

60 II Congresso Científico Nacional de Engenharia de Produção (CNEP) da UNESPAR
08 a 11 de novembro de 2022

Anais do II CNEP: Logística e tecnologias aplicadas à Engenharia de Produção

Organizadores:

Camila Matos

Fernando Henrique Lermen



Paranaguá

2023

Congresso Científico Nacional de Engenharia de Produção (CNEP) da C749 UNESPAR (2: nov. 8-11, 2023: Paranaguá – PR)

Anais do II Congresso Científico Nacional de Engenharia de Produção (CNEP) da UNESPAR; 8 a 11 de novembro de 2023 / Organização: Camila Matos; Fernando Henrique Lermen – Paranaguá: Unespar, 2023.
56 p.

ISBN 978-65-86807-46-2

Tema central: Logística e tecnologias aplicadas à Engenharia de Produção.

1. Engenharia de Produção – Congressos. I. Matos, Camila (Org.). II. Lermen, Fernando Henrique. III. Título. IV. Título: Logística e tecnologias aplicadas à Engenharia de Produção.

CDD 670.1
23. ed.

Opções para o reaproveitamento residual do coco verde: *insights* de um projeto de extensão desenvolvido no litoral do Paraná

Felipe Sato Rachid^a, David Cordeiro Ramos^a, Vinicius Henrique do Rosário^a, Roni Simão^a, Murillo Vetroni Barros^a

^a Engenharia de Produção, Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR), Rua Comendador Correia Júnior, 117, Centro, Paranaguá, Paraná, Brasil

*Autor correspondente: fsato3596@gmail.com

Resumo: O coco verde é passível da geração de resíduos em larga escala no Brasil devido ao elevado consumo, principalmente na região litorânea, e em épocas que fazem calor. O resíduo apresenta um potencial emissor de gases do efeito estufa, principalmente o gás metano, e contribui para a redução da vida útil desses depósitos, de modo que opções sustentáveis podem ser dadas aos resíduos, com a iniciativa de gerar valor agregado. Nesse aspecto, é necessário pensar em estratégias para evitar o acúmulo desse tipo de resíduo que gera poluição ambiental e visual nas praias. Portanto, o presente artigo tem como objetivo apresentar opções para o reaproveitamento residual do coco verde. Este estudo tomou como base um projeto já iniciado pela UNESPAR campus Paranaguá, com o apoio da Prefeitura local, com o foco em gerar algumas opções sustentáveis (ambiental, econômica e social) para os resíduos do coco verde descartados em uma região do litoral do Paraná.

Palavras-chave: Fibra do coco verde; Resíduo; Reaproveitamento; Compostagem

1. INTRODUÇÃO

O impacto ambiental a partir de resíduos do coco verde nas áreas litorâneas é uma questão que merece atenção. O acúmulo desse tipo de resíduo descartados nas praias é um gargalo que precisa ser resolvido no Brasil, o que evitaria a poluição visual e contaminação do solo e do meio ambiente (SILVA, 2014). Estima-se que o Brasil possua uma área plantada de 100 mil hectares de coqueiro-anão destinados à produção do fruto verde para o consumo da água-de-coco. As cascas geradas por este agronegócio representam entre 80% a 85% do peso bruto do fruto e cerca de 70% de todo lixo gerado nas praias brasileiras. O material descartado em aterros e vazadouros é, como toda matéria orgânica, potencial emissor de gases do efeito estufa (metano), e, contribui para a redução da vida útil desses depósitos. Além disso, o resíduo favorece a proliferação de vetores de doenças, contaminação do solo e corpos d'água, além da inevitável destruição da paisagem urbana em regiões de praias (EMBRAPA, 2021).

Estima que sejam descartados no Brasil cerca de 7 milhões de toneladas de coco verde por ano, e que menos de 2% desses resíduos orgânicos são compostados no Brasil, o que em 2019 representou 300 mil toneladas de resíduos orgânicos reciclados (MARTINS e JESUS JR, 2010).

O coco verde apresenta uma potencial facilidade para a comercialização, devido o baixo custo de aquisição e a alta disponibilidade em regiões litorâneas no Brasil. Contudo, o aumento do consumo aumenta também a possibilidade de geração de impacto ambiental nessas áreas com a produção dos resíduos, principalmente quando descartados de modo ambientalmente incorretos (SILVA, 2014). A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS, 2014) estabelece que somente devem ser enviados para aterros sanitários os resíduos que não tenham mais nenhuma possibilidade de recuperação ou reciclagem, ou seja, os rejeitos; o que não é o caso do coco verde.

Dada essa contextualização, o presente estudo tem o objetivo de apresentar opções para o reaproveitamento residual do coco verde. Nesse sentido, a próxima seção apresenta o desenvolvimento de um projeto de extensão em uma universidade para o reaproveitamento desse resíduo.

2. INSIGHTS DE UM PROJETO DE EXTENSÃO DE RESÍDUOS DE COCO VERDE NO LITORAL DO PARANÁ

2.1 Métodos

Esse trabalho tomou como base um projeto estabelecido pelo curso de Ciências Biológicas da UNESPAR campus Paranaguá, sobre a deterioração do coco verde em aterros sanitários em regiões litorâneas. O projeto teve a parceria da Prefeitura local.

De modo geral, foi distribuído 'latas de lixo' devidamente sinalizada em algumas regiões da orla da praia do litoral do Paraná para a arrecadação seletiva dos resíduos do coco verde. Após efetuada a coleta, os resíduos foram encaminhados a um local adequado com o objetivo extrair a fibra do coco verde. Após a trituração, foi realizada a lavagem do produto, a extração da resina (moldável). Esse material foi destinado para a comunidade local podendo ser utilizado na elaboração de artesanato. No entanto, outras opções também podem ser recomendadas para esse produto (ver seção 3).

2.1 Etapa de recolhimento

O acúmulo do coco verde descartado, acrescido do fato de não poderem ter seu volume reduzido (por causa da dureza), trazem dificuldades logísticas e ambientais. Diferentemente do lixo comum presentes nas praias, os cocos verdes por conta de seu peso e volume se torna difícil a recolha manual. Por isso, o primeiro passo são as campanhas de educação ambiental e sensibilização da população para o descarte em local adequado. Quando descartado em local não adequado pode danificar os recipientes de coleta de lixo que em geral são de plástico, e acabam se quebrando (SILVA, 2014). Nesse sentido, para esse projeto foi utilizado um recipiente mais rígido para que não houvesse a danificação da lata de lixo. Além disso, foi colado um adesivo nos recipientes do lixo, simbolizando ali o local ideal para fazer o descarte do coco verde após o consumo da água de coco.

2.2 Etapa de transporte

Após o descarte, a Sanepar (Companhia de Saneamento do Paraná), em conjunto com a Prefeitura do local, realizou a coleta do resíduo para, então, levá-los a um ambiente adequado para que fosse realizado os processos de separação e extração da fibra.

2.3 Etapa de processamento

Após a chegada dos resíduos no local de processamento foi utilizado um triturador para deixar o material em menor quantidade de volume. As atividades demandaram a movimentação de dez mil cascas de coco. Três integrantes da equipe do projeto cuidaram dessa parte. As fibras foram amontoadas em três leiras de compostagem de três metros de comprimento, dois de largura, e um de altura de fibra de coco triturado, colocada para secagem no sol. O material é considerado um adubo orgânico e sua casca pode ser utilizada para a compostagem para uso em plantio, por exemplo (EMBRAPA, 2019).

3. RESULTADOS

Nº	Descrição	Ilustração
1	Local errado de despejo dos cocos verde, distante da área de trituração. Definidos inicialmente no projeto em seu primeiro dia, tendo então que utilizar um carrinho de mão para transporte de cocos. Aproximadamente vinte cocos por leva.	

2	<p>Resíduos plásticos indevidos junto com o coco verde e atrapalha a equipe, prejudicando a eficiência por precisar parar a trituração para juntá-los e manter o local limpo e organizado. Foram centenas de canudos e outros resíduos junto com o material.</p>	
3	<p>Estado da primeira leva de coco que foi despejada no triturado. Seu estado pútrido danificou o corpo do coco a níveis inutilizáveis para a intenção do projeto, limitando as possibilidades para apenas compostagem. Isso gerou um ciclo irregular, o tempo para se triturar a quantidade era suficiente para a seguinte alcançar o mesmo estado de danos, fazendo com que todas as dez toneladas de coco verde fossem usadas só para adubação.</p>	
4	<p>Visão dos lotes enfileirados em leiras do material após a trituração</p>	

Fonte: Relatório do projeto

4. OPÇÕES PARA O REAPROVEITAMENTO DO COCO VERDE

4.1 Adição de fibras de coco em misturas asfálticas

Com o aumento do tráfego em rodovias e cidades a manutenção e degradação do asfalto é constante. A utilização de uma camada de rolamento com misturas asfálticas mais resistentes é uma alternativa (OLIVEIRA, 2018). A composição da mistura consiste em uma elevada quantidade de agregados graúdos (entre 70 a 80%) preenchidos por um ligante asfáltico (6 a 7%), e fibras que penetram nos espaços vazios formando o revestimento. Este ligante aumenta o contato entre os grãos, formando um revestimento asfáltico resistente e impermeável com um volume de espaços vazios menor que 4% (VALE et al., 2007)

4.2 Manta geotêxtil

A fibra em forma de manta geotêxtil é um material para ser usado em superfícies sujeitas à erosão provocada pela ação de chuvas ou ventos, como em taludes nas margens de rodovias e ferrovias, em áreas de reflorestamento, em parques urbanos, e em qualquer área de declive acentuado ou de ressecamento rápido (OLIVEIRA, 2018). Além disso, o pó de coco (substrato agrícola) é um material biodegradável, renovável, muito leve e bastante parecido com as melhores turfas de *Sphagnum* encontradas na região norte do planeta. Apresenta uma estrutura física vantajosa, proporcionando alta porosidade, alto potencial de retenção de umidade, favorecimento da atividade fisiológica das raízes (ABAD et al., 2002).

4.3 Fibra de coco como isolante termoacústico

A aplicação da fibra de coco junto ao éster breu como isolante termoacústico se torna uma alternativa para resolver problemas oriundos da alta produção desse fruto. Além disso, possui tanino na composição, que age inibindo a ação de fungos e ácaros, principais agentes causadores da alergia, a fibra de coco, quando manufaturada e conformada em chapas, torna-se uma excelente opção no que tange ao isolamento térmico e acústico, possuindo uma área ampla de aplicação. A produção em larga escala, faz com que o custo do compósito seja reduzido consideravelmente, apresentando potencial de se destacar no mercado, devido ao baixo custo e alta qualidade. Dessa forma, pessoas que sofrem com o calor excessivo, principalmente na região norte e nordeste brasileiro tem a oportunidade de adquiri-lo (MORETTO, 2020).

5. CONCLUSÕES

O presente trabalho conclui que existe uma elevada quantidade de resíduos de coco verde no litoral do Paraná que possibilidades sustentáveis existem. A fibra do coco verde possui um valor agregado e pode gerar a confecção de vasos de fibra de coco, que substituem o xaxim, por exemplo. Outras recomendações são voltadas ao desenvolvimento de artesanato com esse tipo de material, podendo gerar emprego e renda para a comunidade local.

Além disso, outra recomendação é aproveitar esse resíduo para compostagem, junto com o pó triturado. Opções alternativas também são indicadas, como mistura asfáltica, manta geotêxtil, e isolante termoacústico.

REFERÊNCIAS

- ABAD, M., NOGUERA, P. **Substratos para o cultivo de suelo e fertirrigación**. Em: CADAHIA, C. (Coord.) Fertirrigación. Cultivos Hortícolas y Ornamentales. p. 287-342. Madrid Mundi-Prensa, 2002.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Embrapa divulga vídeo sobre como utilizar a casca de coco na compostagem**. 2021.
- MARTINS, C. R.; DE JESUS JÚNIOR, L. A. **Evolução da produção de coco no Brasil e o comércio internacional: panorama 2010**. Embrapa Tabuleiros Costeiros-Documents (INFOTECA-E), 2010.
- MORETTO, B. F. et al. **Estudo do uso da fibra do coco como isolante termo-acústico**. INOVAE-Journal of Engineering, Architecture and Technology Innovation (ISSN 2357-7797), v. 8, n. 1, p. 95-116, 2020.
- OLIVEIRA, S. M. S. **Estudo do reaproveitamento da casca do coco verde na cidade de Salvador: alternativas sustentáveis**. 2018. 29 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Gestão de Recursos Hídricos, Ambientais e Energéticos) - Instituto de Educação a Distância, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, São Francisco do Conde, 2018.
- PNRS - Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Gestão de resíduos sólidos urbanos no Brasil**. 2014.
- SILVA, A. C. da. Reaproveitamento Da Casca De Coco Verde, **Revista Monografias Ambientais**, v. 13, n. 5, p. 4077-4086, 2014. DOI: 10.5902/2236130815186.
- VALE, A. C. do; SOARES, J. B.; CASAGRANDE, M. D. T. **Aplicabilidade de fibras de coco em misturas asfálticas tipo SMA**. In: Congresso brasileiro de pesquisa e desenvolvimento em petróleo e gás, 4^o, 21 a 24 out. 2007, Campinas, São Paulo, Brasil. Anais[...] Campinas, São Paulo, 2007.

Classificação: Artigo completo

Previsão do recebimento de cargas em uma empresa Portuária

Vitor Gabriel Sarraff Domingues^a, Filipe dos Santos Gonçalves^a, Durval Henrique Bubola da Silva^a, Gustavo de Souza Matias^a, Camila Matos^{a,b}

^a Engenharia da Produção, Universidade Estadual do Paraná - *Campus* Paranaguá, rua Comendador Correia Junior, 117, Centro, 83203-762, Paranaguá-PR.

^b Engenharia da Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) R. Doutor Washington Subtil Chueire, 330 - Jardim Carvalho, 84017-220, Ponta Grossa, Paraná.

Resumo: Este estudo teve como objetivo realizar a previsão de recebimento de cargas com líquidos inflamáveis em uma empresa do setor logístico que realiza o transporte intermunicipal e interestadual. Para realizar tais análises, o método Auto Arima foi utilizado a partir do *software* RStudio, com linguagem de programação em R. A amostra analisada contou com 270 dados, considerando os turnos de trabalho manhã, tarde e noite da empresa, ou seja, os dados são respectivos a 89 dias, e o período considerado foi entre os meses de fevereiro à abril do ano de 2022. Através da geração de gráficos e índices revelados foi possível realizar análises estatísticas da maneira como os dados se comportam, identificando uma sazonalidade de frequência três na série temporal. Foi possível notar uma diferença significativa de carregamento entre os turnos, que de contrapartida para um cenário empresarial futuro, sugere-se o estudo da viabilidade dos turnos de trabalho e redistribuição dos funcionários.

Palavras-chave: Previsão de demanda; Auto Arima; Série temporal

1. INTRODUÇÃO

Em busca da eficiência produtiva e do atendimento a demanda, as organizações precisam planejar e controlar sua produção, garantindo que os processos produtivos ocorram de forma eficaz (DE ALMEIDA, 2021). Uma das etapas mais importantes no planejamento é a previsão de demanda, pois permite que haja uma organização, fazendo com que gastos e custos inesperados não aconteçam (LEITE e BRITO, 2016).

A previsão de demanda é o pilar para o planejamento estratégico da produção num todo e para os variados setores da empresa como vendas, finanças, entre outros. (FERNANDES;

FILHO, 2010). Para Moreira (2011), a previsão de demanda é um processo lógico que busca informações sobre o valor das vendas futuras de um produto ou de um conjunto de produtos. Quando possível, a previsão deve fornecer também informações sobre a qualidade e a localização (caso necessário, lugar onde se tem maior índice de demanda) dos produtos no futuro.

Este estudo teve como objetivo realizar a previsão de recebimento de cargas com líquidos inflamáveis em uma empresa do setor logístico que realiza o transporte intermunicipal e interestadual, localizada em Paranaguá, Paraná. O foco operacional da empresa é a distribuição logística de líquidos inflamáveis a granel, contando com carregamento em caminhões tanque (CT), e carregamento em vagões tanque. Neste estudo, apenas os dados de carregamento em CT foram utilizados.

As atividades da empresa acontecem em turnos desta forma percebe-se as atividades laborais no período noturno demandam um desgaste a mais do colaborador, podendo este ser uma variável à mais na produtividade do turno. Segundo Renata Federighi, consultora do sono da Duoflex, trocar a noite pelo dia pode prejudicar e muito a saúde do indivíduo. “O sono diurno nunca compensa em termos de qualidade e também de quantidade as horas não dormidas no período da noite. Fatores como ausência da luz, as temperaturas do corpo, além da secreção da melatonina, são encontradas apenas durante o sono noturno”, afirma Renata (TRABALHO, 2009).

A aplicação da previsão de demanda neste caso, é de suma importância para o mundo corporativo, principalmente ao setor de logística, pois é possível analisar a previsão, tendência, sazonalidade, e realizar análises futuras, prevendo a viabilidade dos turnos para uma possível realocação de funcionários. Tal previsão, serve como subsídio para planejamento de layout, capacidade produtiva e balanceamento de linha da empresa.

2. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

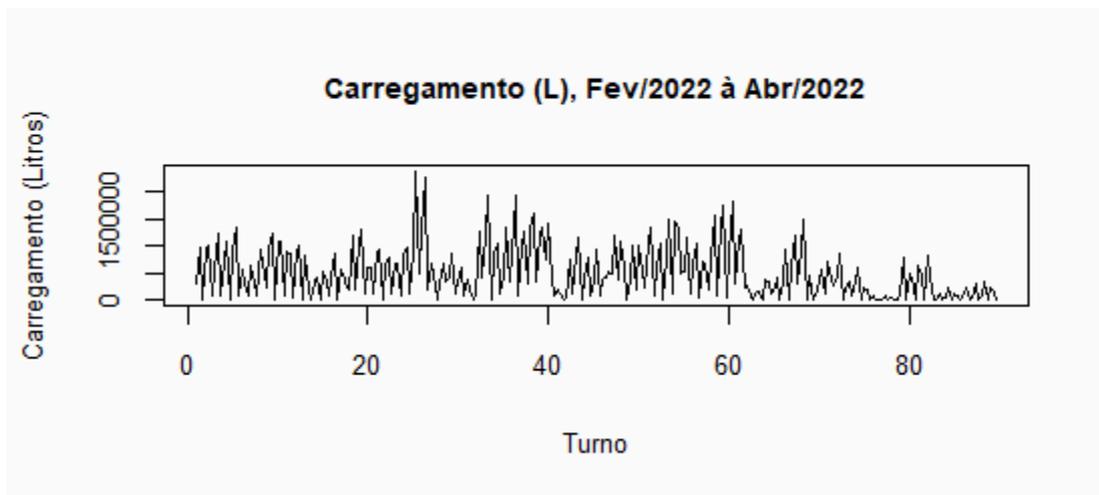
A sequência metodológica das atividades segue a lógica de estudos que envolvem estatística aplicada, utilizando o modelo de Bryman & Cramer (2004) que visa, após a coleta de dados tratados, a análise e aplicação dos modelos, neste caso, o Auto Arima.

A coleta de dados foi realizada em uma empresa portuária, de líquidos inflamáveis, localizada em Paranaguá. Foram coletados 270 dados, distribuídos entre os turnos de manhã, tarde e noite, ou seja, 89 dias ao todo. Em seguida o comportamento da série de dados foi

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o estudo uma amostra de 270 dados foi coletada, distribuídos entre os turnos de manhã, tarde e noite, ou seja, 89 dias compõem a série. Na Figura 1 é possível observar o comportamento da série.

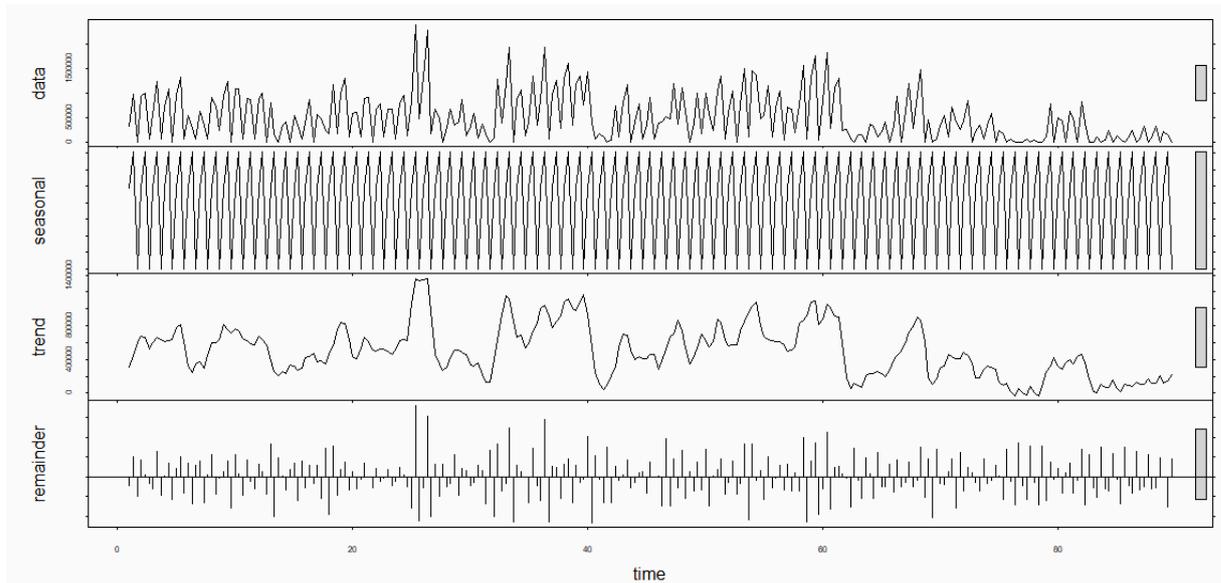
Figura 1 - Gráfico dos dados originais



Fonte: Elaboração própria

O gráfico apresenta a quantidade de carga em litros recebido, no eixo y, de acordo com os dias, no eixo x. Através deste gráfico é possível observar a aleatoriedade dos dados, eles demonstram serem bem distribuídos, portanto, não se pode provar, precisamente, se há sazonalidade e/ou tendência nesta série.

Posteriormente, foi preciso decompor o gráfico, para que assim, haja evidência precisa do tipo de demanda que está sendo tratada, a decomposição da série é feita através dos dados originais e tem o objetivo de identificar a existência de sazonalidade, tendência e correlação da série, como mostra na Figura 2.

Figura 2 - Gráfico de decomposição da série

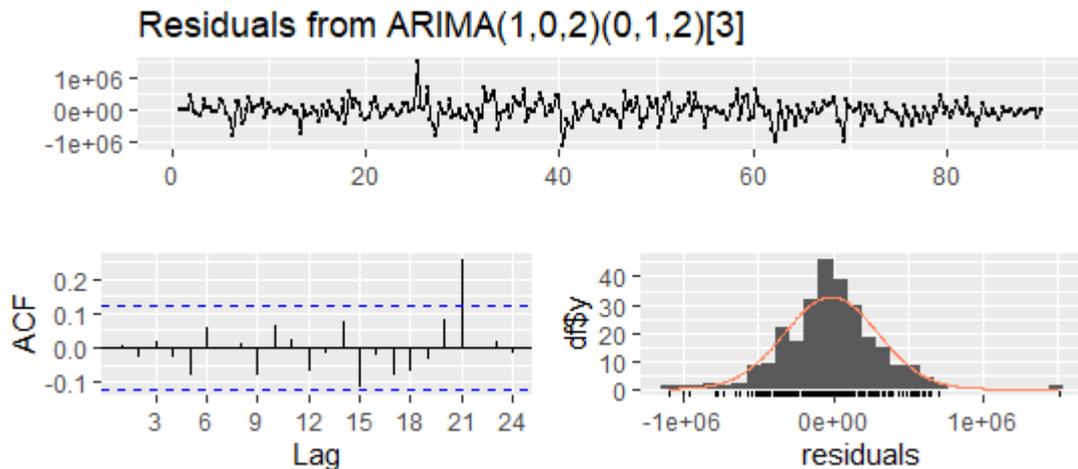
Fonte: Elaboração própria

A decomposição do gráfico evidenciou a existência de sazonalidade da série somente, sendo o turno de tarde o que mais recebe cargas, o turno da noite o que menos recebe (com muitos valores iguais a 0), e o turno da manhã entre os dois. Nota-se que há uma sazonalidade na série, desta maneira, para realizar a previsão das cargas para os próximos períodos, foi utilizado o modelo Auto Arima.

O modelo obtém dois vetores que, neste caso, foram gerados sendo: (1, 0, 2) para a tendência e (0, 1, 2) para a sazonalidade. Em seguida, foi possível analisar a forma como os resíduos se comportam em relação aos dados da série temporal com a plotagem de um gráfico de linha, conforme Figura 3.

É possível notar também a autocorrelação existente dos dados da série temporal e podemos analisar a distribuição dos dados de maneira a identificar a normalidade ou não normalidade dos resíduos.

Figura 3 - Gráficos residuais, correlação e normalidade

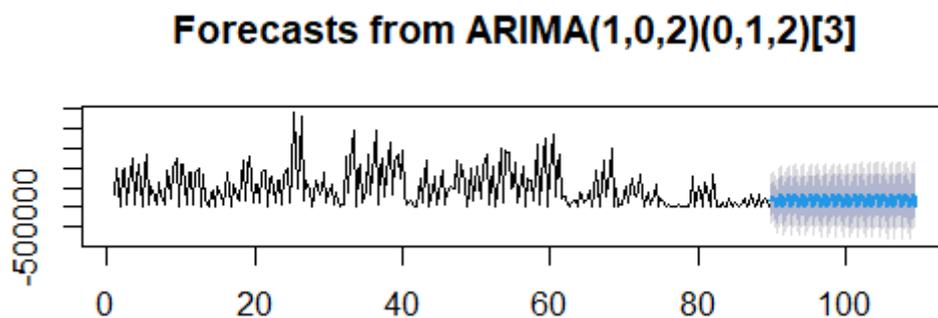


Fonte: Elaboração própria

Nota-se que o gráfico não difere muito dos dados originais, o que indica que os resíduos não variam muito a série. O diagrama de autocorrelação (ACF) demonstra que quase todos os dados se comportam dentro dos limites, há somente um ponto fora dos limites, que demonstra que em algum momento, um dado interfere no outro dentro da própria série, mas em suma, eles não têm grande correlação. Quanto ao histograma, visualmente, nota-se que existe distribuição normal dos resíduos, portanto os resultados podem ser validados.

Diante dos resultados, foi realizada a previsão de 60 dados, na prática, para 20 dias de carregamento, a partir do código “`prev = forecast(mod, h = 60)`”. Os valores gerados contemplam a previsão exata dos dados e os residuais, de maneira que gera um limite superior e um limite inferior que age como uma margem de erro para a previsão. Posteriormente o gráfico, mostrado na Figura 4, de previsão foi plotado.

Figura 4 - Gráfico da previsão dos dados futuros



Fonte: Elaboração própria

O gráfico da Figura 4, que apresenta a previsão de demanda corrobora com os parâmetros do modelo que indicam a presença de tendência e sazonalidade, pois conforme observa-se no gráfico existe um padrão que se repete em períodos de tempo indicando sazonalidade, também existe um decréscimo da demanda indicando tendência de decaimento.

Após a realização do estudo, é possível notar uma diferença significativa de carregamento entre os turnos, que de contrapartida para um cenário empresarial futuro, sugere-se o estudo da viabilidade dos turnos de trabalho e redistribuição dos funcionários. Com a previsão é possível definir uma melhor estratégia da organização em relação a previsão de recebimento e conseqüentemente avaliação da sua capacidade de armazenamento.

4. CONCLUSÕES

O objetivo do estudo foi realizar a previsão de recebimento de cargas com líquidos inflamáveis em uma empresa do setor logístico que realiza o transporte intermunicipal e interestadual.

Através da aplicação do Auto Arima foi possível identificar tendência e sazonalidade pela interpretação dos parâmetros do modelo, o modelo foi ajustado aos dados, sendo validado pelo resíduo, pois identificou-se uma distribuição normal do resíduo. Por meio do modelo foi possível fornecer uma previsão que pode contribuir para o planejamento da empresa.

Para um planejamento adequado em uma organização é essencial serem feitas análises de resultados, desta forma se destacam as ferramentas que possam trazer um resultado rápido e fácil na interpretação dos dados. O software Rstudio utilizado para aplicação nos permite ver de forma clara as análises estatísticas, permitindo fazer apresentações e previsões claras desses dados.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10520: Informação e Documentação - Citações em Documentos - Apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2002a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14724: Informação e Documentação - Trabalhos acadêmicos - Apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6023: Informação e Documentação - Referências - Elaboração. Rio de Janeiro: ABNT, 2002b.

BARBIERI, J.C. Gestão ambiental empresarial. São Paulo: Saraiva, 2004.

DE ALMEIDA, Maria da Glória Diniz et al. Estudos de Caso sobre Melhoria Contínua para o Ensino de Engenharia de Produção. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Jose-Salvador-Reis/publication/358423543_Estudos_de_caso_sobre_melhoria_continua_para_o_ensino_de_engenharia_de_producao_-_Volume_2/links/6201e3b85bdf0f2ef854c1c7/Estudos-de-caso-sobre-melhoria-continua-para-o-ensino-de-engenharia-de-producao-Volume-2.pdf>. Acesso em 16 jun 2022.

DE OLIVEIRA, Eduardo Santos; DE ALMEIDA DOURADO, José Diamantino; MELLO, José André Villas Boas. Aplicação de modelos de previsão de demanda em uma fábrica de embalagens plásticas. Revista da Universidade Vale do Rio Verde, v. 15, n. 2, p. 354-373, 2017.

FERNANDES, Flavio C. F.; FILHO, Moacir G. Planejamento e Controle da Produção: dos fundamentos ao essencial. São Paulo: Atlas, 2010.

Holt, C. E. Forecasting seasonals and trends by exponentially weighted averages (O.N.R. Memorandum No. 52). Carnegie Institute of Technology, Pittsburgh USA, 1957.

HYNDMAN, Rob J.; ATHANASOPOULOS, George. Forecasting: principles and practice. OTexts, 2018.42, 1960.

LEITE, B. C. C; BRITO, A. V. Aplicação De Métodos De Previsão De Demanda Em Uma Empresa De Sucata Localizada Em Maracanaú/Ce. GEPROS. Gest. prod. oper. sist., Bauru, São Paulo -SP (Brasil) ISSN: 1984-2430. v. 11, n. 1 (2016).

MOREIRA, Daniel Augusto. Administração da Produção e Operações. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

Winters, P. R. Forecasting sales by exponentially weighted moving averages. Management Science, 6(3), 324–332. DEB, J. C.; HALIM, M. A.; AHMED, E. An allometric equation for estimating stem biomass of *Acacia auriculiformis* in the north-eastern region of Bangladesh. <http://dx.doi.org/10.2989/20702620.2012.701429>, v. 74, n. 2, p. 103–113, jul. 2012.

Aplicação da rede PERT/CPM em uma empresa de contabilidade

Aline Cristine Marcelino Pinto^a, Nathalya Albina da Silva Pereira^a, Stéphany Christine Maciel da Graça^a, Vinicius dos Santos Skrzyszowski^a, Camila Matos^{ab}

^a Engenharia de Produção, Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR) R. Comendador Correia Júnior, 117 - Centro, 83203-560, Paranaguá, Paraná

^b Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) R. Doutor Washington Subtil Chueire, 330 - Jardim Carvalho, 84017-220, Ponta Grossa, Paraná

Resumo: É notório que as empresas possuem muitos objetivos, nos quais abrangem a maximização dos seus lucros, diminuir o tempo ocioso de suas atividades, entre outras muitas necessidades imprescindíveis que elas almejam. Portanto, faz-se necessário a criação de ferramentas que possam auxiliar nas tomadas de decisões para saber em que focar para alcançar o seu propósito. O presente estudo visou identificar os problemas diante das entradas e saídas do departamento de pessoas de uma empresa de contabilidade situada no município de Paranaguá. Em relação a aplicação metodológica, utilizou-se a ferramenta Rede PERT, onde é apresentado o problema de um grande fluxo de trabalho no desenvolvimento de folhas de pagamento para seus clientes. A partir dos dados coletados durante as entrevistas obteve-se as variáveis para inserir nas ferramentas, possibilitando uma tomada de decisão com base nos resultados.

Palavras-chave: Pesquisa Operacional; Contabilidade; PERT.

1. INTRODUÇÃO

A complexidade de manter as atividades de uma empresa com cronogramas constantes, sem atrasos e sem acréscimos de custos é essencial para a lucratividade e crescimento. Para tanto, diante das interdisciplinaridades da área de Pesquisa Operacional, nota-se que são várias as ferramentas que podem auxiliar na organização empresarial (Blackett, 1950).

Em relação às ferramentas e técnicas abordadas na literatura, é notório citar: PERT/CPM

(Zhiwei et al., 1994), Árvore de decisão (Myles et al., 2004), Método Simplex (Dantzig, 1990), Método M Grande (Cococcioni et al., 2021) e Dualidade (Campanharo et al., 2011). Neste caso, a aplicação da rede PERT/CPM foi realizada com o intuito de identificar o caminho crítico de todas as atividades do departamento de pessoas de uma empresa contábil e entregar o projeto acelerado com o menor custo.

A gestão de projetos e a imprescindibilidade de garantir a entrega de todos os requisitos e processos torna-se essencial nas empresas que visam destaque e credibilidade nas relações de negócios, e apesar da maior aplicação da rede PERT (Program Evaluation and Review Technique)/CPM(Critical Path Method) em projetos de construções civis, nota-se que existe crescimento na viabilização dessa ferramenta em outras áreas e setores do mercado e empresas, respectivamente (Schonberger, 1981).

Além disso, é notório citar que um projeto pode ser definido como todas as atividades realizadas; seja em uma construção civil, setor empresarial, linha produtiva e entre outros, que apresentam interdependência entre si para que as saídas sejam entregues em um tempo determinado. E após constatar a complexidade da área de contabilidade e mapear os departamentos fiscal, pessoal e contábil da empresa, ficou idealizada a aplicação da rede PERT/CPM como uma forma de ajudar o setor pessoal na organização das atividades e otimização do tempo (Vergara et al., 2017; Prado, 2015).

2. REDE PERT

A Pesquisa Operacional é aplicada principalmente a questões relacionadas à compreensão da condução e coordenação das atividades realizadas por uma organização (Morse, et al. 2003; Jensen & Bard, 2002). Por meio dos dados coletados através da pesquisa de campo, para este estudo constatou-se necessário o uso da ferramenta *Program Evaluation and Review Technique*, também conhecido como Método do Caminho Crítico (Rede PERT).

A Rede PERT aborda um conjunto de técnicas que auxilia no planejamento, sequenciamento e acompanhamento de projetos. Esta técnica possibilita diversos tipos de análise dos processos a partir de uma perspectiva gráfica, ou seja, por meio de um diagrama de rede. Por consequência, possibilita a identificação da estimativa do tempo máximo e mínimo do processo, visualização das folgas existentes nas atividades que não são críticas, percepção das atividades mais críticas do processo e a interdependência de cada atividade (Tubino, 2000; Duffy, 2006).

2.1 Construção do Diagrama de Rede

Segundo Martins et al. (2005) projetos são constituídos por um conjunto de atividades independente, mas que estão conectadas umas às outras. O primeiro passo para a elaboração da rede PERT é a construção do diagrama de rede, onde são apresentadas todas as atividades e suas dependências (Tubino, 2000).

Segundo Cezar e Sanches (2014) os conceitos de evento e atividades exercem diversas características, neste caso os eventos “são pontos no tempo quando se toma uma decisão. Nesses pontos não é necessário trabalho, já que são considerados os objetivos” (Cesar, Sanches, 2014). Enquanto as atividades são divididas em quatro categorias:

- a) Atividades dependente: atividades que dependem da execução de outra;
- b) Atividades Paralelas: atividades que acontecem paralelamente em dois eventos;
- c) Atividades Fantasmas: utilizada quando existem atividades independentes, mas que compartilham das mesmas atividades antecedentes (Estas atividades não consomem tempo e nem recursos);
- d) Atividades Condicionantes: atividades que só podem ser executadas somente sob determinadas condições.

A Figura 1 apresenta um exemplo de um diagrama de Rede.

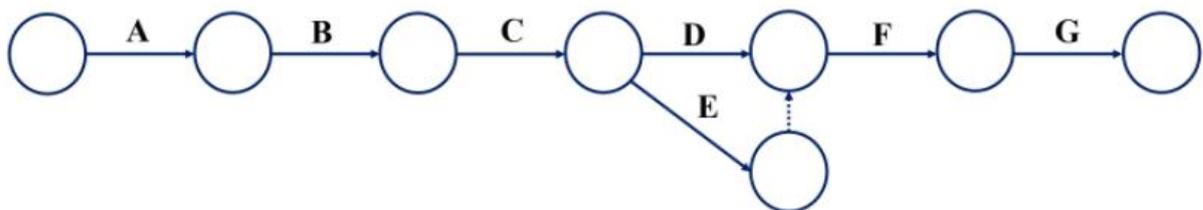


Figura 1:Exemplo de um Diagrama de Rede

De acordo com Tubino (2000), as setas representam as atividades do projeto que consomem determinado recurso e/ou tempo, quanto os nós representam o momento de início e fim das atividades, e podem ser chamados de eventos, que por sua vez são pontos no tempo que demarcam o projeto e, diferente das atividades, não consomem recursos, nem tempo.

É possível perceber, na Figura 1, que a atividade A é independente de qualquer outra atividade. Contudo, as atividades B e C dependem de outras atividades para serem realizadas, a segunda (B) depende da primeira (A) e a terceira (C) depende da segunda (B), portanto são consideradas atividades dependentes e condicionantes. Além disso, de uma única atividade (C)

podem ser geradas duas ou mais tarefas (no caso D e E) e, em alguns casos, as atividades podem ter dependência de duas ou mais atividades. No Diagrama de Rede apresentado nota-se um exemplo desta situação, ilustrado no diagrama tem-se a atividade F, que necessita que as atividades D e E sejam realizadas para dar início ao seu processo. Nesse mesmo caso, encontra-se o exemplo da linha fantasma da atividade E para a atividade F, já que só pode haver uma única atividade entre acontecimentos sucessivos.

2.2 Construção do Caminho Crítico

Caminho crítico é aquele que possui maior duração de tempo para ser concluído e, conseqüentemente, determina o tempo total do projeto (Tubino, 2000). Ou seja, qualquer atraso no caminho crítico afeta diretamente na conclusão do projeto. O caminho crítico também possui conceitos, como o cálculo dos tempos do evento, que podem ser definidos como Cedo e Tarde. Segundo Tubino (2000), são definidos como:

- a) Cedo: tempo necessário para que o evento seja concluído, ou seja, deve ser adotado o tempo máximo de conclusão entre uma atividade e outra. O cálculo corresponde à soma do Cedo do evento Inicial mais o valor do seu tempo de execução.
- b) Tarde: última data de início das atividades do evento, ou seja, é o valor mínimo entre o tempo de início da atividade que parte deste evento. O cálculo corresponde ao Tarde do evento menos o seu tempo de execução.

A partir destes cálculos é possível determinar o caminho que não possui folgas, ou seja, o dito caminho crítico.

3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Este estudo emprega uma abordagem qualitativa (Knox, S., & Burkard, A. W., 2009), por meio de entrevista semi-estruturada aplicada aos colaboradores da empresa, e a aplicação da metodologia de Pesquisa Operacional o *Program Evaluation and Review Technique*, mais conhecido como Método do Caminho Crítico (Hillier, F. S., & Lieberman, G. J., 2013).

3.1 Pesquisa de campo

A entrevista semi-estruturada foi realizada por meio da plataforma *online*, *Google Meet*, com os colaboradores envolvidos no processo. A entrevista empregou questões de acordo com o tipo de serviço ofertado pela empresa, com o objetivo de mapear todas as atividades e processos da organização (Biazzo, S., 2002; Anjard, R., 1998).

Inicialmente foram realizadas questões acerca do número de funcionários e os setores existentes da organização, a fim de compreender as atividades desempenhadas por cada setor.

Na próxima etapa, foram realizadas questões mais específicas sobre cada departamento, com o intuito de entender claramente cada atividade elaborada por estes setores. Ao final do mapeamento destes processos, havia a necessidade de efetuar algumas perguntas para a estruturação final das atribuições de cada setor, sendo elas: se há a dependência entre as atividades existentes na organização, sobre o número de pessoas para realização destas atividades, o custo destas atividades e, por fim, acerca do tempo máximo e mínimo necessário para realização total das atribuições de cada setor.

3.2 Seleção do Departamento da Empresa

A empresa estudada possui três departamentos: fiscal, pessoal e contábil, dentre eles o departamento Pessoal apresenta maiores gargalos de serviço, portanto foi o departamento escolhido como objeto de estudo. Entende-se aqui que a escolha deste método foi realizada no intuito de identificar as atividades, do setor da empresa de contabilidade, que mais possuía gargalos no processo para que então fosse possível a aplicação do método da Rede PERT.

4. Resultados e Discussão

O setor de departamento pessoal trata de assuntos empresariais, seja uma empresa de pequeno, médio ou grande porte e com isso têm-se algumas atividades específicas sendo realizadas, tais como: registro de funcionários; admissão ou demissão de funcionários; cálculo de férias; cálculo de folha de pagamento; emissão de guias trabalhistas; alteração de contratos; e, entre outras. A Tabela 1 apresenta os tempos de cada atividade realizada pelo setor em estudo.

Tabela 1 - Tabela de Atividades do setor Pessoal da empresa em estudo

Atividade	Duração (min)
Registro de Funcionários	00:01 min
Fechamento de cartão ponto:	00:20 min por empregado
Fechamento da folha de pagamento:	00:01 min por empregado
Emissão de impostos: FGTS, INSS, IR	00:20 min por empresa
Envio dos impostos e folha por email	00:01 min máximo por cliente
Presencial: Menor distância percorrida	00:05 min
Presencial: Maior distância percorrida	00:45 min
Emissão de recibos, Férias, 13º Salário:	00:05 min por cliente
Rescisões:	00:03 min por funcionário

Para fazer a aplicação da metodologia PERT, foi necessário organizar as atividades do setor do Departamento Pessoal e seus devidos critérios como: dependência; duração normal e acelerada; custo normal e acelerado de cada atividade; e, custo total e custo marginal. Após o



mapeamento, as informações foram estruturadas de maneira que pudesse ter uma melhor observação dos dados, como mostra a Tabela 2.

Tabela 2 - Tabela de Atividades

	Atividades	Dependência	Duração Acelerada	Duração Normal	Custo Normal	Custo Acelerado	Custo Marginal
Registro de Funcionários	A	-	1	4	R\$ 25,00	R\$ 43,75	6,25
Fechamento de cartão ponto:	B	A	10	90	R\$ 15,00	R\$ 28,00	0,1625
Fechamento da folha de pagamento:	C	B	10	20	R\$ 30,00	R\$ 45,00	1,5
Emissão de impostos: FGTS, INSS, IR	D	A	20	60	R\$ 20,00	R\$ 33,00	0,325
Envio dos impostos e folha por email	E	D	1	2	R\$ 5,00	R\$ 7,50	2,5
Presencial: Menor distância percorrida	F		1	5	R\$ 5,00	R\$ 9,00	1
Presencial: Maior distância percorrida	F		20	45	R\$ 25,00	R\$ 39,00	0,56
Emissão de recibos, Férias, 13º Salário:	G	C	1	5	R\$ 30,00	R\$ 54,00	6
Rescisões:	H	D, G	1	5	R\$ 30,00	R\$ 54,00	6

Para obter-se o valor do custo marginal, foi preciso aplicar a Equação (1):

$$\text{Custo Marginal} = \frac{CA - CN}{DN - DA} \quad (1)$$

onde CA é o custo acelerado, CN é o custo normal, DN é a duração normal e DA é a duração acelerada. O valor do custo marginal é utilizado para decidir qual atividade do caminho crítico deve ser acelerada primeiro.

Depois dos dados ordenados, iniciou-se a montagem da Rede PERT para encontrar o caminho crítico e descobrir qual atividade estava tomando mais tempo do funcionário da empresa. A Figura 4 apresenta o cenário das atividades realizadas em ritmo normal.

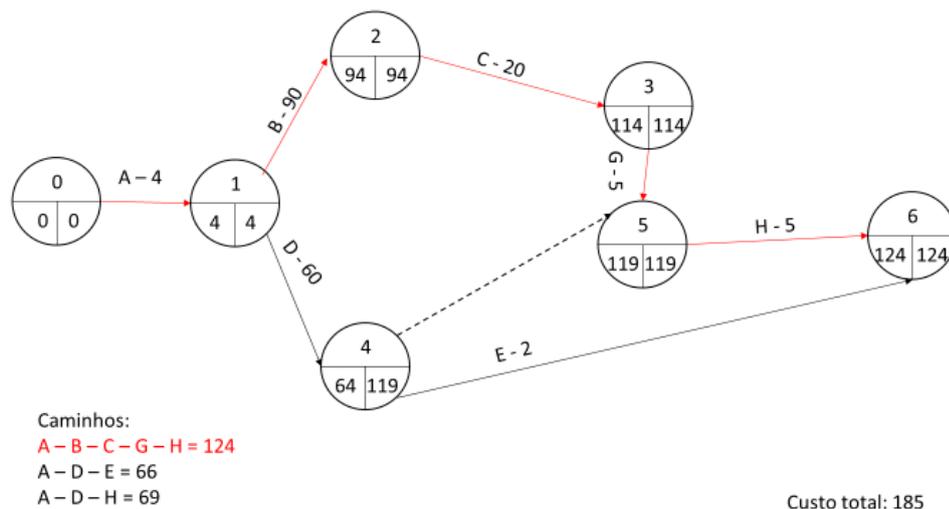


Figura 2: Rede PERT das atividades realizadas em ritmo normal

Nota-se que o custo total das entregas está em R\$185,00 e as atividades A, B, C, G e H fazem parte do caminho crítico, ou seja, essas atividades podem e devem ser aceleradas em busca de entregas mais ágeis aos clientes.

A seguir, na Figura 3, pode-se observar que foram necessárias realizar a aceleração da rede em 7 vezes, além de notar que o caminho crítico mudava conforme as acelerações eram feitas.

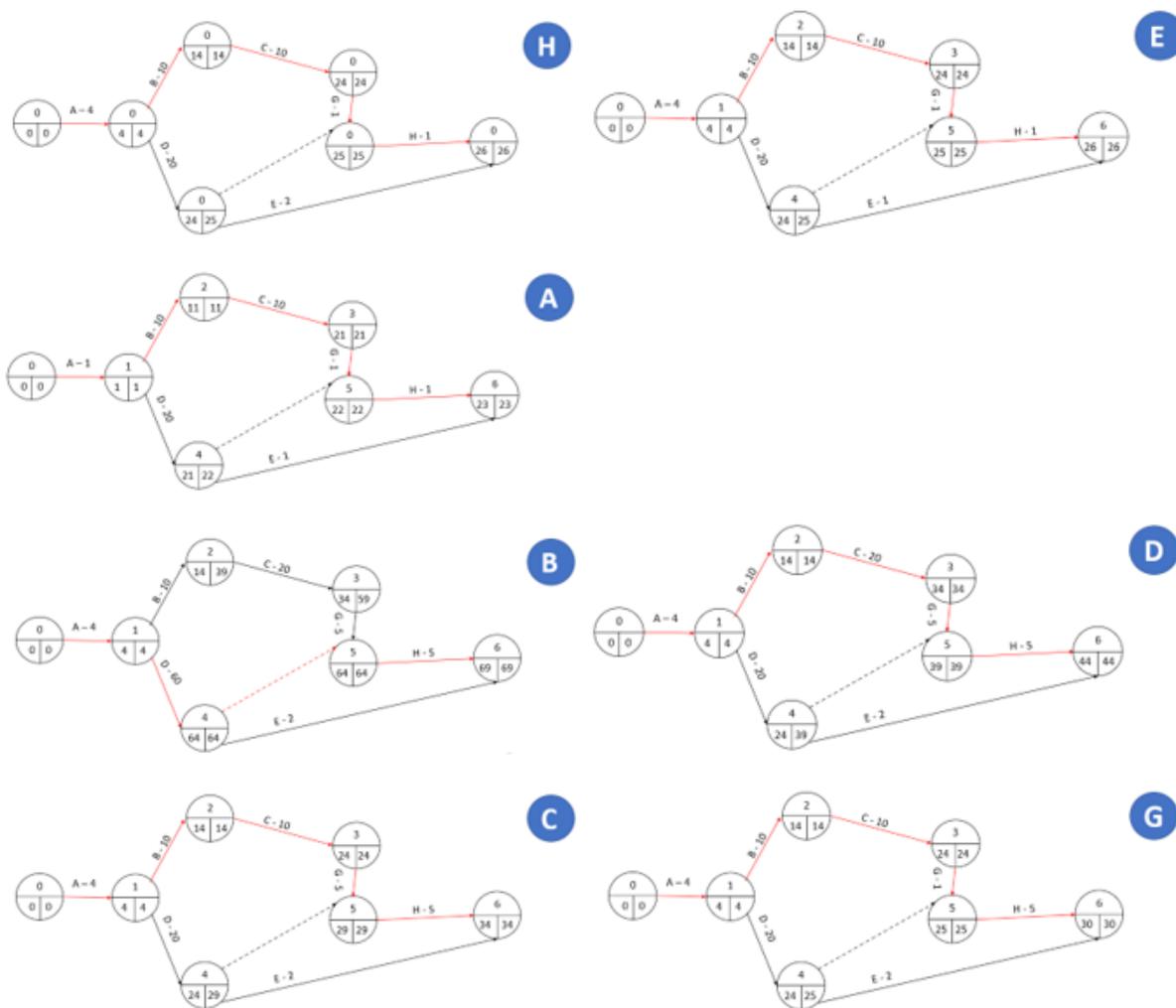


Figura 6: Rede Pert (Aceleração H, E e A)

Para o cálculo do custo total foi efetuada a somatória dos valores de todas as atividades descritas na Tabela 2, já para o cálculo do custo total acelerado, como mostra nas imagens acima foi necessário o uso da equação: $(CM * x) + CT$, onde CM é o custo marginal, X é a quantidade de vezes que a atividade foi acelerada e CT é o custo total.

Para acelerar uma atividade é preciso que ela faça parte do caminho crítico e possua o menor custo marginal, acelera-se a atividade e reconstrói novamente a rede, incluindo os cálculos de cedo e tarde, além de atualizar o valor do custo acelerado.

Na Figura 6, na parte que representa a aceleração da Atividade A, é possível perceber que as atividades A, B, C, G e H formam o caminho crítico, ou seja, elas não podem sofrer atrasos para não prejudicar o fluxo total da empresa e não ter perda de lucro. Ao final das sete acelerações, obteve-se o custo total de R\$ 295,25. Portanto caso seja necessária a entrega mais

rápida das atividades propostas pelo setor, a empresa terá um custo maior, conforme apresentado, devendo aumentar o valor de seus serviços proporcionalmente.

5. CONCLUSÕES

O presente estudo teve como propósito o mapeamento das atividades do setor do departamento pessoal em uma empresa de contabilidade, além de identificar as tarefas que possuem folgas para eliminar o tempo ocioso e aumentar os seus lucros, com o auxílio da Rede PERT, para gerenciamento e controle das tarefas. Contudo, foi aplicada uma breve pesquisa semiestruturada para o mapeamento e separação dos critérios de todas as atividades em questão que são necessárias para criar a rede PERT. Após acelerar em 7 vezes a rede, foi possível identificar as atividades que estavam tomando mais tempo do funcionário, assim como ao mesmo tempo, obteve-se o retorno financeiro estimado acelerando as atividades ociosas.

Como contribuição prática do estudo é possível salientar a aplicação do questionário semiestruturado com o funcionário da empresa. Com relação a contribuição teórica da pesquisa, é possível salientar a estruturação de uma tabela com todas as atividades presentes no setor estudado, além disso é importante ressaltar o auxílio com os embasamentos teóricos que os autores citados compuseram.

Por fim, como limitações, foi identificado uma complexidade em analisar os valores das atividades, tendo em vista que a empresa trabalha com pacotes de serviço para diferentes tamanhos de empresas. Para futuras pesquisas, recomenda-se a análise de mais de um setor da empresa para ter o *feedback* do retorno financeiro para a empresa como um todo.

REFERÊNCIAS

- ANJARD, Ron. Process mapping: a valuable tool for construction management and other professionals. **Facilities**, 1998.
- BLAZZO, Stefano. Process mapping techniques and organisational analysis: Lessons from sociotechnical system theory. **Business Process Management Journal**, 2002.
- BLACKETT, P. M. S. Operational research. **Journal of the Operational Research Society**, v. 1, n. 1, p. 3-6, 1950.
- CAMPANHARO, Andriana SLO et al. Duality between time series and networks. **PLoS one**, v. 6, n. 8, p. e23378, 2011.
- CEZAR, V. P.; SANCHES, A. L. Análise de caminhos críticos em redes PERT/CPM probabilísticas, utilizando Simulação de Monte Carlo. **Anais do XXXIV ENEGEP**, 2014.
- COCOCCIONI, Marco; FIASCHI, Lorenzo. The Big-M method with the numerical infinite M. **Optimization Letters**, v. 15, n. 7, p. 2455-2468, 2021.
- DA SILVA, Wesley Vieira et al. Comparison of supplier proposals with the decision tree method/Avaliação da escolha de um fornecedor sob condição de riscos a partir do método de árvore de decisão. **Revista de Gestão USP**, v. 15, n. 3, p. 77-95, 2008.
- DANTZIG, George B. Origins of the simplex method. In: **A history of scientific computing**. 1990. p. 141-151.
- DUFFY, Mary. **Gestão de projetos**. Elsevier Brasil, 2006.
- HAGA, Wayne A.; MAROLD, Kathryn A. A simulation approach to the PERT/CPM time-cost trade-off problem. **Project Management Journal**, v. 35, n. 2, p. 31-37, 2004.
- HILLIER, Frederick S.; LIEBERMAN, Gerald J. **Introdução à pesquisa operacional**. McGraw Hill Brasil, 2013.
- HUMPHREYS, Gary C. **Project management using earned value**. Orange, CA.: Humphreys & Associates, 2002.
- JENSEN, Paul A.; BARD, Jonathan F. **Operations research models and methods**. John Wiley & Sons, 2002.
- KNOX, Sarah; BURKARD, Alan W. Qualitative research interviews. **Psychotherapy research**, v. 19, n. 4-5, p. 566-575, 2009.
- MARTINS, Andréia Pereira et al. Implantação e consolidação de escritório de gerenciamento de projetos: um estudo de caso. **Production**, v. 15, p. 404-415, 2005.
- MORSE, Philip McCord; KIMBALL, George E.; GASS, Saul I. **Methods of operations research**. Courier Corporation, 2003.
- MYLES, Anthony J. et al. An introduction to decision tree modeling. **Journal of Chemometrics: A Journal of the Chemometrics Society**, v. 18, n. 6, p. 275-285, 2004.
- PRADO, Darci. **PERT/CPM**. Falconi Editora, 2015.
- REEB, James Edmund et al. **Using the simplex method to solve linear programming maximization problems**. 1998.
- SCHONBERGER, Richard J. Why projects are “always” late: a rationale based on manual simulation of a PERT/CPM network. **Interfaces**, v. 11, n. 5, p. 66-70, 1981.
- TUBINO, D. F. **Manual de Planejamento e Controle da Produção**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2000.
- UTGOFF, Paul E.; BERKMAN, Neil C.; CLOUSE, Jeffery A. Decision tree induction based on efficient tree restructuring. **Machine Learning**, v. 29, n. 1, p. 5-44, 1997.
- VERGARA, Walter Roberto Hernández; TEIXEIRA, Renata Tais; YAMANAR; JULIANA Suemi. Análise de risco em projetos de engenharia: uso do PERT/CPM com simulação. **Exacta**, v. 15, n. 1, p. 75-88, 2017.
- ZHU, Zhiwei; HEADY, Ronald B. A simplified method of evaluating PERT/CPM network parameters. **IEEE transactions on Engineering Management**, v. 41, n. 4, p. 426-430, 1994.

Comparação de dois métodos de Previsão para casos de COVID-19: um estudo em Paranaguá

Aline Cristine Marcelino Pinto^a, Nathalya Albina da Silva Pereira^a, Stéphanie Christine Maciel da Graça^a, Gustavo de Souza Matias^a, Camila Matos^{ab}

^a Engenharia de Produção, Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR) R. Comendador Correia Júnior, 117 - Centro, 83203-560, Paranaguá, Paraná

^b Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) R. Doutor Washington Subtil Chueire, 330 - Jardim Carvalho, 84017-220, Ponta Grossa, Paraná

Resumo: Este estudo teve como objetivo realizar a comparação de dois métodos de previsão para prever novos casos da Covid-19, originada pelo vírus SARS-CoV-2, na cidade de Paranaguá-Paraná no período entre maio e junho de 2022. Com a metodologia quantitativa, esse estudo conta com coleta de dados por meio de artigos e de informações obtidas pela página online da Secretaria da Saúde do Paraná. Assim como gerar uma previsão dos casos de positivos, óbitos e recuperados para os próximos quinze dias através de modelos estatísticos, com o auxílio do software RStudio, como o modelo de suavização exponencial de Holt e o modelo de média móvel integrada auto-regressiva, o ARIMA. Entre os dois métodos há diferença de técnica, tratamento e complexidade, no entanto percebe-se que a tendência de previsão do Modelo *Auto Arima* tem o melhor ajuste baseado no erro quadrático médio (RMSE) e o erro absoluto médio (MAE).

Palavras-chave: Covid-19; Previsão; Casos, ARIMA; Holt.

1. INTRODUÇÃO

Após a distribuição global da Covid-19, infecção respiratória causada pelo coronavírus SARS-CoV-2, fez-se necessário diversos estudos que visam quantificar cenários futuros sobre os casos e mortes pela pandemia. Sendo assim, o presente estudo teve como objetivo realizar a comparação de dois métodos de previsão para prever novos casos da Covid-19 na cidade de Paranaguá-Paraná no período entre maio e junho de 2022.

Para tanto, a previsão de dados é determinada pela análise das séries temporais. No que diz respeito às séries temporais, pode-se especificá-las como um conjunto de observações coletadas em um determinado período de tempo. Sendo que essas observações possuem dependências entre si, ou seja, o objeto de estudo é vinculado pela necessidade de quantificar, analisar e modelar essas dependências (Pindyck & Rubenfield., 1991; Ehlers., 2007). c

A escolha do modelo adequado é extremamente importante para a aplicação e confiabilidade dos dados obtidos nas previsões. A utilização do modelo inadequado pode acarretar, por exemplo, em previsões que subestimam ou superestimam continuamente os valores reais (Morettin & Toloi., 2006). Nesta pesquisa, após a análise dos dados coletados, foi identificado a necessidade de utilizar os modelos de suavização exponencial de dois parâmetros de Holt e o método Auto Arima foram utilizados.

A suavização exponencial pode incluir dois modelos: suavização exponencial simples (SES) e suavização exponencial de Holt (SEH). Em relação a SES, é possível utilizá-la em modelos de séries temporais livres de sazonalidade e tendência. Já em relação a SEH, o modelo pode ser aplicado para dados que apresentem o efeito de tendência, sendo inserido uma nova constante de suavização na análise, e é por isso que é conhecida por possuir dois parâmetros (Ferreira.,2017).

Já o modelo de média móvel integrada auto-regressiva (ARIMA) é baseado no modelo ARMA, que por sua vez utiliza conceitos de modelos auto-regressivos (AR) e média móvel (MA). Sendo assim, a diferença entre esses dois modelos é que o modelo ARIMA converte dados não estacionários em dados estacionários, ou seja, sua aplicação é bastante conceituada em prever séries temporais lineares (Campos., 2008; Mondal et al., 2014).

Sendo assim, o estudo utilizou os dados de casos dos dias 01 de maio até 29 de junho de 2022 para identificar os casos dos próximos 15 dias da última data prevista. Os pesquisadores identificaram como viável a aplicação do estudo, tendo em vista a facilidade de coleta de dados e a falta de aplicações de previsões no município de Paranaguá.

3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Ao tratar-se de uma pesquisa quantitativa, a metodologia aplicada advém da adaptação do modelo de Bryman & Cramer (2004), ou seja, a sequência metodológica das atividades segue a lógica de estudos que envolvem estatística aplicada, conforme apresentada na Figura 1.



Figura 1: Metodologia Aplicada

Essa metodologia, portanto, visa, após a coleta de dados tratados, a análise e aplicação dos modelos da suavização exponencial de Holt e o modelo ARIMA.

3.1 Coleta de dados

Para a coleta dos dados fez-se necessário a utilização da plataforma da Secretaria da Saúde do Paraná (2022), onde estão dispostos os boletins com informes epidemiológicos sobre o coronavírus. Estas informações são dispostas com os casos, óbitos e recuperados do vírus. Para tanto, utilizou-se dados do dia 01 de maio a 29 de junho de 2022 do município de Paranaguá.

3.2 Análise de dados

Após a coleta de dados e disposição em Excel, foi necessário a identificação do método de previsão a ser aplicado. Nesta etapa, os pesquisadores optaram pela análise dos casos do coronavírus e especificamente dos casos de Paranaguá, tendo em vista que a base de dados fornecida pela Secretaria de Saúde dispõe as informações de todas as cidades do Paraná. E depois de decidir os dados a serem analisados, foi-se utilizado o comando de gráficos de linha para entender a periodicidade das informações.

3.3 Suavização Exponencial de Holt

A suavização exponencial de dois parâmetros de Holt é explicitamente utilizada em séries temporais que possuem tendência, mas sem um padrão sazonal. Além disso, modelos de suavização exponencial são comumente utilizados para prever séries temporais a curto prazo, consideradas pelas suas simples formulações, facilidade de ajustes e boa precisão. Sendo assim, a função utilizada no RStudio foi a de Holt disponibilizada no Anexo 1 (Gardner, 1985, 2006; Makridakis e Hibon, 2000).

3.4 ARIMA

O ARIMA também é muito utilizado em modelos de previsão, contudo, diferentemente dos modelos de suavização exponencial, que pretendem a tendência e/ou sazonalidade de uma série temporal, os modelos ARIMA baseiam-se em autocorrelações presentes nos dados (Gonzaga., 2019). Para o presente estudo, utilizou-se o modelo disponibilidade em Anexo 2, com a aplicação no RStudio.

No presente trabalho foi utilizado ao O algoritmo Auto Arima, para as previsões, este algoritmo realiza uma busca sobre o modelo possível dentro da ordem (p, d, q) de restrições fornecidas onde, p é o número de termos autorregressivos, d é o número de diferenças não sazonais e q é o número de termos defasados erros de previsão. Após selecionar a melhor ordem (p, d, f), o código Arima estima os parâmetros (interceptação e inclinação) com outras estatísticas

relacionadas (DEB; HALIM; AHMED, 2012).

A Equação 1 apresenta o modelo Arima e uma descrição dos seus parâmetros.

$$(1 - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p) (1 - B)^d y_t = c + (1 + \theta_1 B + \dots + \theta_q B^q) \varepsilon_t \quad (1)$$

↑
↑
↑

AR(p)
d diferenças
MA(q)

Conforme Hyndman e Athanasopoulos (2018), a autocorrelação, ou seja, correlação com períodos anteriores é indicada por uma arima do tipo (p, 0, 0) indica autocorrelação com ordem equivalente ao valor de p, e a média móvel, ou seja, aleatoriedade em torno da média é indicada por um autoarima do tipo (0, 0, f). Os autores também corroboram que um arima do tipo (0, 1, 0), indica random walke, ou seja, uma demanda aleatória.

Para o trabalho em questão foi usado o modelo auto arima do pacote *Forecasting* do software R.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram explorados os números de casos confirmados por dia da cidade de Paranaguá (Figura 2). Os casos são de 01 de maio de 2022 (30.638 casos confirmados) à 29 de junho de 2022, que resultam na diferença de 1.625 casos confirmados entre uma data e outra.

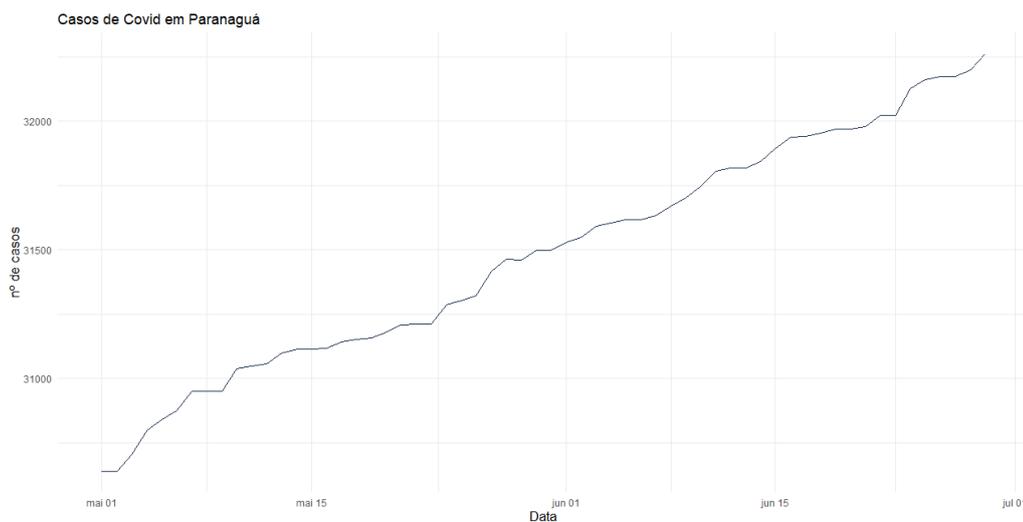


Figura 2: Casos confirmados de Covid 19 por dia

É possível notar que a série apresenta um comportamento tendencioso crescente, ou seja, a tendência é o aumento do número de casos. Para a realização de uma boa avaliação de análise de séries temporais, é necessário verificar esta previsão em mais de um modelo estatístico (ALI et al, 2020). Para analisar a consistência da previsão do Covid-19 na cidade de Paranaguá, no estado do Paraná, foram utilizados dois modelos: Suavização Exponencial de dois Parâmetros de *Holt* e o Método *Auto Arima*. Esses dois modelos foram escolhidos devido a tendência encontrada na série de dados.

4.1 Modelo *Linear Holt* para o número de futuros casos

O método utilizado para capturar tendências nos dados foi o Método de *Holt* (ALI et al, 2020). Este método é utilizado para suavização exponencial linear, também conhecido como modelo de dois parâmetros de suavização, α e β , que correspondem respectivamente ao componente de nível e tendência. Os valores utilizados na variável *alpha* para a previsão de 15 dias de casos de Covid, na cidade de Paranaguá, foi de 0,9 e 0,5 e a função utilizada no *Software RStudio* foi “*holt*”, e está ilustrado na Figura 3.

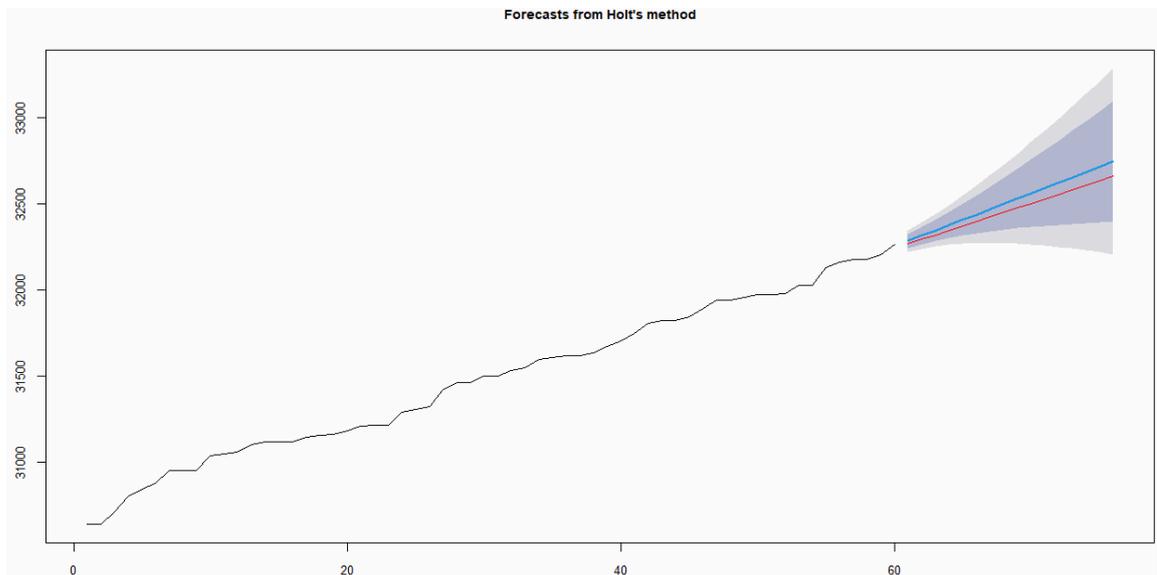


Figura 3: Previsão dos casos confirmados de Covid 19 pelo Método *Holt*.

A linha em azul no gráfico representa os valores da previsão com o *alpha* no valor de 0,9, já a linha em vermelho retrata os valores obtidos com o *alpha* no valor de 0,5. Neste caso, não foi utilizado o valor de amortecimento na função, apenas a função com interação aditiva.

Em seguida, foi aplicado o método *Holt* com amortecimento, utilizando a variável de ϕ no valor de 0,9, linha em azul, e 0,8, linha na cor vermelha.

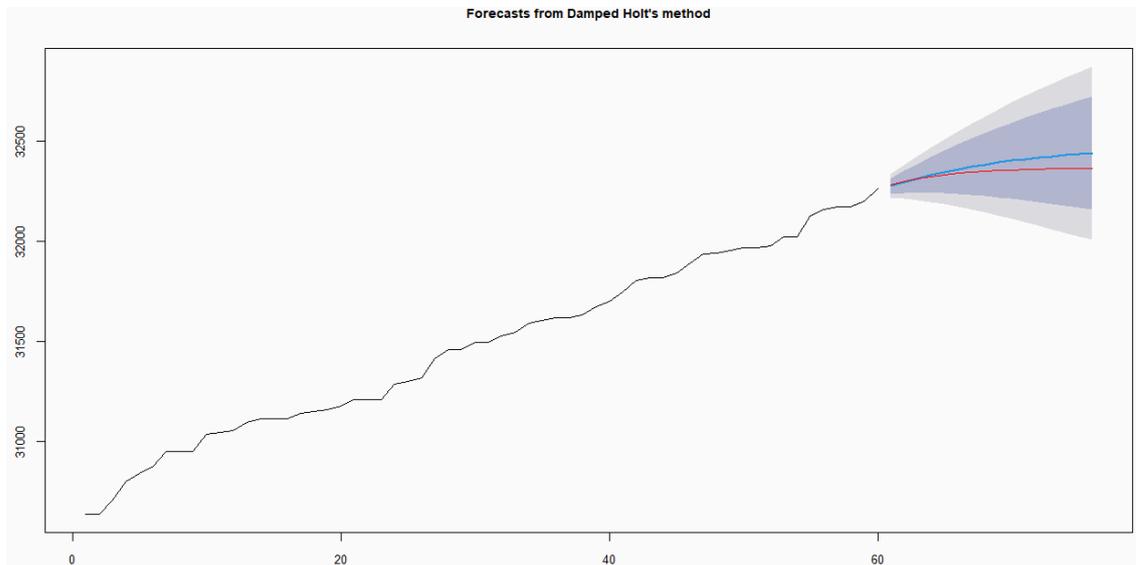


Imagem 4: Previsão dos casos confirmados de Covid 19 pelo Método *Holt* com amortecimento

Comparando os dois modelos feitos pelo Método de *Holt* o primeiro modelo sem amortecimento apresenta um aumento constante, enquanto o modelo com amortecimento possui uma tendência amortecida com declínio exponencial.

4.2 Modelo *Auto Arima* para o número de futuros casos

A função *Auto Arima* determinou que o melhor modelo a ser utilizado pela função *AIC* para a previsão dos próximos 15 dias da cidade de Paranaguá que foi o Arima (0,1,0), indicando uma média de casos aleatórios. A seleção baseada por *AIC* (*Akaike's An Information Criterion*) é feita selecionando o maior valor de seu resultado efetuado na análise, e a partir deste valor, é possível selecionar o melhor subconjunto de modelo baseado em todos os critérios elencados pelo programador para a previsão.

Após encontrar o melhor modelo definido pelo *Auto Arima* foi efetuada a implementação dos parâmetros encontrados na função *Arima*. Contudo, para checar a consistência e qualidade do modelo, foi realizada a verificação dos resíduos do modelo. Nas imagens a seguir mostra os gráficos que são resultantes da verificação dos dados residuais do modelo (0,1,0).

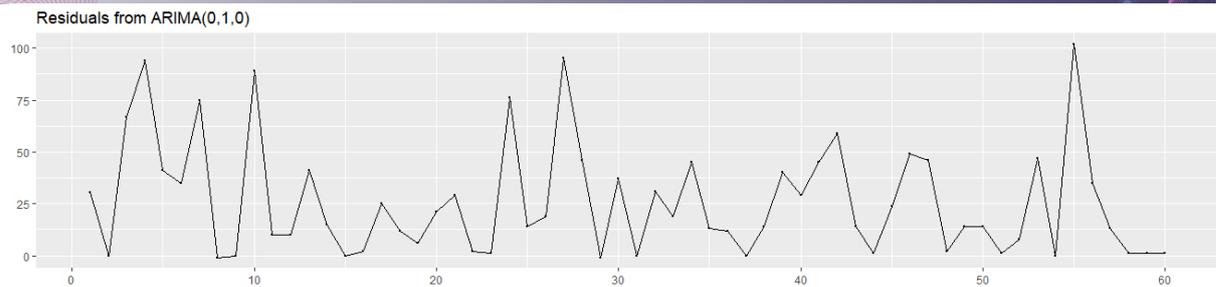


Figura 5: Análise dos dados Residuais do modelo Auto Arima

Nesta primeira análise gráfica dos dados residuais apresentada, percebe-se que os valores dos resíduos possuem alterações constantes, portanto sua média e variância também serão constantes ao longo do tempo. Desta forma, a variação dos resultados ilustrados mostra que o modelo aplicado pela função *Auto Arima* é promissor.

Após isso, foi encontrada a função de autocorrelação dos resíduos, apresentada na Figura 6.

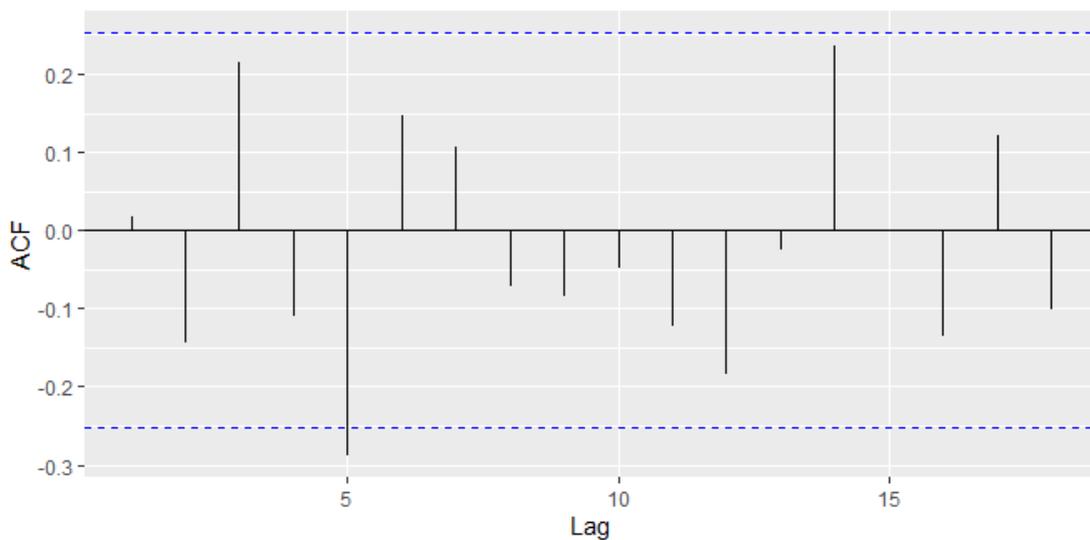


Figura 6: Autocorrelação do modelo *Auto Arima*

A linha azul tracejada mostra o intervalo de confiança do modelo, ela possui o valor de 95%. Como nenhuma das linhas residuais de autocorrelação ultrapassa a linha azul tracejada então o modelo apontado é confiável.

Na Figura 7 encontra-se a análise gráfica do modelo que representa a distribuição normal do modelo *Auto Arima*.

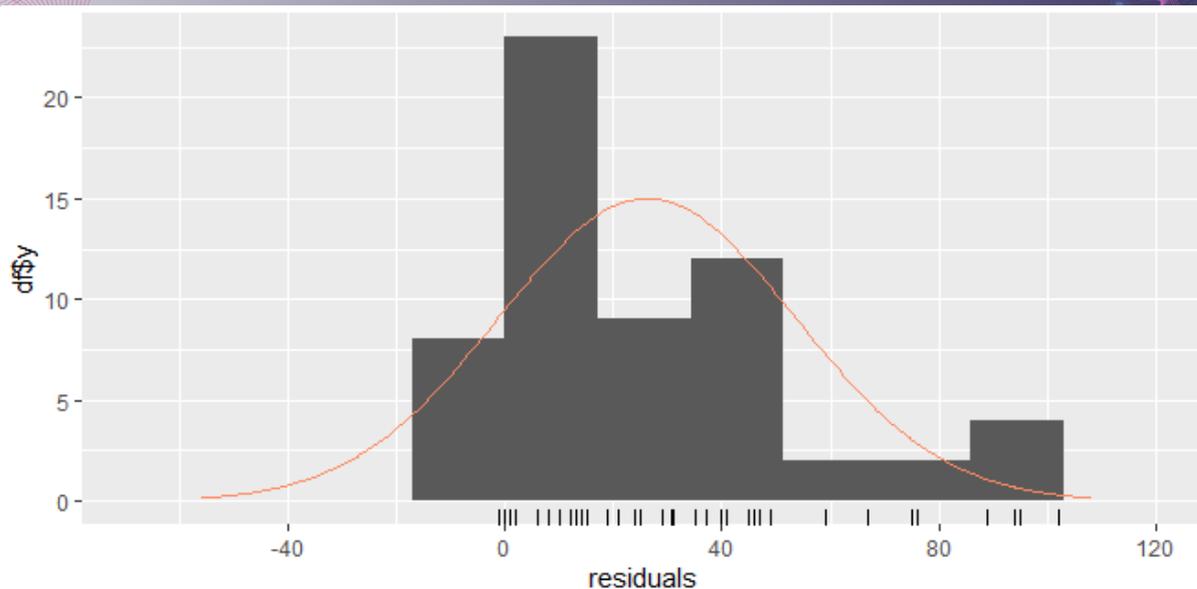


Figura 7: Distribuição Normal do modelo *Auto Arima*.

É possível perceber que, apesar de haver um desvio da normalidade, este modelo apresenta uma distribuição normal. Através destes três gráficos dos dados residuais verifica-se que o modelo definido pelo *Auto Arima* é confiável, consistente e aplicável.

Uma vez que o modelo se comportou positivamente no decorrer do processo, a última etapa é a realização da previsão dos casos de Covid-19 nos próximos 15 dias após o último dado coletado. A Figura 8 ilustra o resultado da previsão.

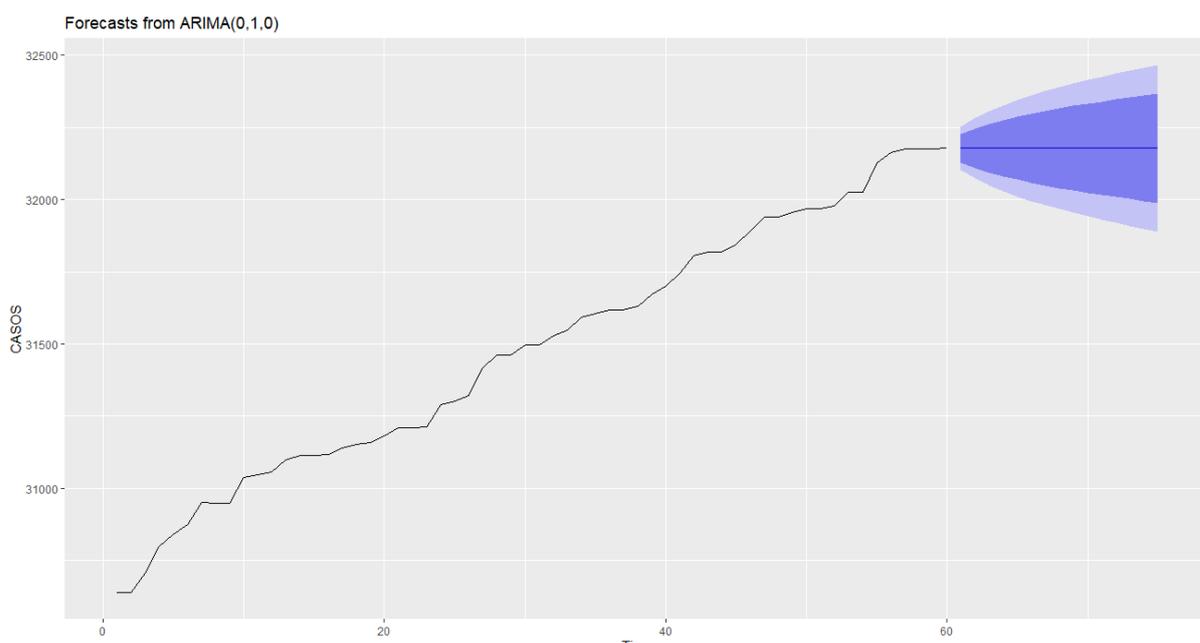


Figura 8: Previsão do modelo *Auto Arima* dos casos de Covid de 15 dias.

Como pode ser notada a linha mais sólida ao centro é a previsão pontual dos casos, a sombra roxa mais escura é o intervalo de confiança de 80% da análise e a sombra roxa mais clara representa 95% do intervalo de confiança. Ou seja, se os resultados estiverem dentro desses dois parâmetros de intervalo de confiança, o modelo é aceitável e satisfatório.

4.3 Comparação entre os modelos

Neste estudo foram utilizados dois métodos para previsão dos casos do Covid-19 na cidade litorânea do Paraná, entre esses dois métodos há diferença de técnica, tratamento e complexidade. Para a aplicação pelo Método *Holt* inicialmente deve-se realizar a seleção do melhor modelo de suavização exponencial, desta maneira, não haverá possibilidade de erros de aplicabilidade dos códigos durante a modelagem do problema e então, a partir disso, já se pode utilizar os códigos da função “*holt*” normalmente. Os resultados estão tabulados na Tabela 1.

Tabela 1: Parâmetros de ajuste e estimativas para os modelos utilizados

Parâmetro	Previsão de 15 dias de casos de Covid 19		
	Holt Linear	Holt Linear Amortecido	Auto Arima
RMSE	37.16	37.61	36.53
MAPE	0.0825	0.0787	0.8037
MAE	25.974	24.84	25.318
Maximum Likelihood Estimate (MLE)	-296.16	-	-296.16
Alpha (Smoothing Factor) Estimate	0.5	-	-
AIC	687.501	690.95	596.54

Nota: elaborado pelos autores

Como pode ser observado na Tabela 1 percebe-se que a tendência de previsão do Modelo *Auto Arima* tem o melhor ajuste baseado no erro quadrático médio (RMSE) e o erro absoluto médio (MAE). Para os três modelos houve programação para previsão dos próximos 15 dias, no modelo *Holt Linear* (Modelo 1) não foi efetuado nenhum tipo de amortecimento, já no modelo seguinte (Modelo 2) houve alteração no valor do ϕ (0.7), deste modo houve um pequeno amortecimento nos resultados da previsão. Já no último modelo (Modelo 3), foi aplicado o *Auto Arima* (0,1,0), que identificou que nesta previsão há zero termos autoregressivos (AR), nenhum termo para média móvel (MA) e a série é integrada apenas uma vez para se tornar estacionária (ALI et al, 2020).

No entanto, para a aplicação manual do modelo *Arima* é necessária uma alta gama de conhecimentos teóricos para saber qual função ideal utilizar, além do fato de que toda esta procura é exaustiva e demorada (PIAUHY NETO et al., 2021). Portanto foi optada pela

utilização do *Auto Arima*, que faz a escolha da função ideal automaticamente, conseqüentemente menos trabalho e maior facilidade para seleção do melhor modelo a ser utilizado.

Entre os resultados obtidos, percebe-se que o modelo de *Auto Arima* tem menor poder de captação do comportamento dos dados levantados, tanto que os resultados de sua previsão permaneceram lineares. Contudo, para os modelos de *Holt* o comportamento da previsão foi diferente, o primeiro modelo teve crescimento aparente exponencial, enquanto o segundo modelo teve um notável amortecimento com diminuição constante quando alterado o valor de ϕ da função elaborada.

É importante ressaltar que, tanto entre o *Auto Arima* quanto no método de seleção da melhor função para a aplicação dos dados, em ambos os resultados foi apontada a necessidade da utilização de um modelo que houvesse série temporal com tendência, mas sem padrão sazonal. Além disso, utilizando-se da função que automatiza internamente a melhor seleção para o método de previsão, foi exposto que o melhor método a ser aplicado seria o Método de *Holt* com amortecimento (ETS [A,Ad,N]), portanto foi utilizado o modelo que melhor desempenharia a análise de previsão adequada aos dados selecionados.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com essa pesquisa foi possível perceber que com o auxílio de modelos estatísticos, a compreensão da previsão de novos casos da doença, óbitos e de pessoas recuperadas se torna mais fácil através da ilustração de gráficos. Embora a vacinação já esteja bastante avançada, é notório observar como as ocorrências em virtude da Covid-19 ainda está em crescimento e como o conhecimento dessas informações se tornam importantes para a conscientização do município.

Mesmo com uma pequena limitação de 60 (sessenta) dados, o presente estudo pode ser utilizado de exemplo para outras previsões em maiores escalas, como estaduais ou até mesmo em âmbito nacional, além de ser possível fazer comparações entre estados e países. Assim como também vale destacar a importância da escolha de *softwares* auxiliares que sejam de conhecimento dos autores e de métodos adequados para o tipo de previsão que se deseja obter.

REFERÊNCIAS

- ALI, Muhammad et al. Forecasting COVID-19 in Pakistan. **Plos one**, v. 15, n. 11, p. e0242762, 2020.
- BRASIL. Secretaria da Saúde do Paraná. **Coronavírus - Covid-19**. Paraná, 2022.
- BRYMAN, Alan; CRAMER, Duncan. **Quantitative data analysis with SPSS 12 and 13: A guide for social scientists**. Routledge, 2004.
- CAMPOS, Roger Júnio. **Previsão de séries temporais com aplicações a séries de consumo de energia elétrica**. 2008.
- DEB, Jiban Chandra; HALIM, Md Abdul; AHMED, Enam. An allometric equation for estimating stem biomass of *Acacia auriculiformis* in the north-eastern region of Bangladesh. **Southern Forests: a Journal of Forest Science**, v. 74, n. 2, p. 103-113, 2012.
- EHLERS, Ricardo S. **Análise de séries temporais**. Laboratório de Estatística e Geoinformação. Universidade Federal do Paraná, v. 1, p. 1-118, 2007.
- FERREIRA, Pedro Guilherme Costa et al. **Análise de séries temporais em R: Curso introdutório**. São Paulo, SP: GEN Atlas, 2018.
- GARDNER E.S. Exponential Smoothing: The State of the Art. **Journal of Forecasting**, n.4, p. 1–28, 1985.
- GARDNER JR, Everette S. Exponential smoothing: The state of the art—Part II. **International journal of forecasting**, v. 22, n. 4, p. 637-666, 2006.
- GONZAGA, Sillas Teixeira. **Curso de Séries Temporais**. IBPAD. 2019.
- HYNDMAN, Rob J.; ATHANASOPOULOS, George. **Forecasting: principles and practice**. OTexts, 2018.
- MAKRIDAKIS, Spyros; HIBON, Michele. The M3-Competition: results, conclusions and implications. **International journal of forecasting**, v. 16, n. 4, p. 451-476, 2000.
- MONDAL, Prapanna; SHIT, Labani; GOSWAMI, Saptarsi. Study of effectiveness of time series modeling (ARIMA) in forecasting stock prices. **International Journal of Computer Science, Engineering and Applications**, v. 4, n. 2, p. 13, 2014.
- MORETTIN, P. A.; TOLOI, C. M. C. **Análise de séries temporais**: Blücher. São Paulo, 2006.
- PIAUHY NETO, Franklin et al. **Métodos de seleção automática de modelos ARIMA no software R: uma comparação dos algoritmos do pacote forecast**. 2021.
- PINDYCK, Robert S.; RUBINFELD, Daniel L. **Econometric models and economic forecasts**. Irwin, McGraw-Hill, 2008.
- WALLISCH, Christine et al. Review of guidance papers on regression modeling in statistical series of medical journals. **PloS one**, v. 17, n. 1, p. e0262918, 2022.

Avaliação exergetica da implantação de energia solar na América do Sul

Louine Santos de Souza ^a, Carlos Alberto Braun da Silva Bernardo ^a, Fernando Henrique Lermen ^b, Maria Cecilia Ferrari de Carvalho Teixeira ^a

^a Engenharia de Produção, Universidade Estadual do Paraná, Rua Comendador Correia Júnior, 83203-560, Paranaguá, Paraná

^b Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad Tecnologica del Peru, Av. Petit Thouars, Lima, Peru

Resumo: Em variados artigos sobre energias renováveis, são apresentados diversas melhorias e implementações da mesma. Normalmente é mais referida a energia fotovoltaica (energia solar), onde existem diversos artigos da mesma, propondo pesquisas de eficiência e estudos de caso porém não tem uma avaliação de impacto econômico, ambiental e social a nível nacional/internacional. O foco deste artigo visa preencher essa lacuna na América do sul, apontando os melhores países e regiões para onde tal implementação garanta melhores resultados em termos de eficiência energética e geração da mesma. O país, o qual possui maior extensão de território é o Brasil, é um dos nossos estudos, pois abrange a maioria de todos os climas presentes na América do Sul.

Palavras-chave: Energia renovável; Exergetica; Painéis fotovoltaicos; Energia Elétrica na América do sul.

1. INTRODUÇÃO

A América do Sul possui área suficiente para a atuação de diversas atividades na economia, tanto em áreas industriais quanto em agrícolas e exige uma enorme demanda de energia elétrica para suas atividades. Um dos maiores focos na geração de energia é a utilização de painéis solares para captar energia do sol e convertê-la em energia elétrica (Korachagaon, & Bapat, 2012; de Jong et al., 2019).

Os impactos causados pelo aquecimento global afetam a vida no mundo, o principal causador desta enfermidade é a emissão de gases de efeito estufa que aceleram tal efeito (Neubauer, 2021). Para contornar tal adversidade é necessário realizar estudos sobre a implementação de energias renováveis e não prejudiciais graves ao meio ambiente (Park et al., 2014). Essa pesquisa serve para auxiliar na implementação do exergy quanto a energia solar na América latina.

Exergy é uma definição para a análise energética da produção de energia útil, que é produzida em qualquer sistema (SHARAF et al., 2011). Com base em estudos que aplicam exergy voltados a energias renováveis (Saidur et al., 2012), se encarece uma visão macro da implementação do exergy em energias renováveis na América do Sul. Existem estudos voltados ao exergy com energia incorporada à sustentabilidade (Chen et al., 2009). Porém faltam estudos que apresentam uma visão a nível continental sobre as melhores regiões para qual se deve implementar energia solar visando atingir o máximo de eficiência possível.

O objetivo dessa pesquisa é avaliar os impactos econômicos e ambientais a partir da aplicação do exergy na América do Sul, analisando as consequências ambientais geradas por essa implementação. Este estudo possui uma série de contribuições quanto às teóricas e quanto às práticas em auxiliar na tomada de decisão na adoção de energia fotovoltaica para os diversos níveis de logística, contribuindo para o melhor direcionamento de tal tecnologia onde ela será mais eficiente na geração de energia.

2. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Para a metodologia deste artigo, será realizada uma revisão sistemática: Exergy e Índices de irradiação solar na América do Sul. Para Exergy, será a busca de artigos focados em economia, geração de energia elétrica, enquanto respectivamente o outro é focado em busca de melhores regiões para a implementação de energia solar.

Este estudo seguiu os passos propostos por Denyer e Tranfield et al. (2009), que definem princípios específicos a serem aplicados na busca, classificação e interpretação dos resultados. Seguindo passo a passo os tópicos de coletas de dados e análise de conteúdo. As avaliações são geralmente realizadas utilizando um ciclo interativo de palavras-chave definidas, pesquisando a literatura e analisando. Para realizar o estudo, o método foi estruturado em duas etapas: (i) seleção de estudos sobre o tema (resultados da pesquisa) e (ii) análise de conteúdo Denyer e Tranfield, (2009).

2.1. Coleta de dados

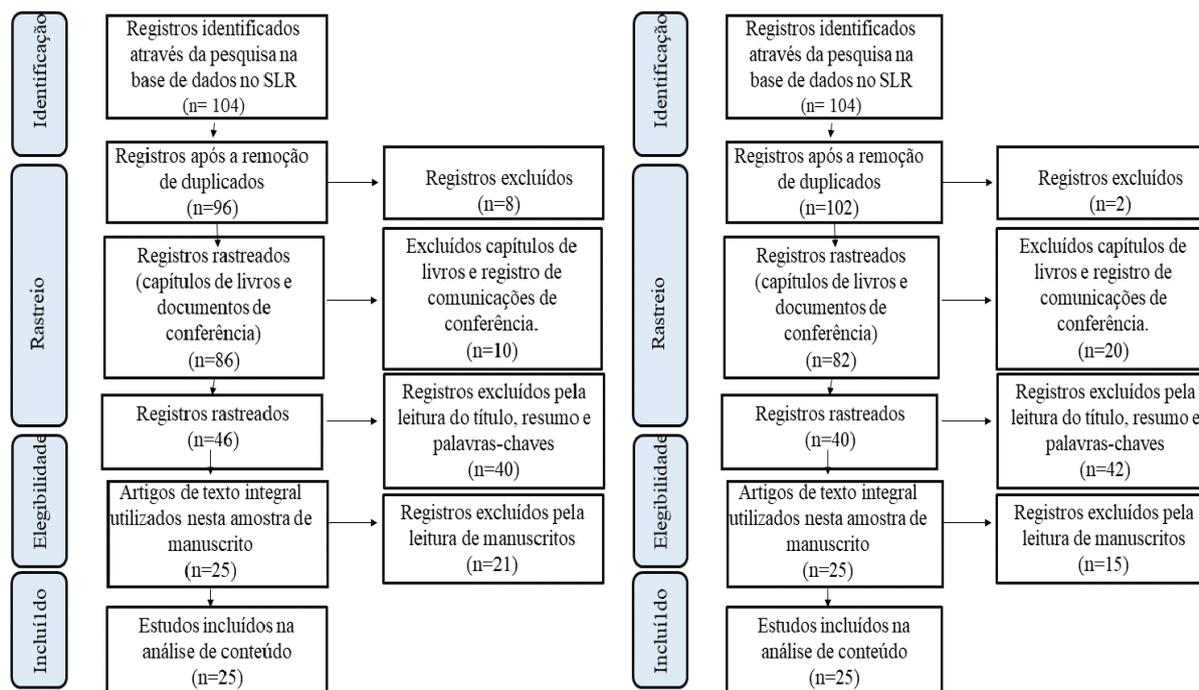
Para a seleção de estudo, as seguintes cadeias de busca foram pesquisadas por título, resumo e palavras-chave: ((Exergy OR Emergy OR "Life Cycle Assessment" OR "Carbon footprint") AND ("Solar Energy" OR "Photovoltaic Energy") AND (Empirical OR "Case study")); ((Solar radiation in south america)).

Usando uma amostra temporal indeterminada, a pesquisa foi realizada no banco de

dados Web of Science. A primeira sequência apresentou 208 artigos identificados. Foram selecionados 50 artigos dos 208, enquanto sobre irradiação solar pegamos 25 artigos, e sobre Energia Solar pegamos 25 artigos. A Figura 1 apresenta a metodologia PRISMA para a seleção da amostra de artigos analisados.

Tabela 1 - Artigos sobre energia solar

Tabela 2 - Artigos sobre irradiação solar



Para o processo de seleção da amostra de artigos, foram realizadas quatro reduções. A primeira redução excluiu 10 artigos devido à duplicação. Na segunda, foram excluídos 30 artigos de livros e conferências. A terceira redução foi realizada pela leitura de títulos, resumos e palavras-chave, excluindo 92 artigos por estarem fora do escopo.

A quarta e última redução tratou da leitura de manuscritos completos, com 36 artigos excluídos por estarem fora do escopo ou por serem revisões de literatura. No total, foi realizada uma amostra de 50 documentos, sendo avaliados quanto aos tópicos abordados e relação com energia solar e índice de irradiação solar na América do Sul. Na amostra final resultaram 25 artigos onde as palavras-chaves foram a energia solar e os outros 25 foram de índice de irradiação solar na América do Sul.

2.2. Análise de conteúdo

A análise de conteúdo seguiu os passos: leitura, categorização e seleção pessoal. Através destas etapas, procuramos identificar informações relevantes sobre os temas em cada país da América do Sul. Estas informações foram analisadas por conteúdo de estudos empíricos para cada país da América do Sul. Finalmente, a etapa de seleção serviu para selecionar os artigos que serão mencionados. Organizados na seção de resultados, foram identificados estudos relacionados à Energia solar e índice de irradiação solar. Também foram identificadas e analisadas as tendências de pesquisa e lacunas nos estudos, que são apresentadas como oportunidades para estudos futuros.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos resultados dos 50 artigos selecionados, esta seção apresenta as principais variáveis e métodos de análise do seu conteúdo. Os artigos apresentados são apenas uma seleção de um total de todos os artigos que não puderam ser colocados no resumo expandido, porém apresentam as mesmas características dos que serão apresentados. Tanto artigos internacionais quanto exclusivamente da América do Sul estarão presentes pois as amostras abordam temáticas condizentes com exergy e/ou índice de irradiação solar.

Tabela 1 - Tabela de dados da Energia Solar (Exergy).

Autor	Que tipo de variáveis entram para o cálculo do exergy?. E quais os aspectos na implementação da energia solar ?	Quais técnicas entram na implementação?
ANTIPOV (2013)	Coletor solar; Eletricidade, Radiação solar; Custo total específico; Preço da eletricidade; Avaliação do ciclo de vida; Inventário do ciclo de vida.	Operação por conversão; Manutenção corretiva preditiva.
SALCEDO (2012)	Radiação solar; Horas por ano; Impacto da eletricidade; Preço da eletricidade; Eficiência óptica do coletor.	Organização do sistema; Seleção de terreno; Instalação técnica e manutenção.
TEMIZ (2021)	Irradiação horizontal global; Irradiação solar; Clima; Taxa de geração de energia; Energia total.	A instalação de coletores solares foi destinada para a produção de energia elétrica.
ARBAULT (2014)	Energia; Inventário do ciclo de vida; Estação de tratamento de água; Avaliação de impacto do ciclo de vida; Radiação solar.	Implementação e sensores; Variáveis em software de cálculo.
BOUHAL (2018)	Irradiação solar incidente; Temperatura; Eficiência térmica.	Instalação de um painel coletor solar para o aquecimento da água.

A relação entre exergy de energia solar com fatores de índice de irradiação solar é crucial para a análise e seleção das melhores regiões da América do Sul para o desenvolvimento e instalação dos mesmos sistemas. Após a leitura dos artigos que estavam com a palavra-chave índice de irradiação solar, possuíam as mesmas palavras importantes da maioria dos artigos de energia solar, entre elas estavam a mais importante, índice de irradiação solar global. Essa característica levou a conclusão de que as duas temáticas estavam relacionadas por esse tema, após debates incontáveis chegamos a conclusão de que uma região com enorme índice de irradiação solar tem as melhores condições para a geração de exergy por meio de painéis solares.

Tabela 2 - Tabela de dados da Irradiação Solar.

Autor	Variáveis que influenciam na implementação de energia solar	Como é o processo de implementação de energia solar
SALAZAR (2015)	Irradiação solar; Fator climático; Altura acima do nível do mar; Baixas quantidades de água precipitável na atmosfera.	Seleção de locais do Chile, onde a irradiação solar direta diária média anual é superior a 9 KWh/m ² .
LARROZA (2009)	Clima; Temperatura.	Seleção de climas predominantemente secos e sem nuvens.
WILD (2015)	Temperatura; Radiação solar.	Preparação do terreno; Instalação da rede elétrica.
CORNEJO-PONCE (2020)	Radiação solar ativa.	Análise de coleta de informações da radiação solar; Seleção por maior radiação solar.
MURARI (2020)	Valor médio de irradiação horizontal global; Radiação solar acumulada.	Seleção do local por valor médio de irradiação horizontal global.

Na figura 2, é uma coletânea de principais variáveis e métodos dos 25 artigos sobre irradiação solar que foi realizada a leitura, a conclusão do debate foi que quanto maior a média mensal índice de irradiação, maior será o potencial energético de geração de energia solar. A maioria dos artigos estava voltada para a pesquisa meteorológica, visando compreender fenômenos naturais ou consequência de atividades humanas no meio ambiente, mas, em todos

os casos, eles apontam que para reverter a situação é necessário a adoção de geração de energia sustentável que é vital para a mudança positiva na natureza (Sharachchandra et al., 1991).

Visando em selecionar apenas uma região como a melhor em eficiência na geração de energia solar na América do Sul, após o debate, foi selecionado a região norte do Chile, pois seu clima árido e seco permite a instalação e aproveitamento máximo, que demonstra o seu índice de irradiação ser o maior dentre os países da América do Sul (Salazar et al., 2015). As regiões centrais do Chile podem ser uma segunda alternativa para a instalação dos sistemas, pois possuem o mesmo clima, mas com índice de irradiação solar um pouco menor (DE ARAUJO et al., 2018). Para uma alternativa diferente do centro do Chile, sugerimos a região nordeste do Brasil, pois atende às mesmas características de clima da região do Chile, devido a seu território com poucas atividades rurais presentes nele (Marques et al., 2009).

4. CONCLUSÕES

Após a leitura de todos os artigos, concluiu-se que a aplicação de energias renováveis é crucial para o desenvolvimento tecnológico e que a exploração adequada desses recursos permite que o dimensionamento de painéis solares em regiões como o Chile possam ser as mais eficientemente implementadas. Os Impactos que essas atividades geram vão além de beneficiarem o meio ambiente, como também gera empregos as pessoas e evita a falta de um recurso consumido diariamente pela sociedade, a energia elétrica.

Para futuras pesquisas, se deve ter em mente um estudo sobre os diferentes tipos de geração de energia solar na América do Sul, tendo em mente questões sobre as medidas econômicas de cada país como também as justificativas econômicas e sociais de implantar usinas de energia solar em cada país.

REFERÊNCIAS

- Antipova, E., Boer, D., Cabeza, L. F., Guillén-Gosálbez, G., & Jiménez, L. (2013). Multi-objective design of reverse osmosis plants integrated with solar Rankine cycles and thermal energy storage. *Applied energy*, 102, 1137-1147.
- Arbault, D., Rugani, B., Marvuglia, A., Benetto, E., & Tiruta-Barna, L. (2014). Emergy evaluation using the calculation software SCALE: Case study, added value and potential improvements. *Science of the total environment*, 472, 608-619.
- Bouhal, T., Gargab, F., Jamil, A., Kousksou, T., & Benbassou, A. (2018). Design and thermal performance optimization of a forced collective solar hot water production system in Morocco for energy saving in residential buildings. *Solar Energy*, 160, 260-274.

Chen, B., Chen, Z. M., Zhou, Y., Zhou, J. B., & Chen, G. Q. (2009). Emergy as embodied energy based assessment for local sustainability of a constructed wetland in Beijing. *Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation*, 14(2), 622-635.

Cornejo-Ponce, L., Vilca-Salinas, P., Lienqueo-Aburto, H., Arenas, M. J., Pepe-Victoriano, R., Carpio, E., & Rodríguez, J. (2020). Integrated Aquaculture Recirculation System (IARS) Supported by Solar Energy as a Circular Economy Alternative for Resilient Communities in Arid/Semi-Arid Zones in Southern South America: A Case Study in the Camarones Town. *Water*, 12(12), 3469.

de Araujo, N.D., Zanesco, I., Fuentes, R.A.L., Moehlecke, A., Garcia, S.B., & Araújo, G.P. (2018). Evolution and analysis of photovoltaic systems in Brazil and Chile. In VII Brazilian Congress of Solar Energy-CBENS 2018.

de Jong, P., Barreto, T. B., Tanajura, C. A., Kouloukoui, D., Oliveira-Esquerre, K. P., Kiperstok, A., & Torres, E.A. (2019). Estimating the impact of climate change on wind and solar energy in Brazil using a South American regional climate model. *Renewable energy*, 141, 390-401.

<https://solargis.com/>

Kabir, E., Kumar, P., Kumar, S., Adelodun, A. A., & Kim, K. H. (2018). Solar energy: Potential and future prospects. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 82, 894-900.

Kargozar, S., Mozafari, M., Hamzehlou, S., Brouki Milan, P., Kim, H. W., & Baino, F. (2019). Bone tissue engineering using human cells: a comprehensive review on recent trends, current prospects, and recommendations. *Applied Sciences*, 9(1), 174.

Korachagaon, I., & Bapat, V. N. (2012). Predicting global solar radiation for South America. *Journal of Renewable and Sustainable Energy*, 4(4), 043101.

LARROZA, E., BOTTINO, M. J., & HERDIES, D. L. (2009). The South American Land Data Assimilation System (SALDAS) 5-Yr Retrospective Atmospheric Forcing Datasets.

Lélé, S. M. (1991). Sustainable development: a critical review. *World development*, 19(6), 607-621.

Marques, R. C., Krauter, S. C., & de Lima, L. C. (2009). Energia solar fotovoltaica e perspectivas de autonomia energética para o nordeste brasileiro. *Revista Tecnologia*, 30(2).

Murari, T. B., Filho, A. S. N., Moret, M. A., Pitombo, S., & Santos, A. A. (2020). Self-Affine Analysis of ENSO in Solar Radiation. *Energies*, 13(18), 4816.

Neubauer, S. C. (2021). Global warming potential is not an ecosystem property. *Ecosystems*, 1-11.

Park, S. R., Pandey, A. K., Tyagi, V. V., & Tyagi, S. K. (2014). Energy and exergy analysis of typical renewable energy systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 30, 105-123.

Aplicação de ferramentas da gestão da qualidade e do planejamento e controle da produção em uma micro cervejaria no litoral do Paraná

Bianca Chemure dos Anjos^{a*}, Emerson Ramos Cordeiro^a, Heloisa Serafim Kuakoski^a, Leonardo Iankoski^a, Murillo Vetroni Barros^a, Renato Pontes Rodrigues^a

^aEngenharia de Produção, Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR), Rua Comendador Correia Júnior, 117 - Centro, Paranaguá - PR, 83203-560

*Autor correspondente: heloisakuakoski99@gmail.com

Resumo: No mundo contemporâneo é essencial que as empresas se mantenham competitivas, seja através do preço, qualidade dos produtos, ou no nível de serviço prestado ao cliente. Para isso, é necessário que as organizações adotem medidas para eliminar os desperdícios, reduzir os custos, e conseqüentemente, aumentar os lucros. Tendo em vista as importantes contribuições da área da engenharia da qualidade, e os métodos da filosofia lean manufacturing, este estudo tem por objetivo realizar uma aplicação de ferramentas da gestão da qualidade e do planejamento e controle da produção em uma micro cervejaria localizada no litoral paranaense. Para isso, foi realizada uma análise da empresa desde o processo de compra da matéria-prima, armazenamento, produção, e disposição da mercadoria para o cliente final utilizando o modelo Lean Canvas. Na área da gestão da qualidade, o diagrama de causa e efeito, e a carta de processos múltiplos foram aplicados no negócio e geraram resultados interessantes. Em termos da filosofia lean manufacturing, um mapeamento de fluxo de valor do estado atual e do estado futuro foi desenvolvido, gerando contributos importantes para a empresa.

Palavras-chave: Cervejaria; Qualidade; Lean Manufacturing.

1. INTRODUÇÃO

A globalização da economia e a maior exigência dos clientes quanto a qualidade e tempo de entrega dos produtos aumentou a competitividade das empresas na busca por um espaço no mercado. Diante deste cenário, percebe-se a necessidade de evoluir o controle e a otimização sobre os processos existentes dentro das empresas (SAVEDRA et al., 2021). Para isso, as ferramentas voltadas à gestão da qualidade e o mapeamento do fluxo de valor (MFV) auxiliam no entendimento das oportunidades das empresas em eliminar suas perdas, e assim, poder adquirir forças econômicas e estratégicas para brigar de maneira competitiva no mercado globalizado.

A área de gestão da qualidade aborda diversas ferramentas que podem ser utilizadas para assegurar um produto de alta qualidade, capaz de analisar de forma horizontal os processos que agregam valor a organização e para o cliente. Para isso, se faz necessário desvincular o ‘velho’ olhar sobre as operações largamente difundido com a evolução da revolução industrial, em termos gerais, e com o progresso do Fordismo e Taylorismo, em específico. Nesse aspecto, as ferramentas precisam acompanhar o fluxo da transformação das matérias-primas em produtos finais. E esse fluxo precisa mapear não somente os materiais em termos físicos, mas também as propriedades geradas nesse processo que agregam valor ao produto final (VINODH et al., 2010; KERHALKAR & NANDURKAR, 2012).

Portanto, o objetivo desta pesquisa é realizar uma aplicação de ferramentas da gestão da qualidade e do planejamento e controle da produção em uma micro cervejaria localizada no litoral paranaense. O trabalho aborda um estudo de caso que analisa a implementação dos conceitos e de algumas ferramentas da área da qualidade e do lean manufacturing em um ambiente industrial no ramo de bebidas, com o foco em cerveja artesanal localizada nas proximidades do município de Pontal do Sul/PR, litoral do estado. O estudo também buscou realizar o mapeamento produtivo do estado atual e do estado futuro, e propõe melhorias para a empresa. A próxima seção apresenta os procedimentos metodológicos para a realização desta pesquisa.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa exploratória de caráter quantitativo foi realizada por meio de estudo de caso em uma micro cervejaria. A empresa existe há cinco anos e produz atualmente mais de 15 tipos de cerveja. A cervejaria produz em torno de 10.000 litros mensais e para realizar essa produção mensal conta com dois operadores no seu quadro funcional.

A escolha da empresa deu-se em decorrência da possibilidade de acesso aos registros, bem como à disponibilidade dos gestores em colaborar no fornecimento de dados sobre o processo de fabricação e venda dos produtos para viabilizar a realização da pesquisa. Além disso, foi realizada uma visita técnica dos autores deste trabalho, juntamente da equipe da cervejaria. A Figura 1 mostra o ambiente interno da produção.



Figura 1 - Ambiente interno da produção

Inicialmente o estudo elaborou um Plano de Negócio da empresa utilizando o modelo Lean Canvas. Na sequência, duas ferramentas da gestão da qualidade foram utilizadas: diagrama causa e efeito para demonstrar o problema e as causas atraso de produção, e a ferramenta nomeada de carta de processos múltiplos, conhecida também como fluxograma. Além disso, a pesquisa elaborou um mapeamento do fluxo de valor do estado atual e do estado futuro.

A Figura 2 apresenta a sequência metodológica empregando as etapas: i) identificação do perfil da empresa; ii) aplicação de ferramentas da gestão da qualidade; e iii) construção de um mapeamento dos processos utilizando a ferramenta de mapeamento do fluxo de valor.

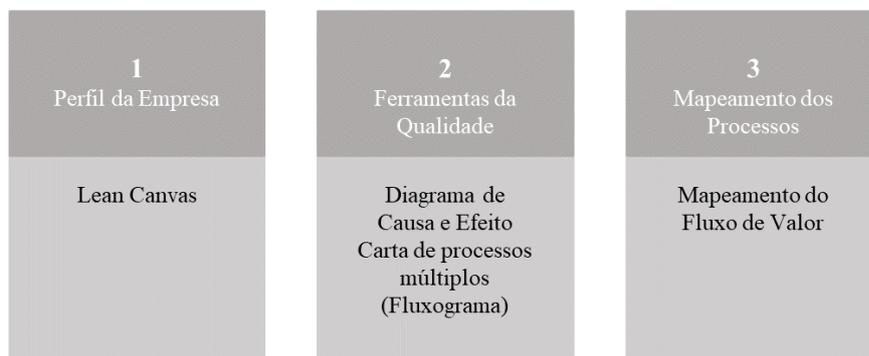


Figura 2 - Sequência metodológica do estudo

A próxima seção aborda os resultados e discussões do trabalho.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A etapa da identificação do perfil da empresa utilizou o Lean Canvas como uma ferramenta para a elaboração do Plano de Negócio da cervejaria listando em blocos as atividades mais importantes que inter-relacionados entregam a proposta de valor ao cliente (OSTERWALDER & PIGNEUR, 2011), como está apresentado na Figura 3.

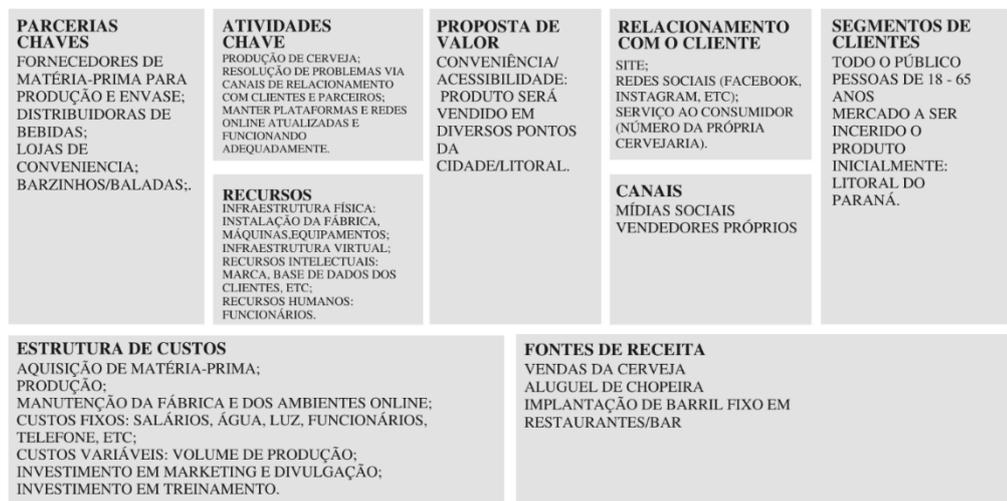


Figura 3 - Lean Canvas para a cervejaria

Na sequência, foram identificados alguns problemas internos e externos da organização com a finalidade de encontrar potenciais causas. O principal problema levantado foi o atraso na produção. Nesse sentido, foi utilizado o diagrama de causa e efeito, ferramenta utilizada para expor a relação entre o resultado de um processo, e as causas que tecnicamente

possam afetar no resultado (WERKEMA, 1995). A Figura 4 apresenta o diagrama de causa e efeito, com as possíveis causas identificadas do problema, levantadas a partir de um *brainstorming* realizado entre o grupo de pesquisa e os operadores da cervejaria.

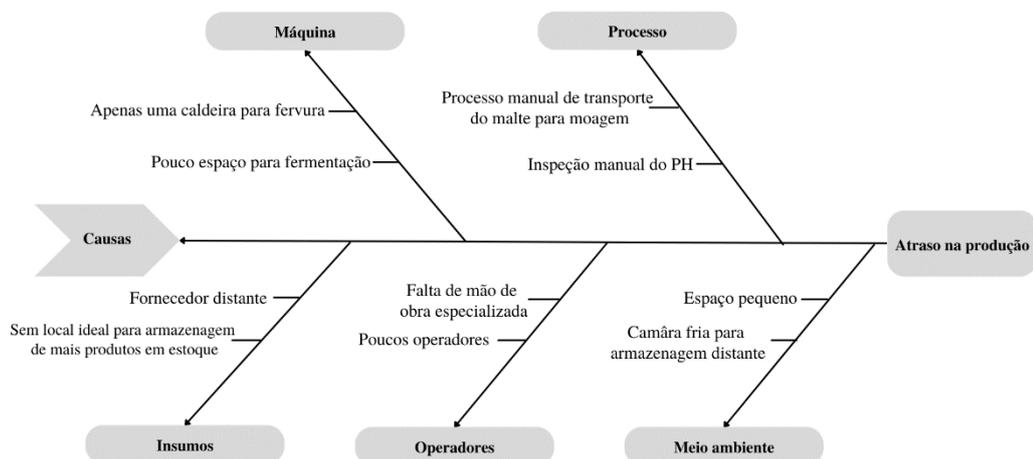


Figura 4 - Diagrama causa e efeito para o atraso de produção

Com a aplicação do Diagrama de Causa e Efeito se obteve os principais fatores causadores do determinado problema. A ferramenta foi usada para organizar, classificar, documentar e exibir graficamente as causas do problema no atraso na produção, e foram divididos em: (i) Maquinário, (ii) Processo, (iii) Insumos, (iv) Operadores, e (v) Meio Ambiente.

Conforme a análise do diagrama de causa e efeito, as causas para o atraso de produção estão relacionadas diretamente ao (i) maquinário, devido ter apenas uma caldeira para fervura e ao pequeno espaço para fermentação. Ao (ii) processo, referente a não ter o transporte do malte para a moagem de modo automático, assim como a inspeção do PH da mostura. Além da baixa automação, os (iii) insumos não possuem local adequado para armazenagem próxima, o que ainda dificulta no abastecimento devido ao baixo número de fornecedores próximos. Em seguida, outro problema identificado foi quanto aos (iv) operadores, que precisam ser especializados, e por isso, há poucos que atuam na empresa. E por fim, o (v) meio ambiente, que ressalta a estrutura não adequada de acordo com o volume atual da produção e por não possuir câmara fria no local ocasiona gasto de tempo no transporte para armazenagem do produto final.

Além disso, a Figura 5 foi elaborada com o objetivo de representar o fluxograma do processo produtivo principal da cervejaria, desde o recebimento da matéria-prima até o processo de armazenagem. As atividades são apresentadas em operação, movimento, espera e estocagem.

Atividade	Operação	Movimento	Inspeção	Espera	Estocagem
Recebimento de Materiais		⇒			
Moagem Malte/Cereal	○				
Maceração do malte	○				
Filtragem	○				
Fervura	○				
Resfriamento				D	
Fermentação	○				
Maturação				D	
Filtragem Final	○				
Armazenamento					▽

Símbolo	Atividade
○	Uma operação, tarefa ou atividade de um trabalho
⇒	Um movimento de materiais, informações ou pessoas de um lugar para outro
□	Uma inspeção, verificação ou exame de materiais, informações ou pessoas
D	Uma espera ou uma pausa no processo
▽	Uma estocagem, estoque de materiais, arquivos ou fila de pessoas

Figura 5 - Carta de processos múltiplos

O trabalho também propôs um layout futuro para a cervejaria. Inicialmente, a Figura 6 apresenta o estudo do layout atual, e a Figura 7 o layout futuro.

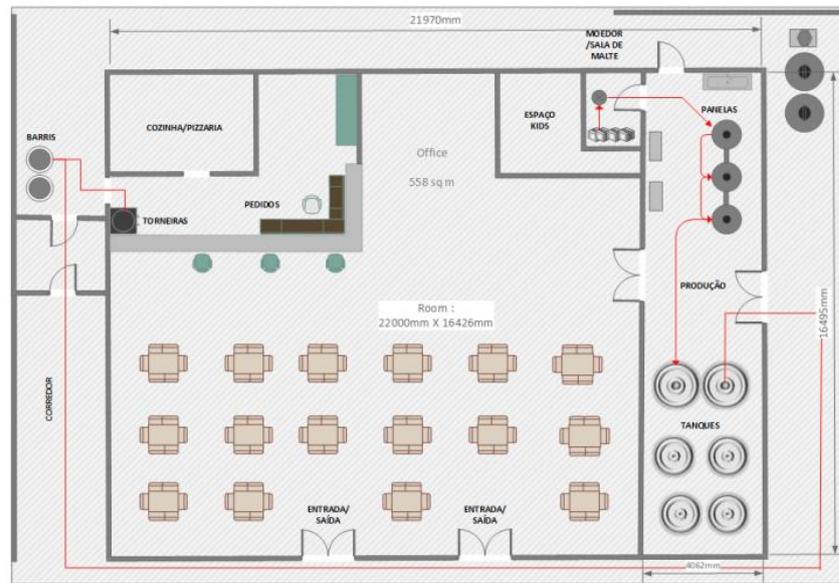


Figura 6 - Layout atual da cervejaria

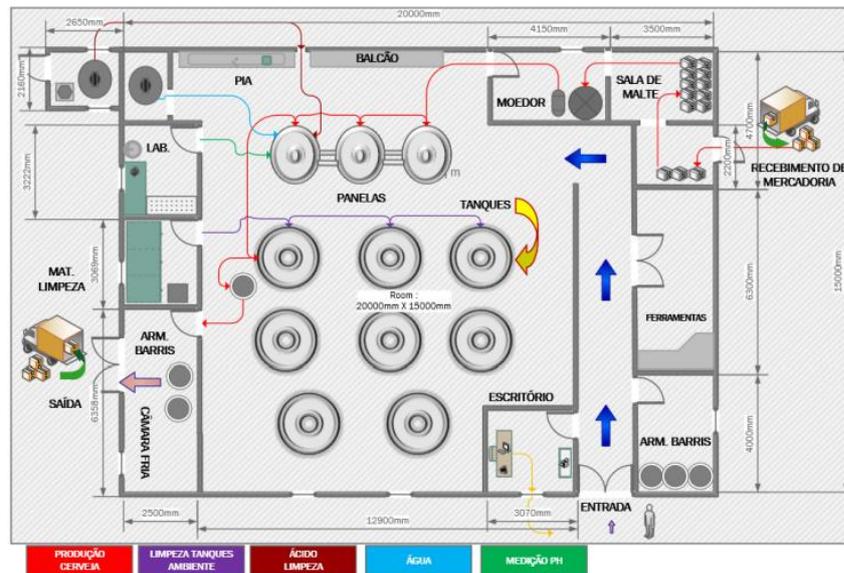


Figura 7 - Layout futuro da cervejaria

Na sequência, os resultados do estudo apresentam um mapeamento dos processos que consistiu em analisar o estado atual e propor um estado futuro com as melhorias nos principais problemas identificados na cervejaria, conforme representado nas Figuras 8 e 9, respectivamente.

Figura 8 - Mapeamento da cervejaria do estado atual

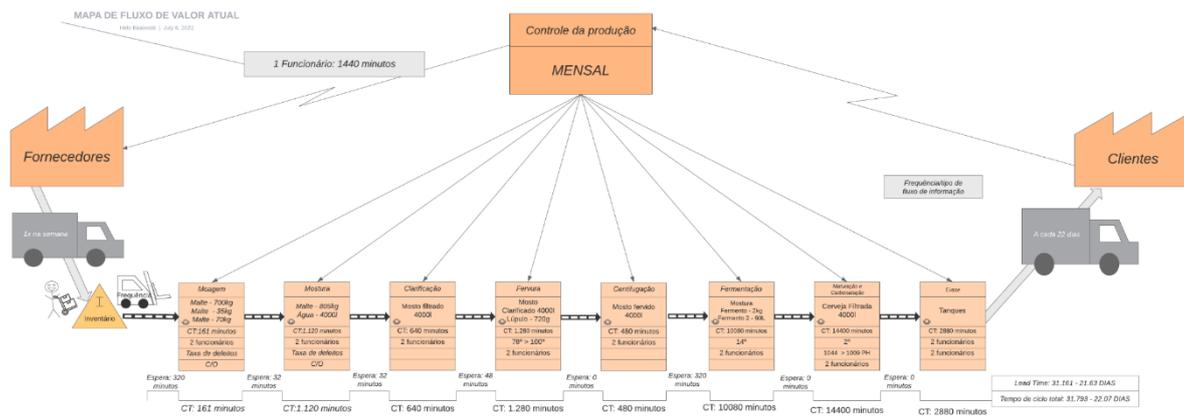
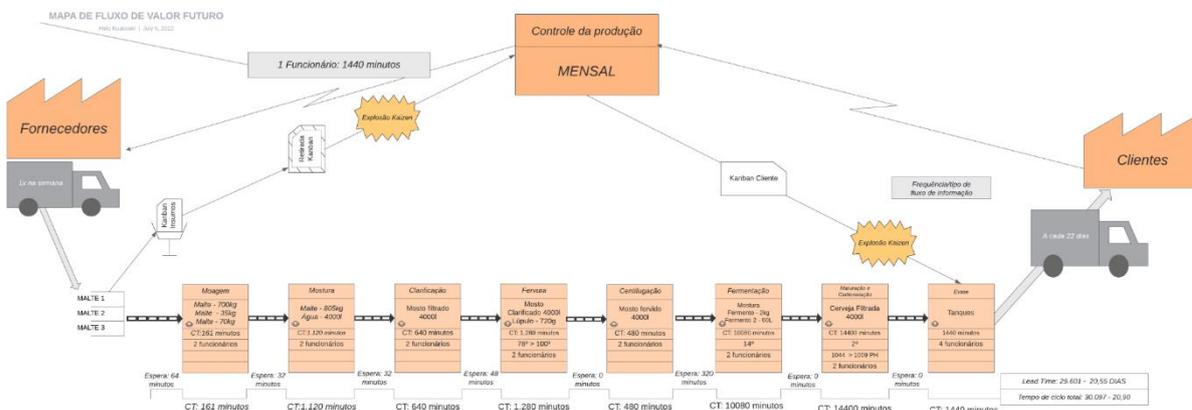


Figura 9 - Mapeamento da cervejaria do estado futuro



O mapeamento do estado futuro resultou na elaboração de um plano de melhoria para o processo produtivo da cervejaria. A execução deste plano tem como finalidade eliminar os desperdícios diagnosticados e aumentar a produtividade, conforme apresentado na Tabela 1.

	Estado Atual	Estado Futuro
Lead Time	21,63 dias	20,55 dias
Tempo de Ciclo	22,07 dias	20,90 dias

Tabela 1 - Melhorias verificadas para a cervejaria

A elaboração do diagrama causa e efeitos possibilitou demonstrar que os principais problemas da cervejaria estavam voltados à estrutura e mão de obra que necessita ser especializada. Por isso, durante o início do processo de produção, optou pela aplicação do cartão

kanban de insumos, onde que uma vez retirado, é direcionado para a compra de mais insumos, o que não era controlado anteriormente. Em seguida, foi aplicado novamente mais um cartão Kanban, porém este direcionado ao cliente fixo, que seria acionado assim que houvesse a demanda, evitando a superprodução e tornando-a puxada.

A divisão do mapa do estado futuro em segmentos ajuda a visualizar melhor as melhorias para a cervejaria. O mapa do estado futuro em segmentos mostra quais melhorias necessitam ser implementadas (i) desenvolver um fluxo contínuo que opere baseado no *takt time*; (ii) estabelecer um sistema puxado para controlar a produção; (iii) introduzir nivelamento na logística de abastecimento.

4. CONCLUSÕES

Este trabalho aplicou um conjunto de instrumentos da gestão da qualidade para realizar um diagnóstico de produção de uma micro cervejaria no litoral do Paraná. O estudo também elaborou um mapeamento do fluxo de valor do estado atual e futuro, possibilitando a visualização das oportunidades de melhoria no sistema produtivo. A função processo ao mapeamento da cadeia propõe a otimização do sistema a partir de ações que impactem diretamente sobre a cadeia de valor, reduzindo o lead time de produção, reduzindo o custo de manufatura, e melhorando a qualidade do produto/serviço.

Conforme observado no estudo de caso, a aplicação do método proposto proporcionou uma apresentação objetiva das perdas presentes no sistema, resultando na implementação de melhorias nos fluxos de material e informação, precisamente na logística de abastecimento através do cartão *kanban* e na produção puxada, com finalidade de evitar desperdícios, evitando superprodução e atendendo a demanda de clientes.

A comparação dos estados atual e futuro permitiu apontar a dimensão e o impacto das melhorias implementadas, como por exemplo, a redução do *lead time* e do tempo de ciclo. Como oportunidades para trabalhos futuros, recomenda-se um estudo de caso para implantação de um layout ideal, possibilitando o aumento da produtividade e a redução do tempo gasto em transporte.

REFERÊNCIAS

KERHALKAR, S.; NANDURKAR, K. N. Development of VSM implementation procedure for prefabrication shop through case study approach. **International Journal of Advance Research in Science**, 2012.

OSTERWALDER, A.; PIGNEUR, Y. Inovação em Modelos de Negócios. **Business Model Generation**: Alta Books, 2011.

SAVEDRA, L. A., ROYER, R., & ROSA, A. F. P. Aplicação de ferramentas da qualidade e planejamento para o controle de produção de cerveja artesanal. **Revista Prociências**, 4(1), 69-89, 2021.

VINODH, S.; ARVIND, K. R.; SOMANAATHAN, M. Application of value stream mapping in an Indian camshaft manufacturing organisation. **Journal of Manufacturing Technology Management**, 2010.

WERKEMA, M. C. C. As ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos. **In**: As ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos. p. 128-128, 1995.