

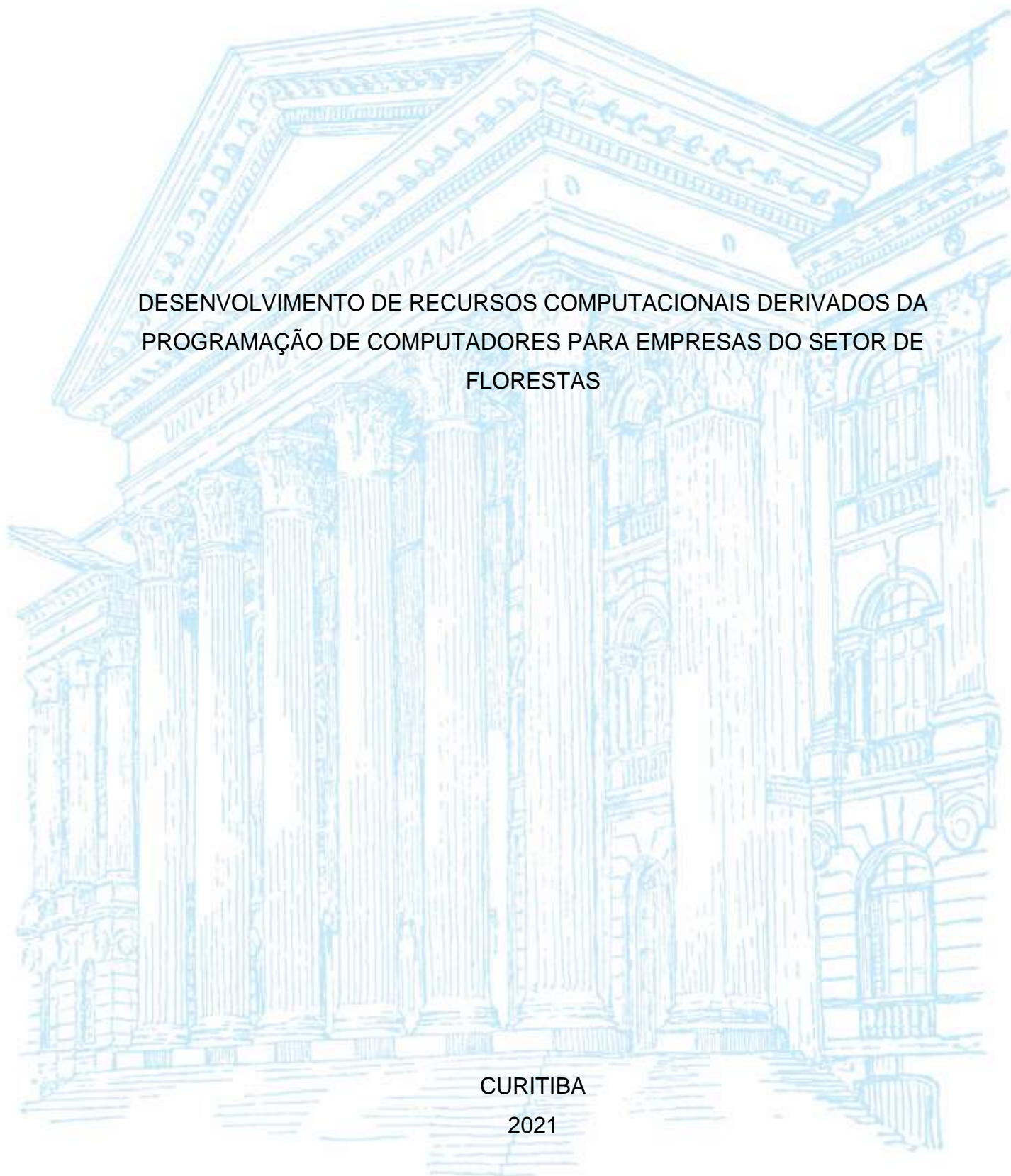
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ISRAEL JACO KACZMAREK

DESENVOLVIMENTO DE RECURSOS COMPUTACIONAIS DERIVADOS DA
PROGRAMAÇÃO DE COMPUTADORES PARA EMPRESAS DO SETOR DE
FLORESTAS

CURITIBA

2021



ISRAEL JACÓ KACZMAREK

DESENVOLVIMENTO DE RECURSOS COMPUTACIONAIS DERIVADOS DA
PROGRAMAÇÃO DE COMPUTADORES PARA EMPRESAS DO SETOR DE
FLORESTAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Engenharia Florestal, Setor de Ciências
Florestais, da Universidade Federal do Paraná,
como requisito parcial à obtenção do título de Ba-
charel em Engenharia Florestal.

Orientador(a): Prof. Dr. Richardson Ribeiro
Coorientador: Prof. Dr. Alexandre Behling

CURITIBA

2021

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo o desenvolvimento de recursos computacionais derivados da programação de computadores para empresas do setor de florestas. Recursos computacionais, tais como procedimentos armazenados, funções, macros, banco de dados, entre outros, são importantes na automatização de diversas tarefas, como as encontradas no planejamento da produção florestal de empresas florestais. O planejamento florestal é fundamental para a gestão dos recursos florestais, possibilitando a sustentabilidade dos negócios diante de aspectos sociais, econômicos e ambientais. Nesse cenário, o planejamento segue uma hierarquia de níveis que variam de acordo com horizonte de períodos, detalhamento e objetivos. Dentro desses níveis, os dados na maioria das vezes são oriundos de diferentes setores, que utilizam softwares que atuam de maneira isolada. Portanto, uma das dificuldades ao profissional da área florestal é dispor de recursos computacionais capazes de facilitar o processo de tomada de decisão, bem como para um profissional da área da computação, nem sempre é trivial o entendimento de aspectos relacionados ao domínio do problema florestal. Nessa direção, um profissional florestal habilitado na construção de procedimentos automatizados pode contribuir nesse aspecto. Dessa forma, propõe-se desenvolver recursos computacionais que utilizam dados de diferentes arquivos, como oriundos do Excel e de Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados. Tais recursos visam melhorar a visualização dos dados de maneira interativa, reduzir o tamanho de arquivos e o tempo para geração de resultados para análise, bem como melhorar a interface entre os diferentes níveis do planejamento.

Palavras-chave: Planejamento. Visual Basic Program. Recursos Computacionais.

ABSTRACT

This present study aims to developed computational resources originated from computer programming for forestry sector companies. Computational resources, such as stored procedures, functions, macros, database, among others, are important in the automation of several tasks, such as those found in planning forestry production. Forest planning is essential for the management of forest resources, enabling the sustainability of business, considering the social, economics, and environmental aspects. In this scenario, forestry planning follows a hierarchy of levels that vary according to periodic horizons, details, and objectives. Within these levels, data most often come from different areas, which use software that work in an isolated way. Therefore, one of the difficulties for professionals in the forestry area is to maintain computational resources capable for facilitating the decision-making process, and for a professional in the field of computing. It is not always trivial to understand aspects related to the domain of forest problem. In this direction, a forestry professional skilled in the construction of automated procedures can contribute to this regard. Thus, it is proposed to develop computational resources that use data from different files, such as from Excel and Database Management Systems. These features aim to improve data visualization in an interactive way, reduce file size and time to generate results for analysis, as well as improve the interface between the different levels of planning.

Keywords: Planning. Visual Basic Program. Computational resources.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: FORMAS DE CONCEPÇÃO DE UM ALGORITMO.....	15
FIGURA 2: DETALHAMENTO HORIZONTES DO PLANEJAMENTO	18
FIGURA 3: RELACIONAMENTO DO PLANEJAMENTO FLORESTAL COM OUTROS SETORES.....	19
FIGURA 4: DIAGRAMA ENTIDADE RELACIONAL	20
FIGURA 5: FLUXOGRAMA FERRAMENTA VBA	19
FIGURA 6: FLUXOGRAMA FERRAMENTA VBA 2	22
FIGURA 7: ORGANIZAÇÃO DO PAINEL DE CONSULTA.....	24
FIGURA 8: VISUALIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO DE CONSUMO TOTAL DAS FÁBRICAS	25
FIGURA 9: VISUALIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO DE NÍVEIS DE COMPRA DE MADEIRA EM PÉ.....	25
FIGURA 10: VISUALIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO DE CONSUMO TOTAL DAS FÁBRICAS	26
FIGURA 11: VISUALIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO DE COLHEITA OPERACIONAL ..	26
FIGURA 12: VISUALIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO DE COLHEITA POR ESPÉCIE...	27
FIGURA 13: VISUALIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO DE DISTÂNCIA MÉDIA DOS BLOCOS COLHIDOS	27
FIGURA 14: VISUALIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO DE IDADE MÉDIA DOS BLOCOS COLHIDOS	28
FIGURA 15: VISUALIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO DE VOLUME COLHIDO DE PINUS NÃO <i>Taeda</i>	28
FIGURA 16: VISUALIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO DE META DE ÁREA PLANTADA POR GÊNERO.....	29

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: ESTRUTURA DO ARQUIVO “MA02_WOODSTOCK”	20
TABELA 2: ESTRUTURA DO ARQUIVO TAB_PROD.....	21
TABELA 3: ARQUIVO DATAMART	16
TABELA 4: ARQUIVOS DE RESULTADOS.....	16
TABELA 5: PARÂMETROS DE BUSCA PELA FUNÇÃO PROCV NO ARQUIVO MA02_WOODSTOCK.....	18
TABELA 6: PARÂMETROS DE BUSCA PELA FUNÇÃO PROCV NO PROD_TAB.	18
TABELA 7: ORIGEM DOS DADOS PARA CONSTRUÇÃO DA DATAMART	18
TABELA 8: PARÂMETROS DE PESQUISA PELA FUNÇÃO PROCV NA BASE DE ANÁLISE DE RESULTADOS.....	21
TABELA 9: ARQUIVO tab_aux	21
TABELA 10: PARÂMETROS DE BUSCA PELA FUNÇÃO PROCV NA TABELA AUXILIAR.....	21
TABELA 11: RELAÇÃO ARQUIVO E VIZUALIZAÇÕES	24

LISTA DE SIGLAS

AIMMS	- <i>Advanced Interactive Multidimensional Modeling System</i>
BI	- <i>Business Intelligence</i>
DFB	- <i>Database file</i>
DFD	- Diagrama do Fluxo de Dados
IDEC	- Identificador
PIB	- Produto Interno Bruno
SIG	- Sistema de Informação Geográfica
VBA	- <i>Visual Basic for Applications</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
1.1 OBJETIVOS	10
1.1.1 Objetivo geral	10
1.1.2 Objetivos específicos.....	10
2 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO	12
2.1 PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO FLORESTAL	12
2.1.1 Planejamento estratégico (Longo Prazo)	12
2.1.2 Planejamento tático	12
2.1.3 Planejamento Operacional	13
2.1.4 Tecnologias para o planejamento florestal	14
2.1.5 Recursos computacionais para automatizar processos	14
2.1.5.1 Programação de computadores	14
2.1.6 Virtual Basic for Applications (VBA)	16
2.1.7 Sistemas de Banco de dados.....	16
3 MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1 FLUXO DOS DADOS	19
3.2 ARQUIVOS DE DADOS.....	20
3.2.1 Arquivo MA02_WOODSTOCK	20
3.2.2 Arquivo tab_prod	21
3.2.3 Arquivo LPSCHEDULE	22
3.2.4 Arquivo DATAMART.....	22
3.2.5 Arquivos DELIVERY e RELATORIOOUTPUTS	16
4 DESENVOLVIMENTO	17
4.1 DESENVOLVIMENTO DOS RECURSOS COMPUTACIONAIS	17
4.1.1 Ferramenta em VBA para conexão entre “MA02_WOODSTOCK” e Tabelas de produção para geração da base de análise dos resultados	17
4.1.1.1 Método PROCV	18
4.1.1.2 Alternativa ao método PROCV usando VBA	19
4.1.1.3 Ferramenta em VBA para geração da base de travamento “LPSCHEDULE” 20	
4.1.1.3.1 Método PROCV	20
4.1.2 Método VBA	22

4.1.3 Resultado do Desenvolvimento - Interface Gráfica	22
4.1.3.1 Visualizações.....	23
5 CONCLUSÕES	30
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31
APÊNDICE A – FLUXO DE DADOS PLANEJAMENTO.....	33
APÊNDICE B – CÓDIGO VBA DATAMART	34
APÊNDICE C – CÓDIGO VBA LPSCHEDULE	36

1 INTRODUÇÃO

O setor de florestas plantadas no Brasil representou 1,2% do PIB nacional em 2019, gerando uma receita bruta de R\$ 97,4 milhões e 3,75 milhões de empregos, conforme dados do relatório anual do IBÁ (IBÁ, 2020). Este relatório também informa que, no ano de 2019, foram investidos R\$ 4,6 bilhões no desenvolvimento do setor, sendo R\$ 2,1 bilhões na expansão da capacidade produtiva e R\$ 1 bilhão no processo de formação de plantios florestais.

O desenvolvimento do setor e a expansão de complexos industriais florestais refletem na necessidade da expansão dos plantios para garantir o abastecimento do setor com esse insumo. Em 2017, a base de florestas plantadas contava com 7,84 milhões de hectares (IBÁ, 2018), ao passo que, em 2019, essa base expandiu para 9,0 milhões de hectares, acarretando em um aumento de 1,16 milhões de hectares (IBÁ, 2020).

Dentro desse contexto de expansão industrial e da dimensão dos plantios florestais, a gestão adequada dos recursos florestais pela área de planejamento da produção florestal é essencial para o sucesso das operações, otimizando os recursos, reduzindo os custos da operação e aumentando a produtividade.

De acordo com Chiavenato e Sapiro (2020), o planejamento pode ser definido como a função administrativa que determina antecipadamente quais são os objetivos a serem atingidos e como se deve fazer para alcançá-los. O planejamento é realizado de forma hierárquica, dividido em três níveis, - estratégico, operacional e tático -, que variam quanto ao horizonte de períodos, detalhamento do conteúdo e amplitude.

No nível estratégico, o planejamento é mais amplo, contemplando toda a organização. Esse nível é projetado para um horizonte de longo prazo, o que define os objetivos a serem alcançados em um nível organizacional. No nível tático, o planejamento é focado em uma unidade ou departamento da organização. Esse nível é planejado para um horizonte de médio prazo, visando a otimização do uso dos recursos e seguindo prerrogativas definidas pelo nível estratégico. No nível operacional, o planejamento é projetado para um curto prazo, envolvendo as tarefas e atividades isoladas de cada departamento e visando executar as premissas estabelecidas a nível tático (CHIAVENATO e SAPIRO, 2020).

A partir dessa abordagem teórica do planejamento organizacional, dentro do contexto florestal, há nas empresas o departamento de planejamento da produção

florestal. Esse departamento visa otimizar e garantir a sustentabilidade econômica, ambiental, bem como o abastecimento de madeiras as fábricas, ao curto, médio e longo prazo. Neste contexto, o planejamento florestal pode ser dividido em quatro níveis hierárquicos: longo prazo, médio prazo, curto prazo e operacional, variando de acordo com o horizonte de períodos e objetivos (PIMENTEL et al., 2013).

Essa abordagem do planejamento da produção florestal segue a conceituação do planejamento definido por Chiavenato. De acordo com Sheppard (2014), o planejamento florestal pode ser definido como a organização da informação para a realização da tomada de decisões em diferentes níveis, sendo a qualidade das decisões de um nível dependente de uma decisão ou informação de outros níveis.

Diante dessa abordagem de planejamento florestal hierárquica, para a execução adequada desses níveis de planejamento, é necessário o uso de ferramentas computacionais para manipular dados oriundos de banco de dados, *softwares* de otimização, planilhas eletrônicas e outras ferramentas de visualização e análise de resultados. Em vista disso, o presente trabalho tem por objetivo o desenvolvimento de rotinas automatizadas com o uso da programação que possa beneficiar gestores em processos de tomada de decisão, gerando alternativas para visualização de dados, análises e resultados, de maneira a integrar diferentes níveis de planejamento.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Desenvolver recursos computacionais derivados da programação de computadores para auxiliar empresas do setor de florestas em processos de tomada de decisão.

1.1.2 Objetivos específicos

- Identificar e organizar as principais fontes de dados, tais como planilhas eletrônicas e de Sistemas Gerenciadores de Banco de dados.
- Identificar os principais dados para o planejamento estratégico.
- Configurar o ambiente de programação *Visual Basic for Applications*.
- Escrever códigos de programação para integrar diferentes arquivos de dados.

- Desenvolver interfaces gráficas.

2 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

2.1 PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO FLORESTAL

Nesta seção, são apresentados os principais conceitos sobre planejamento estratégico, tático e operacional.

2.1.1 Planejamento estratégico (Longo Prazo)

De acordo com Bettinger (2019), o planejamento estratégico na área florestal é representado por um menor grau de detalhamento das informações, por um horizonte de longo prazo e aplicado em larga escala de produção, servindo para ilustrar o desenvolvimento da floresta e a sustentabilidade da produção (BETTINGER et al., 2019).

No nível estratégico do planejamento florestal, o foco está na alocação dos recursos florestais em larga escala. Os níveis mais elevados, como o estratégico, geralmente são responsáveis pela definição das metas e dos recursos disponíveis para serem implementados pelos níveis inferiores, onde são impostas as metas e fornecido informações aos níveis superiores. A comunicação entre os níveis é fundamental para a eficiência no uso dos recursos e para viabilidade (BOYLAND, 2003).

Os principais objetivos na execução do planejamento estratégico florestal, visam maximizar aspectos econômicos, tais como o valor presente líquido, fluxo de caixa e de produção florestal, bem como minimizar impactos de degradação ecológica. As restrições aplicadas estão geralmente relacionadas a disponibilidade de recursos orçamentários, florestais e de terra (BETTINGER et al., 2009).

2.1.2 Planejamento tático

No planejamento tático florestal, as relações entre os aspectos espaciais e o manejo são levadas em consideração, com horizonte de até 20 anos. O planejamento tático geralmente utiliza bases de dados geográficos, crescimento e produção da floresta, com o objetivo de caracterizar a distribuição espacial e temporal das florestas. Com isso, planos são sugeridos para as atividades de manejo (BETTINGER et al., 2009).

O plano tático organiza as atividades em áreas e prazos médios, com foco em melhorar a execução das atividades. O agendamento da colheita é o plano tático florestal mais óbvio, entretanto outras atividades podem ser incluídas como construção e desativação de estradas, e questões silviculturais. São planos de horizonte menor que o estratégico, normalmente de 5 a 20 anos, com intervalo anual (BOYLAND, 2003).

De acordo com o Gunzi et al. (2021), neste horizonte são utilizados modelos de programação linear com o objetivo de otimizar o sequenciamento de colheita e a distribuição logística. Com isso, podem ser definidas as equipes de colheita e a sequência das atividades, bem como adicionados nos modelos de otimização diversas restrições, tais como capacidade de produção dos módulos, restrições de entrada nos blocos e balanceamento de abastecimento das fábricas (espécie, densidade, restrições para cada linha de abastecimento, entre outros). Também são levadas em conta restrições logísticas como o raio médio de transporte e quantidade de veículos.

2.1.3 Planejamento Operacional

O planejamento operacional representa o nível mais baixo entre os demais, detalhando como cada atividade será executada. Um plano pode detalhar as informações como localização e uso das máquinas de colheita, rotas primárias e secundárias para o transporte da madeira, entre outros (BOYLAND, 2003). Assim como no planejamento tático, no operacional também é utilizada variáveis espaciais, mas com horizonte de 1 ano, definindo os planos em níveis semanais ou mensais (BETTINGER et al., 2009).

Neste nível de planejamento, também são identificados os blocos sequenciados pelo nível tático, e entregue o sequenciamento de talhões para a operação com níveis de detalhes operacionais, número de veículos, localização das guas de carregamento e balanceamento de estoque nas fábricas. Bem como aplicação de mudanças que podem surgir no plano em vista a chuva, alterações de consumo da fábrica (demandas), modificações de metas e orçamentos (GUNZI et al., 2021).

2.1.4 Tecnologias para o planejamento florestal

De acordo com Gunzi et Al. (2021), no caso de empresas de papel e celulose, tal como a empresa Klabin S.A, são utilizadas diferentes ferramentas computacionais para resolução dos problemas dentro do planejamento florestal, tais como Woodstock, plataforma AIMMS para otimização e Microsoft® Power BI.

O *software* Woodstock¹ é utilizado para desenvolvimento e análises de planos de abastecimento florestal a nível de médio e longo prazo, podendo ser utilizado para inúmeras situações do planejamento, como agendamento de colheita, projeções de inventário, decisões sobre investimentos em terras ou formação de florestas, avaliações sobre biodiversidade, avaliações de ativos, planejamento comercial, cumprimento de critérios de certificações, entre outros.

A plataforma AIMMS² é utilizada para análise e desenvolvimento de planos táticos (curto prazo, 18 meses) e operacionais. Por outro lado, o Microsoft® Power BI³ é utilizado para visualização dos dados em painel ilustrativo, auxiliando no processo de tomadas de decisão e facilitando o acesso aos indicadores dos planos estratégicos, táticos e operacionais, podendo ter a participação de todas as áreas da empresa.

2.1.5 Recursos computacionais para automatizar processos

Na computação, as principais áreas para o desenvolvimento de sistemas computacionais são programação e sistemas de banco de dados.

2.1.5.1 Programação de computadores

De acordo com Roy e Haridi (2004), o computador só consegue armazenar dados em discos, imprimir relatórios, gerar gráficos, realizar cálculos, entre outras funções, por meio de *softwares* (programas). Portanto, sua finalidade principal é realizar a tarefa de processamento de dados, isto é, receber dados por um dispositivo de entrada (por exemplo, teclado, mouse, scanner, entre outros), e fazer operações onde o resultado pode ser mostrado em um dispositivo de saída (por exemplo, impressora,

¹ <https://remsoft.com/woodstock-optimization-studio/>.

² <https://www.aimms.com/>.

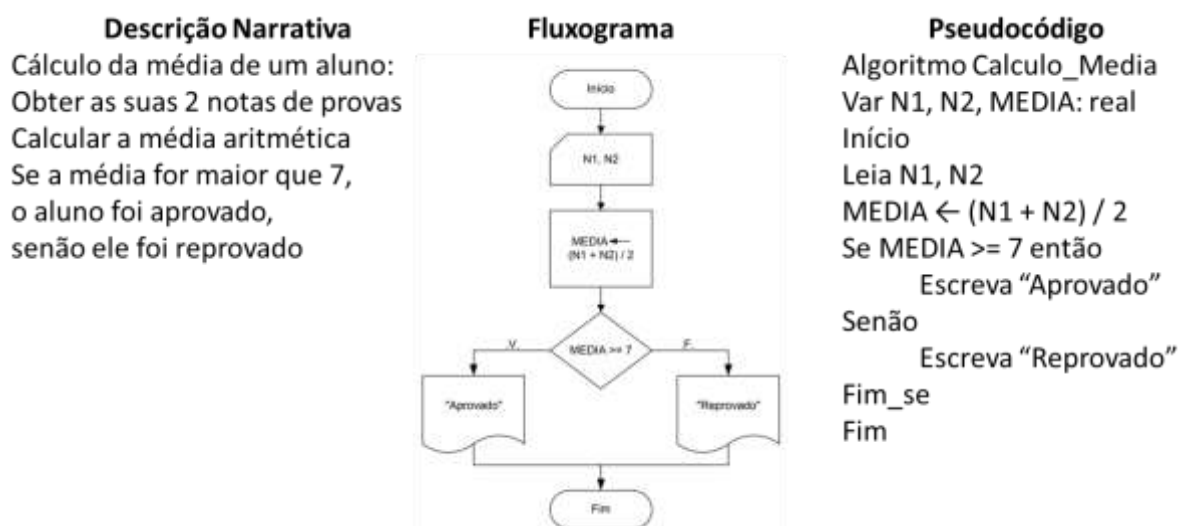
³ <https://powerbi.microsoft.com/pt-br/>.

monitor de vídeo, entre outros). Em outras palavras, a finalidade de um computador é receber, manipular e armazenar dados.

A partir desses conceitos, podemos escrever programas de computadores para processar dados. No entanto, para que o computador compreenda e execute uma tarefa é necessária uma linguagem de programação. O processo de desenvolvimento de programas pode ser dividido em 3 etapas (FRIEDMAN et al., 1992). A primeira etapa consiste na análise, onde é estudado o enunciado do problema para que sejam definidos os dados de entrada, processamento e dados de saída. A segunda etapa é a concepção do algoritmo, isto é, “uma sequência lógica de instruções para a resolução de um problema numérico” (STROUSTRUP, 1997). Por fim, a última etapa é a codificação, onde um algoritmo é convertido para código fonte, de acordo com a linguagem de programação.

Ainda no processo de concepção do algoritmo, este pode ser feito de 3 formas, descrição narrativa, fluxograma e pseudocódigo. A descrição narrativa consiste em escrever os passos da solução utilizando uma linguagem natural. Já o fluxograma, consiste na escrita dos passos utilizando símbolos gráficos. Outro método, o pseudocódigo, consiste em uma escrita mais próxima do código fonte, sendo desejado na maioria das vezes (CORMEM, 2012). A FIGURA 1 ilustra esses conceitos.

FIGURA 1: FORMAS DE CONCEPÇÃO DE UM ALGORITMO.



FONTE: O autor (2021).

2.1.6 Virtual Basic for Applications (VBA)

Segundo Calberg (2005), a linguagem de programação *Virtual Basic for Applications* (VBA) teve origem em 1995 quando a Microsoft “expôs o modelo de objeto”, isso é, passou a permitir aos usuários do Excel e de outras aplicações do Office escrever programas em BASIC, que poderiam usar objetos nativos da aplicação, tais como planilhas, formatações textuais, cores, gráficos, funções, etc.

De acordo com Jelen (2004), com o VBA é possível automatizar processos de execução condicionais ou repetitivas, bem como manipular dados oriundos de outros arquivos, como de banco de dados.

O conhecimento das práticas de programação em linguagem VBA possibilitam o usuário o desenvolvimento de diferentes aplicações para fins empresariais ou acadêmicos. Por exemplo, em Andrade (2017) foi desenvolvido em VBA uma ferramenta para auxiliar no gerenciamento de processos de compostagem. Devido seus recursos gráficos e uso de objetos nativos, o ambiente de programação torna-se vantajoso, otimizando a construção de interfaces gráficas.

2.1.7 Sistemas de Banco de dados

De acordo com Silberschatz et al. (2012), sistema de bancos de dados é uma subárea da computação que desenvolve tecnologias para modelagem, armazenamento e consulta de dados, bem como estudos para segurança, otimização, arquiteturas, etc.

Segundo Navathe (2005), um banco de dados possui as 3 seguintes propriedades implícitas:

- “Um banco de dados representa alguns aspectos do mundo real, sendo chamado, às vezes, de minimundo ou de universo de discurso. As mudanças no minimundo são refletidas em um banco de dados.”
- “Um banco de dados é uma coleção lógica e coerente de dados com algum significado inerente. Uma organização de dados ao acaso (randômica) não pode ser corretamente interpretada como um banco de dados.”
- “Um banco de dados é projetado, construído e povoado por dados, atendendo a uma proposta específica. Possui um grupo de usuários definido

e algumas aplicações preconcebidas, de acordo com o interesse desse grupo de usuários.”

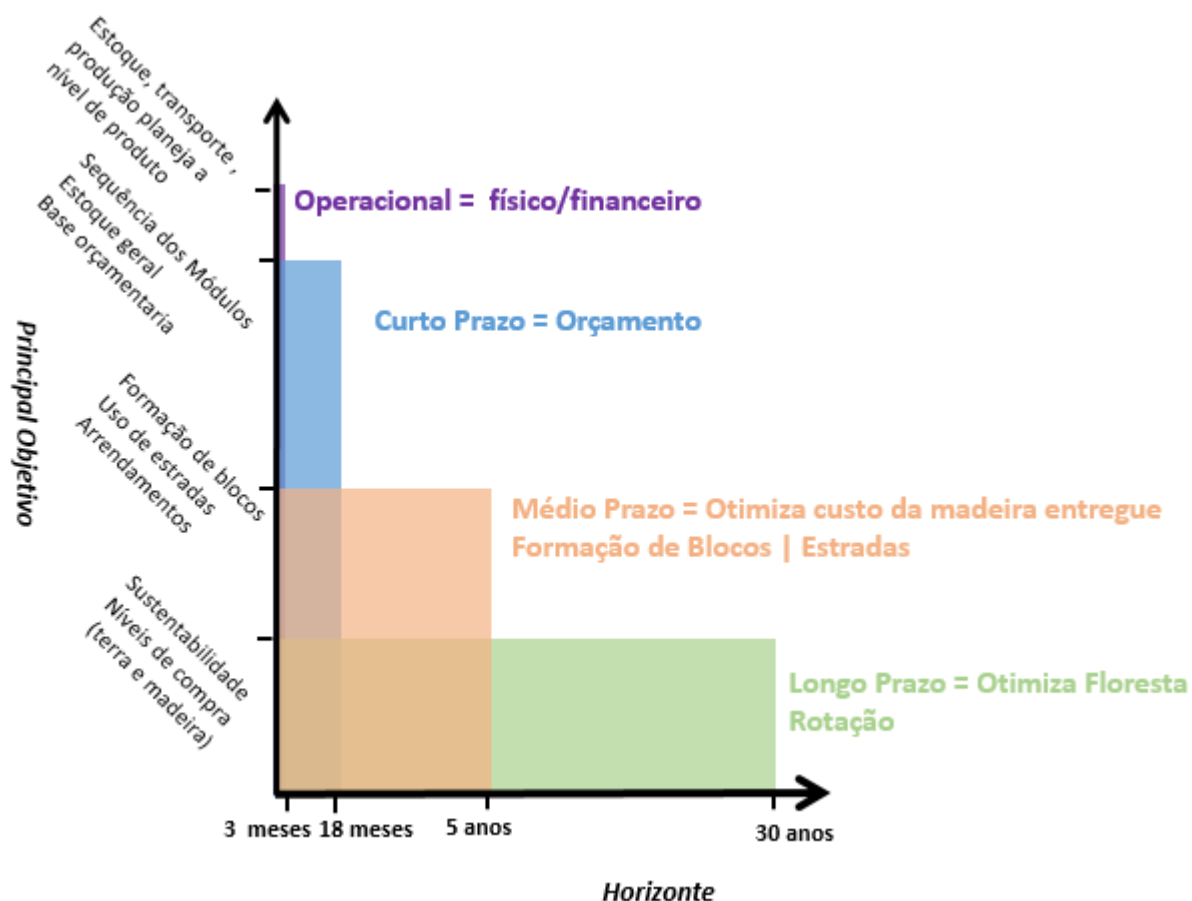
De acordo com essas propriedades, de forma resumida, é possível dizer que um banco de dados é composto por “algumas fontes das quais os dados tem origem, alguns níveis de interação com os eventos do mundo real e um público efetivamente interessado em seus conteúdos.” (Elmasri, 2019).

Há uma imensa quantidade de literaturas especializadas em Sistemas de Banco de dados, tais como Elmasri et al. (2019) e Date (2004), que descrevem com profundidade os principais conceitos dos sistemas de banco de dados, como por exemplo, modelagem formal, linguagem de consulta estruturada, otimização, tecnologias, etc.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O desenvolvimento do trabalho foi realizado na empresa Klabin S/A⁴, no setor de Planejamento Florestal, considerando horizontes de médio e longo prazos. O horizonte de médio prazo é responsável por atualizar os planos quinquenais de abastecimento com sequenciamento anual de colheita e blocos operacionais. O horizonte de longo prazo é responsável por traçar os planos ao verificar a sustentabilidade do negócio florestal, atualizar os níveis de autossuficiência, verificar a possibilidade de implantação de novos projetos, definir metas de silvicultura, entre outros (FIGURA 2).

FIGURA 2: DETALHAMENTO HORIZONTES DO PLANEJAMENTO



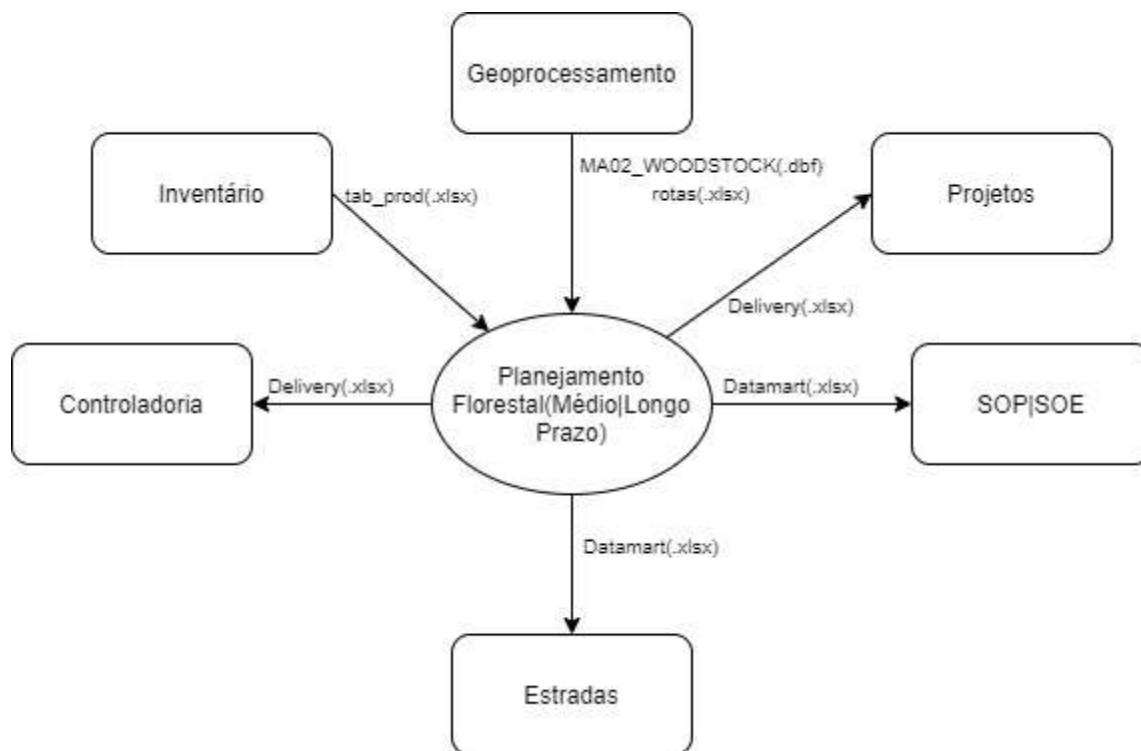
FONTE: O autor (2021).

A estruturação desses planos é dependente de dados oriundos de diferentes setores da empresa, onde os dados alteram quanto a periodicidade de atualização,

⁴ <https://klabin.com.br/>.

bem como formas de armazenamento e compartilhamento. A FIGURA 3 ilustra a interação entre o setor de planejamento e outros setores da empresa, bem como os arquivos de dados que cada setor envia para o setor de planejamento.

FIGURA 3: RELACIONAMENTO DO PLANEJAMENTO FLORESTAL COM OUTROS SETORES

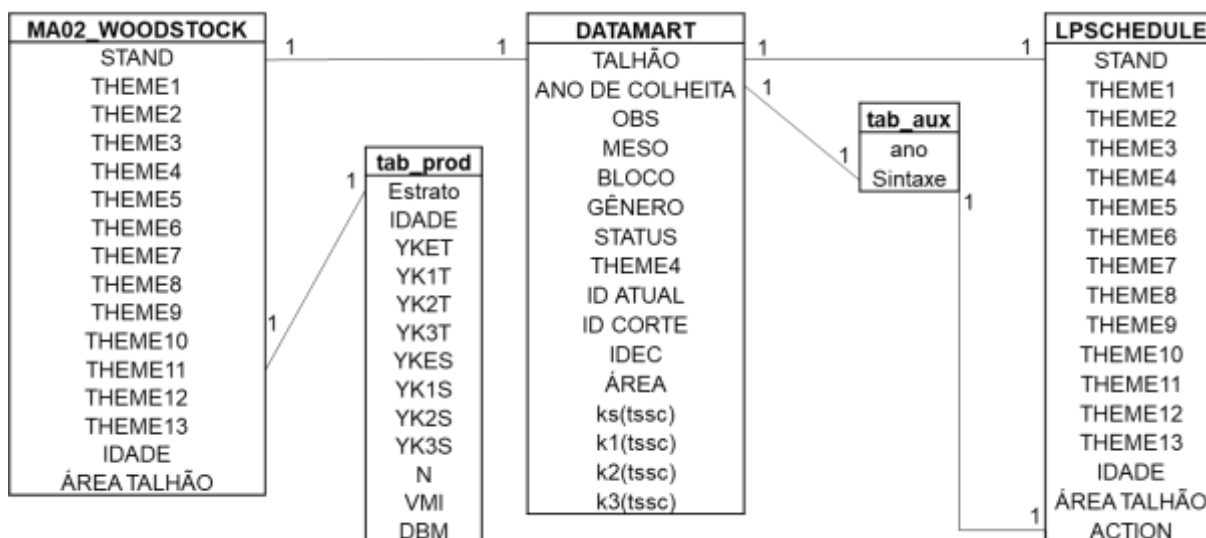


FONTE: O autor (2021).

3.1 FLUXO DOS DADOS

Após receber os arquivos de dados, a área de planejamento organiza-os, identificando os atributos (campos) e determinando os relacionamentos (conexões) entre as entidades (tabelas). A FIGURA 4 ilustra o Diagrama Entidade Relacional, neste caso, utilizado para mostrar a conexão entre os arquivos de dados.

FIGURA 4: DIAGRAMA ENTIDADE RELACIONAL



FONTE: O autor (2021).

3.2 ARQUIVOS DE DADOS

3.2.1 Arquivo MA02_WOODSTOCK

O arquivo MA02_WOODSTOCK (.dbf), oriundo do setor Geoprocessamento, possui os dados referentes as florestas da empresa. Essa base é constituída de 16 colunas, que contêm dados de um determinado talhão, conforme TABELA 1. Os dados contidos neste arquivo são disponibilizados em formato DBF (Database file). O arquivo é usado na ferramenta “WOODSTOCK” para elaboração dos planos estratégicos e operacionais.

TABELA 1: ESTRUTURA DO ARQUIVO “MA02_WOODSTOCK”

Estrutura da "MA02_WOODSTOCK"	
COLUNA1	Identificação do talhão
COLUNA2	Identificação da localização
COLUNA3	Identificação da localização
COLUNA4	Identificação do talhão
COLUNA5	Identificação da propriedade
COLUNA6	Identificação do prazo para áreas arrendadas
COLUNA7	Identificação da situação do talhão
COLUNA8	Identificação da espécie
COLUNA9	Identificação do gênero
COLUNA10	Identificação de desbaste
COLUNA11	Identificação do ciclo de rotação

Estrutura da "MA02_WOODSTOCK"	
COLUNA12	Identificação do estrato
COLUNA13	Identificação da espécie recomendada
COLUNA14	Identificação do bloco geográfico
COLUNA15	Identificação da idade
COLUNA16	Área do talhão

FONTE: O autor (2021).

3.2.2 Arquivo tab_prod

O arquivo tab_prod (.xlsx) contém dados referentes a produtividade da floresta por sortimento, idade e estrato (TABELA 2). Esse arquivo é gerado pelo setor de inventário, cujos dados são utilizados para elaboração dos planos estratégicos e operacionais, usando a ferramenta WOODSTOCK.

TABELA 2: ESTRUTURA DO ARQUIVO TAB_PROD

ESTRATO	IDADE	YKET	YK1T	YK2T	YK3T	YKES	YK1S	YK2S	YK3S	N	VM I	DB M
PR1	2	5,66	0,00	0,00	0,00	29,68	0,00	0,00	0,00	1667	0,02	0,45
PR1	3	27,40	0,00	0,00	0,00	90,53	0,00	0,00	0,00	1639	0,06	0,48
PR1	4	69,59	0,00	0,00	0,00	165,67	0,00	0,00	0,00	1620	0,10	0,50
PR1	5	104,63	0,82	0,00	0,00	241,44	1,90	0,00	0,00	1605	0,15	0,52
PR1	6	137,06	5,65	0,00	0,00	305,66	12,60	0,00	0,00	1592	0,20	0,53
PR1	7	166,83	12,42	0,00	0,00	361,51	26,92	0,00	0,00	1582	0,25	0,54
PR1	8	193,66	20,78	0,00	0,00	409,34	43,92	0,00	0,00	1574	0,29	0,55
PR1	9	217,38	30,36	0,27	0,00	449,51	62,77	0,56	0,00	1566	0,33	0,56

Em que: YKET – Volume de madeira em pé 18-25 cm DAP em tonelada seca sem casca; YK1T – Volume de madeira em pé 25-30 cm DAP tonelada seca sem casca; YK2T – Volume de madeira em pé 30-40 cm DAP tonelada seca sem casca; YK3T – Volume de madeira em pé +40 cm DAP tonelada seca sem casca; YKES – Volume de madeira em pé 18-25 cm DAP m³; YK1S – Volume de madeira em pé 25-30 cm DAP m³; YK2S – Volume de madeira em pé 30-40 cm DAP m³; YK3S – Volume de madeira em pé +40 cm DAP m³

FONTE: O autor (2021).

3.2.3 Arquivo LPSCCHEDULE

O arquivo LPSCCHEDULE (.xlsx) possui os mesmos atributos e dados do arquivo MA02_WOODSTOCK, com adicional de um novo atributo, que contém os dados do ano de colheita dos talhões. O arquivo LPSCCHEDULE é utilizado na ferramenta “WOODSTOCK” para elaboração dos planos estratégicos e operacionais.

3.2.4 Arquivo DATAMART

O arquivo DATAMART (.xlsx) contém previamente os dados de talhões e ano de colheita, de acordo com os resultados otimizados. Nesse arquivo, são incluídos os dados da tab_prod (.xlsx) e da MA02_WOODSTOCK (.dbf). Também são adicionados, após o processamento, os dados de volume estimado, idade de corte, gênero, restrições contratuais. A TABELA 3 apresenta a estrutura do arquivo DATAMART.

TABELA 3: ARQUIVO DATAMART

Talhão	Ano col	Obs	Meso	RF	Bloco	Gênero	Status	Theme 4	Id atual	Id corte	Idec	Área (ha)	ke (tssc)	k1 (tssc)	k2 (tssc)	k3 (tssc)
MA02CMBA3A	2021	Realizado	ORT	CMB	CMB01	P	PLT	M12	14	14	PR303_14	1	119	42	9	0
MA02WRMA5A	2021	Realizado	CHA	WRM	WRM01	E	PLT	CAT	7	7	PR4000_7	20	1.448	400	224	0
MA02CSOA3A	2021	Realizado	ORT	CSO	CSO01	P	PLT	M12	15	15	PR303_15	15	1.384	558	134	1
MA02ARBC1A	2021	Realizado	SJS	ARB	ARB01	P	PLT	KLA	14	14	PR256_14	1	108	62	35	1
MA02ARBB7A	2021	Realizado	SJS	ARB	ARB01	P	PLT	KLA	14	14	PR256_14	1	122	70	40	1
MA02ARBC7A	2021	Realizado	SJS	ARB	ARB01	P	PLT	KLA	14	14	PR264_14	4	313	181	102	4
MA02FRER8D	2021	Realizado	RBR	FRE	FREP7	E	PLT	FOM	13	13	PR4000_13	33	2.206	1.999	1.372	237
MA02DIAB8A	2021	Realizado	RBR	DIA	DIA01	P	PLT	ARR	14	14	PR135_14	2	186	66	14	0
MA02DJOA1A	2021	Realizado	CHA	DJO	ZCA09	E	PLT	CFA	10	10	PR4000_10	3	212	121	75	7
MA02ASES3H	2021	Realizado	DRU	ASE	ZDY03	P	PLT	CAT	16	16	PR4002_16	11	613	677	254	0
MA02DAUK5A	2021	Realizado	RBR	DAU	DAU02	P	PLT	KLA	38	38	PR409_38	1	51	57	61	7
MA02ABRF2D	2021	Realizado	FMA	ABR	ABR06	P	PLT	KLA	50	50	PR410_50	1	156	176	185	20
MA02ARBC9A	2021	Realizado	SJS	ARB	ARB01	P	PLT	KLA	14	14	PR256_14	0	6	4	2	0
MA02CJOA2A	2021	Realizado	ORT	CJO	CJO01	P	PLT	M12	15	15	PR303_15	3	256	103	25	0
ANG2WSUK6B	2021	Realizado	ITA	WSU	WSU03	E	PLT	CAT	12	12	PR5018_12	1	291	0	0	0
MA02ARBE3A	2021	Realizado	SJS	ARB	ARB01	P	PLT	KLA	14	14	PR264_14	4	344	198	112	4
MA02ARBE5A	2021	Realizado	SJS	ARB	ARB01	P	PLT	KLA	14	14	PR264_14	0	40	23	13	0
ANG2WSUG4B	2021	Realizado	ITA	WSU	WSU02	E	PLT	CAT	10	10	PR5011_10	6	1.367	0	0	0
MA02ATEA0D	2021	Realizado	JAG	ATE	ZJG09	P	PLT	CAT	21	21	PR4002_21	3	164	222	117	9
MA02DARJ8A	2021	Realizado	RBR	DAR	DAR01	P	PLT	KLA	38	38	PR409_38	5	434	489	517	56

FONTE: O autor (2021).

3.2.5 Arquivos DELIVERY e RELATORIOOUTPUTS

Após o processo de otimização com a ferramenta WOODSTOCK, são gerados dois arquivos, denominados DELIVERY e RELATORIOOUTPUTS. O DELIVERY é composto por 27 atributos, contendo dados do período de colheita, volume produzido, distância de colheita, idade e área de cada talhão (TABELA 4). A RELATORIOOUTPUTS possui os dados do modelo otimizado, área colhida, volume, idade média de corte, volumes por sortimento, entre outros.

TABELA 4: ARQUIVOS DE RESULTADOS

DELIVERY	RELATORIO OUTPUT
PERIOD	OUTPUT
ON	PERIOD
DESTINATION	VALOR
PRODUCT	
ORIGIN	
PERCENT	
STAND	
THEME1	
THEME2	
THEME3	
THEME4	
THEME5	
THEME6	
THEME7	
THEME8	
THEME9	
THEME10	
THEME11	
THEME12	
THEME13	
IDADE	
AREA TALHÃO	
VOLUME	
RECEITA	
AGE	
VARIABLE	

4 DESENVOLVIMENTO

Na etapa de processamento dos arquivos, uma das ações realizadas é a geração dos dados da DATAMART. Esse arquivo faz a conexão entre o tab_prod e o MA02_WOODSTOCK, necessária para estimar os volumes de madeira em pé por talhão, de acordo com o período de colheita estabelecido. Ainda é possível obter os dados de idade do talhão, gênero, entre outros.

A conexão entre o arquivo tab_prod e o arquivo MA02_WOODSTOCK é realizada em planilha Excel. Para isso, foi utilizada a função PROCV, onde a partir de uma chave de identificação é possível buscar um valor específico em outro arquivo. Dessa forma, a partir do código do talhão são obtidos os dados de gênero, idade, estrato, idade de corte previsto e o volume estimado.

Entretanto, os planos de médio prazo (arquivo DATAMART) contemplam aproximadamente 15 mil talhões, com dados oriundos dos arquivos MA02_WOODSTOCK e tab_prod. Ao processar, o tempo computacional com o uso da função PROCV apresentou-se impraticável. Com isso, foi implementado a partir do VBA um algoritmo para atualizar as interações entre esses dois arquivos, eliminado o uso da função PROCV.

Outra etapa necessária no processamento é gerar o arquivo LPSCHEDULE. Essa etapa inicialmente era feita com auxílio da função PROCV, onde é obtido o período de colheita dos talhões. Por conta do número de linhas (registros), o uso do PROCV teve o mesmo problema ocorrido no arquivo DATAMART, ou seja, alto tempo computacional. Dessa forma, foi implementado a partir do VBA uma alternativa que gera o LPSCHEDULE sem a necessidade do uso da função PROCV.

4.1 Desenvolvimento dos recursos computacionais

4.1.1 Ferramenta em VBA para conexão entre “MA02_WOODSTOCK” e Tabelas de produção para geração da base de análise dos resultados

A implementação em VBA da ferramenta para auxiliar no processo de interação entre os arquivos foi a alternativa encontrada para substituir a técnica aplicada a partir do uso da função PROCV.

4.1.1.1 Método PROCV

A função PROCV existente no EXCEL necessita de quatro parâmetros para retornar um valor esperado. Esses parâmetros definem: o valor a ser procurado, local, número da coluna no intervalo que contém o valor a ser retornado, e se retorna uma combinação aproximada ou exata. No processo de construção da DATAMART, são realizadas buscas em dois arquivos distintos, sendo os parâmetros apresentados na TABELA 5 e TABELA 6.

TABELA 5: PARÂMETROS DE BUSCA PELA FUNÇÃO PROCV NO ARQUIVO MA02_WOODSTOCK

Parâmetros	MA02_WOODSTOCK
O que deseja procurar	Código do talhão
Onde deseja procurar	MA02_WOODSTOCK
Índice da coluna	Índice de acordo com o dado solicitado (Gênero, Idade)
Aproximada Exata	Exata

FONTE: O autor (2021).

TABELA 6: PARÂMETROS DE BUSCA PELA FUNÇÃO PROCV NO PROD_TAB

Parâmetros	prod_tab
O que deseja procurar	A chave de identificação de estrato e idade
Onde deseja procurar	tab_prod
Índice da coluna	Índice da tabela de produção do sortimento específico (KE;K1;K2;K3)
Aproximada Exata	Exata

FONTE: O autor (2021).

Dessa forma, o DATAMART é construído com os dados do MA02_WOODSTOCK, usando mesorregião, região florestal, bloco, gênero, status, propriedade da floresta, idade atual, área plantada e estrato. A idade de corte é calculada pela diferença entre o ano atual e ano previsto de colheita, somado a idade atual. Por fim, o atributo idec é o identificador que concatena o estrato e a idade colheita. A partir do idec, foi feita a busca dos dados de projeção de volumes dentro do tab_prod (TABELA 7).

TABELA 7: ORIGEM DOS DADOS PARA CONSTRUÇÃO DA DATAMART

Dado	ARQUIVO DE DADOS
Mesorregião	MA02_WOODSTOCK
Região Florestal	MA02_WOODSTOCK
Bloco	MA02_WOODSTOCK
Gênero	MA02_WOODSTOCK
Status	MA02_WOODSTOCK
Propriedade	MA02_WOODSTOCK
Idade Atual	MA02_WOODSTOCK
Idec	MA02_WOODSTOCK

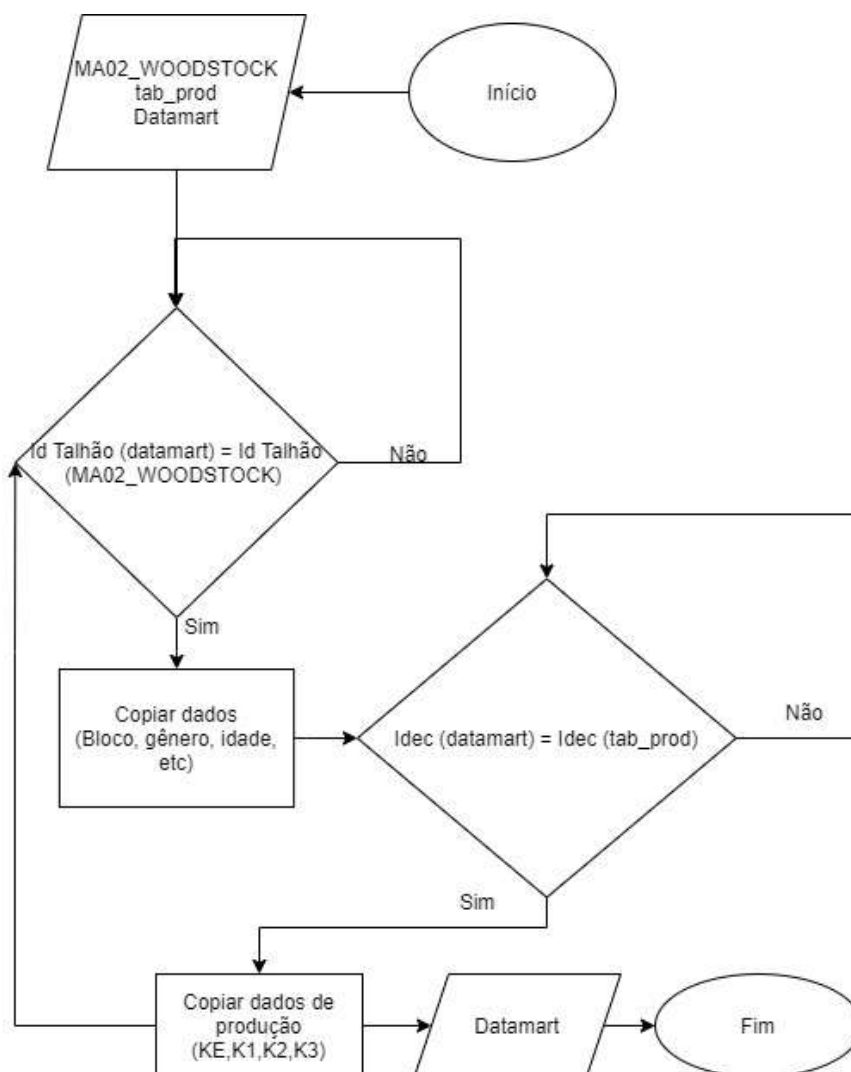
Dado	ARQUIVO DE DADOS
Área (ha)	MA02_WOODSTOCK
ke (tssc)	tab_prod
k1 (tssc)	tab_prod
k2 (tssc)	tab_prod
k3 (tssc)	tab_prod

FONTE: O autor (2021).

4.1.1.2 Alternativa ao método PROCV usando VBA

A alternativa para substituir o uso da função PROCV foi a implementação de uma ferramenta desenvolvida em VBA, que procura os dados nos arquivos tab_prod e MA02_WOODSTOCK e insere no arquivo DATAMART (FIGURA 5).

FIGURA 5: FLUXOGRAMA FERRAMENTA VBA



FONTE: O autor (2021).

Conforme o fluxograma descrito na FIGURA 5, os arquivos MA02_WOODSTOCK e tab_prod são utilizados para gerar dados ao arquivo DATAMART. Para isso, são utilizadas estruturas computacionais como laços de repetição e comandos de decisão.

Após copiar os dados, as buscas em relação ao volume são realizadas dentro do tab_prod, comparando IDEC (Estrato + Idade de corte) do DATAMART, com o IDEC no tab_prod. Sendo identificado os pares iguais, as estimativas de volume são geradas multiplicando a área plantada do talhão com a estimativa de volume definida para o idec na tab_prod. Essa repetição ocorre até que todos os dados de talhões no DATAMART sejam obtidos.

4.1.1.3 Ferramenta em VBA para geração da base de travamento “LPSCHEDULE”

O modelo de otimização utilizado para definir os planos de abastecimento de médio prazo é dependente dos arquivos tab_prod, MA02_WOODSTOCK, rotas e do LPSCHEDULE. A função objetivo dos modelos de médio prazo é a maximização da receita líquida, considerando custos relativos a estradas, silvicultura e colheita, bem como restrições as demandas da madeira das fábricas, metas de compra de florestas, rotas disponíveis para extração das madeiras, entre outros.

Nesse processo, são elaborados os planos de abastecimento anuais para cinco anos, sendo formados blocos de colheita, que são agrupamentos de talhões de acordo com o plano gerado pelo modelo de otimização. A formação desses blocos é composta por duas etapas: 1) execução do modelo de otimização e 2) análise dos resultados. Com o modelo de otimização, são geradas as rotas de estradas e formação de blocos, onde o analista pode alterar, desconsiderar ou validar o bloco gerado pelo modelo. Esse ciclo é repetido até que os blocos de colheita satisfaçam as restrições de consumo das fábricas. Nessa repetição, são incluídas restrições aos blocos de colheitas validados a partir do LPSCHEDULE.

4.1.1.3.1 Método PROCV

Da mesma forma que a função PROCV é utilizada para inclusão dos dados no arquivo DATAMART, também é utilizada para a inclusão dos dados de colheita no LPSCHEDULE. Essa inclusão do período de colheita é realizada por meio da pesquisa

do dado no arquivo DATAMART. A pesquisa pelo período de colheita tem os atributos e retorno esperado conforme a TABELA 8.

TABELA 8: PARÂMETROS DE PESQUISA PELA FUNÇÃO PROCV NA BASE DE ANÁLISE DE RESULTADOS

Parâmetros	Análise de resultados
O que deseja procurar	Código do talhão
Onde deseja procurar	DATAMART (.xlsx)
Índice da coluna	Índice da análise de resultados do atributo de ano de colheita
Aproximada Exata	Exata
RETORNO	VAZIO OU PERÍODO DE COLHEITA

FONTE: O autor (2021).

O resultado da pesquisa serve como parâmetro para tradução do dado. Essa tradução é feita a partir da pesquisa do dado no arquivo tab_aux, composta por dois atributos, ano e sintaxe, conforme TABELA 9.

TABELA 9: ARQUIVO tab_aux

Ano	Sintaxe
0	""
2021	ACORTEFINAL(1,1,"")
2022	ACORTEFINAL(2,1,"")
2023	ACORTEFINAL(3,1,"")
2024	ACORTEFINAL(4,1,"")
2025	ACORTEFINAL(5,1,"")
...	...

FONTE: O autor (2021).

Essa pesquisa considera os parâmetros e retorno, conforme a TABELA 10 a seguir.

TABELA 10: PARÂMETROS DE BUSCA PELA FUNÇÃO PROCV NA TABELA AUXILIAR

Parâmetros	Tabela Auxiliar
O que deseja procurar	Ano
Onde deseja procurar	tab_aux (.xlsx)
Índice da coluna	Índice da atributo de sintaxe
Aproximada Exata	Exata
RETORNO	Informação traduzida para ferramenta "WOODSTOCK"

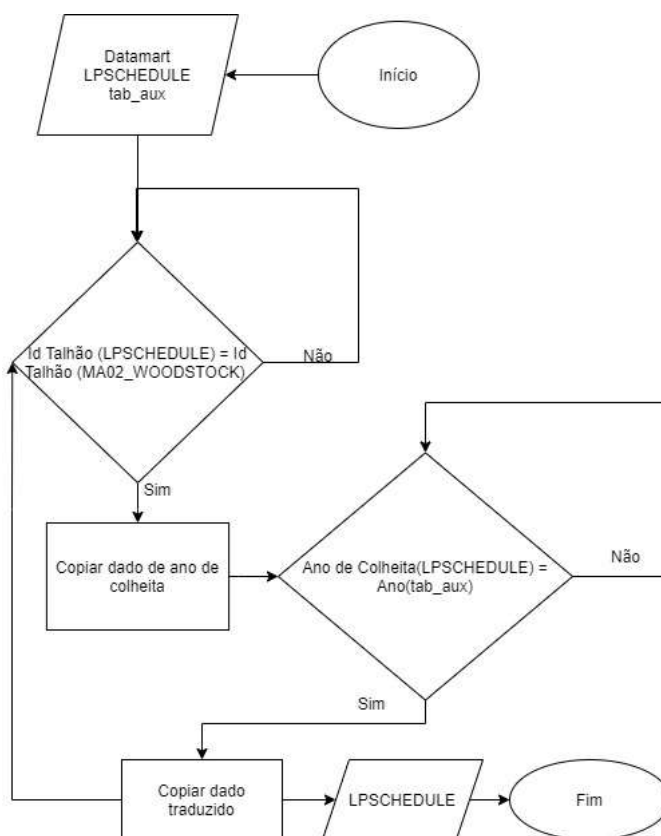
FONTE: O autor (2021).

4.1.2 Método VBA

A implementação de uma solução em VBA foi a alternativa para o uso do PROCV em um arquivo com 35 mil linhas e com a necessidade de ser atualizada durante a repetição do ciclo, sendo capaz de realizar o processo em tempo aceitável e com os dados na sintaxe compreendida pela ferramenta de otimização.

Conforme o fluxograma na FIGURA 6, os arquivos LPSCHEDULE, tab_prod e DATAMART são carregados e então estruturas de repetição e condicionais foram usadas para comparar a chave do talhão no LPSCHEDULE com a chave do talhão no DATAMART. Os dados de ano de colheita são então armazenados em variável auxiliar e comparada com o atributo ano no arquivo tab_prod.

FIGURA 6: FLUXOGRAMA FERRAMENTA VBA 2



FONTE: O autor (2021).

4.1.3 Resultado do Desenvolvimento - Interface Gráfica

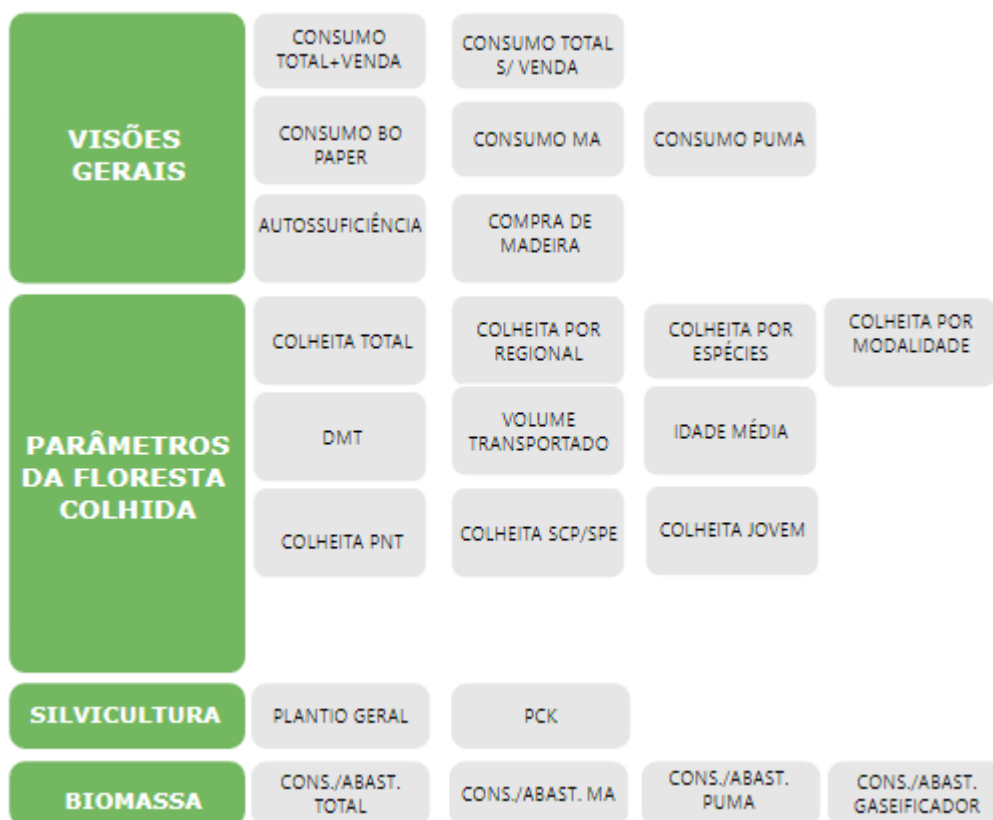
A interface gráfica é um dos principais resultados da ferramenta auxiliar para distribuição das informações dos planos de abastecimento para as áreas de interesse.

As informações macros, como demanda de madeira anual, idade média de colheita, distância média das áreas de colheita, porcentagem de madeira própria e madeira de compra, distribuição das espécies, entre outros, são de interesse para setores como silvicultura, projetos, colheita, logística, controladoria e horizontes operacional e tático do planejamento. Para disponibilizar essas informações de forma visual, a ferramenta Power BI foi utilizada.

4.1.3.1 Visualizações

Os dados dos arquivos RELATORIOOUTPUTS e DELIVERY são utilizados para extração das informações nas visualizações. As informações foram divididas em quatro grupos macros, visões gerais, parâmetros da floresta colhida, silvicultura e biomassa. Nesses grupos, foram organizadas visualizações para cada informação de interesse, conforme a FIGURA 7.

FIGURA 7: ORGANIZAÇÃO DO PAINEL DE CONSULTA



FONTE: O autor (2021).

TABELA 11: RELAÇÃO ARQUIVO E VIZUALIZAÇÕES

VIZUALIZAÇÕES	Arquivo
Consumo Total + Venda	RELATORIOOUTPUTS
Consumo Total S/venda	RELATORIOOUTPUTS
Consumo BO PAPER	RELATORIOOUTPUTS
Consumo MA	RELATORIOOUTPUTS
Consumo Puma	RELATORIOOUTPUTS
Autossuficiência	DELIVERY
Compra de Madeira	DELIVERY
Colheita Total	DELIVERY
Colheita Por Regional	DELIVERY
Colheita por espécies	DELIVERY
Colheita por modalidade	DELIVERY
DMT	DELIVERY
Volume transportado	DELIVERY
Idade média	DELIVERY
Colheita PNT	DELIVERY
Colheita SCP/SPE	DELIVERY
Colheita Jovem	DELIVERY
Plantio Geral	RELATORIOOUTPUTS
PCK	RELATORIOOUTPUTS

VIZUALIZAÇÕES	Arquivo
Cons/Abast. Total	RELATORIOOUTPUTS
Cons/Abast. MA	RELATORIOOUTPUTS
Cons/Abast. Puma	RELATORIOOUTPUTS
Cons/Abast. Gaseificador	RELATORIOOUTPUTS

FONTE: O autor (2021).

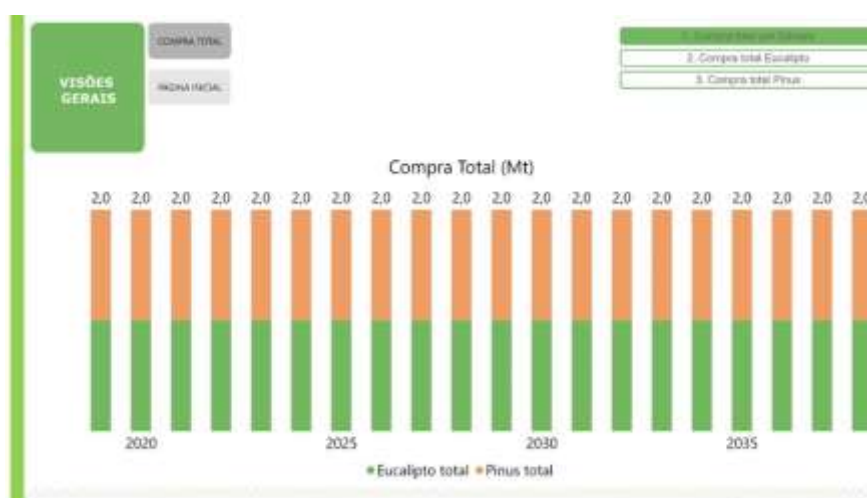
As visualizações foram elaboradas considerando a necessidade e forma com que a informação necessita ser consultada. As imagens das figuras 8 a 16 representam a visualização dos dados.

FIGURA 8: VISUALIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO DE CONSUMO TOTAL DAS FÁBRICAS



FONTE: O autor (2021).

FIGURA 9: VISUALIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO DE NÍVEIS DE COMPRA DE MADEIRA EM PÉ



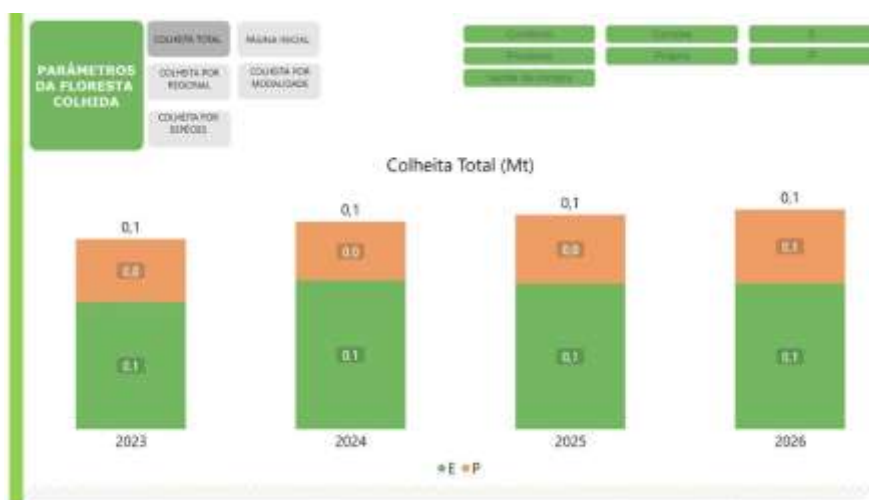
FONTE: O autor (2021).

FIGURA 10: VISUALIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO DE CONSUMO TOTAL DAS FÁBRICAS



FONTE: O autor (2021).

FIGURA 11: VISUALIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO DE COLHEITA OPERACIONAL



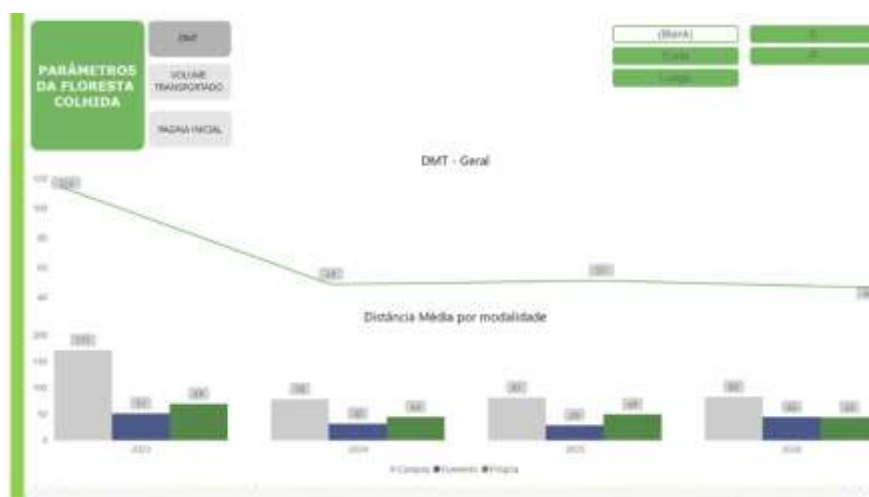
FONTE: O autor (2021).

FIGURA 12: VISUALIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO DE COLHEITA POR ESPÉCIE



FONTE: O autor (2021).

FIGURA 13: VISUALIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO DE DISTÂNCIA MÉDIA DOS BLOCOS COLHIDOS

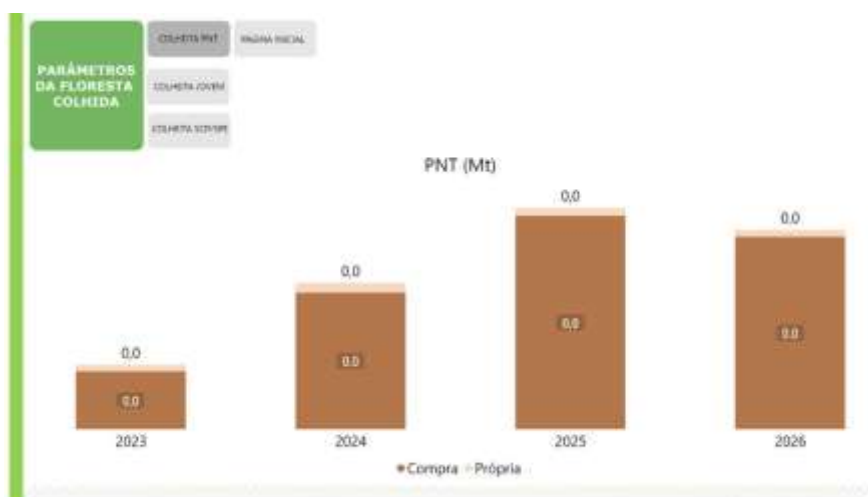


FONTE: O autor (2021).

FIGURA 14: VISUALIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO DE IDADE MÉDIA DOS BLOCOS COLHIDOS



FONTE: O autor (2021).

FIGURA 15: VISUALIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO DE VOLUME COLHIDO DE PINUS NÃO *Taeda*

FONTE: O autor (2021).

FIGURA 16: VISUALIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO DE META DE ÁREA PLANTADA POR GÊNERO



FONTE: O autor (2021).

5 CONCLUSÕES

Neste trabalho, foram apresentadas as etapas para o desenvolvimento de recursos computacionais derivados da programação de computadores para auxiliar uma empresa do setor de florestas em processos de tomada de decisão.

Para isso, foram identificadas e organizadas as principais fontes de dados oriundas de planilhas eletrônicas e de Sistemas Gerenciadores de Banco de dados. Foram identificados os principais dados para o planejamento estratégico, os quais foram configurados em ambiente de programação *Visual Basic for Applications*. Foram desenvolvidos códigos de programação para integrar diferentes arquivos de dados e desenvolvidas interfaces gráficas para visualização dos dados.

O uso de linguagens de programação para desenvolvimento de ferramentas que executem tarefas repetitivas, como a geração de arquivos de dados, mostrou-se uma alternativa viável para o processo estudado, substituindo o uso da função PROCV. A construção dos painéis visuais possibilitou o compartilhamento das informações macros dos planos de abastecimento para os diferentes setores da empresa.

Apesar das contribuições tecnológicas ao setor de planejamento estratégico, trabalhos futuros são necessários para a evolução da solução. Por exemplo, o desenvolvimento em uma plataforma *on-line*, onde os setores que interagem com o setor de planejamento podem colaborar na melhoria da proposta em tempo real. Outra possibilidade de melhoria é a integração de novos arquivos de dados, como, por exemplo, arquivos em formato *JavaScript Object Notation* (JSON), html, entre outros, bem como arquivos oriundos de diferentes sistemas gerenciadores de banco de dados, sendo algo bastante usual pelas empresas florestais.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, S. N. **PLANILHA ELETRÔNICA PARA O GERENCIAMENTO DE PROCESSOS DE COMPOSTAGEM**. 64 F. Trabalho de Graduação (Bacharelado em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2017.
- BETTINGER, P. *et al.* **Forest Management and Planning**; ACADEMIC PRESS, 2019.
- BJARNE, S. **The C++ Programming Language**, Third Edition. Addison-Wesley, 1997.
- BOYLAND, M. **Hierarchical Planning in Forestry**. ATLAS SIMFOR Project Technical Report. Department of Forest Science, The University of British Columbia, Vancouver, BC. 2004 Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/347604254_Refocusing_on_Operational_Harvest_Planning_Model_for_State-Owned_Forestry_in_Turkey. Acesso em: 30/11/2021.
- CARLBERG, C. **Gerenciando dados com o Microsoft Excel**. Tradução Maribel Cristina Basílio de Paula e Debora Rüdiger. Pearson Makron Books, 1ª Ed., 2005.
- CHIAVENATO, I.; SAPIRO, A. **Planejamento Estratégico - Da Intenção aos Resultados**. Atlas, Ed. 4, 2020.
- CORMEN, T. **Algoritmos - Teoria e Prática**. GEN LTC, 3ª Ed., 2012.
- FRIEDMAN, D. P.; WAND, D.; HAYNES, C., P. **Essentials of Programming Languages**. The MIT Press, 1992.
- DATE, C. J. **Introdução a Sistemas de Bancos de Dados**, Editora Campus, 2004.
- ELMASRI, R.; NAVATHE, S. B. **Sistemas de Banco de Dados**. Pearson, 7ª Ed., 2019.
- GUNZI, A. *et al.* Planejamento Florestal: estudo de caso e boas práticas da Klabin S.A. **CIRCULAR TÉCNICA** .v. 216, 2021. Disponível em: <https://www.ipef.br/publicacoes/ctecnica/nr216.pdf> .Acesso em: 30/11/2021.
- IBÁ. Industria Brasileira de Árvores. Serviço Florestal Brasileiro **Relatório 2018**.Disponível em: http://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA_RelatorioAnual2018.pdf Acesso: 28.10.11
- IBÁ. Industria Brasileira de Árvores. Serviço Florestal Brasileiro **Relatório 2020**.Disponível em: http://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA_RelatorioAnual2020.pdf Acesso: 28.10.11
- JEAKINS, P. *et al.*,. *A framework for sustainable forest management*. **BC Journal of Ecosystems and Management**. v. 7, p. 37–49, 2006. Disponível em: <http://www.forrex.org/>

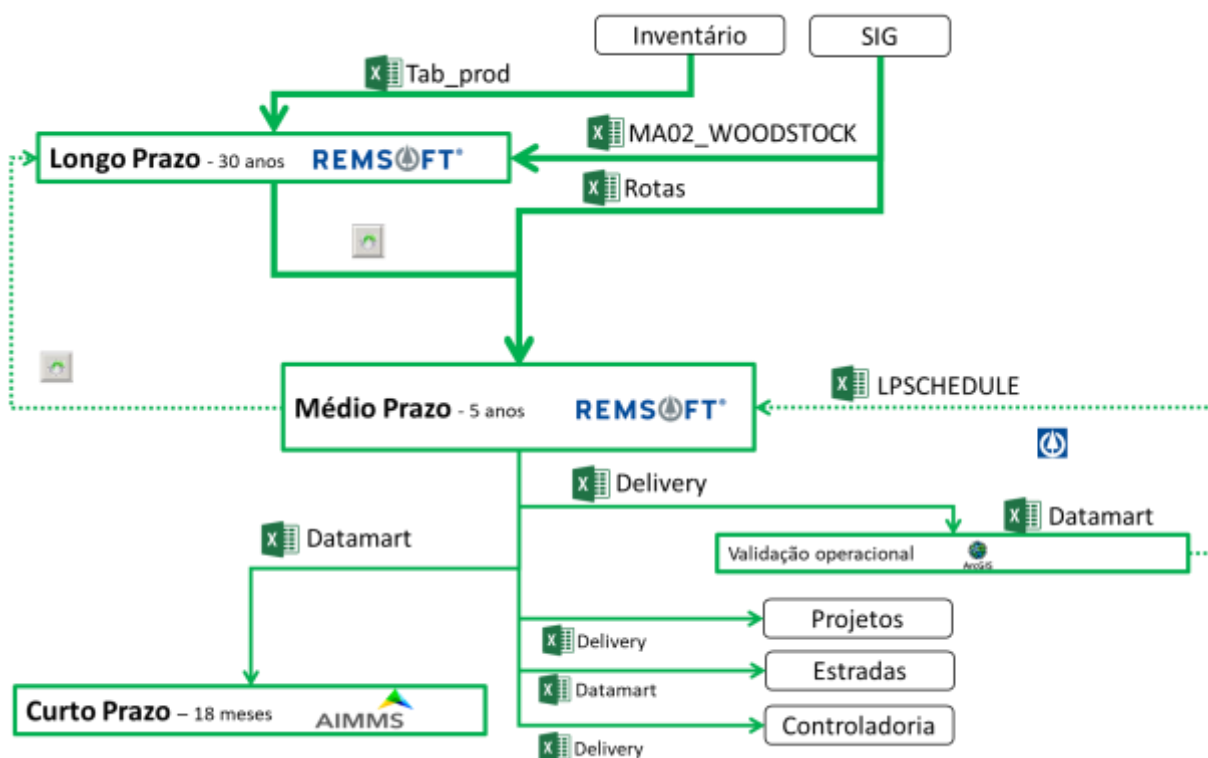
JELLEN, B.; SYRSTAD, T. **VBA and Macros for Microsoft Excel**. Elsevier Brasil, 2004.

PIMENTEL, A. O planejamento aplicado. **Revista Opiniões**. 47, p. 26-27, 2013. Disponível em: <https://issuu.com/opinioesbr/docs/opcp47?fr=sZjc1ZjEzOTgzMDA> . Acesso em: 30/11/2021.

ROY, P. V., Haridi, S. **Concepts, Techniques, and Models of Computer Programming**. MIT Press, 2004

SILBERSCHATZ, A.; KORF, H. F.; SUDARSHAN, S. **Sistemas de Banco de Dados**, 6a. Ed. Elsevier, 2012.

APÊNDICE A – FLUXO DE DADOS PLANEJAMENTO



APÊNDICE B – CÓDIGO VBA DATAMART

```

Sub gera_info_volume()
    'Organiza a planilha LPSchedule com os dados atualizados e
    calcula o volume por talhão bloqueado para indicadores

    Dim i As Long
    Dim j As Long
    Dim n As Long
    Dim tp_exist As Variant
    Dim woodstock As Variant
    Dim lpschedule As Variant
    Dim gua As Variant
    Dim aux As Long
    Dim linha_estrato As Long

    copiaDados 1, 1, 17, woodstock, "woodstock"
    copiaDados 1, 11, 16, tp_exist, "TP_Geral"
    copiaDados 1, 1, 19, lpschedule, "LPSchedule"
    copiaDados 1, 1, 3, gua, "gua"

    'Coleta informações para o LPSchedule
    lpschedule(1, 4) = "MesoRegião"
    lpschedule(1, 5) = "RF"
    lpschedule(1, 6) = "Bloco"
    lpschedule(1, 7) = "Genero"
    lpschedule(1, 8) = "Status"
    lpschedule(1, 9) = "Theme4"
    lpschedule(1, 10) = "ID ATUAL"
    lpschedule(1, 11) = "ID CORTE"
    lpschedule(1, 12) = "IDEC"
    lpschedule(1, 13) = "AREA"
    lpschedule(1, 14) = "ks"
    lpschedule(1, 15) = "k1"
    lpschedule(1, 16) = "k2"
    lpschedule(1, 17) = "k3"
    For i = 2 To UBound(lpschedule, 1) 'COLUNA ADICIONADA A
    MAIS'
        For j = 2 To UBound(woodstock, 1)
            If lpschedule(i, 1) = woodstock(j, 1) Then
                If woodstock(j, 5) = "GUA" Then
                    For n = 2 To UBound(gua, 1)
                        If lpschedule(i, 1) = gua(n, 1) Then
                            lpschedule(i, 16) = gua(n, 3)
                        End If
                    Next n
                Else
                    If woodstock(j, 7) <> "FAL" Then
                        lpschedule(i, 4) = woodstock(j, 2)
                        lpschedule(i, 5) = woodstock(j, 3)
                    End If
                End If
            End If
        Next j
    Next i
End Sub

```

```

                lpschedule(i, 6) = woodstock(j, 14)
                lpschedule(i, 7) = woodstock(j, 9)
                lpschedule(i, 8) = woodstock(j, 15)
                lpschedule(i, 9) = woodstock(j, 7)
                lpschedule(i, 11) = lpschedule(i, 2) -
2021 + lpschedule(i, 8)
                lpschedule(i, 12) = woodstock(j, 12) &
"_" & lpschedule(i, 10)
            End If
        End If
    End If
Next j
Next i

'-----

'Calcula Volumes

For i = 2 To UBound(lpschedule, 1)
    For j = 2 To UBound(tp_exist, 1)
        If lpschedule(i, 18) = tp_exist(j, 1) Then
            For aux = 1 To lpschedule(i, 10)
                If lpschedule(i, 18) = tp_exist(j + aux, 1)
And lpschedule(i, 10) = tp_exist(j + aux, 4) Then
                    linha_estrato = j + aux
                    aux = lpschedule(i, 10)
                ElseIf lpschedule(i, 18) = tp_exist(j +
aux, 1) Then
                    linha_estrato = j + aux
                End If
            Next aux
        Exit For
    End If
Next j
If linha_estrato <> 0 Then
    lpschedule(i, 14) = (tp_exist(linha_estrato, 5) +
tp_exist(linha_estrato, 6) + tp_exist(linha_estrato, 7) + tp_exist(li-
nha_estrato, 8)) * lpschedule(i, 12)
    lpschedule(i, 16) = tp_exist(linha_estrato, 5) *
lpschedule(i, 12) + tp_exist(linha_estrato, 6) * lpschedule(i, 12)
    lpschedule(i, 16) = tp_exist(linha_estrato, 7) *
lpschedule(i, 12) + tp_exist(linha_estrato, 8) * lpschedule(i, 12)
    lpschedule(i, 17) = tp_exist(linha_estrato, 16)
End If
    linha_estrato = 0
Next i

'-----

'Cola resultados

colaDados 1, 1, 17, lpschedule, "LPSchedule"
End Sub

```

APÊNDICE C – CÓDIGO VBA LPSCHEDULE

```

Sub input_LPschedule()
  Dim lpschedule As Variant
  Dim travamento As Variant
  Dim datamart As Variant
  Dim tab_aux As Variant
  Dim i, j As Integer

  copiaDados 1, 1, 16, lpschedule, "LPSCHEDULE"
  copiaDados 1, 1, 2, datamart, "DATAMART"
  copiaDados 1, 1, 2, tab_aux, "TAB_AUX"

  '-----

  For i = 1 To UBound(datamart, 1)
    For j = 1 To UBound(lpschedule, 1)
      If datamart(i, 1) = lpschedule(j, 3) Then
        lpschedule(j, 16) = datamart(i, 2)
        Exit For
      End If
      For aux = 1 To UBound(tab_aux, 1)
        If lpschedule(j, 16) = tab_aux(aux, 1) Then
          lpchedule(j, 16) = tab_aux(aux, 2)
          Exit For
        End If
      Next aux
    Next j
  Next i
  colaDados 1, 1, 16, lpschedule, "LPSCHEDULE"
End Sub

```