



**FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS
INSTITUTO SUPERIOR DE ADMINISTRAÇÃO E ECONOMIA
MBA EM GESTÃO ESTRATÉGICA DE EMPRESAS**

ANDREIA PIMENTEL PUTTON

**APLICAÇÃO DO PLANEJAMENTO OPERACIONAL COM FOCO EM GESTÃO
DE RESULTADOS EM REFLORESTAMENTOS**

**Londrina – PR
2016**



Andréia Pimentel Putton

APLICAÇÃO DO PLANEJAMENTO OPERACIONAL COM FOCO EM GESTÃO DE RESULTADOS EM REFLORESTAMENTOS

Trabalho apresentado ao curso MBA em Gestão Estratégica de Empresas, Pós-Graduação *lato sensu*, Nível de Especialização, do Programa FGV Management da Fundação Getúlio Vargas, como pré-requisito para a obtenção do Título de Especialista.

José Carlos Franco de Abreu Filho

Coordenador Acadêmico Executivo

Theodomiro S. M. Delpim

Orientador

Londrina – PR

2016

FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS

PROGRAMA FGV MANAGEMENT

MBA EM GESTÃO ESTRATÉGICA DE EMPRESAS

O Trabalho de Conclusão de Curso

Aplicação do Planejamento Operacional com Foco em Gestão de Resultados em Reflorestamentos

elaborado por Andréia Pimentel e aprovado pela Coordenação Acadêmica, foi aceito como pré-requisito para a obtenção do certificado do Curso de Pós-Graduação *lato sensu* MBA em Gestão Estratégica de Empresas, Nível de Especialização, do Programa FGV Management.

Data da Aprovação: Londrina, 10 de setembro de 2016

José Carlos Franco de Abreu Filho

Coordenador Acadêmico Executivo

Theodomiro S. M. Delpim

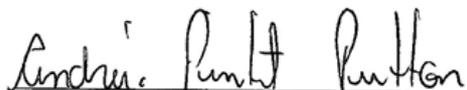
Orientador

TERMO DE COMPROMISSO

O aluno Andréia Pimentel Putton, abaixo assinado, do curso de MBA em Gestão Estratégica de Empresas, Turma GEE-Londrina (2/2014), do Programa FGV Management, realizado nas dependências da instituição conveniada ISAE, no período de 20/11/2014 a 20/05/2016, declara que o conteúdo do Trabalho de Conclusão de Curso intitulado Aplicação do Planejamento Operacional com Foco em Gestão de Resultados em Reflorestamentos, é autêntico e original.

Local, Data

10/08/2016



Andréia Pimentel Putton

TERMO DE COMPROMISSO

O aluno Andréia Pimentel Putton, abaixo assinado, do curso de MBA em Gestão Estratégica de Empresas, Turma GEE-Londrina (2/2014), do Programa FGV Management, realizado nas dependências da instituição conveniada ISAE, no período de 20/11/2014 a 20/05/2016, declara que o conteúdo do Trabalho de Conclusão de Curso intitulado Aplicação do Planejamento Operacional com Foco em Gestão de Resultados em Reflorestamentos, é autêntico e original.

Local, Data

10/08/2016



Andréia Pimentel Putton

Dedicatória

Resumo

O presente trabalho teve por objetivo descrever a implementação de ferramentas de planejamento operacional desenvolvidas internamente na Pimentel LTDA, empresa reflorestadora que está a mais de 50 anos no mercado de toras. Bem como a implementação do processo de planejamento envolvendo as demais áreas da empresa o que é um enorme desafio e os resultados alcançado com esse processo inovador. Para esse trabalho fez-se necessários ajuste de equações hipsométricas e de sortimento para estimar o volume da floresta e com isso agregar mais valor a árvore. O trabalho contou também com o desenvolvimento de um modelo matemático de programação inteira mista, criado em uma plataforma de otimização Aimms, essa fase foi desenvolvida internamente visto que não existe ferramentas prontas no mercado. Foi trabalhado também em uma ferramenta de análise de resultados, visto que o modelo matemático é pouco amigável ao analista e aos diversos cliente internos e externos, isso aconteceu 2 meses após a primeira rodada do modelo o nome dessa ferramenta é Spotfire e permite análise dinâmica do resultado via plataforma web, ele permite uma abertura ao nível de detalhe exigido pelo cliente ou pelo analista. Os principais resultados analisados e apresentados antes do início do mês se referem basicamente: a produção de madeira por fornecedor, quanto maior a produção com equipe própria melhor o resultado financeiro; a projeção dos estoque totais ou por produtos e nesse item é importante ficar atento ao prazo de validade de cada produto; demanda por centro consumidor; e logística de transporte. Após seis meses da primeira rodada do modelo matemático e do processo com certo nível de maturidade os resultados apresentados por indicadores financeiros de performance já comprovam que o planejamento operacional é um fator de sucesso para empresas, ainda mais se tratando de commodity como é o caso da madeira o foco precisa ser reduzir custos.

Palavras Chave: : Planejamento. Otimização. Commodity. Madeira

Abstract

This study aimed to describe the implementation of operational planning tools internally developed in the Pimentel LTDA, Reflorestadora company that is more than 50 years in the timber market. As well as the implementation of the planning process involving other areas of the company which is a huge challenge and the results achieved with this innovative process. For this work was made necessary adjustment hypsometric equations and assortment to estimate the volume of the forest and thus more value tree. The work also included the development of a mathematical model of mixed integer programming, created in a AIMMS optimization platform, this phase has been internally developed tools since there is no ready market. It was also working on a results analysis tool, as the mathematical model is unfriendly to the analyst and the various internal and external customer, it happened two months after the first round of the name of the tool model is Spotfire and allows dynamic analysis of results via web platform, it allows an opening to the level of detail required by the customer or by the analyst. The main results analyzed and presented before the beginning of the month refer basically: the production of wood by supplier, the higher production with better team itself financial results; the projection of the total stock or products and this item is important to pay attention to the expiration date of each product; demand for consumer center; and transport logistics. Six months after the first round of the mathematical model and process with a certain level of maturity the results presented by financial indicators of performance already proven that operational planning is a success factor for companies, especially when it comes to commodity such as wood the focus needs to reduce costs.

Key Words: Planning. Optimization. Commodity . Wood

AGRADECIMENTOS

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	5
1. INTRODUÇÃO.....	10
2. REFERENCIAL TEÓRICO	<u>12</u>
3. METODOLOGIA.....	16
5. ANÁLISE DOS RESULTADOS	28
6. RECOMENDAÇÕES E SUGESTÕES.....	35
7. CONCLUSÕES	36
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37
9. APÊNDICES	40
10. ANEXOS	41

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, muitas empresas florestais têm encontrado dificuldades na elaboração de planos precisos para o manejo de suas florestas, o que é afetado principalmente pela etapa de colheita florestal (LEITE, 2010).

Os custos na colheita representam, em alguns casos, mais de 50% do custo total da madeira posta fábrica (SILVA et al.,2008). Assim, para ter sucesso em qualquer empreendimento florestal, necessariamente, deve-se ter em mãos um adequado planejamento da colheita florestal, objetivando otimizar a produção. Para isso, deve-se, antes de iniciar as atividades, elaborar primeiramente um planejamento criterioso, compilando-se as informações críticas de cada área, para atendimento dos objetivos propostos.

A Pimentel LTDA é uma empresa de reflorestamento que possui 250 mil ha de florestas plantada de pinus manejado. A foco da empresa é venda de toras no mercado, o volume mensal de movimentação de madeira é de 800 mil tucc por mês o que corresponde a uma área de colheita mensal de aproximadamente 1.500 ha que são imediatamente plantados após a liberação total da área pela colheita.

Os clientes de tora estão distribuídos a um raio de até 150 km com diferentes produtos. Os produtos são divididos na combinação de diâmetro e comprimento, perfazendo um total de 40 produtos, exemplo PTCK2-240.

Os produtos possuem diferentes margens de contribuição, influenciados pelo diâmetro, destino final e tipo de produto acabado, quanto mais próximo o cliente estiver maior a margem de contribuição.

O objetivo do geral desse trabalho é apresentar uma ferramenta aliada a um processo de planejamento florestal que permita aumentar a receita da empresa. Os objetivos específicos são definir qual a melhor combinação de produto e margem, criar um software que permita otimizar a logística de entrega para maximizar a receita de venda.

O tema foi escolhido pelo fato de commodity como é o caso de florestas terem pouca margem de resultado fazendo-se necessário então minimizar custos e maximizar receita. O planejamento florestal e modelos de otimização são formas de contribuir para melhoria do resultado de empresas de base florestal como é o caso da Pimentel LTDA.

O modelo de otimização desenvolvido para o planejamento operacional da Pimentel LTDA permite otimizar o uso da árvore de modo e aproveitar ao máximo o valor agregado a cada componente da árvore bem como maximizar a receita, reduzindo custo com frete, escolhendo de forma otimizada a melhor combinação de demanda, origem e destino.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Florestas plantadas

A prática de utilizar florestas plantadas para fins industriais tem se mostrado muito importante para suprir a demanda por papel, madeira, lenha e carvão, dentre outros produtos.

O setor florestal brasileiro é bastante desenvolvido e competitivo. O País detém uma parcela significativa dos plantios globais: 6.510.693 hectares, sendo 73% correspondente à área de plantios de Eucalyptus e 27% a plantios de Pinus (Figura 2) de acordo com a Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas (ABRAF, 2011). Cerca de um terço dessa área – 2,2 milhões de hectares – corresponde às florestas para celulose e papel, que abastecem o setor.

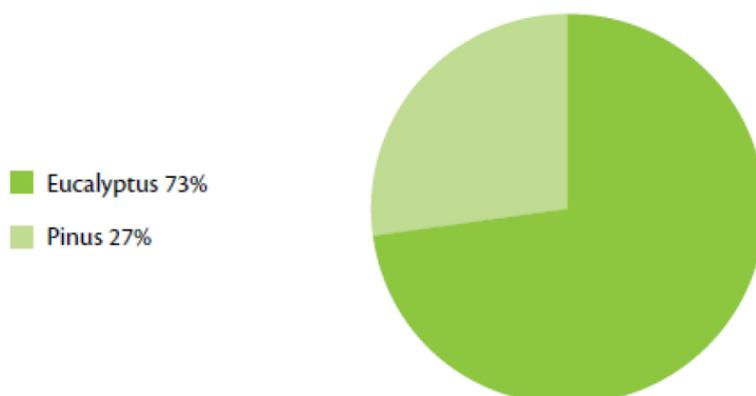


Figura 1. Distribuição da área de plantios florestais no Brasil por gênero, 2011. (Fonte: ABRAF)

Segundo informações da Associação Brasileira de Celulose e Papel (BRACELPA, 2012), o Brasil tem 100% da produção de celulose e papel, originados de florestas plantadas de eucalipto e pinus. Nessas condições, as florestas são cultivadas baseadas em planos de manejo sustentável, que tem como principal objetivo garantir a produção sustentável de madeira para fins de abastecimento das unidades produtoras de papel e celulose, prezando pelo uso racional dos recursos florestais, pela conservação dos ecossistemas naturais e pela sustentabilidade do negócio florestal no curto, médio e longo prazo.

Muitos autores descreveram em suas obras definições de manejo florestal. Na Lei de Gestão de Florestas Públicas (Lei 11.284/2006), no artigo 3º, inciso VI, encontra-se uma

definição legal e moderna para manejo florestal: “administração da floresta para a obtenção de benefícios econômicos, sociais e ambientais, respeitando-se os mecanismos de sustentação do ecossistema objeto do manejo e considerando-se, cumulativa ou alternativamente, a utilização de múltiplas espécies madeireiras, de múltiplos produtos e subprodutos não madeireiros, bem como a utilização de outros bens e serviços de natureza florestal”.

Scolforo (1998), enxerga o manejo florestal a partir de dois principais enfoques. O primeiro como uma prática na qual o principal objetivo é o aumento da qualidade do produto final, sua dimensão e quantidade, observando a viabilidade sócio-econômica e ambiental do processo produtivo. O segundo já identifica o manejo florestal como um processo de tomada de decisão, no qual é necessário que se tenha uma visão global de planejamento florestal, utilizando modelos matemáticos que possibilitem a previsão da produção, além do gerenciamento de todas as informações através de planos de manejo.

Simplificadamente, o manejo florestal nada mais é do que um conjunto de práticas silviculturais que somadas aos princípios de conservação, tem por finalidade conseguir que as florestas forneçam continuamente benefícios econômicos, ecológicos e sociais, mediante um planejamento mínimo para o aproveitamento dos recursos madeireiros e não madeireiros disponíveis (GAMA et al., 2005).

2.2 Planejamento da Colheita

Analisando as trajetórias de manejo de floresta nativa do Brasil, Sanquetta (1996) afirmou: “Sem planejamento a atividade florestal está fadada ao insucesso. Um exemplo nítido é o fato de apenas as empresas sólidas terem sobrevivido no sul do Brasil, fato este que certamente se repetirá na Amazônia”.

Muitas são as vantagens de se planejar a colheita florestal, dentre elas podemos destacar: redução do impacto ambiental, redução de custos e minimização de retrabalhos. Logicamente que para alcançar todas essas vantagens, é necessário que a pessoa que exercerá a função de planejador deva contemplar em seu planejamento todas as técnicas e métodos de corte, extração e transporte, no sentido de impactar o mínimo possível a estrutura da floresta e seu entorno.

Podemos atribuir ao planejamento funcional da colheita na maioria das empresas, os seguintes níveis hierárquicos, descritos por Andrade (1998), Malinovski (2007), Assunção (1996) e Rebouças (2002): planejamento estratégico, gerencial ou tático e operacional.

O planejamento estratégico consiste em planejar a colheita a longo prazo, normalmente de 10 a 20 anos. Embora não seja a solução para todos os problemas, funciona muito bem como um alerta para a administração sobre as limitações da capacidade, escassez de capital e problemas de fluxo material (MACHADO, 2008).

Podem ser citados neste momento tópicos como aquisição de terras, construção ou expansão de fábrica (WEINTRAUB et al., 1986).

Descendo um nível hierárquico, temos o planejamento gerencial ou tático, onde ocorre a distribuição de cotas mensais, como por exemplo, o volume e localização dos talhões a serem colhidos e conseqüentemente a seqüência de corte a ser realizada. Além disso, são contempladas neste momento a verificação e situação das estradas e definição dos módulos de colheita que irão colher essa madeira, acompanhados de análise prévia dos custos e rendimentos. (MACHADO e LOPES, 2008).

Finalmente tem-se o planejamento operacional compondo o nível hierárquico mais baixo e que deve contemplar o envolvimento de todos os setores, para tomada de decisões operacionais.

As decisões são operacionais quando envolvem os executores nas frentes de operação (GUNN, 1991). É indispensável neste momento o conhecimento e controle adequado dos fatores, permitindo o estabelecimento de estratégias e práticas para execução das operações dentro dos critérios estabelecidos (MACHADO; LOPES, 2008).

No planejamento operacional, Assunção (1996) identifica dois níveis hierárquicos: um superior, que discute estratégias e metas de produção, portanto macroplanejamento e um inferior, o microplanejamento, que de acordo com Oliveira (2006), é responsável pelo planejamento das operações propriamente ditas.

As decisões na área florestal abrangem diversos aspectos, tais como a definição do momento ideal para o desbaste e o corte raso, a compra e a venda de madeira, a aquisição de novas áreas para o plantio, entre outras. Nestas situações é essencial ter informações referentes ao estoque presente e futuro dos povoamentos, obtidos por meio de modelos de crescimento e produção. Desta forma, a modelagem do crescimento e da produção aliada a

dados econômicos de custos e receitas tornam-se elementos fundamentais para o planejamento florestal.

De acordo com Goldbarg e Luna (2005), a PO é um conjunto de ferramentas matemáticas de auxílio à tomada de decisões. Os modelos de PO são estruturados de forma lógica e amparados no ferramental matemático de representação, objetivando a determinação das melhores condições de funcionamento para os sistemas representados.

Entre as técnicas de PO, a mais utilizada é, sem dúvida, a Programação Linear (PL). Isto se deve a alta eficiência de seu principal algoritmo de resolução, o Método Simplex, o qual, segundo Goldbarg e Luna (2005), é uma das grandes contribuições da programação matemática deste século. No entanto, uma das limitações da PL é a pressuposição de que todas as variáveis de decisão sejam contínuas, o que impossibilita a sua utilização em muitos modelos de planejamento florestal.

Os modelos de PLI são mais difíceis de resolver que os de PL. O modo como os algoritmos exatos de PLI obtêm a solução, realizando exaustiva pesquisa do espaço de busca, requer crescente capacidade de processamento, na medida em que se aumentam os tamanhos dos problemas. Em muitos casos, o tempo para encontrar a solução ótima pode se tornar inviável.

Dentre as muitas meta-heurísticas desenvolvidas, a otimização por enxame de partículas (particle swarm optimization, PSO) tem se destacado pela sua simplicidade, robustez e eficiência, mesmo em problemas de grande dimensão. Esta técnica foi proposta por Kennedy e Eberhart (1995), sendo baseada no comportamento de agentes sociais. Segundo Mendes (2004), a técnica emprega o conceito de que indivíduos aprimoram seus conhecimentos sobre o espaço de busca através da influência social mútua.

2.3. Horizonte de planejamento

Segundo Rezende e Oliveira (2001), na avaliação de projetos, um dos primeiros problemas que devem ser analisados é o horizonte de planejamento. Segundo os mesmos autores, o tempo que se pode correr riscos em fazer pressuposições para o projeto depende das circunstâncias particulares de cada situação. Assim, no caso florestal, o período futuro está ligado ao período de obtenção do produto e exaustão dos investimentos realizados, tendo-se então um investimento a longo prazo.

Clutter et al. (1983) recomendam que o valor do horizonte de planejamento (HP) deve estar entre 1,5 a 2,0 vezes o comprimento do ciclo de corte da floresta que está sendo manejada. Sugerem ainda, que o horizonte de planejamento seja dividido em períodos de corte que variam segundo a espécie e o objetivo do manejo.

3. METODOLOGIA

3.1. Localização da área

Os dados utilizados nesse trabalho foram coletados nas fazendas da empresa Pimentel LTDA, localizadas na Cidade Itararé, interior de São Paulo.



Figura 2. Mapa com localização da área. (Fonte: wikipedia)

Como em quase todo estado, o clima é subtropical, com temperaturas chegando aos 35°C no verão e -2°C no inverno

A empresa possui área total de 250.000 ha com florestas plantadas com o gênero Pinus, sendo. Os povoamentos possuem idade variando de 1 a 33 anos.

3.2. Coleta de dados

A base de dados utilizada no presente trabalho foi obtida junto à empresa do estudo. As informações referem-se a remedições de parcelas permanentes, cubagem de árvores e medições de altura dominante.

As remedições foram feitas em 2.160 parcelas permanentes nos anos de 2004, 2006, 2007 e 2008, contemplando talhões com idades entre 5 a 34 anos. Em cada medição foi registrado o diâmetro à altura do peito (DAP) de todas as árvores contidas nas parcelas.

Para o ajuste dos modelos volumétricos, procedeu-se à cubagem rigorosa de um total de 1682 árvores em várias idades, onde mediram-se o DAP com casca, altura total e os diâmetros nas seguintes alturas correspondentes a 0,5; 1; 5; 10; 15; 20; 25; 30; 40; 50; 60; 70; 80; 90 e 95%. O volume real de cada árvore, com casca, foi obtido por meio de aplicações sucessivas da fórmula de Smalian.

As equações de volume e afilamento foram escolhidas com base em estatísticas.

3.3. Avaliação dos modelos e equações

A seleção dos modelos foi realizada com base no Coeficiente de Determinação ajustado (R^2_{aj}), sendo que para comparação entre modelos logarítmicos e não logarítmicos, os primeiros tiveram os R^2_{aj} recalculados para a variável de interesse por meio da seguinte fórmula:

$$R^2 = 1 - \left[\frac{n-1}{n-p} \right] * \left[\frac{SQ_{res}}{SQ_{tot}} \right]$$

Onde:

n = número de dados

p = número de coeficientes do modelo

SQ_{res} = soma de quadrado dos resíduos

SQ_{tot} = soma de quadrados totais

3.4. Formulação do Problema

Os problemas foram formulados utilizando a teoria do modelo clássico tipo I, conforme definido por Johnson e Scheurman (1977). Este modelo foi originalmente formulado empregando a Programação Linear, no entanto para este trabalho foi formulado utilizando a Programação Linear Inteira.

A variável de decisão do modelo representada por YCorte é definida por: qual equipe (e) colhe qual talhão (i) quando (t).

Para automatizar o pré-processamento dos dados programou-se uma rotina em VBA, na qual todas as combinações de colheita de equipe, por local no tempo foram montadas e essas foram importadas para o Software de otimização Aimms.

Equipe	Talhão	1	2	3	4
1	1	284	0	0	0
1	2	365	0	0	0
1	3	365	0	0	0
1	4	1.286	0	0	0
1	5	10.714	12.000	4.067	0
1	6	0	0	3.866	0
1	7	0	0	8.134	2.522
1	8	0	0	0	9.478
1	9	0	0	0	0
1	10	0	0	0	0
1	11	0	0	0	0
1	12	3.106	0	0	0
1	13	2.225	0	0	0
1	14	2.071	0	0	0
1	15	1.380	0	0	0
1	16	1.737	0	0	0
1	17	2.739	0	0	0
1	18	2.291	0	0	0
1	19	6.581	0	0	0
1	20	5.419	4.671	0	0
1	21	0	1.358	0	0
1	22	0	3.395	0	0
1	23	1.008	0	0	0
1	24	5.593	0	0	0
1	25	1.548	0	0	0

Tabela 1: n combinações de início de colheita por equipe por talhão

O processo de planejamento a nível de talhão é complexo pelo fato de envolver uma logística de entrega e produção com produtos perecíveis e a logística propriamente dita, é totalmente sensível ao clima, uma vez que as estradas florestais são afetadas pelo volume de chuva da região.

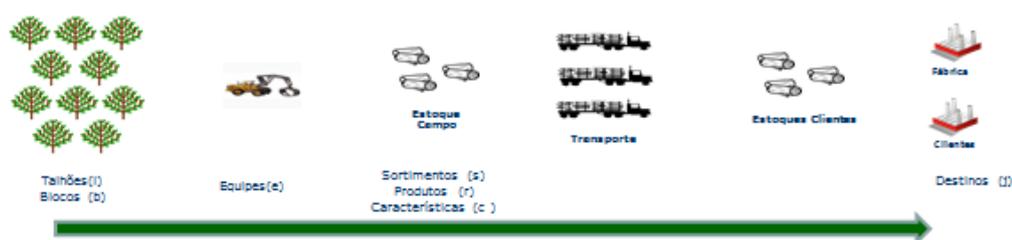


Figura 2: Esquema do processo de planejamento

As tabelas necessárias para modelagem do otimizador estão representadas abaixo pela figura 3.

A guia blocos contém toda a informação da origem, ou seja, a base cadastral da empresa com todos os talhões e suas características.

A guia equipes possui dados referentes às equipes e suas produtividades ao longo do tempo.

A guia estoque de campo é similar à guia blocos, mas nesse caso com os talhões e a característica da madeira já produzida.

A guia transporte possui dados de tabela de frete com custos e distâncias de cada origem para cada destino.

Destinos são os diferentes pontos de pesagem nos quais poderão ser entregues os produtos desejados pelos clientes.



Figura 3: Tabela de dados de entradas utilizadas no otimizador Aimms

Esse modelo foi construído para permitir algumas configurações de penalidades e restrições, como por exemplo: determinado cliente não aceita o produto X e isso é perfeitamente configurável via penalidade ou mesmo restrição de impossibilidade de entrega, seja pelo horizonte todo de planejamento seja por um período determinado.

A Figura 4 tem por objetivo mostrar um pouco da modelagem em Aimms, plataforma essa utilizada para vários níveis de planejamento na empresa.

Identifier	iVoltrsCrcDstPrdT
Index domain	(c, j, r, t)
Text	Volume de madeira transportado do produto r, com a característica c, para o destino j, no período t
Range	nonnegative
Unit	
Default	
Property	
Nonvar status	
Definition	

Figura 4: Exemplo da modelagem em Aimms

O otimizador desenvolvido em Aimms tem como função objetivo a maximização do EBITDA da empresa, onde a receita e os custos mais relevantes são levados em consideração e são eles:

- ✓ Custo de colheita da madeira – considera o custo das operações de derrubada, arraste e processamento das árvores, bem como o carregamento da mesma em cima do caminhão
- ✓ Custo de Transporte – para esse calculo existe uma matriz origem/destino com as referidas distancias e uma função de custo
- ✓ Custo do estoque – atribui-se um valor para cada tonelada de toras estocadas
- ✓ Custo de oportunidade – sempre que existe a opção de atender determinado produto em detrimento de outro, o delta refere-se ao custo de oportunidade
- ✓ Receita – é a combinação da escolha de produção e venda de determinado sortimento multiplicado pelo preço, os preços variam de acordo com o sortimento das toras

Função Objetivo: Maximizar EBITDA

$$\text{EBITDA} = \text{Receita} - \text{Colheita} - \text{Transporte} - \text{Estoque} - \text{Oportunidade}$$

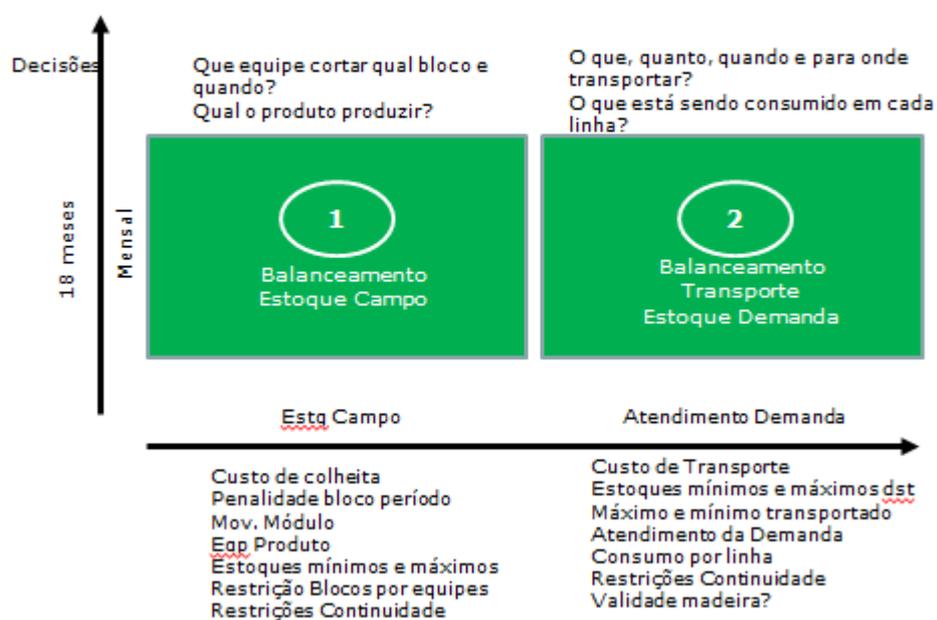


Figura 5: Representação gráfica do modelo otimizado em Aimms.

4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Todos os resultados são apresentados aos clientes internos da empresas em uma ferramenta dinâmica chamada Spotfire. É impresso um pdf com algumas aberturas chaves e disponibilizados antes da reunião do inicio do mês. Para os clientes que tiverem curiosidade de visualizar em aberturas diferentes daquelas impressas no pdf, é possível acessar o resultado apenas para visualização via spotfireweb.

4.1. Produção Total

A produção total é aberta em quantos detalhes forem necessários, para tornar a discussão objetiva abaixo segue as aberturas da produção.

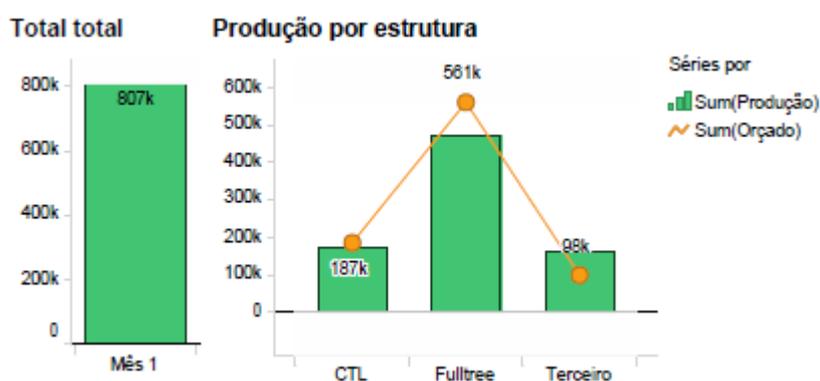


Figura 6: Representação gráfica do resultado de produção aberto por estrutura produtiva

Produção por produto

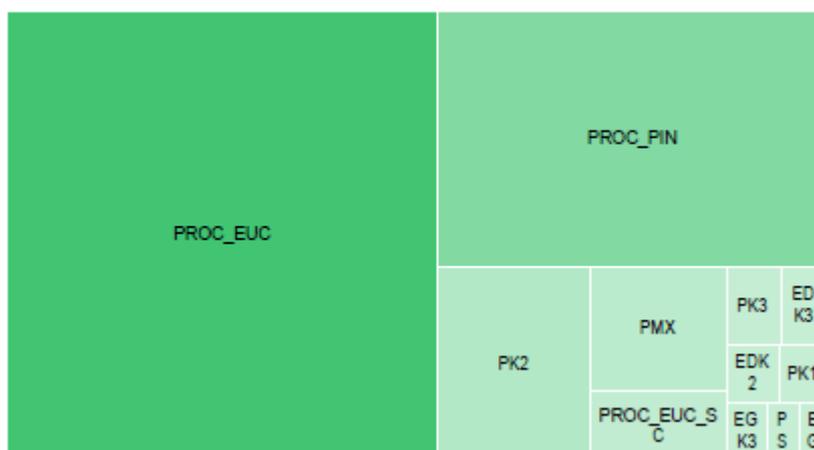


Figura 7: Representação gráfica do resultado de produção por característica

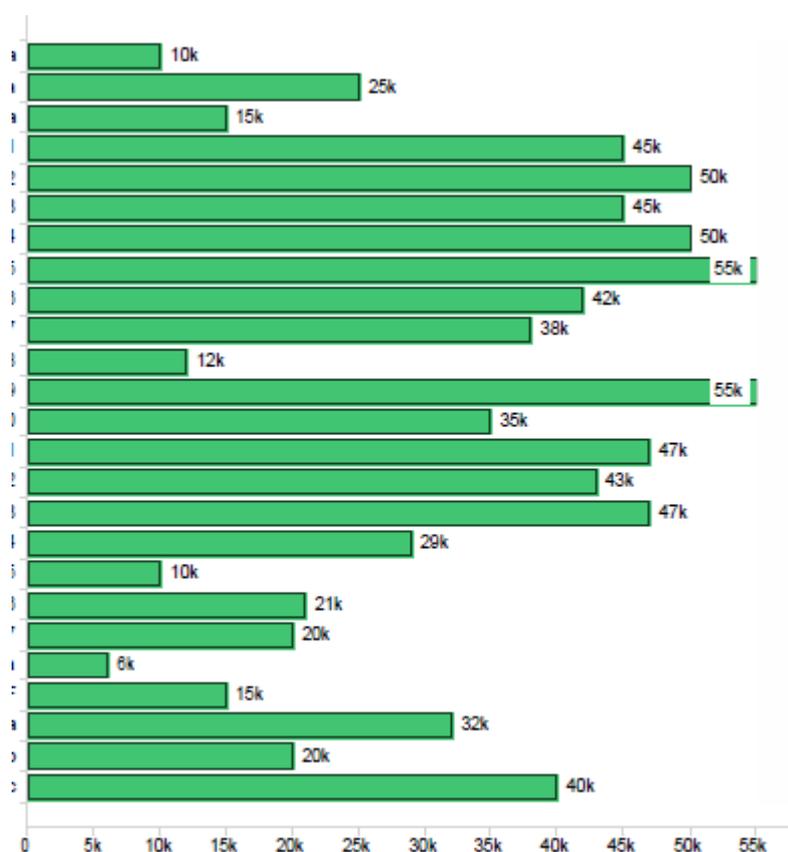


Figura 8: Representação gráfica do resultado de produção por fornecedor

Na apresentação dinâmica é possível explodir cada fornecedor para saber qual o maior responsável por determinado produto.

4.2. Projeção de Estoque

Outro resultado importante para acompanhamento é referente a projeção de estoque no início e final do mês.

Da mesma forma que a produção ele pode ser aberto no nível de detalhe desejado pelos clientes internos.

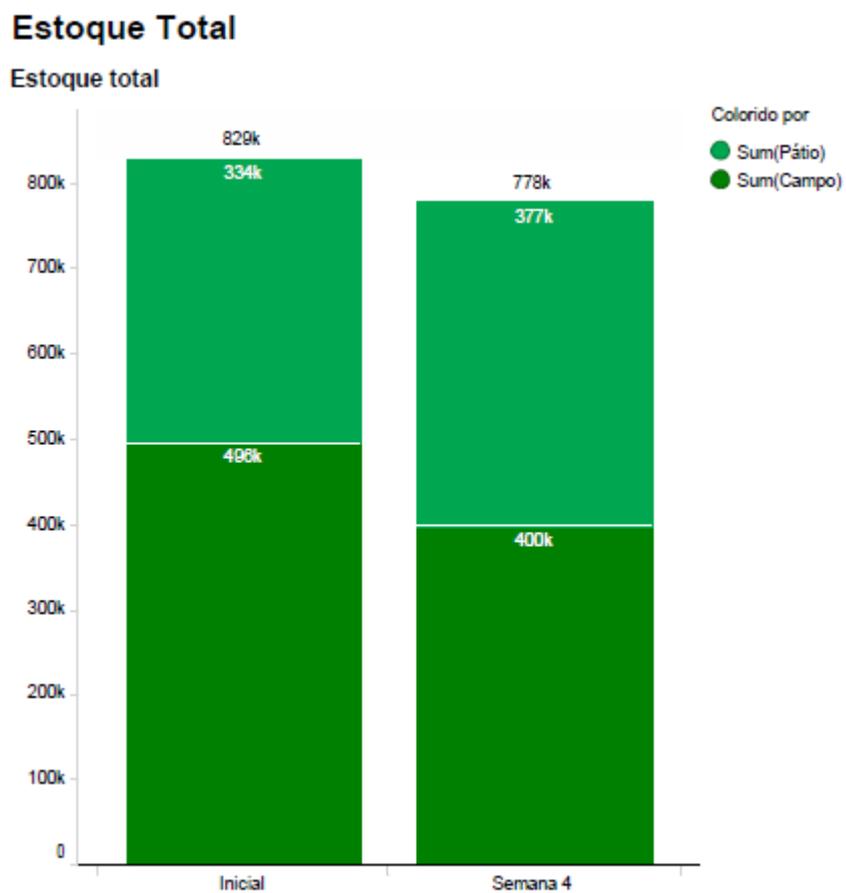


Figura 9: Representação gráfica do resultado de estoque total

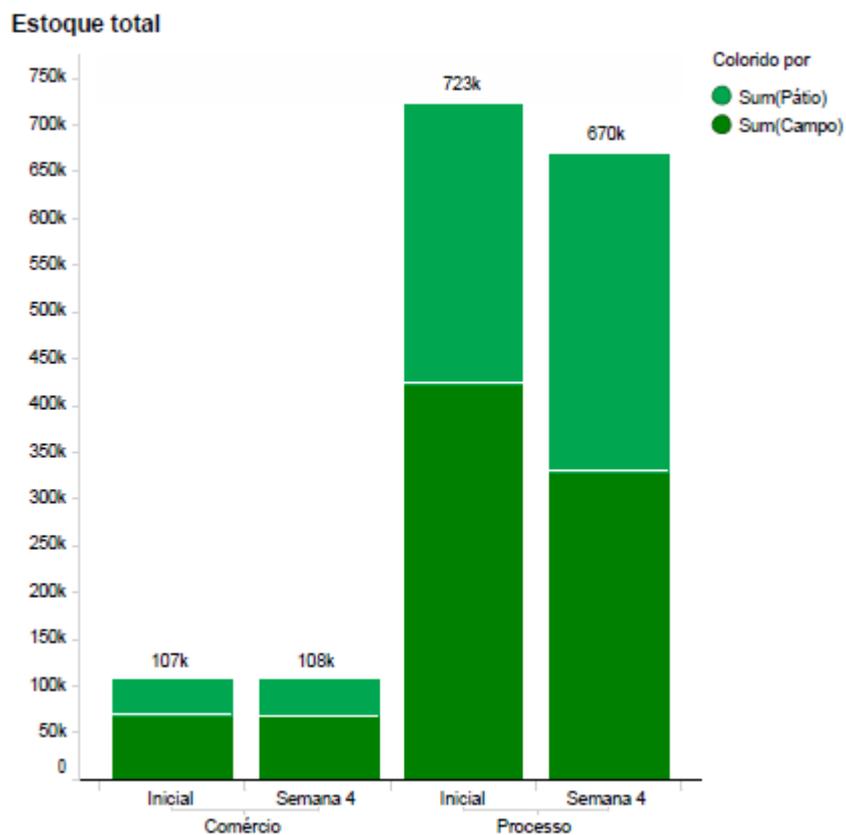


Figura 10: Representação gráfica do resultado de estoque aberto entre processo e comércio

4.3. Demanda por Centro Consumidor

A demanda é o direcionador de todo o planejamento, pois é o que leva a empresa a ter uma receita maior.

Nesse momento de análise da demanda, caso a produção ou estoque estejam baixos que impossibilite o atendimento integral, o modelo avalia no pre-solver a margem EBITDA por produto, priorizando ao máximo aqueles produtos que tenham maior margem.

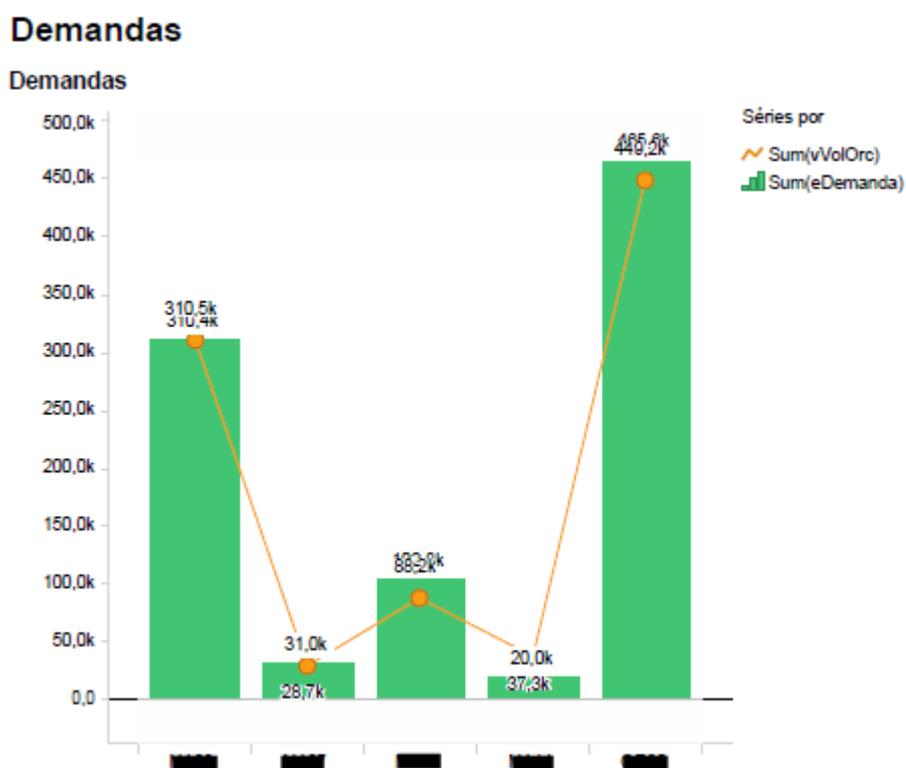


Figura 11: Representação gráfica das demandas por centro consumidor

4.4. Logística de Abastecimento

Nesse item o modelo na sua etapa de solver, avalia a demanda a ser transporta, a distancia média de transporte, eficiência da frota e o numero de veículos disponíveis com isso define-se a meta de transporte mensal e consequentemente diária. Isso é validado com a área operacional e apresenta-se a meta consolidada.

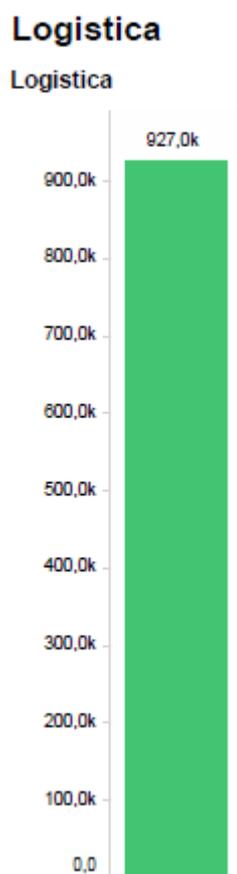


Figura 12: Representação gráfica do resultado transporte mensal

A abertura por centro de estocagem é importante em função das diferentes modalidades de transporte disponíveis e necessárias.

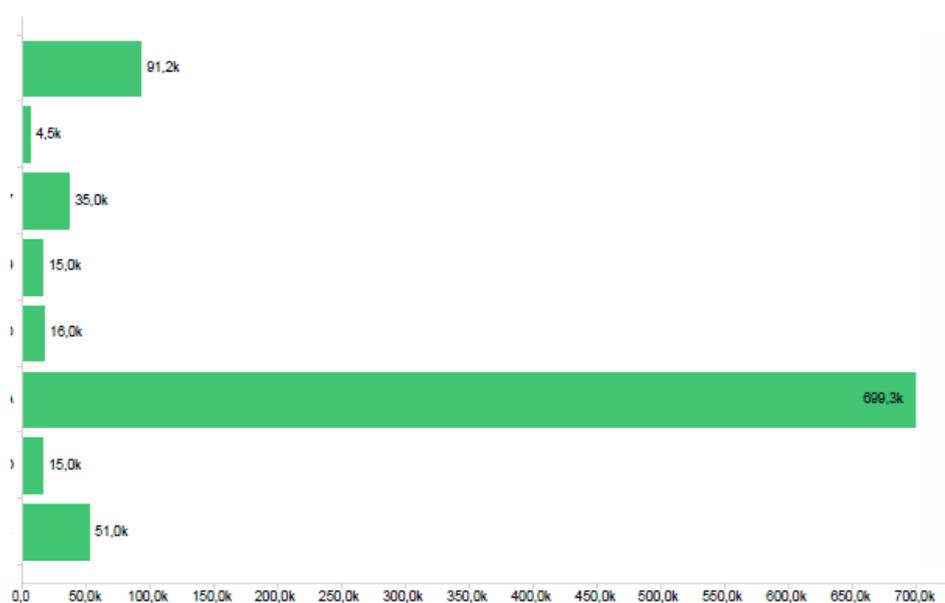


Figura 13: Representação gráfica do resultado transporte mensal por centro

Com isso fecha os resultados de maior impacto para o resultado do mês.

5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados do mês estão em linha com o orçado o que indica que correndo de acordo com o planejado o EBITDA ficará igual ao orçado.

Esse indicador é importante visto que a dívida EBITDA da empresa está reduzindo e os resultados consolidados do negocio estão muito bem.

5.1. Produção Total

A produção do sistema de colheita Full Tree está 50 mil toneladas abaixo do orçamento que é compensada pela produção com terceiros. A produção do sistema de colheita Harvester e Forward está igual ao orçado.

No gráfico 14 é possível visualizar os resultados detalhados.

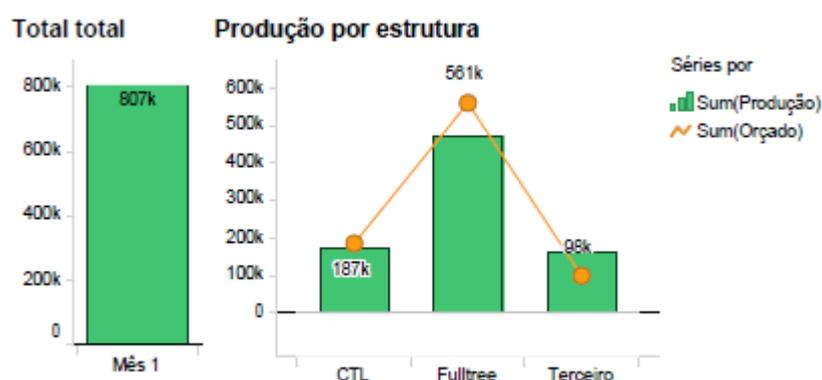


Figura 14: Representação gráfica do resultado de produção aberto por estrutura produtiva

Nesse mês a produção prevista de eucalipto processo está muito superior aos demais produtos, isso em função basicamente da demanda e da busca pelo estoque ideal desse produto.

O volume de eucalipto é 60% do volume total produzido no mês. Isso deverá ficar visível no momento que o resultado de estoque e demanda aparecerem.

Produção por produto

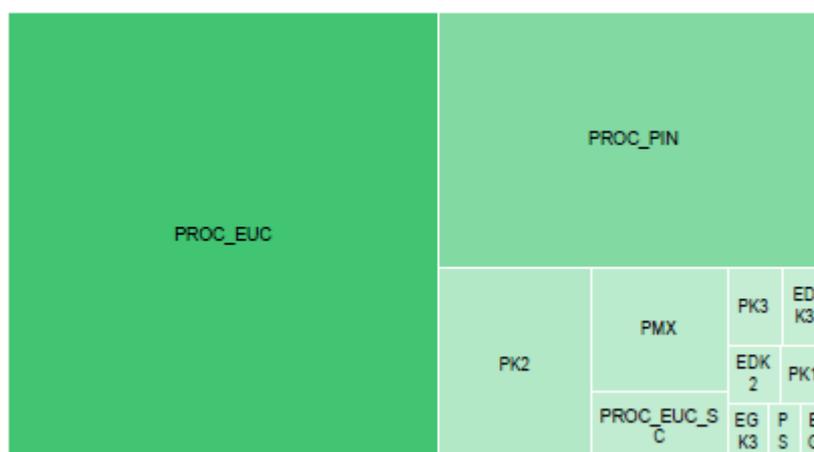


Figura 15: Representação gráfica do resultado de produção por característica

No gráfico 16 observa-se que os dois maiores fornecedores do mês são os módulos de colheita 5 e 9, com capacidade total de 55 mil toneladas no mês. Ambos estão focados em produzir pinus para os analistas da área esse resultados é importante pois fica fácil de correlacionar maior produção com maior volume médio individual que as árvores de pinus possuem frente as de eucalipto.

Quanto maior o volume médio individual das árvores, maior o rendimento das máquinas de colheita, visto que os equipamentos pegam individuo por individuo. O contraponto é que deve-se ter um maior cuidado com a manutenção das mesas visto que força mais a estrutura e requer reparos mais vezes.

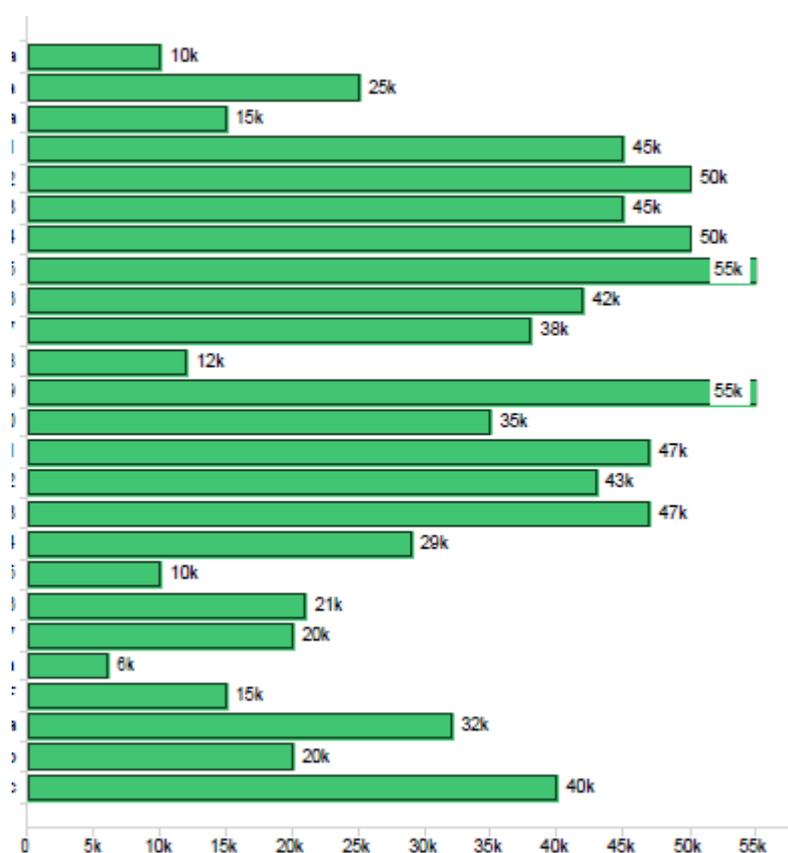


Figura 16: Representação gráfica do resultado de produção por fornecedor

5.2. Projeção de Estoque

O estoque total a suas respectivas aberturas por produto são resultados que devem ser minuciosamente analisados pela equipe de planejamento, visto que a empresa trabalha com produtos perecíveis com diferentes prazos de validades.

É importante comentar que a validade dos produtos varia de 7 a 90 dias, os produtos com menor prazo são aqueles que dão maior margem de resultado e são utilizados na maioria das vezes para produção de molduras exportadas para América do Norte e Europa.

Os produtos com maior prazo são aqueles destinados a venda para fabricas de celulose e energia.

O Gráfico17 o estoque geral baixa em 21 mil toneladas no final do mês. Essa redução é totalmente controlável pela empresa, visto que dois dos principais consumidores de madeira de processo terão pequenas paradas para manutenção o que reduzirá o consumo total do mês.

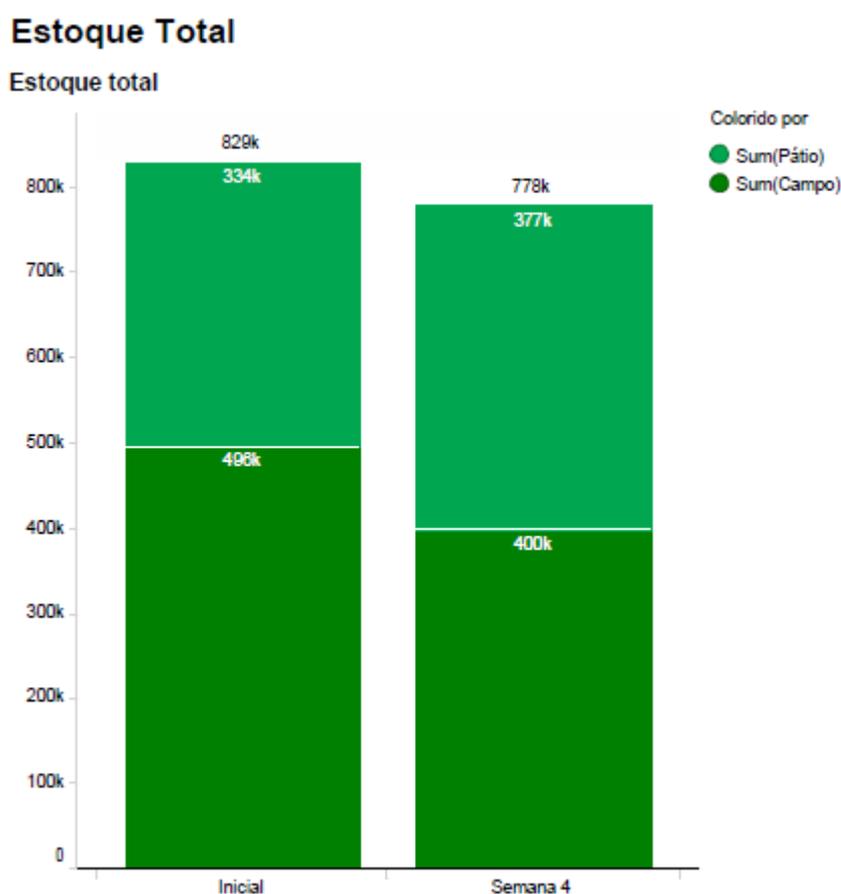


Figura 17: Representação gráfica do resultado de estoque total

O estoque aberto em processo e comércio apresentado no Gráfico 18 mostra que o estoque total de comércio se mantém dentro do ideal e o estoque de processo reduz, como já comentado em função da parada programada dos principais consumidores de processo.

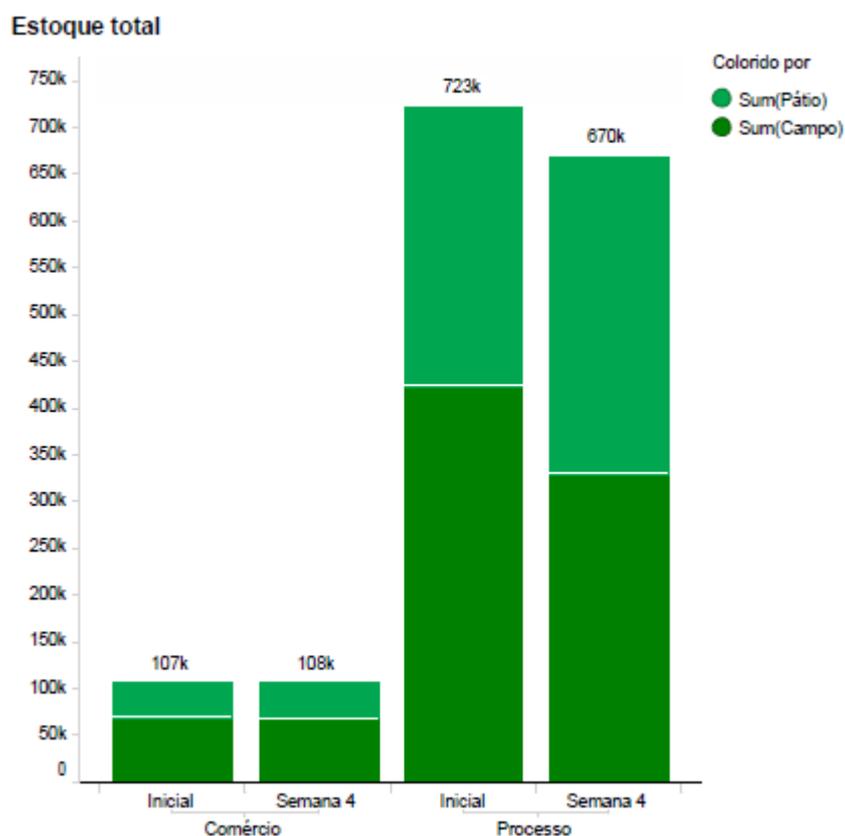


Figura 18: Representação gráfica do resultado de estoque aberto entre processo e comércio

5.3. Demanda por Centro Consumidor

Como já comentado na apresentação dos resultados a demanda é o direcionador de toda a operação, pois é a partir do momento que o modelo atende as demandas que ele recebe, ou seja, o modelo otimizado busca atender ao máximo as demandas solicitadas no início do mês.

A demanda do mês totaliza 886 mil toneladas de madeira, está ligeiramente em linha com o orçado para o período, o que indica resultados dentro do esperado (Gráfico 19).

Demandas

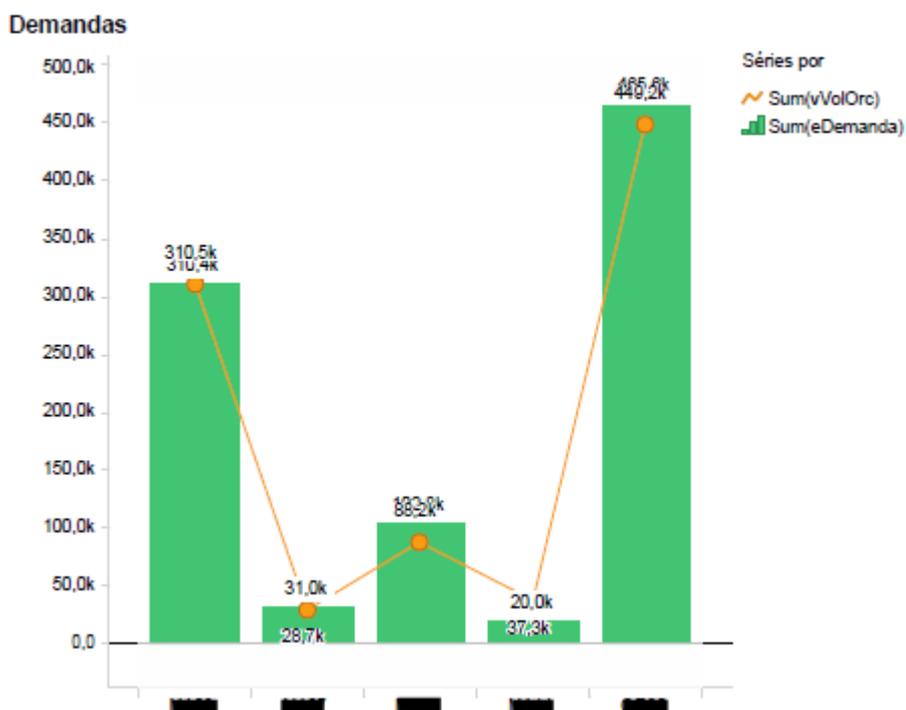


Figura 19: Representação gráfica das demandas por centro consumidor

5.4. Logística de Abastecimento

O volume total de produção é maior que a demanda, o que indica que apesar do estoque total baixar o estoque nos centros consumidores irão aumentar e chegarão a sua capacidade máxima de estocagem.

Essa é uma estratégia muito válida principalmente para aqueles produtos que possuem maior prazo de validade e que permitem estocagem maior, ou seja, madeira destinada a processo ou energia.

O dimensionamento de veículos está adequado para a produção mensal, para dar noção de grandeza dessa operação estão envolvidos nessa etapa cerca de 315 veículos com capacidade líquida de 38 toneladas.

Logística

Logística

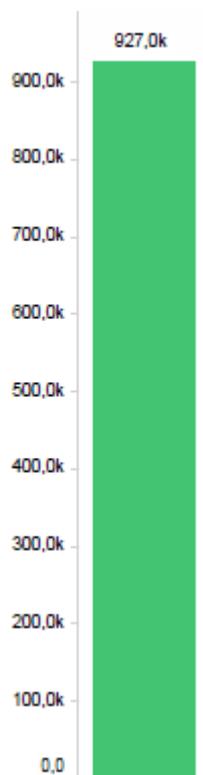


Figura 20: Representação gráfica do resultado transporte mensal

Como comentado na apresentação dos resultados, a abertura por centro é importante em função das diferentes modalidades de transporte.

Existe o transporte direto do campo para pátios intermediários que se situam em locais bem posicionados para que em momentos de chuva os caminhões normais da frota possam acessar essa madeira. O transporte do campo para os pátios são feitos na maioria das vezes com caminhões preparados para condição de estradas de terras, eles possuem pneus especiais.

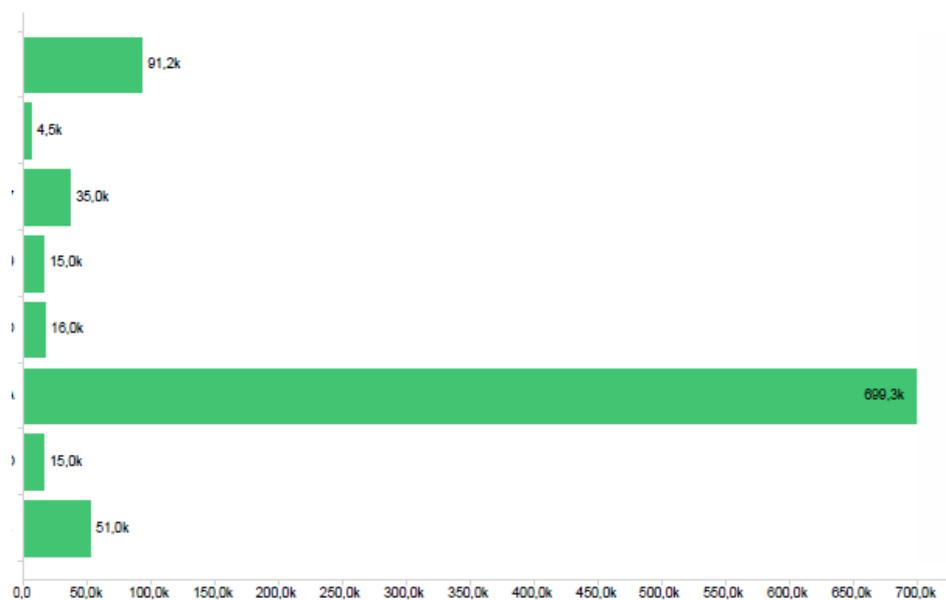


Figura 21: Representação gráfica do resultado transporte mensal por centro

6. RECOMENDAÇÕES E SUGESTÕES

A recomendação e sugestão que será aplicada no modelo no prazo de 3 meses, é a inclusão completa de dados financeiros. De modo que o otimizador não precise ser calibrado por pesos, como é feito atualmente.

Essa sugestão vem ao encontro da necessidade de ter um flash do mês antes mesmo do mesmo começar. Com isso algumas ações podem ser direcionadas e priorizadas para melhorar o resultado.

Visto que esse processo é relativamente novo e trouxe bons resultados uma sugestão para a alta gestão da empresa é que sejam feitas visitas técnicas em outras empresas para aprimorar o processo da Pimental LTDA.

7. CONCLUSÕES

O modelo de trabalho descrito no TCC está em andamento a 6 meses e um dos objetivos principais era acompanhar a performance dos resultados após essa implementação, os indicadores financeiros estão mostrando bom desempenho. Para o acompanhamento do indicador de performance isolou-se o efeito cambial para dessa forma acompanhar apenas o resultado da implementação do planejamento operacional.

A conclusão é que o efeito de implementar o planejamento operacional trás bons resultados para as empresas, pois permite antes mesmo de iniciar o mês que seja projetado um resultado prévio e ações sejam tomadas em busca do resultado esperado pela diretoria.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACKOFF, R. L. e SASIENI, M. W. **Pesquisa operacional**. São Paulo: Livros Técnicos e Científicos Ltda., 1971.
- ALONSO, L. R. L. **O problema da consideração de restrições de adjacência em um planejamento florestal**. 2003. 126 f. Dissertação (Mestrado em Método Numéricos em Engenharia). Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, 2003.
- ARCE, J. E. **Pesquisa operacional para fins florestais**. Apostila da disciplina de Pesquisa Operacional para Fins Florestais da Pós-Graduação em Ciências Florestais. Curitiba, PR, 2007.
- ARENALES, M.; ARMENTANO, V. MORABITO, R. e YANASSE, H. **Pesquisa operacional**. Elsevier, Rio de Janeiro, 2007.
- BANKS, A.; VINCENT, J. e ANYAKOHA, C. A review of particle swarm optimization. Part I: background and development. **Nat Comput**, v.6, p. 467-484, 2007.
- BARROS, D. A.; MACHADO, S. A.; ACERBI JUNIOR, F. W. e SCOLFORO, J. R. Comportamento de modelos hipsométricos tradicionais e genéricos para plantações de Pinus Oocarpa em diferentes tratamentos. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 45, p.3-28, 2002.
- BASKENT, E. Z. e JORDAN, G. A. Forest landscape management modeling using simulated annealing. **Forest Ecology Management**, v.165, p.29-45, 2002.
- BASKENT, E. Z. e KELES, S. Spatial forest planning: a review. **Ecological Modelling**, v.188, p.145-173, 2005.
- BETTINGER, E. Z.; JOHNSON, D. L. e JOHNSON, K. N. Spatial forest plan development with ecological and economic goals. **Ecological Modelling**, v.169, p.215-236, 2003.
- BETTINGER, P. e ZHU, j. A new heuristic method for solving spatially constrained forest planning problems based on mitigation of infeasibilities radiating outward from a forced choice. **Silva Fennica** 40(2), 2006. 83
- BETTINGER, P., SESSIONS, J. E BOSTON, K. A review of the status and use of validation procedures for heuristics used in forest planning. **International Journal of Mathematical and Computation Forestry & Natural-Resource Sciences**, v. 1, n.1, p. 26 – 37, 2009.
- BETTINGER, P.; BOSTON, K.; KIM, Y. e ZHU, J. Landscape-level optimization using tabu search and stand density-related forest management prescriptions. **European Journal of Operations Research**, n.176, p.1265-1282, 2007.
- BETTINGER, P.; GRAETZ, D.; BOSTON, K.; SESSIONS, J. e CHUNG, W. Eight heuristic planning techniques applied to three increasingly difficult wildlife planning problems. **Silva Fennica**, 36(2), p.561-584, 2002.
- BETTINGER, P.; SESSIONS, J. e BOSTON, K. Using Tabu search to schedule timber harvests subject to spatial wildlife goals for big game. **Ecological Modelling**, v.94, p.111-123, 1997.
- BNDES. Programa de Plantio Comercial e Recuperação de Florestas – PROPFLORA. Disponível em http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Apoi_o_Financeiro/Linhas_Programas_e_Fundos/propflora.html. Acesso em: 22 out. 2009.
- BOSTON, K. e BETTINGER, P. Development of spatially feasible forest plans: a comparison of two modeling approaches. **Silva Fennica** 35(4), p. 425-435, 2001.
- BRUMELLE, S.; GRANOT, D.; HALME, M. e VERTINSKY. A tabu search algorithm for finding good forest harvest schedules satisfying green-up constraints. **European Journal of Operational Research**, v.106, p.408-424, 1998.
- BUONGIORNO, J. e GILLESS, J. K. **Forest management and economics**. New York: MacMillan Publishing Company. 285p. 1987.
- CALLEGARI-JACQUES, S. M. **Bioestatística: princípios e aplicações**. Porto Alegre: Artmed, 2003.

- CAMPOS, J. C. C. e LEITE, H. G. **Mensuração florestal – perguntas e respostas**. UFV, Viçosa, MG, 2006.
- CARRILO, O. J. B. **Algoritmo híbrido para avaliação da integridade estrutural: uma abordagem heurística**. 2007. 162 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade de São Paulo, 2007. 84
- CASTRO, E. G. e TSUZUKI, M. S. G. **Simulation optimization using swarm intelligence as tool for cooperation strategy design in 3d predator-prey game**. In: CHAN, F. T. S. e TIWARI, M. K. *Swarm intelligence - focus on ant and particle swarm optimization*. I-Tech Education and Publishing, Vienna, Austria, 2007.
- CASTRO, R. R. **Regulação de florestas equiâneas incluindo restrições de adjacência**. 2007. 74 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 2007.
- CHEN, T. -C. IAs based approach for reliability redundancy allocation problems. **Applied Mathematics and Computation**. 182, n. 2, p.1556-1567, 2006.
- CLERC, M. e KENNEDY, J. The particle swarm: Explosion, stability, and convergence in a multi-dimensional complex space. **IEEE Transactions on Evolutionary Computation**, 6(1):58_73. 2002.
- CLUTTER, J. C.; FORTSON, J. C.; PLENAAR, L. V.; BRISTER, G. H. e BAILEY, R. L. **Timber management: a quantitative approach**. 3. ed. New York: John Wiley, 333 p., 1983.
- CLUTTER, J. L. Compatible growth and yields models for loblolly pine. **Forest Science**, v. 9, n.3, p.344-371, 1963.
- CURTIS, R. O. Height diameter and height diameter age equations for second growth Douglas-fir. **Forest Science**, v. 13, n. 4, p. 365-375, 1967.
- DIAS A. N. **Modelagem e avaliação econômica de plantações de eucalipto submetidas a desbaste**. 2000. 82 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 2000.
- DIAS A. N.; LEITE H. G.; CAMPOS J. C. C.; COUTO L. e CARVALHO A. F. Emprego de um modelo de crescimento e produção em povoamentos desbastados de eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.29, n.5, p.731-739, 2005.
- DIAS, A. N. **Um modelo para gerenciamento de plantações de eucalipto submetidas a desbaste**. Viçosa, MG. 2005. 147 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 2005. 85
- DIAS, A. N.; LEITE, H. G., SILVA, M. L. e CARVALHO, A. F. Avaliação financeira de plantações de eucalipto submetidas a desbaste. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 3, p.419-429, 2005b.
- DUCHEYNE, E. I.; WULF, R. R. e BAETS, B. Single versus multiple objective genetic algorithms for solving the even-flow forest management problem. **Forest Ecology and Management**, v.201, p.259–273, 2004.
- EBERHART, R. C. and SHI, Y. Comparing inertia weights and constriction factors in particle swarm optimization. In **Proceedings of the 2000 Congress on Evolutionary Computation**, pages 84_88. 2000.
- FALCÃO, A. O. e BORGES, J. G. Heurísticas para a integração de níveis estratégico e operacional da gestão florestal em problemas de grande dimensão. **Scientia Forestalis**, n. 63, p. 94-102, 2003.
- GLOVER, F. Tabu search – Part I. **ORSA Journal on Computing**, v.1, n.3, p. 190-206, 1989.
- GOLDBARG, M. C. e LUNA, H. P. L. **Otimização combinatória e programação linear: modelos e algoritmos**. 2º Ed. Rio de Janeiro: Campus, 2005.
- GOLDBERG, D. E. **Genetic algorithms in search, optimization, and machine learning**. New York: Addison-Wesley Publishing Company, inc., 412p., 1989.

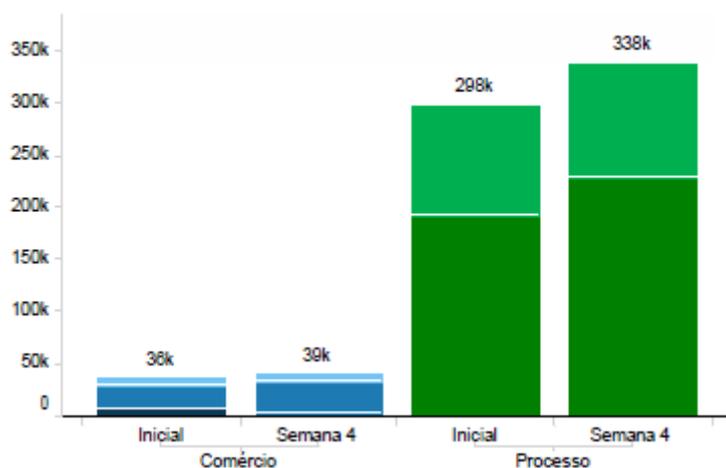
- GORGENS E. B.; LEITE, H. G.; NOGUEIRA G. S; e DIAS A. N. Tendência de crescimento de povoamento de eucalipto após aplicação de desbaste. **Revista Árvore**, Viçosa – MG, v. 31, n. 5, p. 879 – 885, 2007.
- GUO, Q., YU, H. e XU, A. A hybrid PSO-GD based intelligent method for machine diagnosis. **Digital Signal Processing**. vol. 16, n. 4, p. 402-418, 2006.
- HEINONEN, T e PUKKALA, T. A comparison of one- and two- compartment neighbourhoods in heuristic search with spatial forest management goals. **Silva Fennica**, 38(3), p. 319-332, 2004.
- HEPPNER, F. e GRENANDER, U. A stochastic nonlinear model for coordinated bird flocks. In KRASNER, S., Ed., **The Ubiquity of Chaos**. AAAS Publications, Washington, DC, 1990. 86
- JOHNSON, K. N., SCHEURMAN, H. L. Techniques for prescribing optimal timber harvest and investment under different objectives - discussion and synthesis. **Forest Science**, Washington, v.18, n.1, p.1-31, 1977.
- JOHNSTON, D. R.; GRAYSON, A. J. e BRADLEY, R. T. **Planeamento florestal**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1977.
- KENNEDY, J. e EBERHART, R. C. Particle swarm optimization. In: **IEEE International Conference on Neural Networks**, Perth, Austrália, p. 1942-1948, 1995.
- KENNEDY, J. F., EBERHART, R. C. e SHI, Y. **Swarm intelligence**. San Francisco, CA, USA: Morgan Kaufmann Publishers, 2001.
- KENNEDY, J. Small worlds and mega-minds: Effects of neighborhood topology on particle swarm performance. In: **Proceedings of the 1999 Conference on Evolutionary Computation**, p. 1931-1938, 1999.
- LACHTERMACHER, G. **Pesquisa operacional na tomada de decisões**. Rio de Janeiro, RJ: Elsevier, 2007.
- LINDO SYSTEMS. **LINGO – the modeling language and optimizer**. Lindo Systems Inc., 2008.
- LIU, G.; HAN, S.; ZHAO, X.; NELSON, J. D.; WANG, H. e WANG, W. Optimisation algorithms for spatially constrained forest planning. **Ecological Modelling**, v.194, n.4, 421-428, 2006.
- LU, F. e ERIKSSON, L. O. Formation of harvest unit with genetic algorithms. **Forest Ecology and Management**, v. 130, p.57-67, 2000.
- MAPA DE CLIMA DO BRASIL. IBGE: Rio de Janeiro, 1 mapa, color. Escala 1:5.000.000, 2002.
- MARTINS, E. F. P., SILVA, J. A. A., FERREIRA, R. L. C., JANKOVSKI, T. e BRITO, C. C. R. Curvas de índice de sítio para leucena [*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.] no agreste de Pernambuco. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 17, n. 4, p. 365-376, 2007.

9. APÊNDICES

10. ANEXOS

Anexo 1 – Detalhamento do estoque por produto no início e final do mês.

Estoque nos pátios



Anexo 2 – Detalhamento do estoque por produto no início e final do mês aberto por centro consumidor.

Estoque nos pátio

