 1: numerical methods for the propagation of distributions**. In accordance with the ISO/IEC Directives, Part 1, 2004, Clause A5, this draft is submitted to the ISO national bodies for approval. International Organization for Standardization, 2008.

GUM. **Guia para a incerteza da medição avaliação de dados de medição**. Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO), 2008.

GUNASEKARAN, K.; ANNADURAI, R.; KUMAR, P. S. Longterm study on compressive and bonds trength of coconut shell aggregate concrete. **Construction and Building Materials**, v. 28, n. 1, p. 208-215, 2012.

HAGHDAN, S.; SMITH, G. D. Fracture mechanisms of wood/polyester laminates under quasi-static compression and shear loading. **Composites Part A: Applied Science and Manufacturing**, v. 74, p. 114-122, 2015.

HALL, B. D. Monte carlo uncertainty calculations with small-sample estimates of complex quantities, **Metrologia** v. 43, n. 3, p. 220–226, 2006.

HÄRDLE, Wolfgang; HOROWITZ, Joel; KREISS, Jens-Peter. Bootstrap methods for time series. **International Statistical Review**, v. 71, n. 2, p. 435-459, 2013.

HARISH, S.; MICHAEL, D.; BENSELY, A.; LAL, D.; RAJADURAI, A. Mechanical property evaluation of natural fiber coir composite. **Materials characterization**. v. 60, p. 44 – 49, 2009.

HOLT, C. C. Forecasting trends and seasonal by exponentially weighted averages. **Office of Naval Research Memorandum 52/reprinted by International Journal of Forecasting**, 20 (1):5–10, (1957) 2004.

HYNDMAN, R. J., KOEHLER, A. B. Another look at forecast-accuracy metrics for intermittent demand. **Foresight: Int J Appl Forecast**, 4: 43–46, 2006.

HYNDMAN, R. J., KOEHLER, A. B., ORD, K., E SNYDER, R. D. **Forecasting with exponential smoothing: the state space approach**. Berlin, Heidelberg, 2008.

HYNDMAN, R. J.; ATHANASOPOULOS, G.; SLAVA, R.; SCHMIDT, D.; ZHOU Z.; YOUSAF K. **Forecast: forecasting functions for time series and linear models**. R package version 4.04. Disponível em: <http://CRAN.R-project.org/package=forecast>. Acesso em: 08/05/2013.

HYNDMAN, R. J.; KOEHLER, A. B.; ORD, J. K.; SNYDER, R. D.; GROSE, S. A State Space Framework For Automatic Forecasting Using Exponential Smoothing Methods. **International Journal Of Forecasting**, n.18, pp. 439–454, 2002.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Rio de Janeiro: IBGE, v.29, 83p., 2015.

IGWE, J. C.; ABIA, A. A.; IBEH, A. Adsorption kinetics and intraparticulate diffusivities of Hg, As and Pb ions on unmodified and thiolated coconut fiber. *Int. Journal Environ. Sci. Tech.*, v. 5, n.1, p. 83-92, 2008.

JESWANI, H. K. et al. Removal of organic compounds from water: life cycle environmental impacts and economic costs of the Arvia process compared to granulated activated carbon. **Journal of Cleaner Production**, v. 89, p. 203-213, 2015.

KALMAN, R. E. A new approach to linear filtering and prediction problem, **Journal of Basic Engineering**, Vol. 82, n. 1, pp. 35–45, 1960.

KARRI, R.; JAYAKUMAR, N.; SAHU, J. Modelling of fluidised-bed reactor by differential evolution optimization for phenol removal using coconut shells based activated carbon. **Journal of Molecular Liquids**. v. 231, p. 249–262, 2017.

KWAK, S. K.; KIM, J. H. Statistical data preparation: management of missing values and outliers. **Korean journal of anesthesiology**. v. 70, n. 4, p. 407, 2017.

KWIATKOWSKI, D. et al. Testing the null hypothesis of stationarity against the alternative of a unit root: How sure are we that economic time series have a unit root?. **Journal of econometrics**, v. 54, n. 1-3, p. 159-178, 1992.

LAGOS, J. F. P. **Urna funerária ecológica universal**. Patente: BR 10 2013 034043 0 A 2. Instituto Nacional de Propriedade Industrial. 02 de Fev. de 2016.

LANA, C. G. **Intervalos de previsão em modelos ARFIMA utilizando a metodologia Bootstrap**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Estatística. Universidade Federal de Minas Gerais. 2012.

LEAL, A. Análise da disposição final dos resíduos sólidos urbanos no Distrito de Pilar-Ba. **Revista com Sertões**. v. 1, n. 4, 2017.

LEMOS, F. O.; FOGLIATTO, F. S. Integração de métodos quantitativos e qualitativos de previsão para desenvolvimento de um sistema de previsão de demanda de novos produtos. **Revista Gestão Industrial**. Ponta Grossa, PR. vol. 4, n. 3 (2008), p. 84-98, 2008.

LERTWATTANARUK, Pusit; SUNTIJITTO, Anchisa. Properties of natural fiber cement materials containing coconut coir and oil palm fibers for residential building applications. **Construction and Building Materials**, v. 94, p. 664-669, 2015.

LIMA JUNIOR, P.; SILVEIRA, F. L. Sobre as incertezas do tipo A e B e sua propagação sem derivadas: uma contribuição para a incorporação da metrologia contemporânea aos laboratórios de física básica superior. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 2, p. 1-6, 2011.

LIMA, A. C. A. et al. Modified coconut shell fibers: a green and economical sorbent for the removal of anions from aqueous solutions. **Chemical Engineering Journal**, v. 185, p. 274-284, 2012.

LIU, R. et al. Facile in-situ redox synthesis of hierarchical porous activated carbon@ MnO₂ core/shell nanocomposite for supercapacitors. **Ceramics International**, v. 41, n. 10, p. 12734-12741, 2015.

LUCAS, A., RODRIGUEZ, L., VILLASENOR, J., AND FERNANDEZ, F.J. Denitrification potential of industrial wastewaters. **Water Res.** v. 39, n. 15, p. 3715, 2005.

MADDALA; LAHIRI, K. **Introduction to Econometrics**. 4^a Edição, John Wiley & Sons Ltd, UK, 2009.

MANOJ, V. R.; VASUDEVAN, N.. Removal of nutrients in denitrification system using coconut coir fibre for the biological treatment of aquaculture wastewater. **Journal of environmental biology**, v. 33, n. 2, p. 271, 2012.

MARINS, F. A. S. **Técnicas de previsão**. Unesp, São Paulo, 2011.

MARSH, H.; REINOSO, F. R. **Activated carbon**. Elsevier, 2006.

MATTOS, A.; ROSA, M.; CRISÓSTOMO, L.; BEZERRA, F.; CORREIA, D.; VERAS, L. **Beneficiamento da casca de coco verde**. Embrapa, 2008.

MAURYA, S., SHARMA, A. K., JAIN, P. K.; KUMAR, R. Review on stabilization of soil using coir fiber. **International Journal of Engineering Research**, v.4, n. 6, p. 296-299. 2015.

MAYORGA, R. O. et al. Análise de transmissão de preços do mercado atacadista de melão do Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 45, n. 3, p. 675-704, 2007.

MEIZHONG, J. **Composite fabric utilizing coconut fibers**. Patent: CN105029791 (A). Espacenet patent search. 11 de Nov. de 2015.

MESA-JIMÉNEZ, J. J. et al. Early warning signals of failures in building management systems. **International Journal of Metrology and Quality Engineering**, v. 12, p. 11, 2021.

MILNITZ, D.; MARCHI, J. J.; SAMOHYL, R. W. Previsão da demanda: uma aplicação do método Holt-Winters em uma indústria têxtil de grande porte. **Encontro Nacional de Engenharia de Produção-ENEGEP**, 2011.

MIOT, H. A. Valores anômalos e dados faltantes em estudos clínicos e experimentais. **Jornal Vascular Brasileiro**, v. 18, 2019.

MMA, Ministério do Meio Ambiente. **Responsabilidade Compartilhada**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/a3p/eixos-tematicos/gest%C3%A3o-adequada-dos-res%C3%ADduos/item/9410>, acesso em: 22 de maio de 2015.

MOHD, J. et al. Effect of different factors on the acoustic absorption of coir fiber. **Journal of Applied Sciences**, v. 10, n. 22, p. 2887-2892, 2010.

MONACO, P. A.; MATOS, A. T. LOPES JUNIOR, A. P.; LIMA, J. T. desempenho de filtros constituídos por fibras de coco no tratamento de águas residuárias de suinocultura. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v.17 n.6, p. 473-480, 2009.

MONTEIRO, M. S. et al. Wood (*Bagassa guianensis Aubl*) and green coconut mesocarp (*cocos nucifera*) residues as textile dye removers (Remazol Red and Remazol Brilliant Violet). **Journal of environmental management**, v. 204, p. 23-30, 2017.

MONTEIRO, S. N., TERRONES, L. A. H., CARVALHO, E. D.; D'ALMEIDA, J. R. M. Efeito da interface fibra/matriz sobre a resistência de compósitos poliméricos reforçados com fibras de coco. **Revista Matéria**, 11(4), 395-402, 2006.

MORBECK, F. L. **Caracterização do mesocarpo de coco verde e sua aplicação como compósito**. Dissertação de mestrado. Pós-graduação em ciências ambientais e florestais. UFRRJ, 2017.

MORETTIN, P. A.; TOLOI, C. M. C. **Análise de séries temporais**. São Paulo: Edgard Blucher, 535 p., 2004.

MORITZ, G. L.; GIANNETTI, B. F.; PIRES, C. E. Confecção de produtos com o aproveitamento da casca do coco verde. **XIV International Conference on Engineering and Technology Education**. 2016. Doi: 10.14684/INTERTECH.24.2016.174-177

MUKHOPADHYAY, S.; KHATANA, S. A review on the use of fibers in reinforced cementitious concrete. **Journal of Industrial Textiles**, v. 45, n. 2, p. 239-264, 2015.

MUN, J. **Modeling risk: applying Monte Carlo simulation, real options analysis, stochastic forecasting and portfolio optimization**. 2ª ed., New York: John Wiley & Sons, 2010.

NAKASHIMA, G. T.; ADHMANN, I. C. S.; HANSTED, A. L. S.; BELINI, G. B.; PEDROSO, A.; ROCHA, S. Artesanato em casca de coco: uma fonte de renda ecologicamente correta. **Revista Mix Sustentável**, Ed. 05, v. 3, n.1, 2017.

NAM, T. H.; OGIHARA, S.; TUNG, N. H.; KOBAYASHI, S. Effect of alkali treatment on interfacial and mechanical properties of coir fiber reinforced poly (butylene succinate) biodegradable composites. **CompositesPart B: Engineering**, v.42, n.6, p. 1648-1656. 2011.

NASCIMENTO, R. J. A et al. Caracterização qualitativa e quantitativa do bagaço da casca de coco verde utilizando métodos tradicionais e a espectroscopia no infravermelho próximo. **Blucher Chemical Engineering Proceedings**, v. 1, n. 2, p. 1944-1951, 2015.

NEVES, V. R. G. **Calçado de fibra de coco. Patente:** BR 10 2015 030244 4 A2. Instituto Nacional da Propriedade Industrial. 06 de junho de 2017.

NUNES, L. A.; SILVA, M. L. S.; GERBER, J. Z.; KALID, R. A. Waste green coconut shells: Diagnosis of the disposal and applications for use in other products. **Journal of Cleaner Production**, v. 255, p. 120-169, 2020.

NUNES, L. A.; GERBER, J. Z.; KALID, R. A. Data from the thesis diagnosis of waste, application possibilities and future demand for green coconut shells, with evaluation of information uncertainty [Data set]. **Zenodo**. 2021. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5566844>.

ODA, S. Jr. FERNANDES, J.; ILDEFONSO, J. Analysis of use of natural fibers and asphalt rubber binder in discontinuous asphalt mixtures. **Construction and Building Materials**. v. 26, p. 13–20, 2012.

OLIVEIRA, A. B.; HERNANDEZ, F. F.; ASSIS Jr., R. Pó de coco verde, uma alternativa de substrato na produção de mudas de berinjela. **Revista de Ciências Agrônomas** v. 39, n. 01, p. 39-44, 2008.

OLIVEIRA, E.; AGUIAR, P. Methodology validation for evaluation of the uncertainty in the calibration curves better adjusted for second-degree polynomials. **Química Nova**, v. 32, n. 6, p. 1571-1575, 2009.

OLIVEIRA, R. **Os tipos de carrocerias mais comuns nas estradas brasileiras**. Disponível em <<https://blog.truckpad.com.br/industria/carrocerias-mais-comuns-no-brasil/>>, acesso em 24 de abril de 2017.

ORD, K., KOEHLER, A. B., E SNYDER, R. D. Estimation and prediction for a class of dynamic nonlinear statistical models. **Journal of the American Statistical Association**. 92:1621–1629, 1997.

PACHECO, R. F.; SILVA, A. V. F. Aplicação de modelos quantitativos de previsão em uma empresa de transporte ferroviário. In: XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Ouro Preto, 2003.

PADILLA, Elias Ricardo Durango et al. Potencial Energético da Casca de Coco (*Cocos nucifera* L.) para Uso na Produção de Carvão Vegetal por Pirólise. **Revista Virtual de Química**, v. 10, n. 2, 2018.

PANTOJA NETO, R. A.; REDIG, M. S. F. Uso de substratos orgânicos na produção de mudas de couve manteiga hidropônica em Cametá, Pará. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, v.7, n.4, p.116-123, 2017.

PEGELS, C. C. Exponential forecasting: some new variations. **Management Science**, 15(5):311–315, 1969.

PELLEGRINI, F. R. **Metodologia para implementação de sistemas de previsão de demanda**. Mestrado em Engenharia de Produção-Departamento de Engenharia de Produção e Transportes. Porto Alegre-Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 146p, 2000.

PESSANHA, J. F. M.; SANTANA, G.; LOUREIRO, L. S.; MENEZES, M. L. **Usando a análise espectral singular na previsão da produção mensal de um parque eólico**. In: Simpósio de Pesquisa Operacional e Logística da Marinha, Publicação Online, 1(1), 201-212, 2014.

PETER, M. S., TIMMERHAUS, K. D., **Plant Design and Economic for Chemical Engineers**, McGraw-Hill, 5th ed., 2002.

PETROPOULOS, F.; HYNDMAN, R. J.; BERGMEIR, C. Exploring the sources of uncertainty: why does bagging for time series forecasting work?. **European Journal of Operational Research**, v. 268, n. 2, p. 545-554, 2018.

PILLAI, M. G.; SIMHA, P.; GUGALIA, A. Recovering urea from human urine by bio-sorption onto microwave activated carbonized coconut shells: equilibrium, kinetics, optimization and field studies. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, v. 2, n. 1, p. 46-55, 2014.

PIMENTA, A.; SANTOS, R.; CARNEIRO, A.; CASTRO, R. Utilização de resíduos de coco (*Cocos nucifera*) carbonizado para a produção de briquetes. **Ciência Florestal**, v. 25, n. 1, p. 137-144, 2015.

PINHEIRO R.; BESSA A.; QUEIROZ B.; DUARTE A.; ANA H.; AGUIAR R. Optimization of the methylic biodiesel purification process by intermediate of liquid–liquid equilibrium data for ternary systems containing methanol + water + (soybean, corn or brown shell of coconut) biodiesel. **Journal Fluid Phase Equilibria**. v. 361, p. 30– 36, 2014.

PIRES, M. M.; COSTA, R. S.; ABEL, R. S.; MIDDLEJ, M. M.; ALVES, J. M. Cultura do coco: uma análise econômica. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 26, n. 1, p. 173-176, 2004.

PROENÇA, Isabel. **Método "bootstrap": uma aplicação na estimação e previsão em modelos dinâmicos**. Tese de Doutorado. Instituto Superior de Economia e Gestão. 1990.

PRUSTY, J. K.; PATRO, S. K. Properties of fresh and hardened concrete using agro-waste as partial replacement of coarse aggregate—A review. **Construction and Building Materials**, v. 82, p. 101-113, 2015.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>. 2021.

RAMA, A. C. C. O. **Análise da viabilidade de produção de combustíveis derivados de resíduos**. Lisboa: ISCTE. 2010.

RAMIS, J.; DEL REY, R.; ALBA, J.; GODINHO, L.; CARBAJO, L. A model for acoustic absorbent materials derived from coconut fiber. **Journal Mater. Construcc.** n. 64 p. 313, 2014.

RAMOS S. J.. GUILHERME, D.; CALDEIRA Jr., C.; SAMPAIO, R.; COSTA, C.; FERNANDES, L. A. Produção de mudas de tomate em substrato contendo fibra de coco e resíduo de cultivo de cogumelo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. v. 3, n. 3, p. 23 7-24, 2008.

RIVELA, B., MOREIRA, M.T., FEIJOO, G. Life cycle of médium density fiber board. **Int. J. Life Cycle Assess.** 12 (3), 143 e 150, 2007.

ROCHA, M.; ALMEIDA, R.; CRUZ, A. Avaliação do potencial energético de resíduos agroindustriais provenientes de diferentes regiões brasileiras. **Revista Engevista**. v. 19, n.1, p. 217-235, 2017.

ROCHA, O. R. S. et al. Avaliação do processo adsorptivo utilizando mesocarpo de coco verde para remoção do corante cinza reativo BF-2R. **Química nova**, v. 35, n. 7, p. 1369-1374, 2012.

RODRIGUES, S. C. A. **Modelo de regressão linear e suas aplicações**. Tese de Doutorado. Universidade da Beira Interior. 2012.

ROSA, M.; MATTOS A.; CRISOSTOMO, L.; FIQUEIREDO, M.; BEZERRA, F.; VERAS, L., CORREIA, D. Aproveitamento da casca do coco verde. **Série BNB ciência e tecnologia**. n. 4, p. 165-190, Fortaleza: BNB, 2009.

ROSA, M.; SOUZA FILHO, M.; FIGUEIREDO, M.; MORAIS, J.; SANTAELLA, S.; LEITÃO, R. **Valorização de resíduos da agroindústrias**. In. II Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos Agropecuários e Agroindustriais – II SIGERA, 2011.

ROSSI, J.; NEVES, C. D. **Econometria e séries temporais com aplicações a dados da economia brasileira**. Grupo Gen-LTC, 2000.

ROUT J, MISRA M, TRIPATHY SS. The influence of fibre treatment on the performance of coir-polyester composites. **J Compos Sci Technol**, v. 61, p. 1303–1310, 2001.

ROZLI, Z.; ZULKARNAIN, Z. Noise control using coconut coir fiber sound absorber with porous layer backing and perforated panel. **American Journal of Applied Sciences**, 7(2), 260-264. 2010.

SAA. Resolução da Secretaria de Agricultura e Abastecimento - SAA, nº 10, de 11 de julho de 2003. **Norma de padrões mínimos de qualidade para carvão vegetal, como base para certificação de produtos pelo Sistema de Qualidade de Produtos Agrícolas, Pecuários e Agroindustriais do Estado de São Paulo**. Lei 10.481-9. Diário Oficial do Estado de São Paulo, São Paulo, v. 113 (129), 2003.

SANT'ANNA, M. C. S.; VAZ, V. H. S.; CARVALHO, J. B. R.; LOPES, D. F. C.; SILVA, G. F. Viabilidade de usina de briquete de casca de coco e glicerina em Sergipe. **Scientia Plena**, v. 8, 059905, 2012.

SANTANA, P. H. R. GERBER, J. Z.; FONSECA, F. D. S. ; SILVA JUNIOR, J. C. P. **Estratégia de produção auxiliando no desenvolvimento de um produto a partir de resíduos do coco verde**. In: XXI SIMPEP - Simpósio de Engenharia de Produção. Anais.... XXI SIMPEP, Bauru/SP, 2014.

SANTOS, Álvaro A. et al. AR (p) para previsão de demanda em uma agroindústria. **ForScience**, v. 8, n. 1, p. 507-520, 2020.

SANTOS, E. F.; MORESCO, M. ROSA, S. M.. NACHTIGALL. Extrusão de Compósitos de PP com Fibras Curtas de Coco: Efeito da Temperatura e Agentes de Acoplamento. **Polímeros**. v. 20, n. 3, p. 215-220, 2010.

SANTOS, S. T.; OLIVEIRA, F. D. A.; MEDEIROS, J. P. B.; SOUZA NETA, M. L.; CÁSSIA A. R.; COSTA, L. P. Qualidade de mudas de cultivares de tomateiro em função de soluções nutritivas de concentrações crescentes. **Revista Agro@ mbiente On-line**, 10(4), 326-333. 2017.

SÁTIRO, J. R. et al. **Estudo potencial da casca de coco verde para obtenção de etanol lignocelulósico**. In: Anais do Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação, Palmas. 2012.

SCHWARZ, G. Estimating the Dimension of a Model, **Annals of Statistics**, 6, 461–464, 1978.

SEBRAE. **Fábrica de briquetes**. Disponível em: <https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ideias/como-montar-uma-fabrica-de-briquetes,39887a51b9105410VgnVCM1000003b74010aRCR>, acesso em 10 de julho de 2017.

SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Estudo da Legislação Tributária para leite e derivados nos Estados do Nordeste e quadro comparativo com os estados de Goiás, Minas Gerais, Pará e Tocantins. Recife, 2012.

SENHORAS, E. M. Oportunidades da Cadeia Agroindustrial do Coco Verde: do coco verde nada se perde, tudo se desfruta. **Revista Urutágua**. n. 5, v. 4, 2004.

SHAHIDAN, S.; LEMAN, A.; SENIN, M.; HANNAN, R. Suitability of Coconut Shell Concrete for Precast Cool Wall Panel-A Review. **MATEC Web of Conferences**, v. 87, n. 01005, 2017.

SIDRA. Sistema IBGE de Recuperação Automática. **Produção Agrícola Municipal- PAM**. Tabela 1613 - Área destinada à colheita, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção das lavouras permanentes. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1613#resultado>. Acesso em junho de 2021.

SILVA JUNIOR, J. M. T.; GOMES, V. F. F.; MENDES FILHO, P. F. Atividade microbiana e desenvolvimento do melão cultivado sob diferentes proporções de pó de coco. **Revista Caatinga**, v. 19, n. 4, p. 369-376, 2006.

SILVA JUNIOR, S. H.; MONTEIRO, Elisabeth Costa. **Incerteza de medição do manômetro usado em esfigmomanômetros**. In: IV Latin American Congress on Biomedical Engineering, Bioengineering Solutions for Latin America Health. Springer, Berlin, Heidelberg, p. 890-894, 2007.

SILVA, A. Reaproveitamento da casca de coco verde. **Revista Monografias Ambientais**. v.13, n.5, p.4077-4086, 2014.

SILVA, E. J.; MARQUES, M. L.; FORNARI JÚNIOR, C. Aplicação de fibra de coco em matrizes cimentícias. **Revista Eletrônica em Gestão**. Educação e Tecnologia Ambiental, v.8, p.1555-1561, 2012.

SILVA, E.; MARQUES, M.; VELASCO, F.; FORNARI JUNIOR, C.; LUZARDO, F. Degradação da fibra de coco imersa em soluções alcalinas de cimento e NaOH. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v.19, n.10, p.981-988, 2014.

SILVA, L. R. I. **Produção de celulase por fermentação e estado sólido empregando resíduo de coco verde (Mesocarpo) sob a ação de um fungo isolado na fase termofílica de um processo de compostagem**. Monografia. Engenharia de Biotecnologia e Bioprocessos. Universidade Federal de Campina Grande, 2016.

SILVA, S. B.; SILVA, B.C.; SILVA, M. P. A região Metropolitana de Salvador na rede urbana brasileira e sua configuração interna. **Revista Eletrônica de Geografia y ciencias sociales**. v. XVIII, n. 479, 2014.

- SILVA, S. I. S. **Aproveitamento da biomassa de coco verde para produção de biocombustíveis sustentáveis**. Dissertação de Mestrado. Programa de pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Paraíba, 2019.
- SILVEIRA, A. G.; MATTOS, V. L. D.; KONRATH, A. C. Avaliação da estacionariedade e teste de cointegração em séries temporais o caso da demanda de energia elétrica residencial no Brasil. **RETEC-Revista de Tecnologias**, v. 9, n. 3, 2017.
- SILVEIRA, A. J. M. **Viabilidade técnica da pirólise da biomassa do coco: produção de bioóleo, biocarvão e biogás**. Dissertação de Mestrado. Programa de pós-graduação em energia da biomassa da Universidade Federal de Alagoas, 2018.
- SILVEIRA, E.B.; RODRIGUES, V.J.L.B.; GOMES, A.M. Pó de coco como substrato para produção de mudas de tomateiro. **Horticultura Brasileira**, v.20, n.2, p.211-216, 2002.
- SILVEIRA, M. S. **Aproveitamento das cascas de coco verde para produção de briquetes em Salvador (BA)**. 163 p. Dissertação de Mestrado. Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo. Universidade Federal da Bahia, Escola Politécnica, Salvador, BA, 2008.
- SIMONETTI, R.; GUIMARÃES, M.; PINTO, J.; SILVA, M.; NAAS, I. Desenvolvimento de um equipamento para trituração de coco verde. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**. v. 11, n. 1, p. 37-46, 2017.
- SINGH, R. R.; MITTAL, E. S. Improvement of local subgrade soil for road construction by the use of coconut coir fiber. **Int. J. of Research in Engineering and Technology**, v. 3, n. 5, p. 707-711, 2014.
- SIRICHOTE, O. et al. Adsorption of iron (III) ion on activated carbons obtained from bagasse, pericarp of rubber fruit and coconut shell. **Songklanakarin J. Sci. Technol**, v. 24, n. 2, p. 235-242, 2002.
- SOUZA, F. L. U.; VIZZON, J. S.; OLIVEIRA, F. L. C.; DANTAS, T. M. **Aplicações de simulação de Monte Carlo e Bootstrap para previsão de vendas de automóveis no Brasil**. In: Anais do XLVIII SBPO - Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, Vitória - ES, 2016.
- SOUZA, Natalia Dias de et al. Estudo de caso de uma planta de carbonização: avaliação de características e qualidade do carvão vegetal visando uso siderúrgico. **Floresta e Ambiente**, v. 23, n. 2, p. 270-277, 2016.
- SPADETTI, C.; SILVA, E. A.; SENA, G. L.; MELO, C. V. P. Propriedades térmicas e mecânicas dos compósitos de Polipropileno pós-consumo reforçados com fibras de celulose. **Polímeros**, 2016.

TAYLOR, J. W. Exponential smoothing with a damped multiplicative trend. **International Journal of Forecasting**, 19:715–725, 2003.

TRINDADE, E. O. et al. Estudo do potencial da casca do coco verde para obtenção de etanol lignocelulósico. **Química Industrial, Orgânica ou Inorgânica**. v. 4, n. 6, 2010.

TUBINO, D. F. **Planejamento e controle da produção: teoria e prática**. 3º Ed. São Paulo, Atlas, 2017.

VAZ, V. H. S.; CARVALHO, J. B. R.; SANT´ANNA, M. C.; SILVA, M. S.; SILVA, G. F. **Viabilidade de usina de briquete de casca de coco e glicerina em Sergipe**. In: Fórum Brasileiro de Energia, Bento Gonçalves, [Anais...]. Porto Alegre: FIERGS: SENAI, 2010.

VIÉGAS, L. B. **Viabilidade do recipiente biodegradável na produção de mudas florestais nativas**. Dissertação de Mestrado. Ciência Florestal. FCA, 2015.

VIM. Vocabulário internacional de metrologia. Conceitos fundamentais e gerais e termos associados. Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO), 2012.

WAREHAM, D. G.; ELEFSINIOTIS, P. Alkaline solubilization of coconut shells for use in the denitrification process. **Environmental Engineering Science**, v. 26, n. 3, p. 673-678, 2009.

WERNER, L.; RIBEIRO, J. L. D. Previsão de demanda: uma aplicação dos modelos Box-Jenkins na área de assistência técnica de computadores pessoais. **Gest. Prod.**, São Carlos, v. 10, n. 1, p. 47-67, 2020.

WINTERS, P. Forecasting sales by exponentially weighted moving averages. **Management Science**, 6(3):324–342, 1960.

XIMENES, F. C. L. A. **Placa solar PVT com fibra de coco híbrida**. Patente: BR 10 2015 024523 8 A2. Instituto Nacional da Propriedade Industrial. 28 de março de 2017.

XITI, C. **Environment-friendly printing paper and preparation method thereof**. Patent: CN107083719 (A). Espacenet patent search. 22 de Agosto de 2017.

YAN, L.; CHOUW, N. Dynamic and static properties of flax fibre reinforced polymer tube confined coir fibre reinforced. **Constr Build Mater**. v.40 p. 1118. 2013.

ZOUBIR, A. M.; BOASHASH, B. The bootstrap and its application in signal processing. **IEEE signal processing magazine**, v. 15, n. 1, p. 56-76, 1998.

APÊNDICE A

Formulário da Pesquisa: Questionário aplicado aos proprietários ou responsáveis dos pontos de vendas de coco verde.

1- local: _____

2- Município _____

3- Existe materiais desperdiçados próximo?

• Sim _____ (FOTO)

• Não _____

4- Tipo do local:

• Quiosque de Bebidas _____

• Cabana de Praia _____

• Lanchonete urbana _____

- Pizzaria ou restaurante ____
- Outro _____

5- Quantidade média de produção de cascas do coco por dia

- Alta estação _____
- Baixa Estação _____

6- Quantidade média de produção de cascas do coco por fim de semana
(sex/sab/dom)

- Alta estação _____
- Baixa Estação _____

7- Quantidade média de produção de cascas do coco por mês

- Alta estação _____
- Baixa Estação _____

8- Quantidade média de vendas em períodos festivo:

- Semana de Fim de ano _____
- Semana de Carnaval _____
- Semana Santa _____

- Feriados _____

9- Recebeu alguma recomendação da prefeitura acerca de como realizar o destino das cascas do coco?

- Sim _____
- Não _____

10- Qual o local de destinação imediato? _____

11- Como são armazenadas as cascas de coco para coleta?

- Cestos de pau _____
- Tambores plásticos _____
- Sacos de linho _____
- Outro _____
- Nada _____

12- Qual o local de destinação futuro? _____

13- Poderia oferecer esses materiais como doação?

- Sim _____
- Não _____

14- Possui espaço disponível para depósito desses materiais?

- Sim _____
- Não _____

15- Quais o (s) dia (s) da semana mais apropriado (s) para a coleta desses materiais?

- Segunda – feira _____ Quarta – feira _____ Sexta– feira _____
- Terça– feira _____ Quinta – feira _____ Sábado _____

16- Qual o turno mais apropriado para a coleta desses materiais?

- Manhã _____
- Tarde _____

APÊNDICE B

Formulário da Pesquisa: Questionário aplicado aos responsáveis pela gestão da Biofábrica.

Descrição da pesquisa: Prospecção da demanda de vasos tubetes ecológicos com cascas de coco verde.

Objetivo da pesquisa: Identificação da demanda para a oferta de vasos tubetes ecológicos.

Dados Cadastrais do produtor/fornecedor:

1. Existe histórico da demanda de produção das mudas de cacau?

Sim

Não

2. Em caso afirmativo, o histórico de demanda está organizado?

Sim

Não

De que forma?

Pedidos Impressos

Notas Fiscais

Planilhas Eletrônicas

Software

Outro.Qual? _____

3. Como estão consolidados os dados do histórico da demanda?

Diário

Semanal

Mensal

Bimestral

Trimestral

Quadrimestral

Semestral

Anual

Outro: _____

4. O (a) senhor (a) poderia disponibilizar esse histórico para a pesquisa?

Sim

Não

5. Caso positivo, de que forma:

Fotos

Fotocópias (xerox)

Arquivos [] .pdf [] .doc; [] .xls; [] .gif; [] .jpeg;

Arquivo do Sistema _____ Extensão: _____

Preenchimento das tabelas em apêndices

Outro: _____

Através de:

E-mail

Pendrive

CD

Outro

6. Conhece iniciativas ou programas do governo que visem incrementar os valores da demanda para o futuro?

Caso positivo, qual iniciativa:

Qual a perspectiva de crescimento da produção via essa iniciativa: _____ %

7. Existindo um plano privado para incrementar os valores da demanda para o futuro, qual seria a perspectiva de crescimento: _____ %

8. Qual a sua percepção e interesse no uso de novas tecnologias para a plantação das mudas? _____

9. Qual a sua percepção com relação a utilização da casca do coco na produção de vasos tubetes ecológicos que ajudam no desenvolvimento da muda? _____

10. Qual custo médio do tubete utilizado atualmente?

11. Qual o tempo de uso do tubete plástico?

12. Qual a taxa de reutilização do tubete plástico?

13. Você identifica algum problema ocasionado pelo uso do tubete plástico?

Histórico da Demanda – Consolidação dos Dados

Ano _____ Faixa de demanda: entre _____ e _____ (* = _/_)

Jan *	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
____/____	____/____	____/____	____/____	____/____	____/____	____/____	____/____	____/____	____/____	____/____	____/____
____	____	____	____	____	____	____	____	____	____	____	____
1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4

Ano _____ Faixa de demanda: entre _____ e _____ (* = _/_)

Jan *	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
____/____	____/____	____/____	____/____	____/____	____/____	____/____	____/____	____/____	____/____	____/____	____/____
____	____	____	____	____	____	____	____	____	____	____	____
1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4

APÊNDICE C

Tabelas Suplementares

Tabela A.1 Quantidade em unidades de cascas de coco verde consumidas e avaliação da incerteza das informações da cidade de Valença

Ponto	Estação	Limite inferior	Limite superior	Mediana	Mediana de produção de cascas de coco por mês na alta estação	Mediana de produção de cascas de coco por mês na baixa estação	Incerteza padrão da faixa	Incerteza padrão da fonte	Incerteza padrão combinada alta estação	Incerteza padrão combinada baixa estação
	Alta estação	1100	1300	1200	1200		57,73503	240	247	
1	Baixa estação	150	250	200		200	28,86751	40		49
	Alta estação	970	1030	1000	1000		17,32051	200	201	
2	Baixa estação	10	30	20		20	5,773503	4		7
	Alta estação	100	150	125	125		14,43376	25	29	
3	Baixa estação	20	60	30		40	11,54701	8		14
	Alta estação	20	220	120	120		57,73503	24	63	
4	Baixa estação	40	60	10		10	28,86751	2		29
	Alta estação	170	230	200	200		17,32051	40	44	
5	Baixa estação	30	50	40		40	5,773503	8		10
	Alta estação	375	425	400	400		14,43376	80	81	
6	Baixa estação	0	40	10		20	11,54701	4		12

	Alta estação	20	180	80	80	57,73503	16	60	
7	Baixa estação	30	70	20		20 28,86751	4		29
	Alta estação	1170	1230	1200	1200	17,32051	240	241	
8	Baixa estação	30	50	40		40 5,773503	8		10
	Alta estação	475	525	500	500	14,43376	100	101	
9	Baixa estação	10	50	20		30 11,54701	6		13
	Alta estação	200	400	300	300	57,73503	60	83	
10	Baixa estação	0	100	50		50 28,86751	10		31
	Alta estação	270	330	300	300	17,32051	60	62	
11	Baixa estação	90	110	100		100 5,773503	20		21
	Alta estação	2975	3025	3000	3000	14,43376	600	600	
12	Baixa estação	990	1030	1000		1010 11,54701	202		202
	Alta estação	700	900	800	800	57,73503	160	170	
13	Baixa estação	50	150	100		100 28,86751	20		35
	Alta estação	2970	3030	3000	3000	17,32051	600	600	
14	Baixa estação	490	510	500		500 5,773503	100		100
	Alta estação	275	325	300	300	14,43376	60	62	
15	Baixa estação	90	130	100		110 11,54701	22		25
	Alta estação	200	400	300	300	57,73503	60	83	
16		50	150	100		100 28,86751	20		35

	Baixa estação								
	Alta estação	270	330	300	300	17,32051	60	62	
17	Baixa estação	90	110	100		100 5,773503	20		21
	Alta estação	275	325	300	300	14,43376	60	62	
18	Baixa estação	90	130	100		110 11,54701	22		25
	Alta estação	200	400	300	300	57,73503	60	83	
19	Baixa estação	50	150	100		100 28,86751	20		35
	Alta estação	270	330	300	300	17,32051	60	62	
20	Baixa estação	90	110	100		100 5,773503	20		21
	Alta estação	275	325	300	300	14,43376	60	62	
21	Baixa estação	90	130	100		110 11,54701	22		25
	Alta estação	200	400	300	300	57,73503	60	83	
22	Baixa estação	50	150	100		100 28,86751	20		35
	Alta estação	270	330	300	300	17,32051	60	62	
23	Baixa estação	90	110	100		100 5,773503	20		21
	Total				12525	2290		975	243

Tabela A.2 Quantidade em unidades de cascas de coco verde consumidas e avaliação da incerteza das informações da cidade de Camamu

Ponto	Estação	Limite inferior	Limite superior	Mediana	Mediana de produção de cascas de coco por mês na alta estação	Mediana de produção de cascas de coco por mês na baixa estação	Incerteza padrão da faixa	Incerteza padrão da fonte	Incerteza padrão combinada alta estação	Incerteza padrão combinada baixa estação
1	Alta estação	1400	1600	1500	1500		57,73503	300	306	
	Baixa estação	500	600	550		550	28,86751	110		114
2	Alta estação	970	1030	1000	1000		17,32051	200	201	
	Baixa estação	140	260	200		200	34,64102	40		53
3	Alta estação	1400	1600	1500	1500		57,73503	300	306	
	Baixa estação	150	250	200		200	28,86751	40		49
4	Alta estação	650	850	750	750		57,73503	150	161	
	Baixa estação	300	400	350		350	28,86751	70		76
5	Alta estação	770	830	800	800		17,32051	160	161	
	Baixa estação	340	460	400		400	34,64102	80		87
6	Alta estação	70	270	170	170		57,73503	34	67	
	Baixa estação	20	80	50		50	17,32051	10		20
7	Alta estação	60	100	80	80		11,54701	16	20	
	Baixa estação	10	30	20		20	5,773503	4		7
8	Alta estação	670	730	700	700		17,32051	140	141	
	Baixa estação	270	390	330		330	34,64102	66		75

	Baixa estação								
	Alta estação	300	500	400	400	57,73503	80	99	
9	Baixa estação	100	200	150		150 28,86751	30		42
	Alta estação	900	1100	1000	1000	57,73503	200	208	
10	Baixa estação	500	600	550		550 28,86751	110		114
	Alta estação	140	200	170	170	17,32051	0	17	
11	Baixa estação	30	70	50		50 11,54701	10		15
	Alta estação	70	270	170	170	57,73503	0	58	
12	Baixa estação	40	60	50		50 5,773503	10		12
Total					8240	2900		600	229

	Baixa estação								
	Alta estação	370	470	420	420	28,86751	84	89	
28	Baixa estação	75	135	105		105 17,32051	21		27
	Alta estação	190	310	250	250	34,64102	50	61	
29	Baixa estação	15	35	25		25 5,773503	5		8
	Alta estação	3350	3550	3450	3450	57,73503	690	692	
30	Baixa estação	315	415	365		365 28,86751	73		79
	Alta estação	190	250	220	220	17,32051	44	47	
31	Baixa estação	15	35	25		25 5,773503	5		8
	Alta estação	3550	3750	3650	3650	57,73503	730	732	
32	Baixa estação	1150	1350	1250		1250 57,73503	250		257
	Alta estação	6200	6300	6250	6250	28,86751	1250	1250	
33	Baixa estação	1845	1905	1875		1875 17,32051	375		375
	Alta estação	4940	5060	5000	5000	34,64102	1000	1000	
34	Baixa estação	1150	1350	1250		1250 57,73503	250		256,6
	Total			70511	57465	13046		2611	749,4

Tabela A.5 Quantidade de coco verde consumido e avaliação da incerteza sobre as informações do município de Canavieiras

Ponto	Estação	Limite inferior	Limite superior	Mediana	Mediana de produção de cascas de coco por mês na alta estação	Mediana de produção de cascas de coco por mês na baixa estação	Incerteza padrão da faixa	Incerteza padrão da fonte	Incerteza padrão combinada alta estação	Incerteza padrão combinada baixa estação
	Alta estação	400	600	500	500		57,73503	100	115	
1	Baixa estação	200	300	250		250	28,86751	50		58
	Alta estação	1970	2030	2000	2000		17,32051	400	400	
2	Baixa estação	440	560	500		500	34,64102	100		106
	Alta estação	300	500	400	400		57,73503	80	99	
3	Baixa estação	70	130	100		100	17,32051	20		26
	Alta estação	500	700	600	600		57,73503	120	133	
4	Baixa estação	350	450	400		400	28,86751	80		85
	Alta estação	370	430	400	400		17,32051	80	82	
5	Baixa estação	140	260	200		200	34,64102	40		53
	Alta estação	400	600	500	500		57,73503	100	115	
6	Baixa estação	220	280	250		250	17,32051	50		53
	Alta estação	150	350	250	250		57,73503	50	76	
7	Baixa estação	50	150	100		100	28,86751	20		35
8	Alta estação	1170	1230	1200	1200		17,32051	240	241	

	Baixa estação	340	460	400		400	34,64102	80		87
	Alta estação	300	500	400	400		57,73503	80	99	
9	Baixa estação	170	230	200		200	17,32051	40		44
	Alta estação	400	600	500	500		57,73503	100	115	
10	Baixa estação	200	300	250		250	28,86751	50		58
	Alta estação	770	830	800	800		17,32051	160	161	
11	Baixa estação	60	180	120		120	34,64102	24		42
	Alta estação	900	1100	1000	1000		57,73503	20	208	
12	Baixa estação	170	230	200		200	17,32051	40		44
	Alta estação	700	900	800	800		57,73503	160	170	
13	Baixa estação	150	250	200		200	28,86751	40		49
	Alta estação	370	430	400	400		17,32051	80	82	
14	Baixa estação	140	260	200		200	34,64102	40		53
	Alta estação	1900	2100	2000	2000		57,73503	400	404	
15	Baixa estação	470	530	500		500	17,32051	100		101
	Total				11750	3870			759	248

Tabela A.6 Quantidade de coco verde consumido e avaliação da incerteza sobre as informações do município de Cairu

Ponto	Estação	Limite inferior	Limite superior	Mediana	Mediana de produção de cascas de coco por mês na alta estação	Mediana de produção de cascas de coco por mês na baixa estação	Incerteza padrão da faixa	Incerteza padrão da fonte	Incerteza padrão combinada alta estação	Incerteza padrão combinada baixa estação
1	Alta	1070	1170	1120	1120		28,86751	224	226	
	Baixa	530	590	560		560	17,32051	112		113
2	Alta	1020	1220	1120	1120		57,73503	224	231	
	Baixa	500	620	560		560	34,64102	112		117
3	Alta	230	330	280	280		28,86751	56	63	
	Baixa	110	170	140		140	17,32051	28		33
4	Alta	208	408	308	308		57,73503	61	84	
	Baixa	80	200	140		140	34,64102	28		45
5	Alta	34	134	84	84		28,86751	16	33	
	Baixa	2	58	28		28	17,32051	5		18
6	Alta	68	268	168	168		57,73503	33	67	
	Baixa	24	144	84		84	34,64102	16		38
7	Alta	350	450	400	400		28,86751	80	85	
	Baixa	166	226	196		196	17,32051	39		43
8	Alta	40	240	140	140		57,73503	28	64	
	Baixa	24	144	84		84	34,64102	16		38
9	Alta	510	610	560	560		28,86751	112	116	
	Baixa	250	310	280		280	17,32051	56		59
10	Alta	180	380	280	280		57,73503	56	80	
	Baixa	80	200	140		140	34,64102	28		45
Total					4460	2212			390	201

Tabela A.7 Quantidade de coco verde consumido e avaliação da incerteza sobre as informações do município de Itacaré

Ponto	Estação	Limite inferior	Limite superior	Mediana	Mediana de produção de cascas de coco por mês na alta estação	Mediana de produção de cascas de coco por mês na baixa estação	Incerteza padrão da faixa	Incerteza padrão da fonte	Incerteza padrão combinada alta estação	Incerteza padrão combinada baixa estação
	Alta estação	500	700	600	600		57,73503	120	133	
1	Baixa estação	70	170	120		120	28,86751	24		38
	Alta estação	390	450	420	420		17,32051	84	86	
2	Baixa estação	30	150	90		90	34,64102	18		39
	Alta estação	900	1100	1000	1000		57,73503	200	208	
3	Baixa estação	250	350	300		300	28,86751	60		67
	Alta estação	970	1030	1000	1000		17,32051	200	201	
4	Baixa estação	240	360	300		300	34,64102	60		69
	Alta estação	2100	2300	2200	2200		57,73503	440	444	
5	Baixa estação	550	650	600		600	28,86751	120		123
	Alta estação	370	430	400	400		17,32051	80	82	
6	Baixa estação	30	50	40		40	5,773503	8		10
	Alta estação	1400	1600	1500	1500		57,73503	300	306	
7	Baixa estação	250	350	300		300	28,86751	60		67
	Alta estação	970	1030	1000	1000		17,32051	200	201	

8	Baixa estação	240	360	300		300	34,64102	60		69
	Alta estação	2100	2300	2200	2200		57,73503	440	444	
9	Baixa estação	550	650	600		600	28,86751	120		123
	Alta estação	1470	1530	1500	1500		17,32051	300	300	
10	Baixa estação	240	360	300		300	34,64102	60		69
	Alta estação	200	400	300	300		57,73503	60	83	
11	Baixa estação	50	150	100		100	28,86751	20		35
	Alta estação	570	630	600	600		17,32051	120	121	
12	Baixa estação	60	180	120		120	34,64102	24		42
Total					11820	2950			869	244