



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Instituto de Ciência e Tecnologia
Câmpus de Sorocaba

GUSTAVO TORQUATO BROCANELLI

**Desenvolvimento de uma Ferramenta de Analytics Preditiva para o Acervo da
Biblioteca da UNESP - Câmpus de Sorocaba Utilizando uma Adaptação do
*News vendor Model***

Sorocaba

2022

GUSTAVO TORQUATO BROCANELLI

DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA DE ANALYTICS PREDITIVA PARA O
ACERVO DA BIBLIOTECA DA UNESP – CÂMPUS DE SOROCABA UTILIZANDO UMA
ADAPTAÇÃO DO *NEWSVENDOR MODEL*

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Instituto de Ciência e Tecnologia de
Sorocaba, Universidade Estadual Paulista
(UNESP), como parte dos requisitos para
obtenção do grau de Bacharel em Engenharia
de Controle e Automação.

Orientador(es): Prof. Dr. Márcio Alexandre
Marques

Coorientador: Profa. Dra. Fabiane Mondini

Sorocaba

2022

B863d Brocanelli, Gustavo Torquato

Desenvolvimento de uma ferramenta de analytics preditiva para o acervo da biblioteca da UNESP - Câmpus de Sorocaba utilizando uma adaptação do Newsvendor Model / Gustavo Torquato Brocanelli. -- Sorocaba, 2022

69 p. : il., tabs., fotos

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia de Controle e Automação) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia, Sorocaba

Orientador: Márcio Alexandre Marques

Coorientadora: Fabiane Mondini

1. Previsão de demanda. 2. Desenvolvimento de software. 3. Microsoft Excel. 4. Bibliotecas Processamentos técnicos. 5. Inventários. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de Ciência e Tecnologia, Sorocaba.

Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Instituto de Ciência e Tecnologia
Câmpus de Sorocaba

DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA DE ANALYTICS PREDITIVA PARA O
ACERVO DA BIBLIOTECA DA UNESP – CÂMPUS DE SOROCABA UTILIZANDO UMA
ADAPTAÇÃO DO *NEWSVENDOR MODEL*

GUSTAVO TORQUATO BROCANELLI

ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO
COMO PARTE DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE
BACHAREL EM ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO

Prof. Dr. Mauricio Becerra Vargas

Coordenador

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. MÁRCIO ALEXANDRE MARQUES

Orientador / UNESP – Campus de Sorocaba

Prof^a. Dr^a. FABIANE MONDINI

Co-orientadora / UNESP – Campus de Sorocaba

Profa. Dra. MARIA LÚCIA PEREIRA ANTUNES

UNESP – Campus de Sorocaba

Agosto de 2022

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, que dedicaram de seu tempo, energia e recursos em prol da minha educação, tanto de base quanto universitária, assim como na minha formação como pessoa e cidadão.

Aos professores Dr. Márcio Alexandre Marques e Dra. Fabiane Mondine pelo auxílio e atenção durante o desenvolvimento deste projeto.

Agradeço aos funcionários da biblioteca central da UNESP, em especial a Dra. Flavia Maria Bastos, por sua atenção e por ter disponibilizado os dados necessários, mesmo em um momento de reforma e mudança nas bibliotecas da universidade.

Agradeço aos bibliotecários e técnicos da biblioteca da PUC-Campinas, por proporcionar os dados de empréstimos de seu acervo e permitirem sua utilização, apesar de eu não ser um aluno de sua Universidade.

Agradeço a todos os funcionários do ICTS, pois sem seu trabalho cotidiano durante meus anos na universidade eu não poderia ter me formado.

E por fim, aos meus familiares, amigos e conhecidos que, de alguma forma, me ensinaram, ajudaram ou apoiaram durante meu período na universidade.

RESUMO

Com o avanço da aplicação da análise de dados e estudo operacional em todos os setores do mercado, é proveitoso que as bibliotecas acadêmicas também utilizem dessas mesmas técnicas para buscar uma melhora constante em seu funcionamento. Considerando que o serviço principal de uma biblioteca acadêmica é suprir a demanda de livros por alunos e professores, uma forma de melhorá-lo é pelo controle do acervo (estoque) de obras, baseado em uma previsão de demanda de cada título (produto). Dado que a biblioteca da UNESP/Campus de Sorocaba já dispõe de um controle anual de empréstimos de cada título em seu acervo e que o mesmo é feito no software Excel, o objetivo deste trabalho é propor uma ferramenta, desenvolvida na linguagem VBA, para fazer uma análise e controle de seu acervo através da previsão de demanda de cada título, visando assim, atender suficientemente essa procura por alunos e professores da universidade. Propõe-se como modelo da ferramenta, a divisão do acervo da biblioteca em três grupos (A, B e C) pela Curva ABC do número de empréstimos de cada título, a escolha de uma distribuição probabilística que se considera adequada (Normal, *t-Student* ou Triangular) para representar o comportamento desses empréstimos no período de estudo e designar para cada grupo uma porcentagem arbitrária da distribuição escolhida, utilizando uma adaptação do *Newsvendor Model* (Modelo Probabilístico de Período Único) ou problema do jornaleiro. Dois testes, baseados nos erros das previsões utilizando o modelo escolhido, foram realizados com a finalidade de verificar a eficácia da ferramenta. No primeiro teste foi feita uma comparação da previsão do *Newsvendor Model* com a previsão realizada pelo model *Naive* e no segundo, a comparação dos resultados obtidos no primeiro teste com os resultados separados por grupo (A, B e C). Pode-se concluir que a ferramenta implementada possui uma interface amigável, se adequa aos processos da biblioteca da UNESP/Sorocaba e consegue prever de forma eficaz o número de empréstimos dos títulos do seu acervo. Por fim, recomenda-se como parâmetros a utilização da distribuição Triangular, período de 3 anos a ser estudado e CRs de 0,2 a 0,3 para o grupo A, menor ou igual a 0,05 para o grupo C e entre 0,05 e 0,3 para o grupo B.

Palavras-chave: Bibliotecas acadêmicas, controle de acervo, Curva ABC, previsão de demanda, VBA.

ABSTRACT

With the current advancement and scope in the application of data analysis and operational research in all industry sectors, it is fruitful for academic libraries to also utilize from the same methods to continuously improve its operations. Given that the main duty of an academic library is to fulfill the university's students and professors demand for books, one way of improving its services is by managing its collection based on the demand for each title the same way a company would manage its stock based on the demand for each product (SKU). Considering that the UNESP/Sorocaba campus's library already has an annual control of each title's borrowings and that this control is managed through Microsoft Excel, this work's purpose is to develop a tool, programmed in VBA, that analyses and manages the campus's library collection by predicting each title's annual demand. The proposed method for the tool is the division of the collection into different groups via the ABC analysis of the title's borrowings, the selection of an adequate probability distribution (Normal, t-Student or Triangular) to represent each title borrowings' behavior in a given period and to assign, for each group, arbitrary percentages to be used as cumulative functions (in this case, also called Critical Ratios) in an adaptation of the Newsvendor Model. Two tests were made to determine the effectiveness of the proposed method: The first consists of comparing the adapted Newsvendor Model borrowing predictions percentage errors with the forecasting errors utilizing the Naïve prediction model, and the second is the comparison of the first test results with the results achieved for each group (A, B and C). It is possible to conclude that the implemented tool is suitable to be used for the UNESP/Sorocaba library services, has a friendly interface and is capable of effectively predict the number of borrowings from each title from its collection. Furthermore, the triangular distribution, a 3 year period of study and CRs of 0.2 to 0.3 for group A, less or equal to 0.05 for group C and between 0.05 and 0.3 for group B are recommended as input parameters.

Keywords: Academic libraries, ABC Analysis, collection management, demand forecasting, VBA.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Esquema ilustrativo da separação de produtos em grupos A, B e C.....	15
Figura 2 – Representação da Curva ABC.....	16
Figura 3 – Representação gráfica da distribuição probabilística de um lançamento de dado quadrado de seis lados.....	17
Figura 4 – Representação gráfica da distribuição Normal.....	18
Figura 5 – Representação gráfica da distribuição t-Student.....	19
Figura 6 – Representação gráfica da distribuição Triangular.....	20
Figura 7 – Representação gráfica da aplicação do <i>Newsvendor Model</i> em um evento que segue a distribuição Normal.....	25
Figura 8 – Representação gráfica do número de empréstimos anual de um título fictício.....	27
Figura 9 – Representação gráfica, de forma errônea, da distribuição probabilística de empréstimos anuais do título fictício.....	28
Figura 10 – Representação gráfica da tabela 1.....	29
Figura 11 – Exemplo de distribuição probabilística contínua baseada no empréstimo anual do título fictício.....	30
Figura 12 – Fluxograma proposto para o desenvolvimento da ferramenta.....	32
Figura 13 – Lógica de separação do histórico total de empréstimos de títulos em grupos de dados para o estudo da previsão com 3 anos de histórico.....	35
Figura 14 – Lógica do teste de eficácia do <i>Newsvendor Model</i> como modelo de previsão (Teste 1).....	36
Figura 15 – Lógica utilizada para observar o resultado da divisão da previsão em grupos (Teste 2) para a distribuição Triangular e grupo A.....	37
Figura 16 – Parâmetros que devem ser inseridos no programa.....	38

Figura 17 – Aba “Parâmetros” da ferramenta desenvolvida.....	39
Figura 18 – Aba “Lista” da ferramenta desenvolvida.....	39
Figura 19 – Aba “Por Grupo” da ferramenta desenvolvida.....	40
Figura 20 – Aba “Dados” ou interface de inserção de histórico de empréstimos.....	41
Figura 21 – Etapa 1 desenvolvida.....	42
Figura 22 – Processo realizado na etapa 1.....	43
Figura 23 – Etapa 2 do programa.....	44
Figura 24 – Processo realizado na etapa 2.....	45
Figura 25 – Etapa 3 do programa.....	46
Figura 26 – Código escrito em linguagem VBA.....	46
Figura 27 – Aba “Lista” com os resultados do estudo de acordo com os parâmetros inseridos..	47
Figura 28 – Funcionamento do campo de busca da aba “Lista”.....	48
Figura 29 – Gráficos mostrados na aba “Por Grupo”.....	49
Figura 30 – Representação gráfica do Teste 1 para a comparação de MPes.....	51
Figura 31 – Representação gráfica do Teste 1 para a comparação de MAPes.....	51
Figura 32 – Resultado do Teste 2 para o grupo A.....	53
Figura 33 – Resultado do Teste 2 para o grupo B.....	53
Figura 34 – Resultado do Teste 2 para o grupo C.....	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Agrupamento das ocorrências de empréstimo do título fictício em intervalos.....	29
Tabela 2 – Resultados do Teste 1 para a comparação de MPEs.....	50
Tabela 3 – Resultados do Teste 1 para a comparação de MAPEs.....	50

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Objetivo	14
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1	Curva ABC	16
2.2	Distribuições probabilísticas	17
2.2.1	Distribuição Normal	18
2.2.2	Distribuição <i>t-Student</i>	19
2.2.3	Distribuição Triangular	20
2.3	O <i>Newsvendor Model</i>	21
2.3.1	O lucro esperado	21
2.3.2	Remanejando a expressão do lucro esperado	22
2.3.3	Quantidade Econômica de Encomenda	23
2.4	Previsão Ingênua	25
2.5	Excel e VBA	25
2.6	<i>Newsvendor Model</i> no Excel	25
2.7	Erro percentual médio e erro percentual médio absoluto	26
3	METODOLOGIA	27
3.1	Materiais	27
3.2	Distribuições probabilísticas dos empréstimos em bibliotecas	27
3.3	Construção do software em VBA	30
3.4	Testes de precisão do software	33
4	RESULTADOS	38
4.1	A ferramenta	38
4.2	Testes do software	49
4.2.1	Teste da eficácia do <i>NewsVendor Model</i> com as distribuições Triangular, <i>t-Student</i> e Normal	49
4.2.2	Teste da eficácia da divisão em grupos	52
4.2.3	Discussão dos testes de precisão	55

5	CONCLUSÃO.....	57
	REFERÊNCIAS.....	59
	APÊNDICE A.....	61
	APÊNDICE B.....	62
	APÊNDICE C.....	65
	APÊNDICE D.....	66
	APÊNDICE E.....	67
	ANEXO A.....	68
	ANEXO B.....	69

1. INTRODUÇÃO

As bibliotecas acadêmicas são os centros de conhecimento de uma universidade, podendo ser consideradas um dos pilares do ensino superior, essenciais para o desenvolvimento acadêmico e científico, e, portanto, indiretamente essenciais para o desenvolvimento da sociedade como um todo. Com o avanço do estudo da qualidade e otimização operacional nos mais diversos setores, principalmente na esfera quantitativa, as bibliotecas acadêmicas também vêm se adequando a essa evolução, justificando a afirmação de que “a preocupação com a qualidade passou a fazer parte do cotidiano dos bibliotecários” (BRITO; VERGUEIRO, 2011).

Mesmo com a crescente atenção dada, devido a era digital, à análise de dados como forma de suporte para a *performance* e direcionamento estratégico de instituições, ainda existem as que não seguem essa tendência pelos mais diversos fatores, como por exemplo a falta de capital para implementar sistemas e/ou contratar recursos que possibilitem uma análise eficaz ou então uma cultura organizacional que não enfatiza a coleta, gerenciamento e estudo de dados. No contexto das bibliotecas acadêmicas, pode-se dizer que todas as bibliotecas de médio ou grande porte possuem algum tipo de sistema de gerenciamento de informação. Porém, a forma como os dados obtidos por esses sistemas são utilizados nem sempre tem como objetivo a otimização do funcionamento das bibliotecas.

Apesar de existirem diferentes métodos para se medir a qualidade de uma biblioteca, sendo esse um assunto de certa forma subjetivo, pode-se dizer que uma biblioteca de qualidade é aquela que consegue atender as necessidades dos seus clientes. No caso de uma biblioteca acadêmica, ter um acervo que consiga suprir a demanda de seus usuários, os docentes e alunos da Universidade, é um indicativo de qualidade (BRITO; VERGUEIRO, 2011).

Partindo do ponto de vista citado e tomando como referência os estudos de qualidade e otimização utilizados no mercado, uma estratégia que pode ser utilizada é a de analisar acervos como estoques de produtos, no caso, livros. Ao fazer um controle da quantidade de títulos e livros no acervo, uma biblioteca pode não só atender melhor a demanda de seu campus, como também diminuir significativamente o espaço utilizado para o armazenamento de livros e possibilitar um melhor direcionamento para investimentos futuros.

De acordo com a coordenação da biblioteca central da UNESP, a universidade como um todo não pratica nenhum tipo de estudo de suporte à decisão em relação a quantidade de títulos e livros em seu acervo. Por esse motivo, não existe nenhuma ferramenta que possa medir de maneira quantitativa se o acervo da biblioteca está atendendo a demanda de seus alunos e docentes. Além disso, a biblioteca do Campus de Sorocaba já faz um acompanhamento do número de livros, títulos, reservas e empréstimos por ano, mas não utiliza estes dados para um estudo mais aprofundado. Esses dados do campus de Sorocaba eram enviados anualmente para a biblioteca central da UNESP, em formato de planilha de Excel, até 2019.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho é propor para a biblioteca do Campus de Sorocaba, uma ferramenta, desenvolvida na linguagem VBA (Visual Basics for Application), para ser utilizada na análise e controle de seu acervo, visando atender a demanda dos alunos e professores da universidade. Essa ferramenta visa prever o número de empréstimos que um determinado título terá baseando-se somente em seu histórico de empréstimos e então recomendar uma quantidade de cópias para cada título. Para isso, propõe-se a divisão do acervo da biblioteca em grupos, baseados no conceito da Curva ABC ou análise de Pareto, escolher uma distribuição probabilística que se considera adequada (Normal, *t-Student* ou Triangular) e então designar, para cada grupo, uma porcentagem arbitrária da distribuição escolhida, utilizando uma adaptação do *Newsvendor Model* (Modelo Probabilístico de Período Único) ou problema do jornaleiro.

A fim de testar a veracidade da ferramenta e do método proposto, dados da biblioteca da Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC/Campinas) foram utilizados, e o erro percentual das previsões de empréstimos, utilizando diferentes períodos como base histórica foram analisados.

1.1 Objetivo

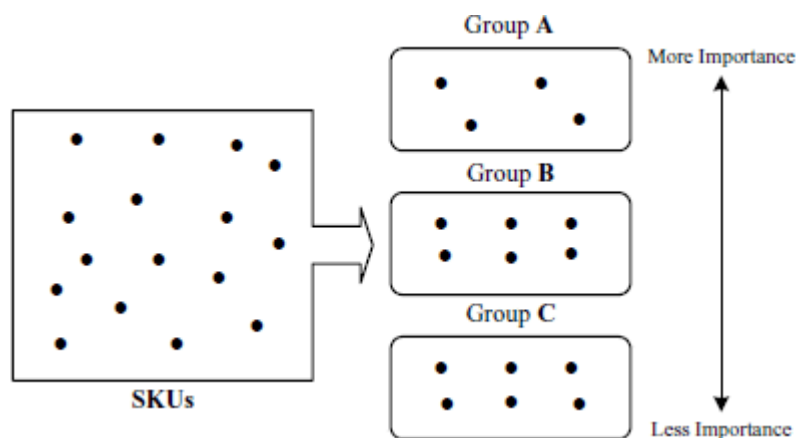
Este trabalho tem como objetivo desenvolver uma ferramenta que possa, de maneira eficaz, otimizar o acervo de livros da biblioteca da UNESP, campus de Sorocaba, baseando-se somente no histórico de empréstimos de cada título. Como o funcionamento de grande parte das bibliotecas acadêmicas é similar, a ferramenta em questão também poderá ser adaptada para uso em outras instituições.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Curva ABC

A Curva ABC ou Análise ABC (*ABC Analysis*) é um método utilizado no ramo de gestão de cadeia de suprimentos, mais precisamente no controle de estoque. Ela serve para classificar os produtos de um determinado estoque ou empresa em diferentes categorias de importância, a fim de separar os poucos produtos importantes dos muitos produtos triviais, classificando no grupo A os produtos que requerem maior atenção, no grupo B os intermediários e no grupo C os de menor importância, conceito representado pela figura 1 (CHEN; LI; LIU, 2008) (IVANOV; TSIPOULANIDIS; SCHÖNBERGER, 2019).

Figura 1 – Esquema ilustrativo da separação de produtos em grupos A, B e C.



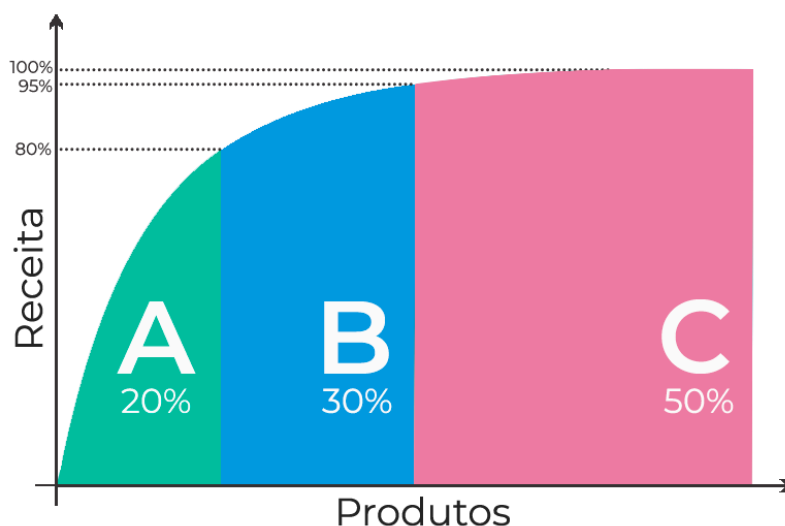
Fonte: (CHEN; LI; LIU, 2008)

Tradicionalmente, essa divisão é baseada no quanto cada produto contribui com a receita da empresa, mas ela também pode ser feita utilizando outros critérios. A divisão baseia-se na porcentagem cumulativa de receita (ou outro critério utilizado), e, portanto, é necessário estipular a porcentagem de receita que cada grupo representará.

Um parâmetro que é comumente utilizado no mundo corporativo é o de que o grupo A deve ser composto pelos produtos que representam 80% da receita, o grupo B 15%, e o grupo C 5%.

Uma representação gráfica de Curva ABC com os parâmetros citados anteriormente pode ser vista na figura 2 (CHEN; LI; LIU, 2008) (FARMAÇON JR, 2020).

Figura 2 – Representação da Curva ABC.



Fonte: (FARMAÇON JR, 2020)

Como pode ser observado na figura 2, acredita-se que de forma geral, o grupo A será composto por 20% dos produtos da empresa, o grupo B por 30% e o grupo C por 50%. A proporção mostrada nessa figura segue o Princípio de Pareto, ou “regra dos 80-20”, que se refere a observação feita pelo economista italiano Vilfredo Pareto de que 80% da renda familiar da Itália estava concentrada em 20% das famílias italianas e que os 20% restantes estavam distribuídos entre 80% das famílias. Proporções similares podem ser observadas em diferentes situações (CHEN; LI; LIU, 2008):

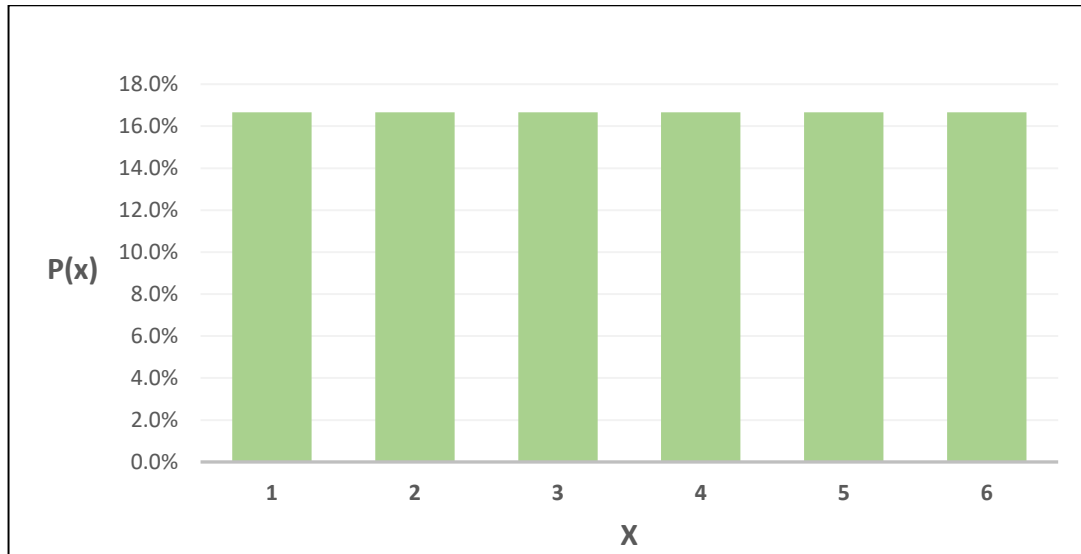
- Na engenharia de software, pode-se observar que 90% do tempo de execução de um programa é gasto em 10% do código.
- Na área de negócios, observa-se que, geralmente, 20% dos clientes contribuem com 80% do lucro anual.

- Na sociedade humana, percebe-se que poucas cidades contêm a maior parte da população de um país. Como exemplo, no Canadá, 10% do país abriga aproximadamente 40% da população.

2.2 Distribuições probabilísticas

As distribuições probabilísticas são uma forma de demonstrar todos os resultados possíveis de um determinado evento com resultado incerto, e a probabilidade de cada um desses resultados acontecer de fato (SOUSA, 2019). Por exemplo, o resultado obtido ao se jogar um dado quadrado de seis lados é aleatório, podendo ser um número inteiro entre 1 e 6. Nesse caso, a chance do resultado ser o número 1 é de $1/6$, assim como para os demais números no dado, o que pode ser expresso graficamente como ilustrado na figura 3.

Figura 3 – Representação gráfica da distribuição probabilística de um lançamento de dado quadrado de seis lados.



Fonte: Autoria própria

Na figura 3, $P(x)$ representa a probabilidade de cada um dos resultados ocorrer, e x representa um determinado resultado. A distribuição representada graficamente na figura 3 pode ser expressa, matematicamente, como na equação (1).

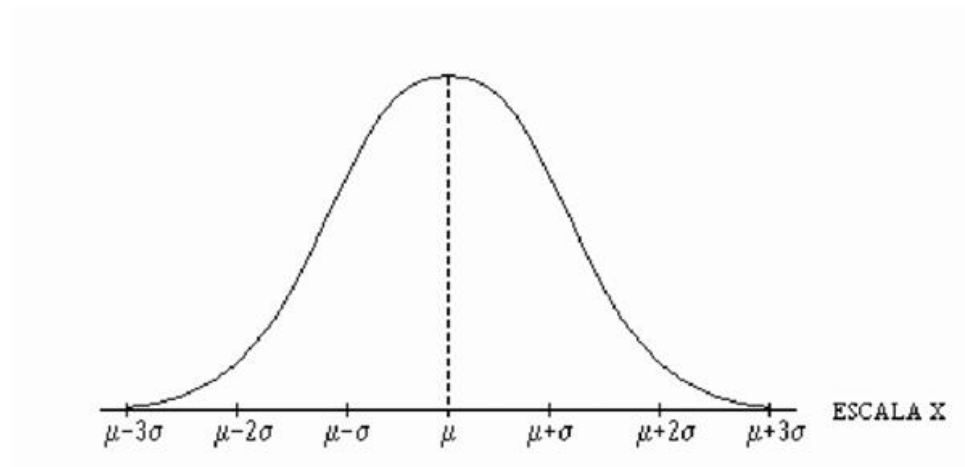
$$P(x) = \begin{cases} \frac{1}{6}, & 1 \leq x \leq 6 \\ 0, & x < 1 \text{ ou } x > 6 \end{cases} \quad (1)$$

Essa distribuição pode ser classificada como uma distribuição discreta, ou seja, que todos os resultados possíveis no evento estudado são inteiros. Para o estudo em questão, porém, é necessário se utilizar de distribuições contínuas que, diferentemente do exemplo dado na figura 3, apesar de poderem ter resultados discretos, tem resultados aleatórios. A seguir, são discutidas 3 distribuições contínuas que são frequentemente utilizadas no mercado e que foram utilizadas para a construção da ferramenta de previsão de empréstimos: as distribuições Normal, *t-Student* e Triangular.

2.2.1 Distribuição Normal

A distribuição Normal, ou distribuição Gaussiana, é uma das mais utilizadas distribuições probabilísticas em diversos setores, principalmente no estudo de processos de empresas, como tamanho de produtos fabricados em série, e variáveis biométricas, como altura e peso de uma população. É chamada de distribuição Gaussiana pois foi estudada pela primeira vez por Carl Friedrich Gauss durante seus estudos sobre regressão. A forma da distribuição normal pode ser observada na figura 4 (SOUSA, 2019; BARROW, 2017).

Figura 4 – Representação gráfica da distribuição Normal.



Fonte: (ALFONSO et al, 2008)

A curva da distribuição normal pode ser vista na equação (2) (BARROW, 2017).

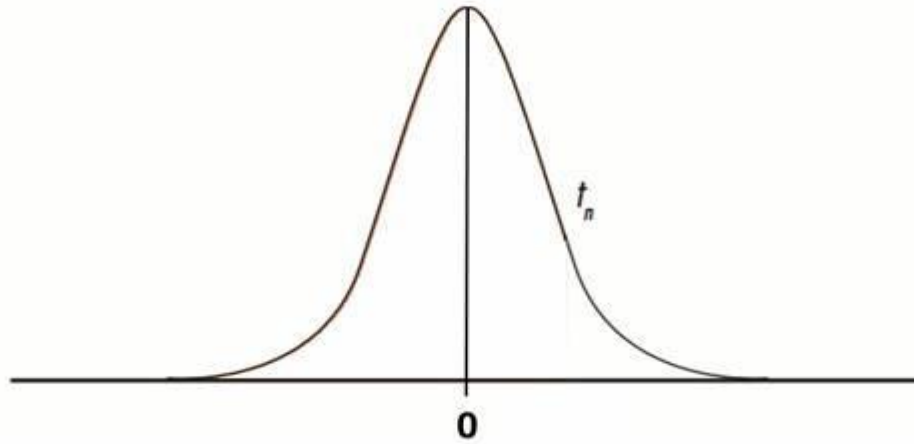
$$f(x) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} * e^{\left(\frac{-1}{2} * \left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2\right)} \quad (2)$$

Na qual $f(x)$ é a probabilidade do resultado ser um determinado valor, x é o valor em questão, μ é a média dos resultados observados nos eventos estudados, e σ é o desvio padrão dos resultados observados nos eventos estudados.

2.2.2 *t-Student*

A distribuição *t-Student*, introduzida por William Gosset em 1908, é uma distribuição que muito se assemelha a distribuição Normal, mas é utilizada para estudos com menos ocorrências estudadas ($n \leq 30$). Depois de $n = 30$, ela se assemelha muito a distribuição normal unitária, que nada mais é do que distribuição normal com média 0 e desvio padrão igual a 1. A figura 5 mostra a curva de uma distribuição *t-Student* (REBULA, 2018; LIPE, 2015).

Figura 5 – Representação gráfica da distribuição *t-Student*.



Fonte: (LIPE, 2015)

A equação (3) apresenta a curva da distribuição *t-Student* (TAYLOR, 2018).

$$f(t) = \frac{\Gamma^*\left(\frac{v+1}{2}\right)}{\sqrt{v\pi}\Gamma^*\left(\frac{v}{2}\right)} * \left(1 + \frac{t^2}{v}\right)^{-\left(\frac{v+1}{2}\right)} \quad (3)$$

Na qual Γ representa a função Gama, que é uma generalização da função fatorial e ν é o número de graus de liberdade. O grau de liberdade é dado pelo número de ocorrências estudadas menos uma unidade, como mostra a equação (4).

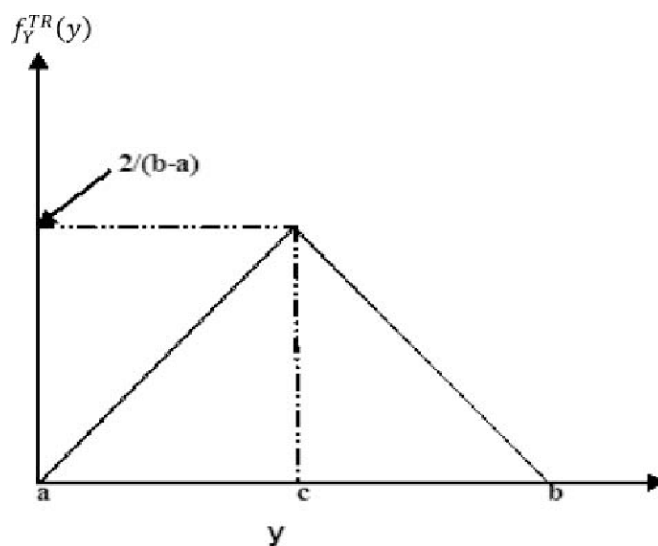
$$V = n - 1 \quad (4)$$

Porém, a equação (3) não é simples e prática de ser utilizada e por isso prefere-se o uso de uma tabela com os valores já encontrados utilizando a equação. Essa tabela pode ser observada no **Anexo A** (REBULA, 2018). Nela, pode-se observar os valores de t para cada grau de liberdade e a porcentagem cumulativa. Esse valor de t representa a proporção que a variância entre os eventos observados impactam a distribuição. Como exemplo, o valor que se obtém com 5 graus de liberdade e para uma porcentagem cumulativa de 80%, será equivalente a média dos 6 eventos observados mais 1,476 vezes o desvio padrão entre esses eventos.

2.2.3 Triangular

A distribuição triangular é uma distribuição que possui um valor mínimo, um valor de moda e um valor máximo. Essa distribuição é muito utilizada principalmente para produtos com ciclos de vida curtos como hortifruti, camisetas de futebol (que perdem valor após uma temporada), jornais, revistas, artigos de luxo, entre outros. Um exemplo de distribuição triangular pode ser observado na figura 6 (PARSONS, 2004).

Figura 6 – Representação gráfica da distribuição Triangular.



Fonte: (BHATTACHARJEE et al, 2017)

Na figura 6, a letra “a” representa o menor valor observado, “b” representa o maior valor observado e “c” representa a moda observada em um determinado evento.

A equação (5) traz a curva da distribuição triangular (WOLFRAM, 2022; STATOLOGY, 2021).

$$f(x) = \begin{cases} \frac{2(x-a)}{(b-a)*(c-a)}, & \text{para } a \leq x \leq c \\ \frac{2(b-x)}{(b-a)*(b-c)}, & \text{para } c < x \leq b \\ 0, & \text{para } x < a \text{ e } x > b \end{cases} \quad (5)$$

Já a probabilidade cumulativa da distribuição é dada pela equação (6) (WOLFRAM, 2022; STATOLOGY, 2021).

$$D(x) = \begin{cases} \frac{(x-a)^2}{(b-a)*(c-a)}, & \text{para } a \leq x \leq c \\ 1 - \frac{(b-x)^2}{(b-a)*(b-c)}, & \text{para } c < x \leq b \end{cases} \quad (6)$$

2.3 O Newsvendor Model

O *Newsvendor Model* ou modelo do Jornaleiro, é um modelo de estocagem probabilístico de período único, usado primordialmente em produtos com ciclos de vida pequenos, como a distribuição triangular (hortifruti, jornais, itens de luxo, camisetas de futebol, entre outros). O exemplo principal de onde o nome é derivado é: dado que um jornal só tem valor no dia em que é impresso, quantos jornais um jornaleiro deve comprar para que tenha o maior lucro possível. Para isso, antes do período de venda, no caso 1 dia, o jornaleiro deve decidir quantos produtos comprar (RUDY;PYKE, 1999).

Uma característica importante do problema do jornaleiro é que não se pode comprar novos produtos durante o período em questão e portanto, caso os produtos comprados esgotem o vendedor não poderá mais vender durante o ciclo vigente. O custo de se perder uma venda é denominado *Underage Cost* (Cu). Da mesma maneira, se a demanda por produtos for menor que o número de produtos comprados para o período, estes perderão valor e custarão ao vendedor, custo chamado de *Overage Cost* (Co). Para a compreensão do *Newsvendor Model*, é necessário também o entendimento do lucro esperado e do conceito de quantidade ótima que serão discutidos em seguida, baseados na metodologia de ensino de Pyke e Rudy (1999).

2.3.1 Lucro Esperado

Considera-se que um vendedor compre Q unidades de um produto com ciclo de vida de uma temporada logo antes da temporada ou período de venda por um preço de varejo W (*Wholesale*). Então, uma demanda D é observada e as unidades anteriormente compradas são vendidas por um valor de revenda chamado de R (*Revenue*), chamadas assim pois geram uma receita ($R > W$). Caso unidades em estoque não sejam vendidas até o fim do período de venda, elas podem ser vendidas com desconto por um valor S (*Salvage*), que é menor que o preço de varejo ($S < W$), e por isso acarreta uma perda de receita. Por fim, considera-se também que o vendedor conheça a distribuição probabilística de sua demanda D , que representaria na prática uma estimativa de quanto se esperaria vender. Para fins de estudo, a distribuição normal é comumente utilizada.

Considerando as suposições feitas anteriormente, sabe-se que o número de unidades vendidas em uma determinada temporada é limitado pela demanda D e pelas unidades Q disponíveis para revenda. Se $Q \geq D$, D unidades serão vendidas por R e o excesso ($Q-D$) será vendido em promoção por S . Já se $Q < D$, Q unidades serão vendidas. Já o custo de cada unidade vendida é dado por $Q*W$. Por fim, conclui-se que:

- Se $Q \geq D$, ou seja, a quantidade comprada foi maior que a demanda, o lucro esperado é de $R * D + \{S * (Q - D)\} - Q * W$
- Se $Q < D$, ou seja, a quantidade comprada foi menor que a demanda, o lucro esperado é de $R * Q - Q * W$

A fim de representar ambos os resultados, utiliza-se da expressão $\min(D, Q)$, que resulta no menor valor entre as variáveis D e Q , e $(Q - D)^+$, que resulta em zero caso $Q - D$ tenha valor negativo. A expressão do lucro esperado em função de Q é dada pela equação (7).

$$\Pi_r(Q) = E[R * \min(D, Q) + S * (Q - D)^+ - Q * W] \quad (7)$$

Na qual E denota esperança, ou seja, a chance média de um evento acontecer.

2.3.2 Remanejando a expressão do lucro esperado

Com o intuito de representar o custo de se perder uma venda (Cu) e o custo de não vender um item comprado (Co) na expressão do lucro anteriormente encontrada, manipula-se a mesma para encontrar a expressão do custo de oportunidade de venda.

Primeiro, substitui-se a expressão $\min(D, Q)$ por $D - (D - Q)^+$. Verifica-se que as expressões se equivalem pois, se $Q \geq D$, então $D - (D - Q)^{+D-0=D}$, e se $Q < D$, então $D - (D - Q)^{+D-D+Q=Q}$. Em seguida, substitui-se Q por $D - (D - Q)^{++(Q-D)^+}$. Pode-se verificar a expressão pela mesma lógica utilizada anteriormente. A expressão $\Pi_r(Q)(1)$ então pode ser expressa pela equação (8).

$$\Pi_r(Q) = E * [R * (D - (D - Q)^+) + S * (Q - D)^+ - W * (D - (D - Q)^+ + (Q - D)^+)] \quad (8)$$

Agrupando termos semelhantes, chega-se na equação (9).

$$\Pi_r(Q) = (R - W) * E * D - E[(R - W) * (D - Q)^+ + (W - S) * (Q - D)^+] \quad (9)$$

Na equação (9), o segundo termo dado por $-E$ representa o custo da incerteza da demanda, e é chamado de $G_r(Q)$. A expressão $(R - W) * (D - Q)^+$ representa o custo de se comprar mais do que a demanda, enquanto a expressão $(W - S) * (Q - D)^+$ representa o custo de se comprar menos. Dessa forma, pode-se escrever $G_r(Q)$ como na equação (10).

$$G_r(Q) = E[C_u * (D - Q)^+ + C_o * (Q - D)^+] \quad (10)$$

2.3.3 Quantidade Econômica de encomenda

A Quantidade Econômica de Encomenda (*Economic Order Quantity* (EOQ)), é quantidade de itens a serem comprados que geram, em tese, o maior lucro esperado. Para encontrar essa expressão, analisa-se a equação do lucro esperado a partir da variação de Q. Ao observar a equação 9, constata-se que o primeiro termo $(R - W) * E * D$ não depende de Q. Dessa forma, passa-se a analisar a equação (10), o custo da incerteza da demanda.

Nessa equação, no primeiro o termo $(D - Q)^+$, se $Q < D$, ao se acrescentar 1(um) unidade de item comprado Q, o resultado do termo decresce em uma unidade (-1). Se $Q > D$, independente da variação de Q, o resultado será 0. Dessa forma, pode-se expressar a variação de $(D - Q)^+$ em função de Q, também conhecida como a derivada do termo em função de Q, pela equação (11), na qual $Prob(D > Q)$ é a probabilidade de D ser maior que Q.

$$-C_u * Prob(D > Q) \quad (11)$$

Em seguida, analisa-se da mesma forma o segundo termo da equação (10), $(Q - D)^+$. Ao se acrescentar 1 unidade em Q, o resultado do termo é acrescido em uma unidade (+1). Portanto, a derivada do termo em função de Q é dada pela equação (12).

$$C_o * Prob(Q > D) \quad (12)$$

Após derivar ambos os termos, a derivada da equação (10) é dada pela equação (13).

$$G'_r(Q) = -C_u * Prob(D > Q) + C_o * Prob(Q > D) \quad (13)$$

Como sabe-se que $Prob(D > Q) = 1 - Prob(Q > D)$, então substituí-se $Prob(Q > D)$ na equação (13) resultando na equação (14).

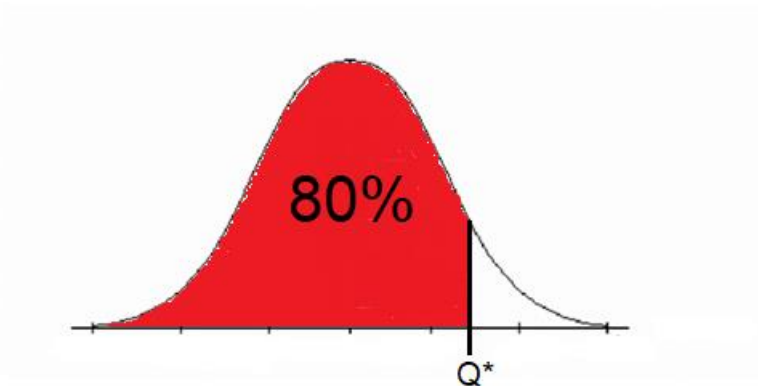
$$G'_r(Q) = -C_u * [1 - Prob(Q > D)] + C_o * Prob(Q > D) \quad (14)$$

Igualando-se a derivada a 0 (zero) e realizando o estudo dos valores críticos, para buscar o valor máximo de Q, tem-se a condição ideal para o *Newsvendor Model* dada pela equação (15).

$$Prob(Q > D) = \frac{C_u}{C_u + C_o} \quad (15)$$

Portanto, o valor de Q que satisfaz a equação (15) é a EOQ, denotada por **Q*** (STATOLOGY, 2021). Isso quer dizer que por exemplo, caso saiba-se que um determinado produto tem sua venda seguindo uma distribuição normal e um *Critical Ratio* de 0.8 é encontrado, então sua EOQ será Q*, como mostra a figura 7.

Figura 7 – Representação gráfica da aplicação do *Newsvendor Model* em um evento que segue a distribuição Normal.



Fonte: Autoria própria.

2.4 Previsão Ingênua

O modelo de previsão ingênua, chamado em inglês de *Naive Forecasting Method*, assume que o resultado de um evento qualquer no próximo período, ou seja, na próxima vez que ele acontecer, será o mesmo do último resultado observado (equação (16)) (MITx, 2022).

$$\hat{X}_{t,t+1} = X_t \quad (16)$$

Na qual X_t é o resultado observado no período atual. Ou seja, a previsão repete o resultado que foi observado: caso um dado seja lançado e o resultado seja o número 5, o modelo de previsão ingênuo prevê que o resultado também será 5 da próxima vez que esse dado for lançado.

2.5 Excel e VBA

O software Microsoft Excel ® é uma ferramenta de gestão e organização de dados que funciona através de planilhas. O sistema em que o Excel funciona torna não só a organização de dados, mas também seu estudo e mesmo sua utilização para programação numérica, prática e visual (BAIER;NEUWIRTH, 2007).

Construída no Excel, o Visual Basic for Application (VBA) é uma linguagem de programação do próprio software que pode ser utilizada para realizar tarefas que não podem ser implementadas utilizando apenas as ferramentas disponíveis na interface do programa ou mesmo automatizar e agilizar qualquer atividade pelo software (ALEXANDER; KUSLEIKA, 2019).

2.6 Newsvendor Model no Excel

Como já mencionado no item 2.3.3, o *Newsvendor Model* retorna a EOQ baseando-se em uma porcentagem da distribuição probabilística utilizada para descrever o evento em questão. No Excel, isso pode ser feito tanto através de fórmulas já construídas, no caso das distribuições Normal e *t-Student*, por exemplo, assim como através da barra de fórmulas, adaptando um modelo a linguagem do Excel, como no caso da distribuição triangular. A fórmula de Q^* no Excel para um evento que segue a distribuição normal pode ser observada na equação (17) (PYKE; RUDY, 1999; BAIER; NEUWIRTH, 2007).

$$Q^* = NORMINV(CR, \mu, \sigma) \quad (17)$$

Na qual: CR é o *Critical Ratio*, μ é a média dos resultados observados nos eventos estudados e σ é o desvio padrão dos resultados observados nos eventos estudados.

2.7 Erro percentual médio e erro percentual absoluto médio

O erro percentual médio (*Mean Percent Error* (MPE)) e o erro percentual médio absoluto (*Mean Absolute Percent Error* (MAPE)), são duas das diversas métricas que podem ser utilizadas para se determinar a eficácia de uma previsão. Ambas medem o erro médio de forma percentual, o que facilita a compreensão da acurácia da previsão quando existe uma disparidade de tamanho grande entre os erros calculados. A fórmula do MPE e do MAPE são descritas, respectivamente, nas equações (18) e (19) (CELIK; YORUKOGLU, 2006).

$$MPE = \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n \frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i} * 100 \quad (18)$$

$$MAPE = \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n \left| \frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i} \right| * 100 \quad (19)$$

Onde n representa o número de previsões totais realizadas, y_i o valor observado em uma determinada previsão i e $\hat{y}_i$ o valor que tinha sido previsto para i .

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Materiais

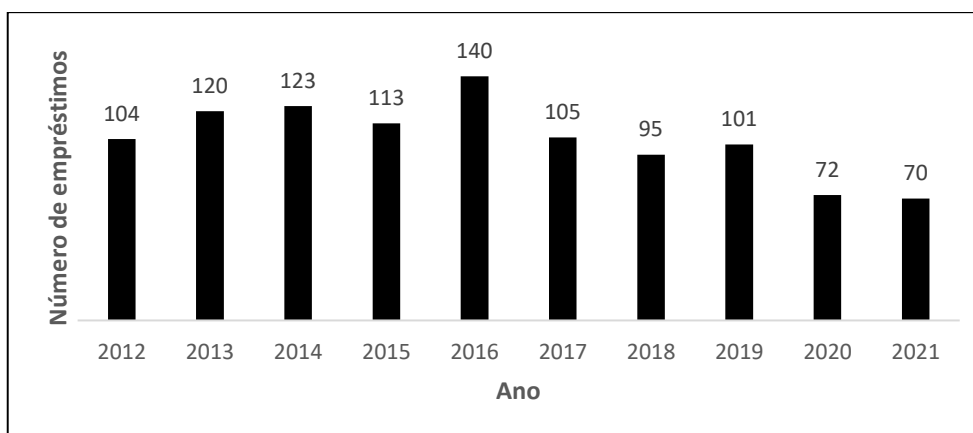
Tanto para a construção da ferramenta quanto para os testes foi utilizado um Notebook Dell modelo Inspiron 15 i7 com 16GB de memória RAM e sistema operacional Windows 10. Além disso, foram utilizados os dados de empréstimo dos acervos da biblioteca da UNESP/Campus de Sorocaba e da PUC/Campinas.

3.2 Distribuições probabilísticas para o caso de empréstimos em bibliotecas

Para exemplificar a distribuição probabilística, vamos considerar o número de empréstimos de um determinado título em uma biblioteca. Nesse caso, trata-se de uma distribuição discreta, pois não se pode emprestar uma fração de um livro. Diferentemente do caso do lançamento de um dado e que foi visto anteriormente, não existe um número de resultados pré-determinados para o número de empréstimos que um livro terá em um determinado ano. Por isso, o estudo da probabilidade de cada resultado discreto deste evento não é possível nem interessante, pois tecnicamente, as possibilidades de resultado tendem ao infinito. Portanto, é mais eficiente tentar encontrar uma fórmula que represente de forma fiel o comportamento desse evento.

Como demonstração, vamos supor que um determinado título (referência de um livro) tenha sido emprestado nos últimos 10 anos como mostrado na figura 8.

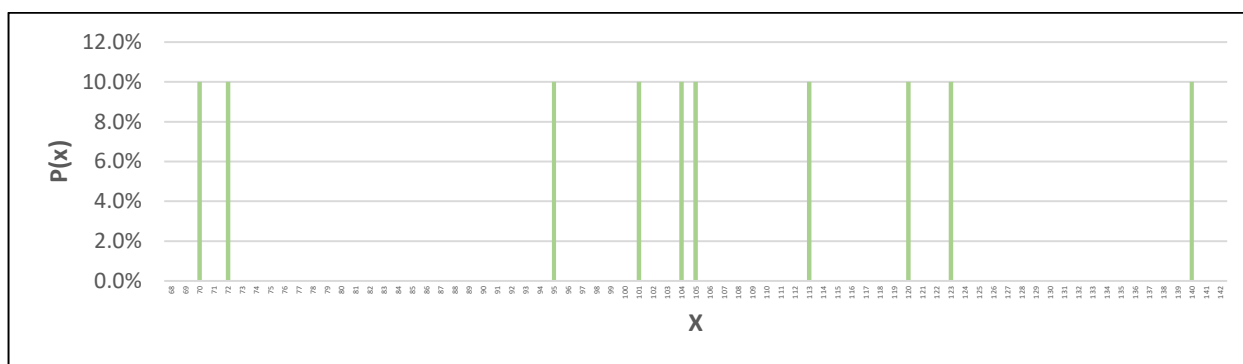
Figura 8 – Representação gráfica do número de empréstimos anual de um título fictício.



Fonte: Autoria própria

Caso o histórico de empréstimos do título fictício, mostrado na figura 8 fosse visualizado como uma distribuição probabilística discreta, ele seria demonstrado de forma errônea, como na figura 9.

Figura 9 – Representação gráfica, de forma errônea, da distribuição probabilística de empréstimos anuais do título fictício.



Fonte: Autoria própria

Essa forma, porém, não auxilia em nada o estudo da probabilidade do número de empréstimos que o título terá no próximo ano, pois não representa fielmente o evento estudado. Ao se analisar o evento, pode-se observar que em cada um dos anos estudados a quantidade de empréstimos foi diferente, mas a distribuição mostrada na figura 9 diz que existe 10% de chance do número de empréstimos visto em qualquer um dos anos anteriores se repetir. Além disso, entende-se da figura 9 que nenhum outro valor, fora os vistos anteriormente, tem alguma probabilidade de acontecer, o que também está errado.

Para que se possa entender o comportamento de um evento como o discutido, é válido o agrupamento dos resultados obtidos em intervalos de valores a fim de entender a probabilidade de um resultado estar dentro de um desses intervalos. Dessa forma, será possível obter uma representação do evento estudado que condiz mais com a realidade e padrões poderão ser observados.

Uma forma de separação é mostrada na tabela 1.

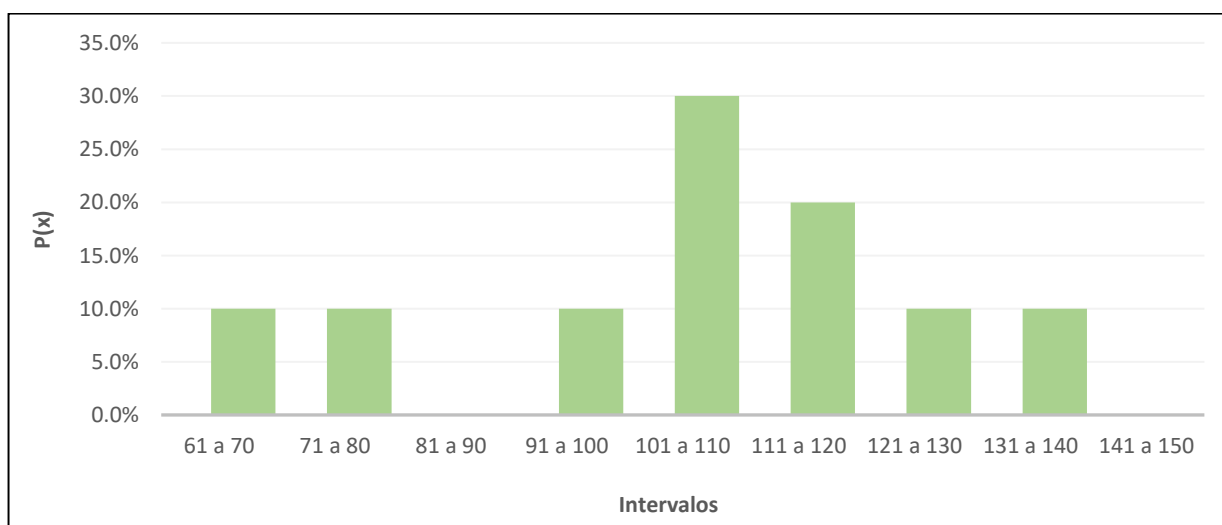
Tabela 1 – Agrupamento das ocorrências de empréstimo do título fictício em intervalos.

Intervalo de valores (empréstimos)	Número de ocorrências
61 a 70	1
71 a 80	1
81 a 90	0
91 a 100	1
101 a 110	3
111 a 120	2
121 a 130	1
131 a 140	1

Fonte: Autoria própria

A representação gráfica da tabela 1 pode ser observada na figura 10.

Figura 10 – Representação gráfica da tabela 1.

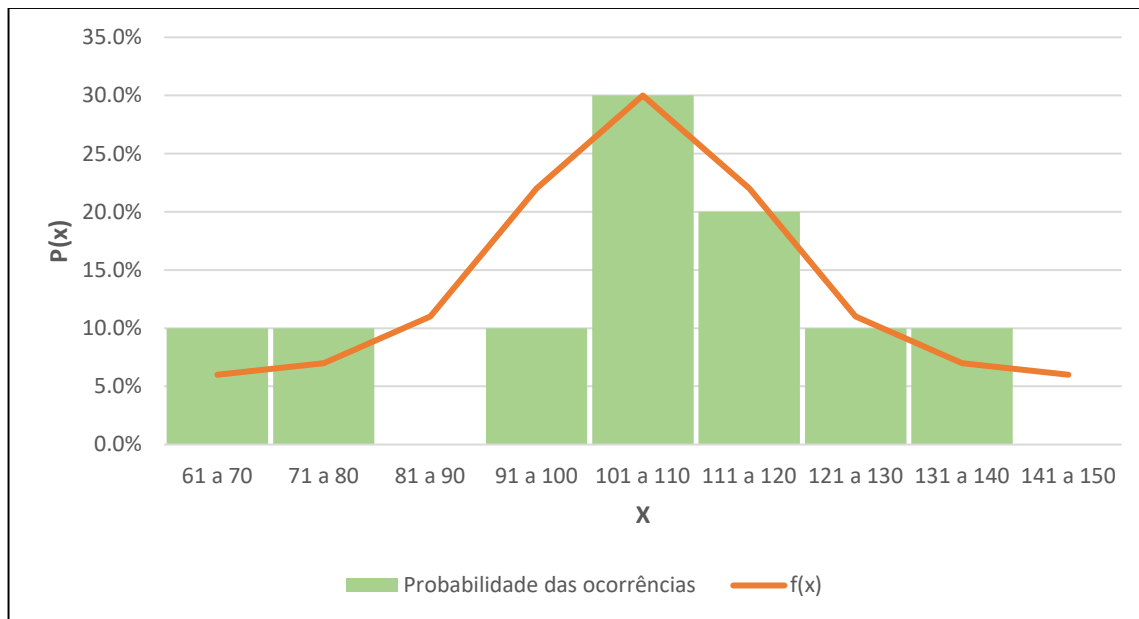


Fonte: Autoria própria.

A figura 10 mostra, por exemplo, o indício de um padrão, que é uma maior concentração de ocorrências entre 101 e 110 empréstimos, o que faz sentido quando se analisa a média dos

valores de empréstimos obtidos em cada ano estudado, que é de 104.3, ou seja, aproximadamente 104 empréstimos por ano. A fim de estudar como se comportam os eventos com resultados aleatórios, como mostrado na figura 8, utiliza-se curvas ou fórmulas matemáticas para compreender o evento (figura 11).

Figura 11 – Exemplo de distribuição probabilística contínua baseada no empréstimo anual do título fictício.



Fonte: Autoria própria.

Na figura 11, a curva $f(x)$ é um exemplo de distribuição probabilística contínua. As distribuições contínuas são curvas (fórmulas matemáticas) que representam a probabilidade de possíveis resultados de um evento a partir da área sob a curva (SOUSA, 2019).

3.3 Construção do software em VBA

Como citado anteriormente, a biblioteca do campus de Sorocaba enviava para a biblioteca central da UNESP em Marília os dados do número de empréstimos anual de cada título de seu acervo em formato XLSX (*Microsoft Excel Worksheet*) (**Anexo B**). Para se adequar ao processo seguido pela faculdade a ferramenta foi desenvolvida no próprio Microsoft Excel, versão 2019, utilizando o VBA (*Visual Basics Application*).

Primeiro foi pensado na lógica que deveria ser seguida pela ferramenta. Comparando o funcionamento de uma biblioteca acadêmica a um estoque de produtos, o *Newsvendor Model* surgiu como uma opção para o desenvolvimento do software pois:

- Os títulos em um acervo acadêmico não são substituídos/atualizados com frequência.
- Supõe-se, pela natureza anual do estudo feito pela UNESP, que cópias de cada título não sejam adquiridas ao decorrer do ano (durante o período de atividade do serviço).

Dessa forma, pode-se estudar um ano como um período único de atividade para todos os títulos da biblioteca. Porém, o *Newsvendor Model* se baseia na equação do lucro para a determinação da EOQ, conceito que não pode ser aplicado às bibliotecas acadêmicas. Ademais, como qualquer modelo de previsão, o ideal seria encontrar distribuições probabilísticas que representassem fielmente aos eventos estudados, mas tanto pelo tamanho limitado dos históricos de empréstimo disponíveis e pela variação no comportamento dos empréstimos anuais de cada título, não seria possível analisar a situação de forma fiel nem utilizando uma distribuição específica para cada título.

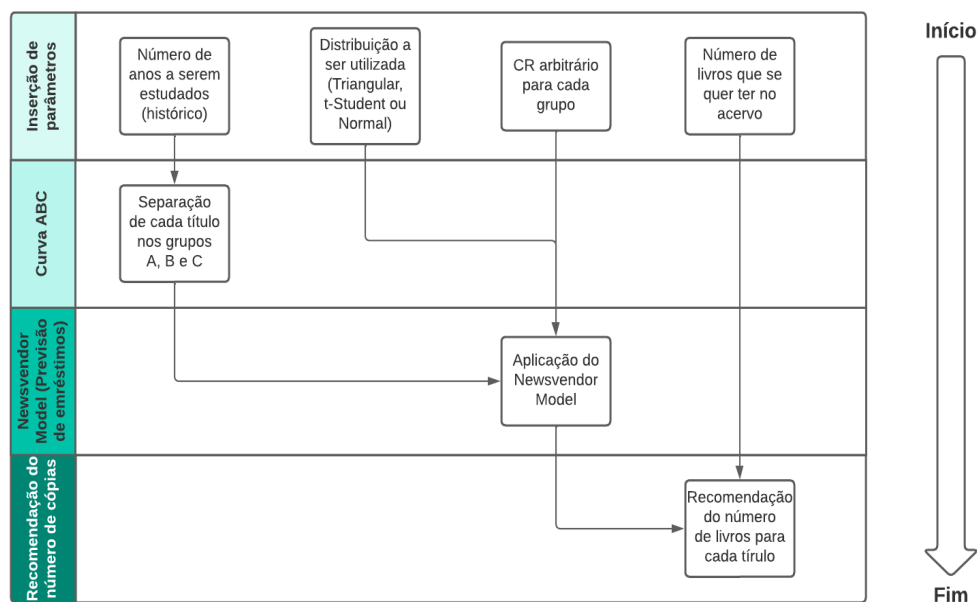
Por isso, optou-se por se utilizar CRs arbitrários e distribuições probabilísticas comumente utilizadas no mercado (Triangular, *t-Student* e Normal) e posteriormente testar a eficácia do software. No caso das distribuições, seus parâmetros (média, desvio padrão etc.) deveriam ser analisados para cada título individualmente, baseados no histórico de empréstimos disponível.

Ao mesmo tempo, devido construção do plano pedagógico de cada disciplina baseado em bibliografias básica e complementar, assim como por conta da preferência de cada docente em qual livro se basear para ministrar e exemplificar suas aulas, observa-se que anualmente, alguns livros têm maior importância e/ou são mais procurados que outros. Novamente comparando as bibliotecas com estoques, escolheu-se a análise ABC como forma de separar cada título por grau de importância (CHEN; LI; LIU, 2008).

Por fim, contabilizando que uma biblioteca acadêmica tenha um limite de espaço e livros que ela possa armazenar em seu acervo, pensou-se em utilizar esse parâmetro para recomendar o número de cópias para cada título, baseando-se na previsão de empréstimos obtida.

Utilizando os conceitos e requisitos levantados anteriormente, a figura 12 mostra o fluxograma do modelo proposto para o desenvolvimento da ferramenta.

Figura 12 – Fluxograma proposto para o desenvolvimento da ferramenta.



Fonte: Autoria própria

Essa lógica foi utilizada para a construção do código na linguagem VBA e para a construção da interface da ferramenta, onde foi utilizado o *Userform* do VBA. Para cada etapa que envolve o *Newsvendor Model* ou análise ABC, os conceitos discutidos foram adaptados para a linguagem de programação em questão.

Dessa forma, pode-se separar o funcionamento do software nas seguintes etapas:

- 1) Separação de cada título nos grupos A, B e C de acordo com a soma de seus empréstimos nos últimos anos (histórico);
- 2) Aplicação do *Newsvendor Model*, para cada título com a distribuição escolhida e os CRs escolhidos para cada grupo;
- 3) Recomendação de um número de cópias para cada título através da porcentagem que cada previsão de empréstimo representa do total.

Na etapa 1, o software analisa a quais livros se deve dar maior importância e os separa em grupos (A, B e C) a partir da análise do número de empréstimo que cada um teve nos últimos anos (histórico de empréstimos), sendo o número de anos a serem estudados escolhido pelo usuário. Diferentemente da proporção mais utilizada no mercado para a curva ABC (grupo A com 80%, grupo B com 15% e grupo C com 5%), devido a divisão das referências nos planos de ensino de uma universidade, escolheu-se a separação mais conservadora (CHEN; LI; LIU, 2008):

- Grupo A – 50% da soma de todos os empréstimos do período estudado;
- Grupo B – 30% da soma de todos os empréstimos do período estudado;
- Grupo C – 20% da soma de todos os empréstimos do período estudado.

Na etapa 2, o software aplica o *Newsvendor Model* para cada título, considerando os CRs escolhidos e supondo que o comportamento probabilístico do número de empréstimos anual de cada um dos títulos respeite a distribuição probabilística escolhida. Por fim, na terceira etapa o software faz uma relação de proporção entre a quantidade de empréstimos prevista para cada título com a quantidade de livros que o usuário pretende ter em seu acervo, como mostrado na equação (20).

$$L_i = \frac{P_i * A}{\sum_{i=1}^n P_i} \quad (20)$$

Sendo L_i o número de livros recomendado para o título qualquer i , P_i o número de empréstimos previsto para esse título i , A o número de livros que se quer ter no acervo e $\sum_{i=1}^n P_i$ a somatória dos empréstimos previstos para cada um dos títulos (n) estudados.

Pode-se observar um exemplo ilustrativo da lógica de funcionamento da ferramenta, englobando todos os conceitos anteriormente citados, no **Apêndice A**.

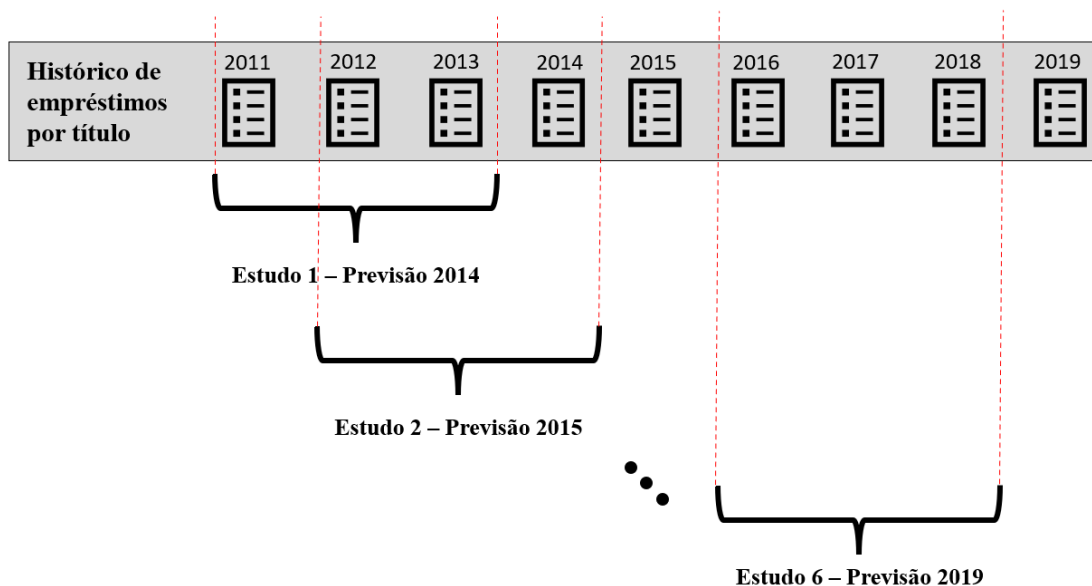
3.4 Testes de precisão do software

Para testar a precisão da ferramenta construída, foram utilizados dados fornecidos pela PUC-Campinas, pois a UNESP dispunha apenas de 3 anos de estudo do número de empréstimos de cada título de seu acervo. Essa restrição impossibilitou o uso dos dados pois limitaria o estudo de precisão a 2 anos de histórico, ou seja, utilizando o histórico de empréstimos de 2017 e 2018, testar o valor realmente observado em 2019 contra o valor previsto para 2019.

Já a PUC disponibilizou os dados de sua biblioteca de 2011 a 2021, porém, como os anos de 2020 e 2021 foram atípicos devido a pandemia da COVID-19, foram utilizados os dados de 2011 a 2019. Além disso, para ambos os testes se utilizou somente os títulos que demonstravam empréstimos em todos os anos estudados. Isso foi feito porque observou-se que havia erros no cadastro de certos livros, o que gerava duplicata de dados, e como a base de dados da PUC tem um volume de dados considerável (mais de dezenove mil dados), não seria viável fazer uma “limpeza” de dados no tempo estipulado para este trabalho.

Foram realizados 2 testes, chamados de Teste 1 e Teste 2. Primeiro foi analisado se o *Newsvendor Model* é eficaz na previsão do número de empréstimos de cada título, comparando o erro percentual médio (MPE) e o erro percentual médio absoluto (MAPE) das previsões realizadas com previsões realizadas pelo modelo *Naive*, analisando o funcionamento das bibliotecas, a não alteração do número de cópias de cada título entre anos. Para este estudo, foram realizados testes com 3, 4 e 5 anos de histórico de empréstimos, períodos justificados pelas normas de atualização de acervo da ISO 11.620, que afirma que pelo menos 50% dos títulos de um acervo devem ter data de publicação igual ou inferior a 5 anos. Como um exemplo, pode-se observar a divisão do histórico total (2011-2019) para estudos com 3 anos de histórico, em diferentes grupos de dados (figura 13) (BRITO; VERGUEIRO, 2011; CELIK; YORUKOGLU, 2006).

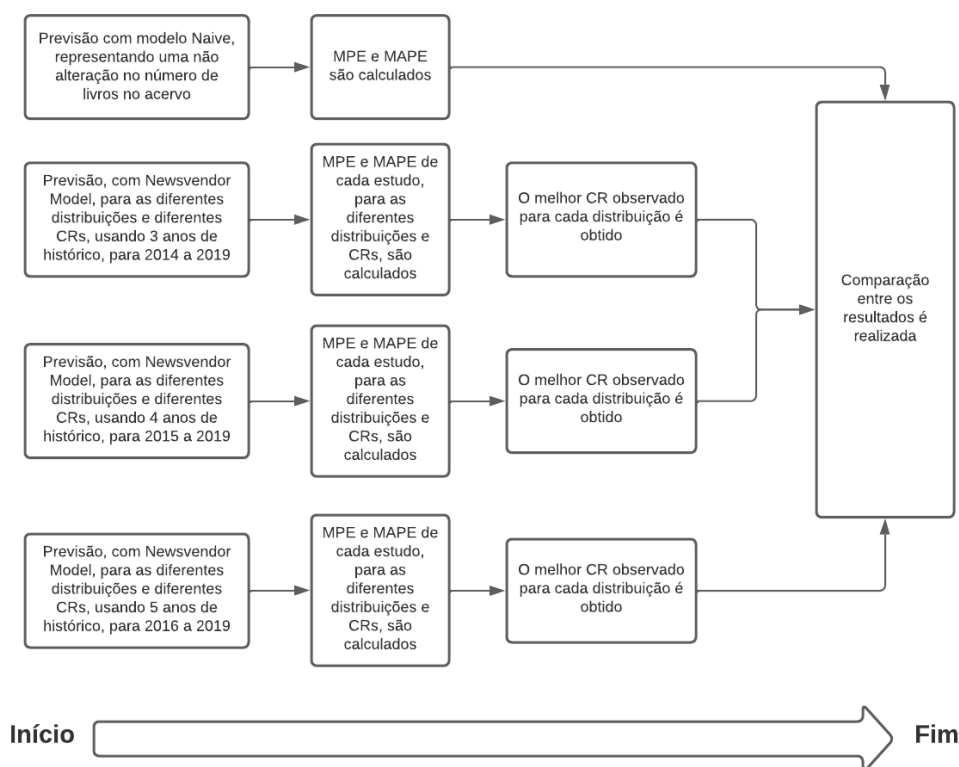
Figura 13 – Lógica de separação do histórico total de empréstimos de títulos em grupos de dados para o estudo da previsão com 3 anos de histórico.



Fonte: Autoria própria.

O teste foi realizado com dez CRs distintos (0,9, 0,8, 0,7, 0,6, 0,5, 0,4, 0,3, 0,2, 0,1 e 0,05) para também analisar qual proporção crítica se mostrava mais eficaz. A análise da eficácia do modelo probabilístico discutido, chamada de Teste 1, seguiu a lógica mostrada na figura 14.

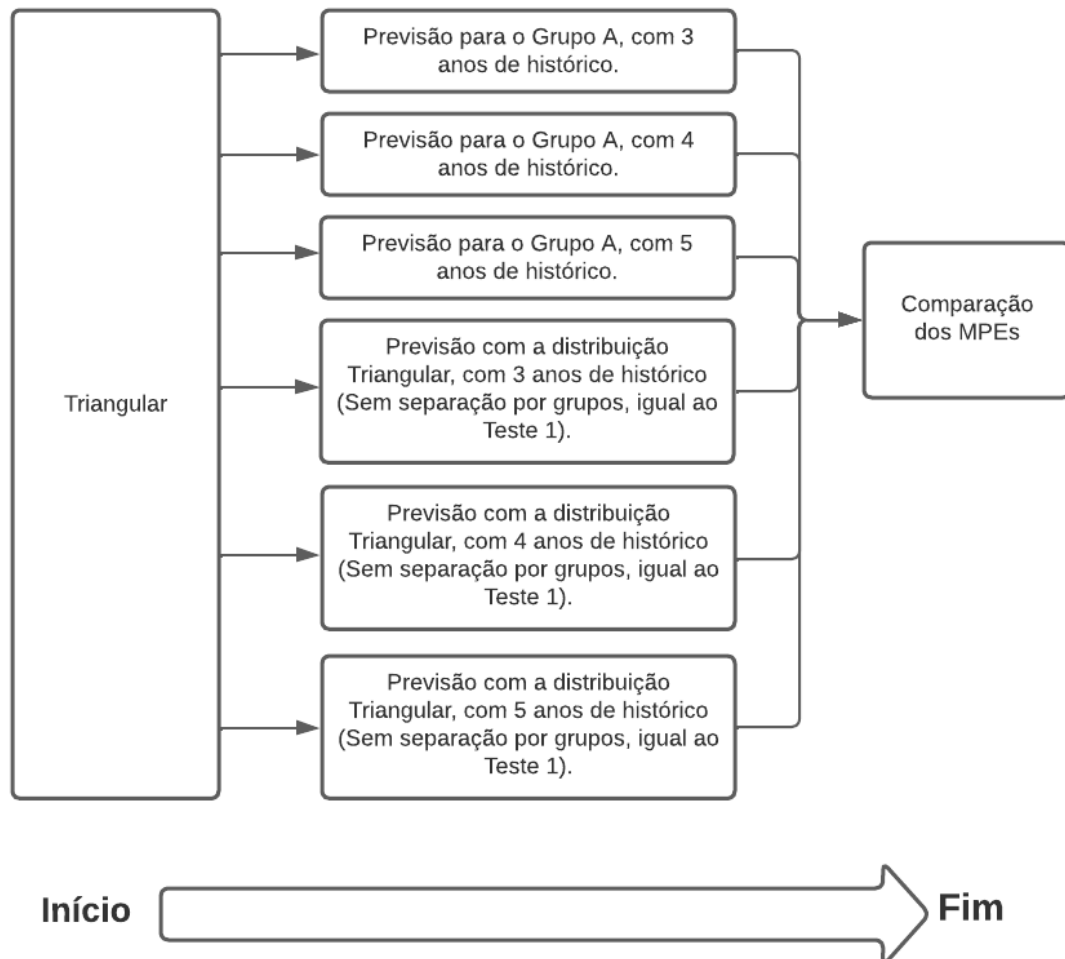
Figura 14 – Lógica do teste de eficácia do *Newsvendor Model* como modelo de previsão (Teste 1).



Fonte: Autoria própria.

Em seguida, foi analisado se a divisão em grupos proposta (A com 50% dos empréstimos, B 30% e C 20%) é justificável, através da comparação do MPE obtido pela previsão de cada distribuição para cada grupo em relação ao geral (obtido no Teste 1), novamente para 3 a 5 anos de histórico de empréstimo. De forma ilustrativa, pode-se observar a lógica do Teste 2 para a distribuição Triangular e grupo A na figura 15.

Figura 15 – Lógica utilizada para observar o resultado da divisão da previsão em grupos (Teste 2) para a distribuição Triangular e grupo A.



Fonte: Autoria própria.

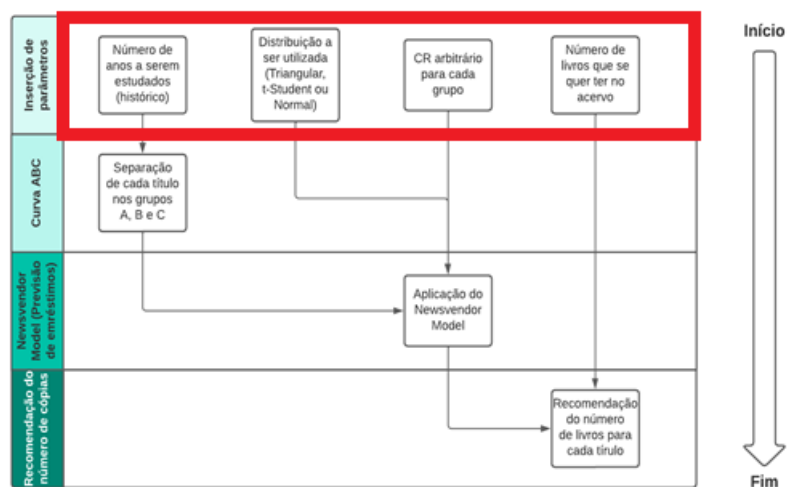
A figura 15 mostra a lógica da comparação da previsão com a distribuição triangular para o grupo A (Triangular – Grupo A). Esse mesmo processo foi realizado para as outras distribuições e grupos, totalizando 9 comparações distintas (Triangular - Grupo A, Triangular - Grupo B, Triangular – Grupo C, *t-Student* -Grupo A etc.).

4 RESULTADOS

4.1 A ferramenta

Para a construção da interface do programa, foi utilizado o *Userform* do VBA. Considerando os parâmetros que devem ser inseridos, como mostrado na figura 16, a interface final do programa desenvolvido pode ser observada nas abas das figuras 17, 18 e 19 (ALEXANDER; KUSLEIKA, 2019).

Figura 16 – Parâmetros que devem ser inseridos no programa.



Fonte: Autoria própria.

Figura 17 – Aba “Parâmetros” da ferramenta desenvolvida.

UserForm1 X

Parâmetros | Lista | Por Grupo

Parâmetros

Número de períodos a serem estudados

Distribuição a ser utilizada

Critical Ratio

Grupo A

Grupo B

Grupo C

Número final de livros

Clique no botão abaixo para inserir as referências, empréstimos e períodos.

Inserir Dados

Atualizar

Ver planilha completa em Excel

Fonte: Acervo pessoal.

Figura 18 – Aba “Lista” da ferramenta desenvolvida.

UserForm1 X

Parâmetros | Lista | Por Grupo

Digite uma referência a ser buscada. Para visualizar todos, deixe o campo em branco.

Buscar

Fonte: Acervo pessoal

Figura 19 – Aba “Por Grupo” da ferramenta desenvolvida.

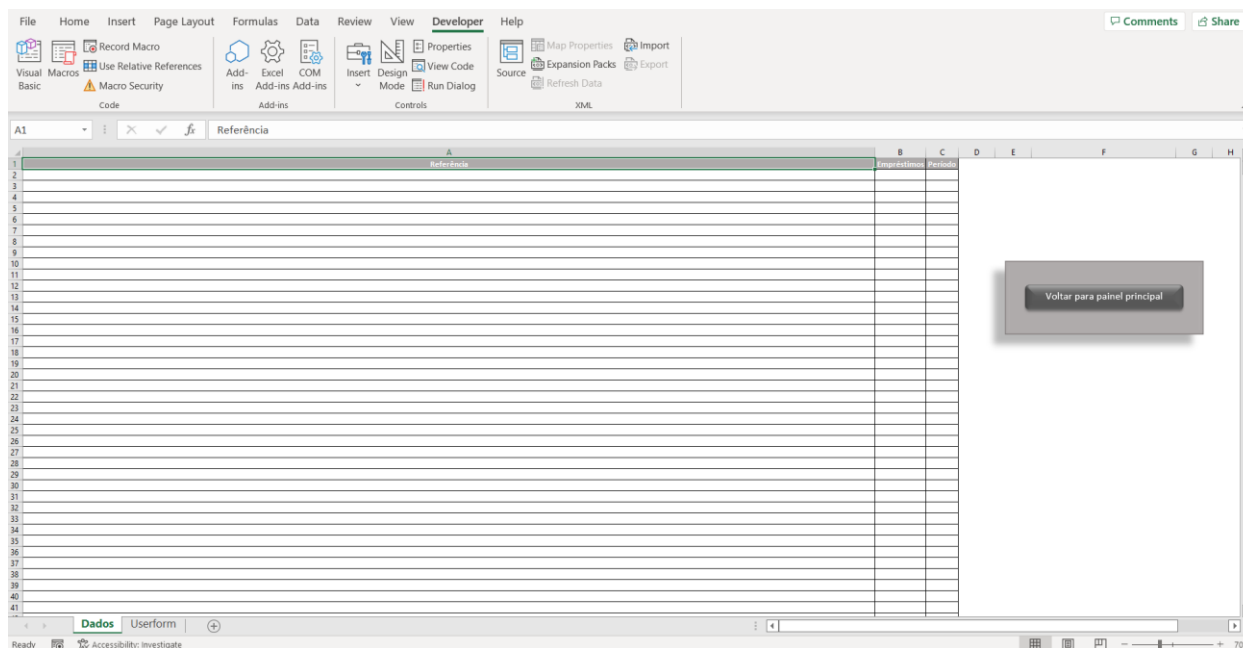
A imagem mostra a interface de uma ferramenta web, especificamente a aba "Por Grupo". A interface é dividida em duas seções principais, cada uma com um fundo colorido e um ícone de livros. A seção superior, com fundo laranja, pergunta "Quantas referências fazem parte de cada grupo?". A seção inferior, com fundo ciano, pergunta "Qual a porcentagem que cada grupo representa do tamanho do seu acervo?". Ambas as seções possuem uma área cinza para resposta. O topo da janela mostra as abas "Parâmetros", "Lista" e "Por Grupo".

Fonte: Acervo pessoal.

O desenvolvimento tanto da interface quanto do funcionamento da ferramenta, seguiu a lógica descrita no item 3.2. Dessa forma, primeiro foi determinado como seria a interface para a inserção do histórico de empréstimo dos títulos. Para isso, foi considerado como os dados da UNESP eram enviados a biblioteca central, para que nenhuma mudança no processo realizado pela faculdade tivesse que ser feita.

Para inserir os dados na ferramenta, deve-se clicar no botão “Inserir Dados”, no canto superior direito da aba “Parâmetros” (Figura 17), o que fará com que seja aberta a tela mostrada na figura 20.

Figura 20 – Aba “Dados” ou interface de inserção de histórico de empréstimos.



Fonte: Acervo pessoal

Na aba mostrada na figura 20, os dados da faculdade devem ser inseridos por ano, seguindo uma ordem crescente de períodos: primeiro todos os títulos e seus respectivos empréstimos do ano (período) de estudo mais recente, em seguida, do penúltimo ano mais recente, e assim por diante. A inserção dos dados da UNESP Sorocaba pode ser vista no **Apêndice B**.

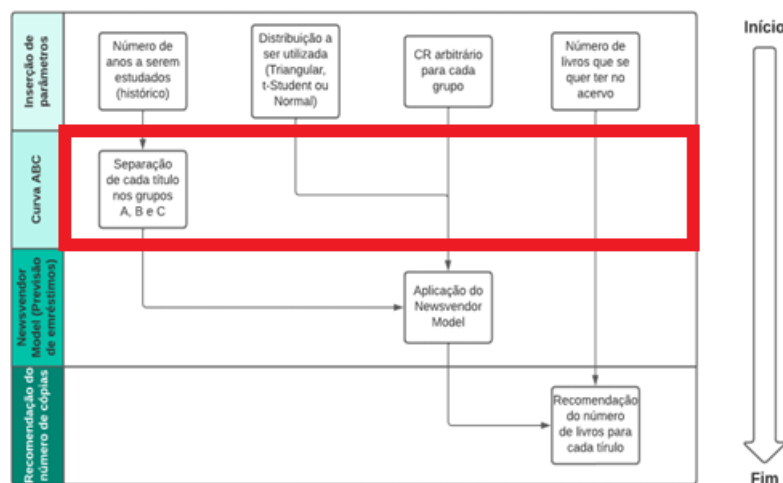
Em seguida, devem ser inseridos os parâmetros arbitrários. Para isso, deve-se clicar no botão “Voltar para painel principal” no lado direito da aba “Dados” (figura 20), e a aba “Parâmetros” do *Userform 1* (figura 17) será novamente mostrada. Nela, todos os parâmetros devem ser inseridos e o botão “Atualizar” deve ser pressionado. O código principal do programa é iniciado, seguindo as etapas discutidas no item 3.2.

Primeiro o software lê o número de períodos, que aqui é chamado de “p”, que foi inserido como parâmetro e checa se existe essa quantidade de períodos na aba “Dados” (Ex: Se o usuário deseja estudar 4 anos de histórico, ele deve ter inserido pelo menos 4 anos de histórico, como 2015 a 2018) e se todos os outros parâmetros arbitrários foram inseridos. Em seguida, caso nenhum erro

ocorra, o software localiza cada título distinto por nome da referência e os separa em outra aba do Excel (BAIER;NEUWIRTH, 2007; ALEXANDER;KUSLEIKA, 2019).

Para a etapa 1, a ferramenta lista na nova aba criada os empréstimos dos “p” anos mais recentes para cada título e então os soma, para que seja possível classificá-los de acordo com o total de empréstimos nos anos estudados. Em seguida, a ferramenta calcula a porcentagem cumulativa de cada empréstimo, dividindo a soma individual de cada título pela soma total de empréstimos. Por fim, cada título é classificado em A, se estiver entre 0% e 50% da porcentagem cumulativa; B, se estiver entre 50% e 80% e C, se estiver entre 80% e 100%. A etapa 1 pode ser observada na figura 21 e todo o processo realizado com os dados da UNESP Sorocaba pode ser visto na figura 22 (IVANOV; TSIPOULANIDIS; SCHÖNBERGER, 2019; CHEN; LI; LIU, 2008; ALEXANDER;KUSLEIKA, 2019).

Figura 21 – Etapa 1 desenvolvida.



Fonte: Autoria própria.

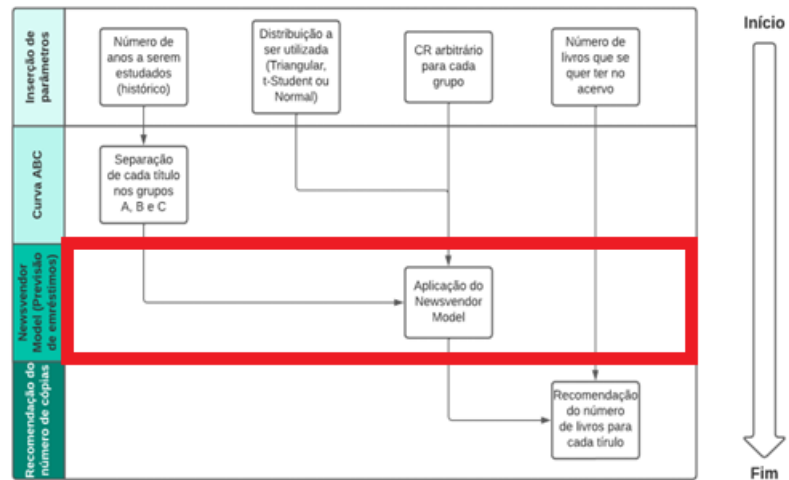
Figura 22 – Processo realizado na etapa 1.

A		B	C	D	E	F	G	H
Referência		2015	2016	2017	Total do Período	Porcentagem	Porcentagem acumulada	Grupo
1	Stewart, James 1941. Cálculo I 2 ed. - São Paulo: Cengage Learning, 2010 2 v. : il.	52	88	123	263	4.12%	4.12%	A
2	Wen, Maurice D. Cálculo - George B. Thomas II ed. - São Paulo: Pearson Addison Wesley, 2009 2 v. : il.	51	30	35	116	1.84%	5.97%	A
3	2011 Dennis G. 1940. Equações diferenciais I 3 ed. - São Paulo: Pearson Makron Books, 2007 2 v. : il.	71	70	60	201	3.13%	9.10%	A
4	Holliday, David 1996. Fundamentos de Física I 8 ed. - Rio de Janeiro: LTC, 2009 4 v. : il.	52	88	80	220	3.48%	12.58%	A
5	Sedra, Adel S. Microeletrônica I 5 ed. - São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007 xiv, 948 p. : il.	50	46	67	163	2.56%	15.14%	A
6	Holliday, David 1996. Fundamentos de Física I 6 ed. - Rio de Janeiro: LTC, 2002-2003 4 v. : il.	41	53	64	158	2.48%	17.62%	A
7	Algebra linear I 3 ed. ampl. e rev. - São Paulo: HARPER, 1986 411 p. : il.	58	46	46	150	2.38%	20.00%	A
8	Sen, P. C. P. Parash Chandra. Principles of electric machines and power electronics I 2 ed. - New York: John Wiley & Sons, 1997 xxi, 616 p. : il.	32	43	70	145	2.27%	22.27%	A
9	Young, Hugh D. 1930. Sears e Zemansky Física I 12 ed. - São Paulo: Pearson Addison Wesley, 2006-2009 4 v. : il.	41	36	42	119	1.87%	24.14%	A
10	Finney, Ross L. 1933. Cálculo - George B. Thomas II ed. - São Paulo: Addison Wesley, 2002-rv. : il. color. gráf. tabs.	25	50	39	114	1.79%	25.93%	A
11	Stenbruch, Alfredo. Álgebra linear I 2 ed. - São Paulo: McGraw-Hill, 1987 583 p. : il.	26	43	37	106	1.67%	27.60%	A
12	Marques, Mario Alexandre. Introdução à ciência da computação I São Paulo: LTC Editora, 2006 194 p.	7	53	44	104	1.63%	29.23%	A
13	Tipler, Paul Allen 1933. Física - para cientistas e engenheiros I 4 ed. - Rio de Janeiro: LTC, 2000 4 v. : il. gráf.	35	47	19	101	1.59%	30.82%	A
14	Shurell, Franco. Mecânica dos fluidos I 2 ed. rev. - São Paulo: Prentice Hall, 2008-x, 479 p. : il.	28	40	25	93	1.45%	32.27%	A
15	Wen, Maurice D. Cálculo - George B. Thomas II ed. - São Paulo: Addison Wesley, 2009 xiv, 783 p. : il.	16	26	42	84	1.32%	33.59%	A
16	Wen, Maurice D. Cálculo - George B. Thomas II ed. - São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2003 533 p. : il. gráf.	24	38	24	86	1.35%	34.94%	A
17	Caputo, Homero Pinto 1923. Mecânica dos solos e suas aplicações I 6 ed. rev. e ampl. - Rio de Janeiro: LTC, 1988 3 v. : il. gráf.	23	16	44	83	1.29%	36.23%	A
18	Hirrichs, Roger 1941. Energia e meio ambiente I São Paulo: Thomson, 2003 xiv, 543 p. : il.	16	20	34	70	1.10%	37.33%	A
19	Ugata, Katsuhiko. Engenharia de controle moderno I 4 ed. - São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2003 788 p. : il.	16	23	20	59	0.93%	38.26%	A
20	Tipler, Paul Allen 1933. Física - para cientistas e engenheiros I 6 ed. - Rio de Janeiro: LTC, 2005-3 v. : il.	15	19	25	59	0.93%	39.19%	A
21	Stenbruch, Alfredo. Geometria analítica I São Paulo: Makron Books: McGraw-Hill, 1987 x, 292 p. : il.	4	25	30	59	0.93%	40.12%	A
22	Declinando a terra I 2 ed. - São Paulo: Cia. Ed. Nacional, 2009 623 p. : il.	15	19	19	53	0.83%	40.95%	A
23	Sanchez, Luis Enrique. Avaliação de impacto ambiental - conceitos e métodos I São Paulo: Oficina de textos, 2006 495 p. : il. (algumas color.)	24	25	2	51	0.80%	41.75%	A
24	Pesnot, Robert 1923. Física I 5 ed. - Rio de Janeiro: LTC, 2003-2004 4 v. : il.	10	16	25	51	0.80%	42.55%	A
25	Beer, Ferdinand Pierre 1916. Mecânica vetorial para engenheiros I 5 ed. rev. - Rio de Janeiro: Makron Books: McGraw-Hill, 1994 2 v. : il.	3	25	24	52	0.82%	43.37%	A
26	Lathi, B. P. Bhagwandas Parnalal. Sinais e sistemas lineares I 2 ed. - Porto Alegre: Bookman, 2007 955 p. : il. (Coleção Schaum)	0	16	34	50	0.79%	44.16%	A
27	Beer, Ferdinand Pierre 1916. Resistência dos materiais I 3 ed. - São Paulo: Makron Books, 1995 125 p. : il.	0	23	22	45	0.71%	44.87%	A
28	Dorf, Richard C. Introdução aos circuitos elétricos I 5 ed. - Rio de Janeiro: LTC, 2003 xiv, 948 p. : il.	13	16	16	44	0.69%	45.56%	A
29	Walker, Jean 1945. Fundamentos de Física I 8 ed. - Rio de Janeiro: LTC, 2012 4 v. : il.	11	23	10	44	0.69%	46.25%	A
30	Montgomery, Douglas C. 1943. Estatística aplicada e probabilidade para engenheiros I 5 ed. - Rio de Janeiro: LTC, 2012 521 p. : il.	5	13	24	42	0.66%	46.91%	A
31	Dorf, Richard C. Introdução aos circuitos elétricos I 7 ed. - Rio de Janeiro: LTC, 2008 xiv, 795 p. : il.	12	9	20	41	0.64%	47.55%	B
32	Toca, Ronald J. Sistemas digitais - princípios e aplicações I 8 ed. - São Paulo: Pearson, 2005 xvi, 795 p. : il.	0	11	30	41	0.64%	48.19%	B
33	Potter, Merle C. Mecânica dos fluidos I São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004 xvi, 688 p. : il.	12	17	11	40	0.63%	48.82%	B
34	Potter, Merle C. Mecânica dos fluidos I São Paulo: Cengage Learning, 2004 xvi, 688 p. : il.	5	15	13	33	0.58%	49.40%	B
35	Russell, John Blair 1923. Química geral I 2 ed. - São Paulo: Makron Books, 1994 2 v. : il.	1	32	3	36	0.56%	49.96%	B
36	Ahmed, Asifrag. Eletrônica de potência I São Paulo: Prentice Hall, 2000 475 p. : il.	6	11	16	33	0.52%	50.48%	B
37	Johnson, David E. 1927. Fundamentos de análise de circuitos elétricos I 4 ed. - Rio de Janeiro: Prentice Hall do Brasil, 1994 539 p. : il.	4	7	22	33	0.52%	51.00%	B
38	Kolman, Bernard 1932. Introdução à álgebra linear - com aplicações I 8 ed. - Rio de Janeiro: LTC, 2006 xvi, 594 p. : gráf.	10	5	13	33	0.52%	51.52%	B
39	Makron, Albert Paul. Eletrônica I 7 ed. - São Paulo: McGraw-Hill, 2008 2 v. : il.	5	11	15	31	0.49%	52.01%	B
40	Stewart, James 1941. Cálculo I 4 ed. - São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2001 2 v. : il.	3	13	15	31	0.49%	52.50%	B
41	Mecânica vetorial para engenheiros I 7 ed. - São Paulo: McGraw-Hill, 2006 2 v. : il.	3	12	16	31	0.49%	52.99%	B
42	Stewart, James 1941. Cálculo I 5 ed. - São Paulo: Thomson Pioneira, 2006 2 v. : il.	3	10	16	31	0.49%	53.48%	B
43	Boylestad, Robert I. Dispositivos eletrônicos e teoria de circuitos I 8 ed. - São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2004 672 p. : il.	16	4	10	30	0.47%	53.95%	B
44	Puggiero, Marcia A. Gomes. Cálculo numérico - aspectos técnicos e computacionais I 2 ed. - São Paulo: Pearson/Makron Books, 2004 406 p. : il.	4	5	20	29	0.45%	54.40%	B
45	Microbiologia - conceitos e aplicações I 2 ed. - São Paulo: Makron Books: Pearson Education do Brasil, 1997 2 v. : il. color.	15	3	6	28	0.44%	54.84%	B
46	Dorf, Richard C. Introdução aos circuitos elétricos I 8 ed. - Rio de Janeiro: LTC, 2012 816 p. : il.	13	7	8	28	0.44%	55.28%	B
47	Young, Hugh D. 1930. Sears e Zemansky Física I 10 ed. - São Paulo: Pearson: Addison Wesley, 2003-4 v. : il.	10	7	11	28	0.44%	55.72%	B
48	Declinando a terra I São Paulo: Oficina de textos, 2000 567 p. : il. color.	5	13	5	23	0.42%	56.14%	B
49	Hidráulica - ciência e aplicação I 4 ed. - Porto Alegre: Ed. da UFRGS: ABRA, 2007 343 p. : il. gráf. tabs.	12	10	4	26	0.41%	56.55%	B
50	Stewart, James 1941. Cálculo I 4 ed. - São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2001 2 v. : il.	3	13	15	31	0.49%	57.04%	B

Fonte: Acervo pessoal.

Para a segunda etapa, o software aplica o modelo *News vendor Model* considerando as três distribuições possíveis, além dos CRs inseridos como parâmetros. Para realizar a previsão, ele utiliza das fórmulas do VBA que são mostradas parcialmente no **Apêndice C**. Essa etapa é mostrada na figura 23 e seu funcionamento pode ser visto na figura 24 (SOUSA, 2019; BARROW, 2017; REBULA, 2018; PARSONS, 2004; WOLFRAM, 2022; PYKE;RUDY, 1999; ALEXANDER;KUSLEIKA, 2019).

Figura 23 - Etapa 2 do programa.



Fonte: Autoria própria.

Figura 24 - Processo realizado na etapa 2.

H	I	J	K
Grupo	Triangular	t-Student	Normal
A	79.69115382	75.01588297	69.04983298
A	76.17141236	72.17593044	67.70014395
A	73.5259579	71.36619155	66.66573444
A	70	67.12700246	63.88572919
A	51.19177429	50.35987643	48.48601287
A	50.09945053	48.56737004	46.63416107
A	48.83484861	48.37566749	47.29524306
A	43.20074628	41.36553134	38.07954875
A	39	38.52116708	37.98095487
A	35.24695077	33.53496832	31.42928041
A	34.36396103	33.30962916	32.04086295
A	29.5964599	25.97926778	21.88233139
A	29.72792206	27.61925833	25.0817259
A	28.77502784	28.17157288	26.83769997
A	26.48528137	25.03740195	23.01146095
A	Sem dados o suficiente	25.78633747	24.42798779
A	23.35296631	21.99603322	19.47898763
A	21.87564435	21.34481917	19.93544996
A	18.89827535	18.41521249	17.82503259
A	18.46410162	17.87308611	17.02724197
A	16.7984374	14.7504372	12.43196654
A	Sem dados o suficiente	19	#NUM!
A	15.34915728	13.21463641	10.80068305
A	15.35448792	14.49037604	12.83525392
A	14.77285012	12.90638364	10.81865502
A	12.77497554	10.60525258	7.746718251
A	12.32071427	10.36747181	8.182793335
A	14.34164079	14.12233561	13.86563165
A	12.55011962	12.08877942	10.87305994
A	11.75277721	10.60065366	8.997537937
B	12.15143325	10.15704271	10.68479913
B	9.949874371	4.299381481	5.707978221
B	12.41742431	11.34926984	11.64762153
B	11.68328157	10.44771525	10.7312633
B	6.914147413	1.291747731	2.90199114
B	9.872983346	7.913933001	8.377997436
B	8.252272915	5.047809527	5.942864597
B	10.10172465	9.381834518	9.575039949
B	9.242640687	7.22676068	7.693908634
B	9	6.365206351	6.961909731
B	8.924525297	6.223723998	6.841702654
B	8.61248608	5.70080514	6.39741723
B	8.647580015	6.296719601	6.853596924
B	7.038518603	4.134653055	4.966524422
B	6.933517497	4.083994751	4.873359125
B	8.417424305	7.349269842	7.647621532
B	8.897366596	8.048501184	8.241706616
B	8.098386677	6.531146401	6.902397949
B	7.794733192	6.097002369	6.483413232
B	6	6.602553375	6.889954065

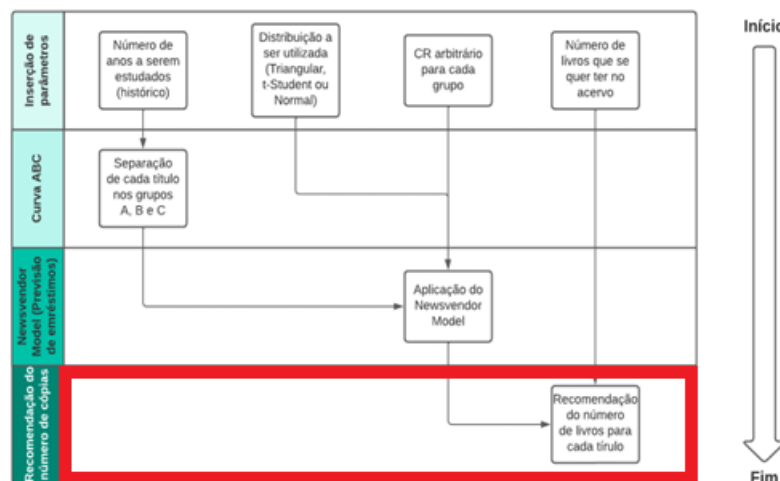
Fonte: Acervo pessoal.

É válido ressaltar que, para o exemplo utilizado nas figuras 23 e 24, foram utilizados os dados da UNESP Sorocaba e inseridos CRs arbitrários de 0.3 para o grupo A, 0.3 para o grupo B e 0.2 para o grupo C. Além disso, para os títulos que tiveram o mesmo número de empréstimos em dois ou mais anos, não é possível utilizar a distribuição Triangular e, para os títulos que tiveram o

mesmo número de empréstimos em todos os anos, no caso, três, não é possível utilizar a distribuição Normal (BARROW, 2017).

Finalmente, na etapa 3, para cada título o software seleciona apenas a previsão obtida com a distribuição escolhida como parâmetro na aba “Parâmetros” e utiliza equação (20) para recomendar um número de cópias de cada título para o usuário. A etapa 3 pode ser observada na figura 25 e a fórmula utilizada, que representa a equação (20) na linguagem VBA, pode ser vista na figura 26 (ALEXANDER; KUSLEIKA, 2019).

Figura 25 - Etapa 3 do programa.



Fonte: Autoria própria.

Figura 26 – Código escrito em linguagem VBA.

```
ws2.Cells(i, 9 + z).Value = "= IF((RC[-1]*Dados!R11C7)/SUM(Grupos!R2C" & 8 + z & ":R" & EndRow2 & "C" & 8 + z & ")>0," & _
"ROUND((RC[-1]*Dados!R11C7)/SUM(Grupos!R2C" & 8 + z & ":R" & EndRow2 & "C" & 8 + z & "),0),0)"
```

Fonte: Autoria própria.

Com as etapas do código principal concluídas, as abas “Lista” e “Por Grupo” do *Userform1* podem ser então utilizadas. Na aba “Lista”, o usuário pode observar a lista de títulos estudados, o grupo em que cada um foi classificado, o número de empréstimos previstos e o número de cópias

recomendadas. Além disso, o usuário pode procurar no campo de busca na parte superior da aba, por um título específico. Essas funcionalidades podem ser vistas, respectivamente, nas figuras 27 e 28.

Figura 27 – Aba “Lista” com os resultados do estudo de acordo com os parâmetros inseridos.

UserForm1

Parâmetros **Lista** Por Grupo

Digite uma referência e ser buscada. Para visualizar todas, deixe o campo em branco.

Referência	Grupo	Número de empréstimos previsto	Número de livros recomendado
Stewart, James,1941. Cálculo / [2. ed.]. - São Paulo : Cengage Learning, c2010 2 v. : il.	A	69	42
Weir, Maurice D. Cálculo : George B. Thomas / 11. ed. - São Paulo : Pearson Addison Wesley,...	A	68	41
Zill, Dennis G.,1940. Equações diferenciais / 3. ed. - São Paulo : Pearson Makron Books, c2001 ...	A	67	41
Halliday, David,1916. Fundamentos de física / 8. ed. - Rio de Janeiro : LTC, c2009 4 v. : il.	A	64	39
Sedra, Adel S. Microeletrônica / 5. ed. - São Paulo : Pearson Prentice Hall, c2007 xiv, 848 p. : il.	A	48	29
Halliday, David,1916. Fundamentos de física / 6. ed. - Rio de Janeiro : LTC, c2002-2003 4 v. : il.	A	47	29
Algebra linear / 3. ed., empl. e rev. - São Paulo : HARBRA, c1986 411 p. : il.	A	47	29
Sen, P. C.,Parvath Chandra Principles of electric machines and power electronics / 2. ed. - New Y...	A	38	23
Young, Hugh D.,1930. Sears e Zemansky física / 12. ed. - São Paulo : Pearson Addison Wesley,...	A	38	23
Finney, Ross L.,1933. Cálculo : George B. Thomas / 10. ed. - São Paulo : Addison Wesley, 200...	A	31	19
Steinbruch, Alfredo. Álgebra linear / 2. ed. - São Paulo : McGraw-Hill, 1987 583 p. : il. -	A	32	19
Marques, Márcio Alexandre. Introdução à ciência da computação / São Paulo : LTC Editora, 20...	A	22	13
Tipler, Paul Allen,1933. Física : para cientistas e engenheiros / 4. ed. - Rio de Janeiro : LTC, C...	A	25	15
Brunetti, Franco. Mecânica dos fluidos / 2. ed. rev. - São Paulo : Prentice Hall, 2008 x, 431 p. : il.	A	27	16
Weir, Maurice D. Cálculo : George B. Thomas / 11. ed. - São Paulo : Addison Wesley, 2009 xiv...	A	23	14
Weir, Maurice D. Cálculo : George B. Thomas / 12. ed. - São Paulo : Pearson Education de Br...	A	24	15
Caputo, Homero Pinto,1923. Mecânica dos solos e suas aplicações / 6. ed., rev. e empl. - Rio d...	A	19	12
Hinrichs, Roger,1941. Energia e meio ambiente / São Paulo : Thomson, 2003 xiv, 543 p. : il.	A	20	12
Ogata, Katsuhiko. Engenharia de controle moderno / 4. ed. - São Paulo : Pearson Prentice Hall, ...	A	18	11
Tipler, Paul Allen,1923. Física : para cientistas e engenheiros / 6. ed. - Rio de Janeiro : LTC, 2...	A	17	10
Steinbruch, Alfredo. Geometria analítica / São Paulo : Makron Books : McGraw-Hill, 1987 x, 292...	A	12	7
Decifrando a terra / 2. ed. - São Paulo : Cia. Ed. Nacional, 2009 623 p. : il.	A	19	12
Sanchez, Luis Enrique. Avaliação de impacto ambiental : conceitos e métodos / São Paulo : Of...	A	11	7
Resnick, Robert,1923. Física / 5. ed. - Rio de Janeiro : LTC, c2003-2004 4 v. : il.	A	13	8
Beer, Ferdinand Pierre,1915. Mecânica vetorial para engenheiros / 5. ed., rev. - Rio de Janeiro ...	A	11	7
Lathi, B. P.Bhagvandas Pannalal Sinais e sistemas lineares / 2. ed. - Porto Alegre : Bookman, 2...	A	8	5
Beer, Ferdinand Pierre,1915. Resistência dos materiais / 3. ed. - São Paulo : Makron Books, 19...	A	8	5
Dorf, Richard C. Introdução aos circuitos elétricos / 5. ed. - Rio de Janeiro : LTC, c2003 xiv, 948...	A	14	9
Walker, Jearl,1945. Fundamentos de física / 9. ed. - Rio de Janeiro : LTC, c2012 4 v. : il.	A	11	7
Montgomery, Douglas C.,1943. Estatística aplicada e probabilidade para engenheiros / 5. ed. - ...	A	9	5
Dorf, Richard C. Introdução aos circuitos elétricos / 7. ed. - Rio de Janeiro : LTC, 2008 xxii, 795 ...	B	11	7

Fonte: Acervo pessoal.

Figura 28 – Funcionamento do campo de busca da aba “Lista”.

UserForm1

Parâmetros | **Lista** | Por Grupo

Digite uma referência a ser buscada. Para visualizar todas, deixe o campo em branco.

is G.,1940. Equações diferenciais / 3. ed. - São Paulo : Pearson Makron Books, c2001 2 v. : il.

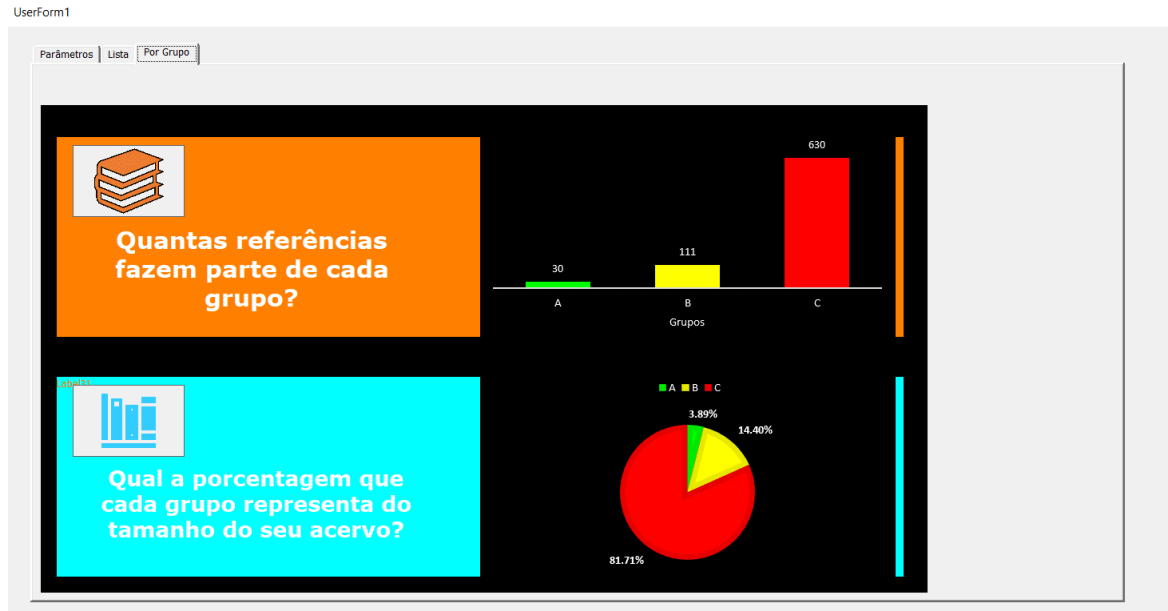
Buscar

Referência	Grupo	Número de empréstimos previsto	Número de livros recomendado
Zill, Dennis G.,1940. Equações diferenciais / 3. ed. - São Paulo : Pearson Makron Books, c2001 ...	A	67	41

Fonte: Acervo pessoal.

Já na aba “Por Grupo”, o usuário pode observar dois gráficos: quantos livros se encontram em cada grupo e qual a porcentagem que cada um dos grupos representa do acervo total, remetendo ao eixo “Produtos” do gráfico da figura 2. Essa aba tem como propósito auxiliar visualmente na análise da situação do acervo, indicando a real quantidade de livros que tem grande, média e baixa importância do ponto de vista de serviço. Os gráficos podem ser observados na figura 29.

Figura 29 – Gráficos mostrados na aba “Por Grupo”.



Fonte: Acervo pessoal.

Por fim, caso o usuário queira analisar todos os resultados gerados pelo código, na aba “Parâmetros” ele deve clicar no botão “Ver planilha completa em Excel”. Essa função gera um arquivo em PDF com um número de páginas que varia conforme o número de títulos estudados. Um exemplo da primeira página obtida para os dados da UNESP Sorocaba é mostrado no **Apêndice D**.

4.2 Testes de precisão

Os testes 1 e 2 seguiram a mesma lógica apresentada nas figuras 14 e 15.

4.2.1 Teste da eficácia do *NewsVendor Model* com as distribuições Triangular, *t-Student* e Normal

Os resultados obtidos através do Teste 1 podem ser vistos nas tabelas 2 e 3 para as comparações entre MPEs e MAPEs, respectivamente.

Tabela 2 – Resultados do Teste 1 para a comparação de MPEs.

Previsão para (ano)	Erro previsão Naive	Erro previsão 3 anos			Erro previsão 4 anos			Erro previsão 5 anos		
		Triangular - CR 0.05	t-Student - CR 0.1	Normal - CR 0.2	Triangular - CR 0.05	t-Student - CR 0.1	Normal - CR 0.2	Triangular - CR 0.05	t-Student - CR 0.05	Normal - CR 0.2
2012	-34.83%									
2013	-57.13%									
2014	-101.97%	-7.2%	-39.5%	-22.3%						
2015	-72.39%	18.4%	-14.4%	3.4%	17.64%	-3.96%	-5.88%			
2016	-99.98%	21.3%	-12.1%	5.8%	30.95%	8.05%	6.26%	1.08%	-27.00%	-15.02%
2017	-130.01%	35.2%	-5.5%	16.2%	49.50%	21.70%	19.35%	37.33%	8.86%	22.07%
2018	-77.54%	26.4%	-14.1%	7.5%	41.43%	13.04%	10.64%	32.20%	1.18%	15.09%
2019	-110.96%	24.4%	-15.0%	5.9%	39.32%	11.14%	8.75%	29.53%	-0.67%	13.06%

Fonte: Autoria própria.

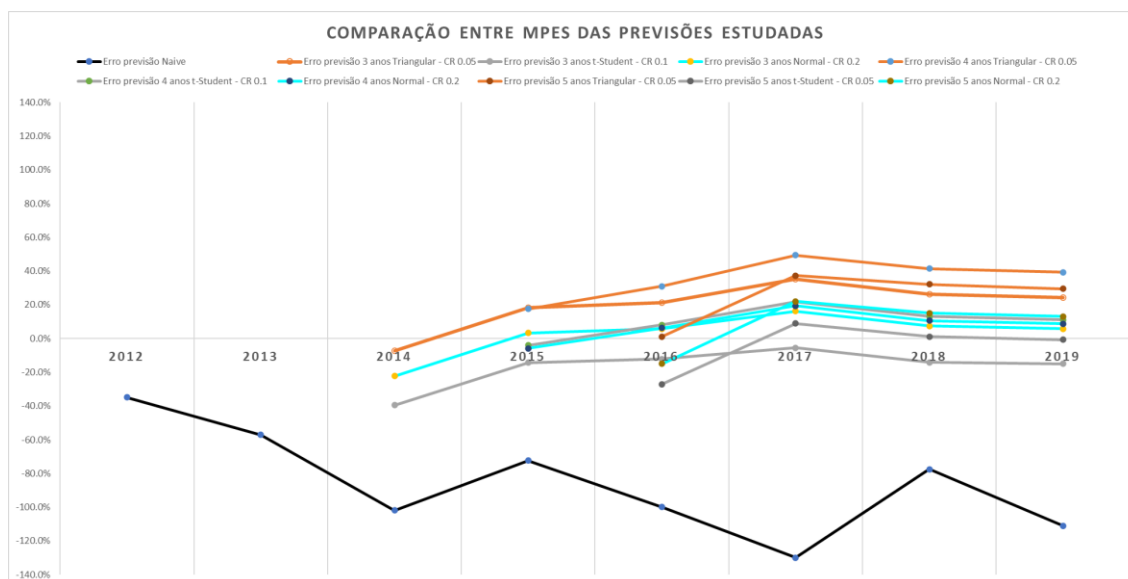
Tabela 3 – Resultados do Teste 1 para a comparação de MAPEs.

Previsão para (ano)	Erro previsão Naive	Erro previsão 3 anos			Erro previsão 4 anos			Erro previsão 5 anos		
		Triangular - CR 0.05	t-Student - CR 0.1	Normal - CR 0.2	Triangular - CR 0.05	t-Student - CR 0.1	Normal - CR 0.2	Triangular - CR 0.05	t-Student - CR 0.05	Normal - CR 0.2
2012	92.01%									
2013	92.96%									
2014	134.31%	52.6%	63.4%	55.8%						
2015	109.79%	58.3%	55.8%	54.6%	60.30%	58.96%	59.13%			
2016	132.66%	54.5%	51.3%	50.3%	56.66%	54.27%	53.85%	51.92%	60.24%	56.52%
2017	166.09%	70.1%	60.6%	62.9%	71.76%	66.62%	65.89%	64.84%	61.94%	62.95%
2018	121.51%	64.2%	58.2%	58.4%	65.31%	60.05%	59.48%	63.43%	60.97%	61.23%
2019	149.41%	60.3%	53.7%	53.4%	61.95%	56.59%	55.93%	59.47%	52.90%	54.45%

Fonte: Autoria própria.

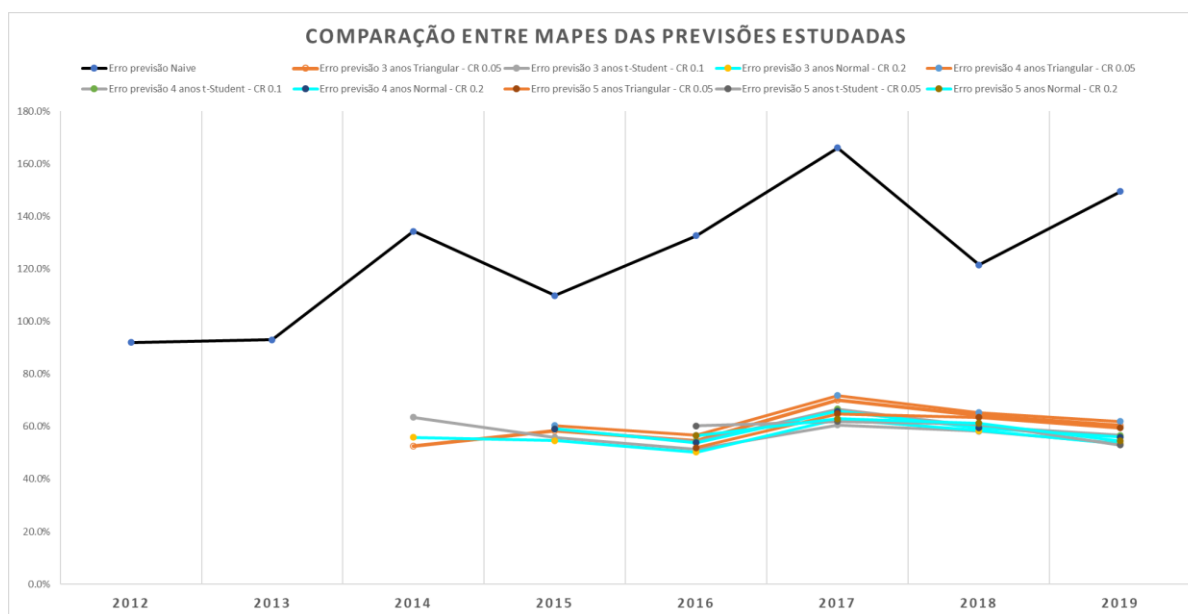
Observando as tabelas 2 e 3, é possível comparar os melhores resultados obtidos para cada distribuição e anos de histórico utilizados. Para a distribuição triangular com três anos de histórico de estudo, o melhor resultado foi obtido utilizando CR igual a 0.05. Os resultados observados nas tabelas 2 e 3 podem ser vistos graficamente nas figuras 30 e 31.

Figura 30 – Representação gráfica do Teste 1 para a comparação de MPes.



Fonte: Autoria própria.

Figura 31 – Representação gráfica do Teste 1 para a comparação de MAPEs.



Fonte: Autoria própria.

Ressalta-se que é importante observar que os CRs que geraram os melhores resultados para cada distribuição permanecem muito semelhantes independentemente do número de anos de

estudo, o que mostra que a eficácia da previsão está mais relacionada com a distribuição escolhida do que com o número de anos de histórico. Além disso, percebe-se que as previsões realizadas com as três distribuições possíveis considerando os melhores CRs observados, mostraram desempenhos semelhantes. Também deve-se entender que os dados da biblioteca da PUC-Campinas, assim como da biblioteca da UNESP campus de Sorocaba e muitas outras, mostram uma diminuição no empréstimo de livros de forma geral e por isso os CRs que obtiveram os melhores resultados são pequenos (≤ 0.2).

Ao se observar os gráficos das figuras 30 e 31, tanto da comparação de MPEs quanto de MAPEs, fica claro que o *Newsvendor Model* tem um desempenho superior do que a previsão *Naive*. No caso dos MPEs, a previsão pelo *Naive* chega a -130% e tem como melhor resultado -40%, enquanto os medidos com as três distribuições diferentes utilizando o *Newsvendor Model* se mantêm aproximadamente entre -20% e 60%. Porém, em determinadas situações, o erro médio percentual se aproxima de 0%.

Já no gráfico da figura 31 com a comparação de MAPEs, nota-se que os resultados obtidos através das previsões com o *Newsvendor Model* se mantêm entre 50% e 70%, de certa forma constantes e chegam a ser menos da metade do obtido através dos resultados do *Naive* em certos anos.

4.2.2 Teste da eficácia da divisão em grupos

Nas figuras 32, 33 e 34 podem ser observados os resultados do Teste 2 para os grupos A, B e C, respectivamente.

Figura 32 – Resultado do Teste 2 para o grupo A.

Grupo A

Triangular	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0.05
A - 3 anos	112.46%	109.00%	99.45%	91.10%	83.37%	75.88%	68.25%	59.90%	49.76%	42.89%
A - 4 anos	168.48%	150.12%	135.98%	123.84%	112.74%	102.03%	91.08%	78.62%	62.63%	51.35%
A - 5 anos	278.13%	243.39%	216.64%	193.84%	173.28%	153.87%	134.24%	112.98%	86.64%	68.16%
Triangular - Sem divisão - 3 anos	114.9%	100.0%	88.3%	78.1%	68.6%	59.5%	50.2%	40.2%	28.1%	19.8%
Triangular - Sem divisão - 4 anos	156.4%	134.8%	118.1%	103.9%	91.0%	78.7%	66.2%	52.6%	35.8%	24.0%
Triangular - Sem divisão - 5 anos	203.1%	173.0%	149.9%	130.1%	112.3%	95.5%	78.8%	61.0%	39.7%	25.0%
t-Student	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0.05
A - 3 anos	143.07%	124.41%	107.72%	95.36%	84.50%	73.64%	61.28%	44.59%	13.55%	-25.37%
A - 4 anos	183.68%	155.35%	138.41%	125.19%	113.30%	101.41%	88.19%	71.25%	42.92%	12.17%
A - 5 anos	262.05%	225.61%	202.71%	184.37%	167.72%	151.06%	132.73%	109.82%	73.38%	36.54%
t-Student - Sem divisão - 3 anos	154.7%	117.2%	97.0%	82.1%	68.9%	55.8%	40.9%	20.7%	-16.8%	-63.8%
t-Student - Sem divisão - 4 anos	168.4%	136.5%	117.4%	102.6%	89.2%	75.8%	60.9%	41.9%	10.0%	-24.6%
t-Student - Sem divisão - 5 anos	189.3%	158.0%	138.3%	122.6%	108.3%	93.9%	78.2%	58.5%	27.2%	-4.4%
Normal	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0.05
A - 3 anos	154.18%	139.35%	118.68%	101.01%	84.50%	67.99%	50.32%	29.65%	0.98%	-22.70%
A - 4 anos	223.44%	185.63%	158.37%	135.07%	113.30%	91.52%	68.23%	40.96%	3.15%	-28.07%
A - 5 anos	344.04%	283.51%	239.87%	202.57%	167.72%	132.86%	95.57%	51.92%	-8.61%	-58.59%
Normal - Sem divisão - 3 anos	170.1%	135.5%	110.4%	89.1%	69.1%	49.1%	27.7%	2.7%	-32.0%	-60.6%
Normal - Sem divisão - 4 anos	213.3%	170.7%	140.0%	113.8%	89.3%	64.8%	38.5%	7.8%	-34.7%	-69.9%
Normal - Sem divisão - 5 anos	259.7%	207.7%	170.2%	138.2%	108.3%	78.3%	46.3%	8.8%	-43.2%	-86.1%

Fonte: Autoria própria.

Figura 33 – Resultado do Teste 2 para o grupo B.

Grupo B

Triangular	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0.05
B - 3 anos	163.37%	145.00%	130.52%	117.78%	105.89%	94.25%	82.29%	69.17%	53.17%	42.28%
B - 4 anos	225.88%	197.07%	174.85%	155.85%	138.62%	122.16%	105.34%	86.81%	63.75%	47.78%
B - 5 anos	301.14%	260.39%	228.93%	202.05%	177.72%	154.58%	131.38%	106.53%	76.74%	56.65%
Triangular - Sem divisão - 3 anos	114.9%	100.0%	88.3%	78.1%	68.6%	59.5%	50.2%	40.2%	28.1%	19.8%
Triangular - Sem divisão - 4 anos	156.4%	134.8%	118.1%	103.9%	91.0%	78.7%	66.2%	52.6%	35.8%	24.0%
Triangular - Sem divisão - 5 anos	203.1%	173.0%	149.9%	130.1%	112.3%	95.5%	78.8%	61.0%	39.7%	25.0%
t-Student	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0.05
B - 3 anos	216.72%	168.79%	143.03%	123.94%	107.17%	90.40%	71.31%	45.54%	-2.39%	-62.48%
B - 4 anos	244.05%	200.84%	175.02%	154.85%	136.72%	118.59%	98.43%	72.60%	29.40%	-17.49%
B - 5 anos	287.56%	244.08%	216.74%	194.87%	174.99%	155.11%	133.24%	105.90%	62.41%	18.46%
t-Student - Sem divisão - 3 anos	154.7%	117.2%	97.0%	82.1%	68.9%	55.8%	40.9%	20.7%	-16.8%	-63.8%
t-Student - Sem divisão - 4 anos	168.4%	136.5%	117.4%	102.6%	89.2%	75.8%	60.9%	41.9%	10.0%	-24.6%
t-Student - Sem divisão - 5 anos	189.3%	158.0%	138.3%	122.6%	108.3%	93.9%	78.2%	58.5%	27.2%	-4.4%
Normal	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0.05
B - 3 anos	236.13%	191.86%	159.94%	132.66%	107.17%	81.67%	54.40%	22.47%	-21.80%	-58.36%
B - 4 anos	304.68%	247.03%	205.45%	169.93%	136.72%	103.52%	68.00%	26.42%	-31.24%	-78.85%
B - 5 anos	385.40%	313.17%	261.09%	216.58%	174.99%	133.39%	88.89%	36.81%	-35.42%	-95.07%
Normal - Sem divisão - 3 anos	170.1%	135.5%	110.4%	89.1%	69.1%	49.1%	27.7%	2.7%	-32.0%	-60.6%
Normal - Sem divisão - 4 anos	213.3%	170.7%	140.0%	113.8%	89.3%	64.8%	38.5%	7.8%	-34.7%	-69.9%
Normal - Sem divisão - 5 anos	259.7%	207.7%	170.2%	138.2%	108.3%	78.3%	46.3%	8.8%	-43.2%	-86.1%

Fonte: Autoria própria.

Figura 34 - Resultado do Teste 2 para o grupo C.

Grupo C

Triangular	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0.05
C - 3 anos	101.29%	86.96%	75.71%	65.92%	56.90%	48.23%	39.51%	30.15%	18.83%	11.08%
C - 4 anos	135.38%	115.48%	100.11%	87.00%	75.15%	63.89%	52.56%	40.25%	25.04%	14.48%
C - 5 anos	167.52%	141.03%	120.58%	103.13%	87.41%	72.63%	58.07%	42.72%	24.28%	11.61%
Triangular - Sem divisão - 3 anos	114.9%	100.0%	88.3%	78.1%	68.6%	59.5%	50.2%	40.2%	28.1%	19.8%
Triangular - Sem divisão - 4 anos	156.4%	134.8%	118.1%	103.9%	91.0%	78.7%	66.2%	52.6%	35.8%	24.0%
Triangular - Sem divisão - 5 anos	203.1%	173.0%	149.9%	130.1%	112.3%	95.5%	78.8%	61.0%	39.7%	25.0%

t-Student	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0.05
C - 3 anos	138.66%	103.09%	83.97%	69.80%	57.35%	44.90%	30.73%	11.61%	-23.97%	-68.57%
C - 4 anos	145.59%	116.50%	99.12%	85.54%	73.33%	61.13%	47.55%	30.17%	1.08%	-30.49%
C - 5 anos	154.34%	126.96%	109.75%	95.98%	83.47%	70.95%	57.18%	39.97%	12.59%	-15.08%
t-Student - Sem divisão - 3 anos	154.7%	117.2%	97.0%	82.1%	68.9%	55.8%	40.9%	20.7%	-16.8%	-63.8%
t-Student - Sem divisão - 4 anos	168.4%	136.5%	117.4%	102.6%	89.2%	75.8%	60.9%	41.9%	10.0%	-24.6%
t-Student - Sem divisão - 5 anos	189.3%	158.0%	138.3%	122.6%	108.3%	93.9%	78.2%	58.5%	27.2%	-4.4%

Normal	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0.05
C - 3 anos	153.46%	120.53%	96.79%	76.50%	57.53%	38.57%	18.28%	-5.46%	-38.39%	-65.58%
C - 4 anos	186.62%	147.77%	119.75%	95.81%	73.44%	51.06%	27.12%	-0.89%	-39.74%	-71.83%
C - 5 anos	215.93%	170.46%	137.67%	109.65%	83.47%	57.28%	29.26%	-3.53%	-49.00%	-86.55%
Normal - Sem divisão - 3 anos	170.1%	135.5%	110.4%	89.1%	69.1%	49.1%	27.7%	2.7%	-32.0%	-60.6%
Normal - Sem divisão - 4 anos	213.3%	170.7%	140.0%	113.8%	89.3%	64.8%	38.5%	7.8%	-34.7%	-69.9%
Normal - Sem divisão - 5 anos	259.7%	207.7%	170.2%	138.2%	108.3%	78.3%	46.3%	8.8%	-43.2%	-86.1%

Fonte: Autoria própria.

As representações gráficas de cada uma das nove comparações podem ser vistas no **Apêndice E**.

No Teste 2, observa-se primeiro pelas figuras 32 a 34 que o comportamento dos MPEs muda de acordo com a distribuição escolhida e com o grupo estudado. Dentre os três grupos estudados, o grupo B se mostra o mais difícil de prever, talvez por não contar ou com títulos que tenham constantemente muitos empréstimos, como no grupo A ou com livros que quase nunca são emprestados, como no grupo C.

Além disso, percebe-se que os MPEs das previsões realizadas para os grupos A e B com um determinado número de anos de histórico tendem a ser maiores do que as previsões realizadas sem divisão entre grupos, para o mesmo histórico estudado. Porém, o contrário acontece para o grupo C: os MPEs das previsões com separação de grupo são menores do que os obtidos sem separação. Dentre os fatores que podem ocasionar esse evento, estão a maior representatividade do grupo C, o que possibilita o estudo de um maior número de eventos e o fato de muitos livros que

constantemente se encontram no grupo C mostrarem uma baixa variação de empréstimos entre os anos.

Através desse teste, também foi possível analisar o comportamento do erro de cada distribuição de forma mais eficaz. Observa-se no **Apêndice D** que para os dados utilizados, a distribuição triangular não gera erros negativos, enquanto a *t-Student* e Normal geram, sendo a distribuição Normal mais volátil do que a *t-Student*. Essas características podem ser explicadas pelas equações de cada distribuição (equações (2), (3) e (5)).

Ao mesmo tempo, percebe-se que o efeito da diminuição dos CRs nas previsões é diretamente proporcional com a diminuição do MPE, o que se mantém independente da divisão em grupos. O motivo desse comportamento é a clara diminuição de empréstimos de livros ao decorrer dos anos estudados, o que pode ser visto pelo MPE da distribuição ingênua. Uma possível causa dessa diminuição é o crescimento da procura por estudantes universitários por *e-books*, vídeos, cursos *online* e outros materiais de estudo ao invés dos livros.

Destaca-se aqui a análise dos MPEs em relação ao grupo estudado e a implicação desses erros no funcionamento real de uma biblioteca acadêmica. Como o intuito de uma biblioteca acadêmica é suprir a demanda por livros para os alunos com relação aos títulos mais importantes ou mais emprestados anualmente, a biblioteca deve preferir possuir mais livros que o necessário ao invés de não ter cópias o suficiente. Dessa forma, não é interessante que o CR escolhido para a previsão do grupo A gere um erro muito próximo de zero ou negativo, mas sim que exista um erro positivo que diminua a chance de carência dessas obras. Também por isso, por mais que as 3 distribuições tenham demonstrado resultados semelhantes, pode-se dizer que a distribuição triangular se mostra a mais adequada para utilização em bibliotecas, apesar de demonstrar um erro maior.

4.2.3 Discussão dos testes de precisão

Os resultados obtidos mostram que a ferramenta implementada é eficaz na previsão do número de empréstimos, independentemente da distribuição escolhida. Analisando a figura 31, esta mostra que as previsões obtidas pela ferramenta geram erros absolutos médios de 2 a 3 vezes menores do que o modelo *Naive*. Isso significa que um redimensionamento do acervo estudado

baseado na ferramenta atenderia a demanda da biblioteca com 2 a 3 vezes mais precisão do que se não houvesse mudança nenhuma no número de cópias de cada título de um ano para outro.

Para o caso da biblioteca da UNESP/Sorocaba, assim como qualquer outra biblioteca acadêmica, com base nos dados obtidos recomenda-se que a distribuição probabilística a ser utilizada seja a distribuição Triangular. Como observado no teste 2, a previsão Triangular oferece um resultado mais estável, devido aos seus valores mínimo e máximo serem quantidades de empréstimo já observados. Por conta disso, em um cenário como o das bibliotecas acadêmicas em que se observa uma queda constante no número de empréstimos, independente do CR escolhido para a previsão, dificilmente se encontraria um erro médio negativo, o que é benéfico principalmente na escolha do CR para os títulos do grupo A.

Percebe-se também, analisando ambos os testes realizados, que o erro médio para cada CR testado aumenta conforme aumenta-se o período estudado, ou seja, a ferramenta mostra uma acurácia maior com 3 anos de histórico e tem seus piores resultados com 5 anos de histórico. Esse aumento do erro médio diretamente proporcional ao número de anos estudados indica que o número de empréstimos da maior parte dos títulos estudados (da biblioteca da PUC-Campinas) não segue um nível padrão, mostrando alta volatilidade anual. Dado a natureza do funcionamento de uma biblioteca acadêmica na qual a procura por cada livros depende das disciplinas ministradas naquele período, preferência dos professores e preferência dos alunos, acredita-se que a volatilidade na procura de cada título seja observada em qualquer biblioteca. Dessa forma, recomenda-se para a biblioteca da Unesp/Sorocaba a utilização de 3 anos de histórico.

Além disso, mesmo que se prefira utilizar outra distribuição ao invés da Triangular, recomenda-se a utilização de um CR entre 0.3 e 0.2 para o grupo A, um CR abaixo ou igual a 0.05 para o grupo C e um CR intermediário para o grupo B. Observa-se nas figuras 32, 33 e 34, assim como no **Apêndice D**, que esses CRs recomendados para cada grupo são os que melhor se adequam nas circunstâncias de cada grupo: quer sempre se ter um erro médio positivo para o grupo A, os títulos mais procurados e importantes, um erro nulo ou negativo para o grupo C, títulos que são muito pouco procurados e algo entre esses grupos para o grupo B.

5 CONCLUSÃO

Em uma biblioteca acadêmica, a melhora na qualidade do seu serviço consiste na melhoria no atendimento da demanda de docentes e discentes por livros. No caso da biblioteca da UNESP/Campus de Sorocaba que já dispunha de um controle anual de empréstimos dos títulos em seu acervo (em planilha de Excel), bastava uma análise preditiva de empréstimos e um redimensionamento do acervo baseado nessa análise para melhorar significativamente o atendimento da demanda.

Desenvolveu-se uma ferramenta, em linguagem VBA, para ser usada em qualquer biblioteca acadêmica. A escolha da linguagem de programação e interface da ferramenta considerou o processo já seguido pela UNESP/Campus de Sorocaba. A ferramenta separa o acervo em grupos A, B e C (Curva ABC) baseado no histórico de empréstimos de cada título e para cada um desses grupos faz-se uma previsão do número de empréstimos que cada título terá no próximo período, utilizando uma adaptação do *Newsvendor Model*. Assim, o software recomenda um número de cópias para cada título através da relação de proporção entre a quantidade de empréstimos prevista para cada título com a quantidade de livros que o usuário pretende ter em seu acervo.

Também se testou a eficácia do *Newsvendor Model* como método de previsão, no chamado Teste 1, e a eficácia da divisão do acervo em grupos A, B e C, com proporção de 50%, 30% e 20%, no Teste 2. No Teste 1, o erro percentual médio e o erro percentual médio absoluto das previsões realizadas com o *Newsvendor Model* utilizando os dados disponíveis (PUC-Campinas) com diferentes CRs, foram comparadas com as previsões realizadas pelo modelo *Naive*. Esse teste tem como resultado que o modelo do jornaleiro se mostra extremamente eficaz na previsão do número de empréstimos quando comparado ao modelo *Naive*, sendo de 2 a 3 vezes mais preciso. Já no Teste 2, os resultados obtidos no Teste 1 foram comparados com os erros percentuais médios obtidos para cada grupo da Curva ABC. A partir desse teste, observa-se que a divisão em grupos também se mostra eficaz, assim como pode-se analisar o comportamento do erro para os diferentes períodos de histórico: a previsão demonstra erros menores para 3 anos e maiores para 5 anos, evidenciando a volatilidade dos empréstimos de livros. Recomenda-se, para a biblioteca da UNESP/Campus de Sorocaba, os seguintes parâmetros: usar a distribuição triangular como representante do comportamento de empréstimo dos títulos, escolher o período a ser estudado igual

a 3 anos e utilizar CRs entre 0.3 e 0.2 para o grupo A, igual ou menor que 0.05 para o grupo C e um CR entre 0.05 e 0.3 para o grupo B.

Através da análise de todos os resultados obtidos, conclui-se que a ferramenta se adequa aos processos já seguidos pela instituição e pode melhorar de forma significativa o atendimento da demanda da biblioteca acadêmica do campus, além de poder ser adaptada a outras bibliotecas acadêmicas. Tanto o *Newsvendor Model* quanto a Curva ABC se mostraram eficazes através dos testes realizados e a interface da ferramenta é altamente intuitiva.

Como trabalhos futuros, sugere-se que a ferramenta seja testada por bibliotecários seguido de um questionário de experiência do usuário para apontar possíveis melhorias. Novos testes com um número maior e mais variado de dados pode ser estudado para verificar a *performance* da ferramenta na otimização do acervo da biblioteca. Em conjunto, diferentes modelos de previsão poderiam ser testados para serem comparados com os resultados obtidos utilizando o *Newsvendor Model* e disponíveis com a implementação desse trabalho.

REFERÊNCIAS

- ALEXANDER, Michael; KUSLEIKA, Dick. **Excel® 2019 Power Programming with VBA**. Estados Unidos, Canada: John Wiley & Sons, Inc., 2019. ISBN 978-1-119-51492-3.
- ALFONSO, José I. et al. Evaluación de la regulación autonómica cardiovascular (RACv) de reposo: descripción de un método. **Librosabiertos**, [s. l.], 2008. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/267235626_Evaluacion_de_la_regulacion_autonomica_cardiovascular_RACv_de_reposo_descripcion_de_un_metodo. Acesso em: 1 jun. 2022.
- BAIER, Thomas; NEUWIRTH, Erich. Excel :: COM :: R. **Computational Statistics (2007)**, [s. l.], p. 91-108, 2007. DOI 10.1007/s00180-007-0023-6. Disponível em: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s00180-007-0023-6.pdf>. Acesso em: 1 jun. 2022.
- BARROW, Michael. **Statistics for Economics, Accounting and Business Studies**. 7. ed. Harlow, United Kingdom: Pearson, 2017. 499 p.
- BHATTACHARJEE, Subhankar et al. Reduction of Peak-to-Average Power Ratio of OFDM System Using Triangular Distribution Based Modified Companding Scheme. **IETE Journal of Research**, [s. l.], 2017. DOI 10.1080/03772063.2017.1369366. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/319982565_Reduction_of_Peak-to-Average_Power_Ratio_of_OFDM_System_Using_Triangular_Distribution_Based_Modified_Companding_Scheme. Acesso em: 1 jun. 2022.
- BRITO, G.F.; VERGUEIRO, W. Avaliação da qualidade orientada ao usuário: estudo de caso em biblioteca acadêmica utilizando o método SERVQUAL. **Congresso Brasileiro de Biblioteconomia e Documentação**, Maceió, 2011.
- CELIK, Ali N; YORUKOGLU, Mehmet. A critical review on the estimation of daily global solar radiation from sunshine duration. **Energy Conversion and Management**, [s. l.], v. 47, ed. 15-16, p. 2441-2450, 2006. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0196890405003067?fr=RR-2&ref=pdf_download&rr=714bf952ee8f4287. Acesso em: 1 jun. 2022.
- CHEN, Ye; LI, Kevin W.; LIU, Si-feng. A comparative study on multicriteria ABC analysis in inventory management. **2008 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics**, [s. l.], p. 3280-3285, 2008. DOI 10.1109/ICSMC.2008.4811802. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/4811802/authors#authors>. Acesso em: 1 jun. 2022.
- Curva ABC: o que é e como aplicá-la na sua farmácia**. [S. l.], 2020. Disponível em: <https://farmaconjr.com/curva-abc-o-que-e-e-como-aplica-la-na-sua-farmacia/>. Acesso em: 1 jun. 2022.
- IVANOV, Dmitry; TSIPOULANIDIS, Alexander; SCHÖNBERGER, Jörn. **Global Supply Chain and Operations Management: A Decision-Oriented Introduction to the Creation of Value**. 2. ed. [S. l.]: Springer, 2019. 578 p.
- LIPE, Lidia. Estadística Lidia. In: **Tema 7, parte 2: Distribuciones continuas de probabilidad**. [S. l.], 2015. Disponível em: <https://estadisticalidia.com/tema-7-parte-2-distribuciones-continuas-de-probabilidad/>. Acesso em: 1 jun. 2022.

MITx. Supply Chain Fundamentals. Disponível em: <https://www.edx.org/course/supply-chain-fundamentals?index=product&queryID=37046b1cc63782477203fe8312564183&position=4>. Acesso em: 1 jun. 2022.

PARSONS, John C. W. **Using A Newsvendor Model for Demand Planning of NFL Replica Jerseys**. Orientador: Stephen C. Graves. 2004. Thesis (Masters of Engineering, Logistics) - Engineering Systems Division, Massachusetts Institute of Technology, [S. l.], 2004.

REBULA, Uanderson. INTRODUÇÃO À ESTATÍSTICA INFERENCIAL. In: TABELA DISTRIBUIÇÃO t DE STUDENT (PARCIAL). [S. l.: s. n.], 2018. cap. 4. Disponível em: <https://profes.com.br/aulasdeestatistica/blog/o-que-e-distribuicao-t-de-student>. Acesso em: 1 jun. 2022.

RUDY, Nils; PYKE, David F. Teaching supply chain concepts with the newsboy model. **Supply Chain Management: Innovations for Education**, [s. l.], p. 170-180, 1999. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/292294279_Teaching_supply_chain_concepts_with_the_newsboy_model. Acesso em: 1 jun. 2022.

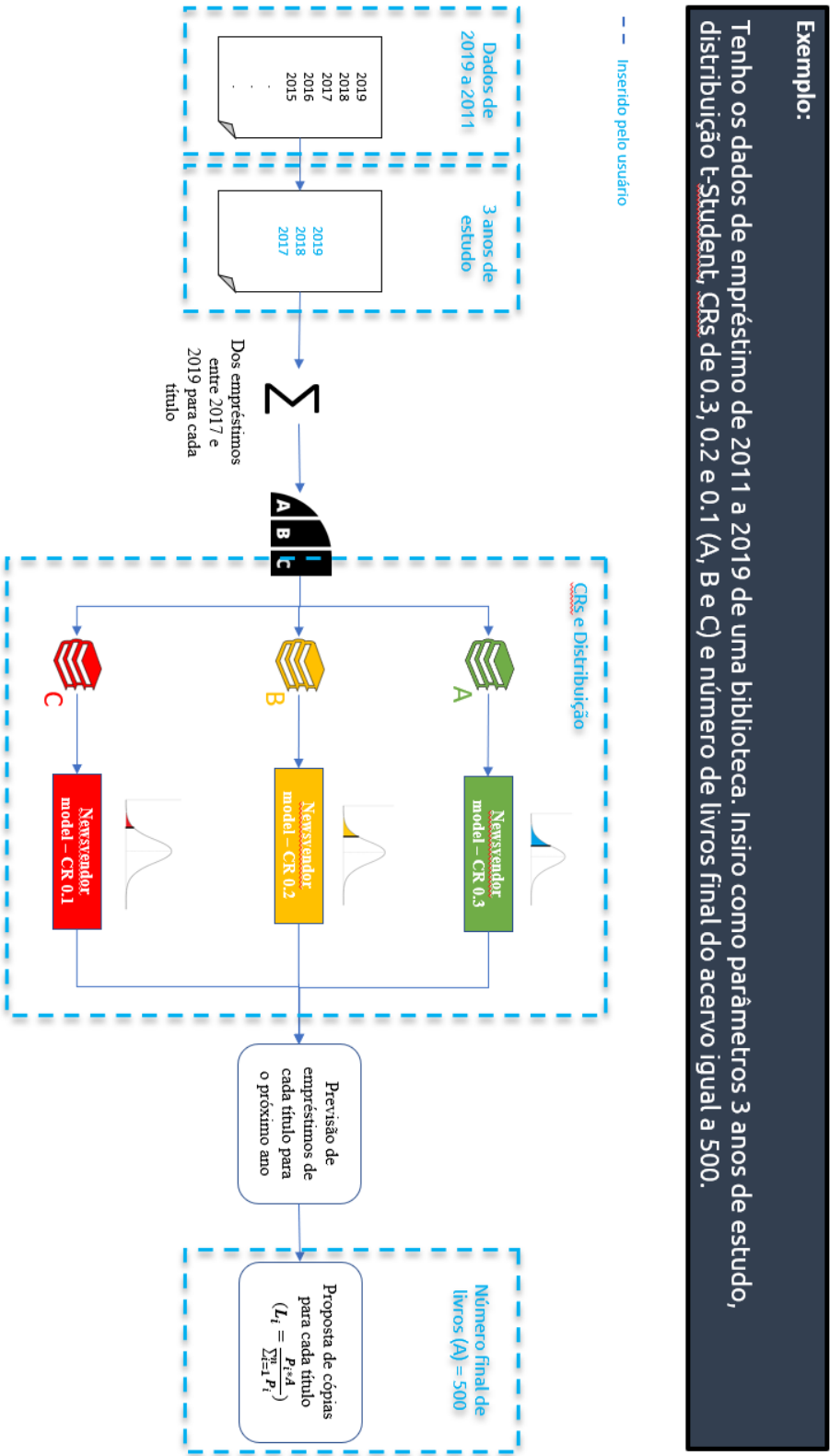
SOUSA, Áurea. O papel da distribuição normal na Estatística. **Correio dos Açores**, [s. l.], p. 14-14, 10 out. 2019. Disponível em: https://repositorio.uac.pt/bitstream/10400.3/5363/1/Sousa_10%20out%202019.pdf. Acesso em: 1 jun. 2022.

STATOLOGY. An Introduction to the Triangular Distribution. In: **Statology**. [S. l.], 2021. Disponível em: <https://www.statology.org/triangular-distribution/>. Acesso em: 1 jun. 2022.

TAYLOR, Courtney. STUDENT'S t Distribution Formula. [S. l.]: ThoughtCo., 10 maio 2018. Disponível em: <https://www.thoughtco.com/students-t-distribution-formula-3126276>. Acesso em: 1 jun. 2022.

TRIANGULAR Distribution. In: **Wolfram MathWorld**. [S. l.], 2022. Disponível em: <https://mathworld.wolfram.com/TriangularDistribution.html>. Acesso em: 1 jun. 2022.

APÊNDICE A – Exemplo ilustrativo da lógica de funcionamento da ferramenta.



62

Voltar para painel principal

64

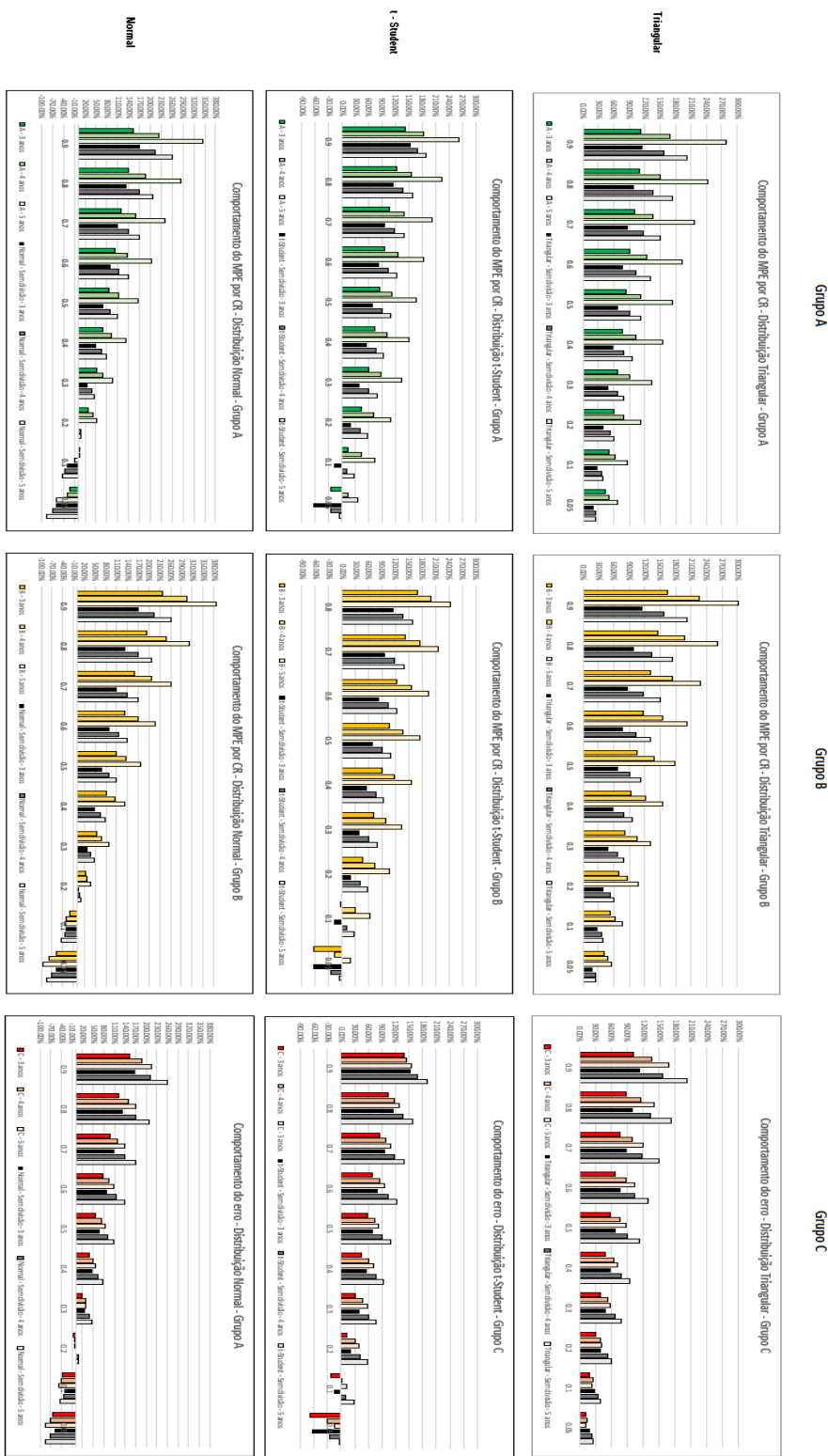
APÊNDICE C – Parte das fórmulas utilizadas para as previsões com o Newsvendor Model utilizando as distribuições Triangular, t-Student e Normal.

```
'Triangular'
ws2.Cells(i, 5 + z).Value = "IFERROR(IFS(AND(Dados!R7C7<=(MEDIAN(RC2:RC" & z & ") -MIN(RC2:RC" & z & ")^2/((MAX(RC2:RC" & z & ") -MIN(RC2:RC" & z & ")
"Grupos:RC" & 4 + z & ")="A""),MIN(RC2:RC" & z & ") +SQRT(Dados!R7C7*(MAX(RC2:RC" & z & ") -MIN(RC2:RC" & z & ") -MIN(RC2:RC" & z & ") -MIN(RC2:RC" & z & ")
"MEDIAN(RC2:RC" & z & ") -MIN(RC2:RC" & z & ")^2/((MAX(RC2:RC" & z & ") -MIN(RC2:RC" & z & ") -MIN(RC2:RC" & z & ") -MIN(RC2:RC" & z & ") -MIN(RC2:RC" & z & ")
"MAX(RC2:RC" & z & ") -MIN(RC2:RC" & z & ")^2/((MAX(RC2:RC" & z & ") -MIN(RC2:RC" & z & ") -MIN(RC2:RC" & z & ") -MIN(RC2:RC" & z & ") -MIN(RC2:RC" & z & ")
"RC2:RC" & z & ") -MIN(RC2:RC" & z & ")^2/((MAX(RC2:RC" & z & ") -MIN(RC2:RC" & z & ") -MIN(RC2:RC" & z & ") -MIN(RC2:RC" & z & ") -MIN(RC2:RC" & z & ")
"), AND(Dados!R8C7>=(MEDIAN(RC2:RC" & z & ") -MIN(RC2:RC" & z & ")^2/((MAX(RC2:RC" & z & ") -MIN(RC2:RC" & z & ") -MIN(RC2:RC" & z & ") -MIN(RC2:RC" & z & ")
"MAX(RC2:RC" & z & ") -SQRT((1-Dados!R8C7)*(MAX(RC2:RC" & z & ") -MIN(RC2:RC" & z & ") -MIN(RC2:RC" & z & ") -MIN(RC2:RC" & z & ") -MIN(RC2:RC" & z & ") -MIN(RC2:RC" & z & ")
",MAX(RC2:RC" & z & ") -SQRT((1-Dados!R9C7)*(MAX(RC2:RC" & z & ") -MIN(RC2:RC" & z & ") -MIN(RC2:RC" & z & ") -MIN(RC2:RC" & z & ") -MIN(RC2:RC" & z & ") -MIN(RC2:RC" & z & ")
"
't-Student'
ws2.Cells(i, 6 + z).Value = "IFERROR(IFS(Grupos:RC" & 4 + z & ")="A"",AVERAGE(RC2:RC" & z & ") + ((STDEV(RC2:RC" & z & ") *T.INV(Dados!R7C7,2))/S
'Normal'
ws2.Cells(i, 7 + z).Value = "IFS(Grupos:RC" & 4 + z & ")="A"",NORM.INV(Dados!R7C7, AVERAGE(RC2:RC" & z & "),STDEV(RC2:RC" & z & ")),Grupos:RC"
```

Sorocaba.

66

APÊNDICE E – Resultados do teste 2 em formato de gráficos.



ANEXO A – Tabela parcial da distribuição t-Student.

TABELA DISTRIBUIÇÃO t DE STUDENT (PARCIAL)						
g.l.	Nível de confiança					
	50%	80%	90%	95%	98%	99%
1	1,000	3,078	6,314	12,71	31,82	63,66
2	0,816	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925
3	0,765	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841
4	0,741	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604
5	0,727	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032
6	0,718	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707
7	0,711	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499
8	0,706	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355
9	0,703	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250
10	0,700	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169
11	0,697	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106
12	0,695	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055
13	0,694	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012
14	0,692	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977
15	0,691	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947
16	0,690	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921
17	0,689	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898
18	0,688	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878
19	0,688	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861
20	0,687	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845
21	0,686	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831
22	0,686	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819
23	0,685	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807
24	0,685	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797
25	0,684	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787
26	0,684	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779
27	0,684	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771
28	0,683	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763
29	0,683	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756
∞	0,674	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576

biblioteca central da universidade anualmente.

EMPRESIMOS	REFERENCIA
1	1. Atlas C&P, Fernando, 1986-1989. <i>Mapas de moldes</i> / Rio de Janeiro: Aze, 2005 589 p.
1	2. <i>Advances in nanotechnology and the environment</i> / Singapore: Pw, Stanford, c2015 viii, 224 p. : il.
1	3. <i>Agropecuária ecológica : [trabalhos apresentados] / Curitiba: Associação, 1999 386 p. : il.</i>
1	4. <i>Amend, Ardenia. Ecologia de polímeros</i> / São Paulo: Prens-Hall, 2000 473 p. : il.
1	5. <i>Amend, Jomar Ribeiro de</i> 1950. <i>Geologia ambiental para o desenvolvimento sustentável</i> / Rio de Janeiro: Thes; Almeida Cabral, 2009 566 p. : il.
1	6. <i>Amorim, Marcelo</i> 1937. <i>Física : um curso universitário</i> / São Paulo: Edgar Blucher, 1972 2 v. : il. 19, 146.
1	7. <i>Alves-Filho, Aurelio. Elementos físicos : atlas de tecnologia C&E [análise documental]</i> / São Paulo: Etna, 2005 30 p. : il. 19, 146.
1	8. <i>Andrade de Eduardo, Leopoldo de. Introdução à pesquisa operacional : métodos e modelos para a análise de decisão</i> / 4. ed. - Rio de Janeiro: LTC, 2009 204 p. : il. + ICD-ROM
1	9. <i>Andrade de Eduardo, César da Mota e. Fundamentos : curso de planilha em melhoria da qualidade ambiental</i> / São Paulo: Oficina de Textos, 2007 789 p. : il.
1	10. <i>Antoni, Howard. Aplicação linear com aplicações</i> / 8. ed. - Porto Alegre: Bookman, 2015 72 p. : il.
1	11. <i>Arato, Gustavo Henrique de Sousa. Geologia ambiental de áreas degradadas</i> / 4. ed. - Rio de Janeiro: Bernardi Brasil, 2009 320 p. : il. -
1	12. <i>Ar Bases toxicológicas da ecotoxicologia</i> / São Carlos: Ima, São Paulo: Intexto, 2003 364 p. : il.
1	13. <i>Assencio, Ana, Fernando Gomes. Fundamentos da programação de computadores : algoritmos, passo a passo e o código</i> / São Paulo: Prens-Hall, 2002 555 p. il. + ICD-ROM
1	14. <i>Atkins, P, Peter Williams 1940. Princípios de química : questionando a vida moderna e o meio ambiente</i> / 3. ed. - Porto Alegre: São Paulo: Bookman, 2006 965 p. : il. color. gráf. tabs.
1	15. <i>Atkins, P, Peter Williams 1940. Princípios de química : questionando a vida moderna e o meio ambiente</i> / 3. ed. - Porto Alegre: São Paulo: Bookman, 2006 965 p. : il. color. gráf. tabs.
1	16. <i>Atkins, P, Peter Williams 1940. Princípios de química : questionando a vida moderna e o meio ambiente</i> / 3. ed. - Porto Alegre: São Paulo: Bookman, 2006 965 p. : il. color. gráf. tabs.
1	17. <i>Atkins, P, Peter Williams 1940. Princípios de química : questionando a vida moderna e o meio ambiente</i> / 3. ed. - Porto Alegre: São Paulo: Bookman, 2006 965 p. : il. color. gráf. tabs.
1	18. <i>Atkins, P, Peter Williams 1940. Princípios de química : questionando a vida moderna e o meio ambiente</i> / 3. ed. - Porto Alegre: São Paulo: Bookman, 2006 965 p. : il. color. gráf. tabs.
1	19. <i>Atkins, P, Peter Williams 1940. Princípios de química : questionando a vida moderna e o meio ambiente</i> / 3. ed. - Porto Alegre: São Paulo: Bookman, 2006 965 p. : il. color. gráf. tabs.
1	20. <i>Atkins, P, Peter Williams 1940. Princípios de química : questionando a vida moderna e o meio ambiente</i> / 3. ed. - Porto Alegre: São Paulo: Bookman, 2006 965 p. : il. color. gráf. tabs.
1	21. <i>Atkins, P, Peter Williams 1940. Princípios de química : questionando a vida moderna e o meio ambiente</i> / 3. ed. - Porto Alegre: São Paulo: Bookman, 2006 965 p. : il. color. gráf. tabs.
1	22. <i>Atkins, P, Peter Williams 1940. Princípios de química : questionando a vida moderna e o meio ambiente</i> / 3. ed. - Porto Alegre: São Paulo: Bookman, 2006 965 p. : il. color. gráf. tabs.
1	23. <i>Atkins, P, Peter Williams 1940. Princípios de química : questionando a vida moderna e o meio ambiente</i> / 3. ed. - Porto Alegre: São Paulo: Bookman, 2006 965 p. : il. color. gráf. tabs.
1	24. <i>Atkins, P, Peter Williams 1940. Princípios de química : questionando a vida moderna e o meio ambiente</i> / 3. ed. - Porto Alegre: São Paulo: Bookman, 2006 965 p. : il. color. gráf. tabs.
1	25. <i>Atkins, P, Peter Williams 1940. Princípios de química : questionando a vida moderna e o meio ambiente</i> / 3. ed. - Porto Alegre: São Paulo: Bookman, 2006 965 p. : il. color. gráf. tabs.
1	26. <i>Atkins, P, Peter Williams 1940. Princípios de química : questionando a vida moderna e o meio ambiente</i> / 3. ed. - Porto Alegre: São Paulo: Bookman, 2006 965 p. : il. color. gráf. tabs.
1	27. <i>Atkins, P, Peter Williams 1940. Princípios de química : questionando a vida moderna e o meio ambiente</i> / 3. ed. - Porto Alegre: São Paulo: Bookman, 2006 965 p. : il. color. gráf. tabs.
1	28. <i>Atkins, P, Peter Williams 1940. Princípios de química : questionando a vida moderna e o meio ambiente</i> / 3. ed. - Porto Alegre: São Paulo: Bookman, 2006 965 p. : il. color. gráf. tabs.
1	29. <i>Atkins, P, Peter Williams 1940. Princípios de química : questionando a vida moderna e o meio ambiente</i> / 3. ed. - Porto Alegre: São Paulo: Bookman, 2006 965 p. : il. color. gráf. tabs.
1	30. <i>Atkins, P, Peter Williams 1940. Princípios de química : questionando a vida moderna e o meio ambiente</i> / 3. ed. - Porto Alegre: São Paulo: Bookman, 2006 965 p. : il. color. gráf. tabs.
1	31. <i>Atkins, P, Peter Williams 1940. Princípios de química : questionando a vida moderna e o meio ambiente</i> / 3. ed. - Porto Alegre: São Paulo: Bookman, 2006 965 p. : il. color. gráf. tabs.
1	32. <i>Atkins, P, Peter Williams 1940. Princípios de química : questionando a vida moderna e o meio ambiente</i> / 3. ed. - Porto Alegre: São Paulo: Bookman, 2006 965 p. : il. color. gráf. tabs.
1	33. <i>Atkins, P, Peter Williams 1940. Princípios de química : questionando a vida moderna e o meio ambiente</i> / 3. ed. - Porto Alegre: São Paulo: Bookman, 2006 965 p. : il. color. gráf. tabs.
1	34. <i>Atkins, P, Peter Williams 1940. Princípios de química : questionando a vida moderna e o meio ambiente</i> / 3. ed. - Porto Alegre: São Paulo: Bookman, 2006 965 p. : il. color. gráf. tabs.
1	35. <i>Atkins, P, Peter Williams 1940. Princípios de química : questionando a vida moderna e o meio ambiente</i> / 3. ed. - Porto Alegre: São Paulo: Bookman, 2006 965 p. : il. color. gráf. tabs.
1	36. <i>Atkins, P, Peter Williams 1940. Princípios de química : questionando a vida moderna e o meio ambiente</i> / 3. ed. - Porto Alegre: São Paulo: Bookman, 2006 965 p. : il. color. gráf. tabs.
1	37. <i>Atkins, P, Peter Williams 1940. Princípios de química : questionando a vida moderna e o meio ambiente</i> / 3. ed. - Porto Alegre: São Paulo: Bookman, 2006 965 p. : il. color. gráf. tabs.
1	38. <i>Atkins, P, Peter Williams 1940. Princípios de química : questionando a vida moderna e o meio ambiente</i> / 3. ed. - Porto Alegre: São Paulo: Bookman, 2006 965 p. : il. color. gráf. tabs.
1	39. <i>Atkins, P, Peter Williams 1940. Princípios de química : questionando a vida moderna e o meio ambiente</i> / 3. ed. - Porto Alegre: São Paulo: Bookman, 2006 965 p. : il. color. gráf. tabs.
1	40. <i>Atkins, P, Peter Williams 1940. Princípios de química : questionando a vida moderna e o meio ambiente</i> / 3. ed. - Porto Alegre: São Paulo: Bookman, 2006 965 p. : il. color. gráf. tabs.
1	41. <i>Atkins, P, Peter Williams 1940. Princípios de química : questionando a vida moderna e o meio ambiente</i> / 3. ed. - Porto Alegre: São Paulo: Bookman, 2006 965 p. : il. color. gráf. tabs.
1	42. <i>Atkins, P, Peter Williams 1940. Princípios de química : questionando a vida moderna e o meio ambiente</i> / 3. ed. - Porto Alegre: São Paulo: Bookman, 2006 965 p. : il. color. gráf. tabs.
1	43. <i>Atkins, P, Peter Williams 1940. Princípios de química : questionando a vida moderna e o meio ambiente</i> / 3. ed. - Porto Alegre: São Paulo: Bookman, 2006 965 p. : il. color. gráf. tabs.
1	44. <i>Atkins, P, Peter Williams 1940. Princípios de química : questionando a vida moderna e o meio ambiente</i> / 3. ed. - Porto Alegre: São Paulo: Bookman, 2006 965 p. : il. color. gráf. tabs.
1	45. <i>Atkins, P, Peter Williams 1940. Princípios de química : questionando a vida moderna e o meio ambiente</i> / 3. ed. - Porto Alegre: São Paulo: Bookman, 2006 965 p. : il. color. gráf. tabs.
1	46. <i>Atkins, P, Peter Williams 1940. Princípios de química : questionando a vida moderna e o meio ambiente</i> / 3. ed. - Porto Alegre: São Paulo: Bookman, 2006 965 p. : il. color. gráf. tabs.
1	47. <i>Atkins, P, Peter Williams 1940. Princípios de química : questionando a vida moderna e o meio ambiente</i> / 3. ed. - Porto Alegre: São Paulo: Bookman, 2006 965 p. : il. color. gráf. tabs.
1	48. <i>Atkins, P, Peter Williams 1940. Princípios de química : questionando a vida moderna e o meio ambiente</i> / 3. ed. - Porto Alegre: São Paulo: Bookman, 2006 965 p. : il. color. gráf. tabs.
1	49. <i>Atkins, P, Peter Williams 1940. Princípios de química : questionando a vida moderna e o meio ambiente</i> / 3. ed. - Porto