



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL

SOLO REMONATTO RIZZI

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**ANÁLISE DO DESBASTE SISTEMÁTICO EM PLANTIO DE *Pinus taeda* E USO DE
KRIGAGEM NO INVENTÁRIO FLORESTAL**

CURITIBA

2017



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL

SOLO REMONATTO RIZZI

ANÁLISE DO DESBASTE SISTEMÁTICO EM PLANTIO DE *Pinus taeda* E USO DE
KRIGAGEM NO INVENTÁRIO FLORESTAL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito para a conclusão da disciplina ENGF006 e requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Florestal.

Orientador: Prof. Júlio Eduardo Arce

CURITIBA

2017

DADOS DO ACADÊMICO

Nome do Aluno: Solo Remonatto Rizzi

GRR: 20114801

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar a viabilidade econômica do desbaste seletivo em plantio de *Pinus taeda* no estado do Paraná, bem como criar uma ferramenta de auxílio ao planejamento florestal por meio do uso da krigagem para a estimação do volume médio individual (vmi) nas áreas da empresa. Foi possível constatar que, devido ao elevado custo operacional e a baixa remuneração no processo de desbaste, nem sempre essa atividade é compensatória, portanto, para as áreas que apresentaram esse resultado, foi utilizado o *software* SisPinustaeda, da EMBRAPA, para a prognose e simulação de dois sistemas de manejo: desbaste em 2018; e corte raso em 2029 (DB+CR) e corte raso no final da rotação, também em 2029 (CR). Para os 11 talhões avaliados, todos obtiveram melhores margens no manejo CR, inviabilizando assim o desbaste na idade mencionada. Como ferramenta de auxílio, foi desenvolvido um mapa de krigagem do vmi utilizando a krigagem, o que possibilitou a visualização das áreas produtivas e improdutivas da empresa. Para todos os núcleo em que foram utilizados a ferramenta, todos apresentaram bons resultados para os modelos, comprovando que para a variável vmi, há dependência espacial, e portanto as estimativas podem ser utilizadas como auxílio aos planejadores. Determinou-se também que o vmi mínimo para se obter algum benefício para a operação de desbaste é de $0,20 \text{ m}^3/\text{árv}$, sendo que abaixo disso, os produtos florestais não compensam os gastos da dispendiosa operação que é o desbaste.

ABSTRACT

The goal of this project is to evaluate the economic viability of the selective thinning on a *Pinus taeda* plantation located in Paraná, Brazil, as well as develop an auxiliary tool to forest planning using geostatistical kriging to estimate average individual volume (AIV) on the company's areas. It was possible to verify that, due to the high operational cost for the thinning process and the low value of the forest products, sometimes this activity is not rewardable, therefore, for these areas, it was used the *software* SisPinustaeda, from EMBRAPA, for the prognosis and simulation of two management systems: thinning in 2018 and final harvesting in 2029 (DB+CR); and final harvesting at the end of the rotation, also in 2029 (CR). From the 11 analyzed fields, all of them had better results on the CR management system, invaliding the thinning at the mentioned age. As an auxiliary tool, a kriging map for the AIV was developed using kriging method, which made it possible to visualize the productive and unproductive areas of the company. For all the 10 cores for the kriging analysis, there was representative special dependency for the AIV variable, and therefore the estimation can be used by forest managers. It was also determined that the minimum aiv that results in economic benefits for the thinning operation is 0,20 cubic meters per individual, and that any value below this point does not compensate the costs of this expensive operation.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. OBJETIVOS	8
a. Objetivo Geral	8
b. Objetivos Específicos	8
3. REVISÃO DE LITERATURA	9
4. MATERIAIS E MÉTODOS	10
4.1 Sobre a Empresa	10
4.2 Localização do Estudo	11
4.3 Coleta dos Dados	13
4.4 Criação da Base de Dados	14
4.4.1 Receita Bruta	14
4.4.2 Custo da Colheita	14
4.4.3 Impostos	15
4.4.4 Custo de Frete	15
4.4.5 Custo de Exaustão	16
4.4.6 Custo de Investimento	16
4.4.7 Margem	16
4.4.8 Margem unitária (R\$/m³)	16
4.4.8 Custo unitário (R\$/m³)	17
4.4.10 Preço médio (R\$/m³)	17
4.4.11 Correção Monetária	17
4.5 Análise dos Dados	18
4.5.1 Desbaste	18
4.5.2 Krigagem	19
5. RESULTADO E DISCUSSÕES	22
5.1 Desbaste	22
5.2 Krigagem	29
6. CONCLUSÕES	33
7. RECOMENDAÇÕES	35
8. ANÁLISE CRÍTICA DO DESENVOLVIMENTO DO TCC	36
REFERÊNCIAS	
ANEXOS	

1. INTRODUÇÃO

Diferente das culturas agrícolas, que requerem um curto período de tempo para que se obtenha o retorno financeiro, a atividade florestal, dependendo da finalidade da floresta, pode demorar cerca de 20 anos para seu corte raso. Isso significa um período muito grande para que se obtenha o retorno sobre o capital investido. Uma maneira de antecipar o retorno econômico, é através da realização de práticas de manejo, como os desbastes.

As práticas de manejo realizadas na floresta são capazes de “agregar valor à madeira, melhorando suas características, podendo ser empregadas visando a obtenção de multiprodutos das florestas” (KOHLENER, 2015). Isso significa dizer, que o desbaste não apenas representa um fluxo de caixa intermediário, mas também pode ser responsável pela qualidade da madeira que será colhida no final do ciclo do plantio. Segundo Dean e Baldwin (1993), citado por De Souza, R. (2016), os “desbastes podem aumentar a produção total do povoamento com a utilização de árvores que de outra forma morreriam”, buscando a otimização dos benefícios.

Analogamente, pode-se considerar que os desbastes “proporcionam maior produção de volume total, volume total para aglomerado, volume total para serraria e volume total para laminado, naquele regime de desbaste implementado mais cedo” (SANQUETTA, 2004).

Apesar dos benefícios gerados pelo desbaste, como antecipação das receitas, e melhoria nas condições da floresta, e conseqüentemente dos multiprodutos oriundos da mesma, as práticas de manejo nem sempre são economicamente viáveis. Segundo Shepherd (1986), citado por Sanquetta (2017) isso pode ser explicado pelo fato de que as operações de desbaste são “dispendiosas, e, portanto, a relação custo/benefício dessa operação deve ser cuidadosamente avaliada”, ou seja, a realização do desbaste, só deverá ocorrer quando houver uma compensação à uma perda financeira no final da rotação.

Visando se obter o máximo benefício das florestas, considerando os investimentos necessários, esse Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), objetiva a análise da viabilidade econômica do desbaste sistemático em plantio de *Pinus taeda*, analisando custos e receitas por talhão, e realizando simulações de manejo utilizando

o *software* SisPinus. Além de desenvolver mapas representativos de algumas características importantes para o planejamento das operações realizadas na empresa.

2. OBJETIVOS

a. Objetivo Geral

Analisar a viabilidade econômica de desbaste sistemático em plantio de *Pinus taeda*.

b. Objetivos Específicos

- Avaliar a margem obtida por talhão para o desbaste sistemático em 2018 e corte raso em 2029.
- Analisar o volume médio individual mínimo para que se obtenha margem positiva; e
- Desenvolver um mapa de krigagem para se conhecer o Volume Médio Individual da floresta.

3. REVISÃO DE LITERATURA

Os plantios de Pinus ocuparam em 2016 cerca de 1,6 milhões de hectares (20,4 % do total de florestas plantadas do Brasil), sendo que a maior concentração dessa espécie se deu nos estados do Paraná (42%) e Santa Catarina (34%), segundo o Relatório Anual do IBÁ de 2017.

A adoção do regime de desbaste deve levar em consideração questões técnicas e econômicas, visto que cada alternativa apresenta peculiaridades específicas (DAVID, 2016). O SISPINUS, consiste em um software para simulação do crescimento e da produção de povoamentos de Pinus, gerando tabelas de prognose da produção por classes de diâmetro, para árvores provenientes de desbastes e do corte final (OLIVEIRA, 1991).

O inventário florestal pode ser definido como uma atividade que faz uso dos fundamentos da teoria da amostragem para fins de determinação e estimação de uma dada característica, seja quantitativa ou qualitativa (ZONETE, 2009).

A geostatística tem como objetivo construir uma função interpolada que faça a ligação entre pontos conhecidos, estimando valores de uma variável em área interior aos pontos de amostragem disponíveis, permitindo representar em mapa, de forma contínua, o comportamento de variáveis amostradas pontualmente (ANDRIOTTI, 2003), citada por ZONETE, 2009.

Vários trabalhos mostram que existe dependência espacial para alguns atributos florestais tais como DAP, altura, volume, área basal, etc. (LUNDGREN, 2015). A krigagem é um método geoestatístico de interpolação que fornece estimativas não tendenciosas, ou seja, a diferença entre os valores que foram estimados em relação aos observados, no mesmo ponto, não deve ser nula; e com variâncias mínimas, significando que estes estimadores possuem a menor variância dentre todos os estimadores não tendenciosos (DRUCK et. al., 2004) citado por LEAL, 2011.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Sobre a Empresa

Desde sua fundação, em 2005, a AMATA é responsável pela gestão de quatro diferentes atividades florestais, sendo elas: plantio de Paricá (*Schizolobium amazonicum*) no Pará; Manejo sustentável de baixo impacto na floresta Amazônica, com ciclo de exploração de 30 anos e limite máximo de 24,6 m³/há ao ano, em Rondônia; plantio de Eucalipto (*Eucalyptus urograndis*), no Mato Grosso do Sul; e plantio de Pinus (*Pinus taeda*), no Paraná.

O plantio de Pinus, o qual terá maior enfoque nesse trabalho, por ser a área de estudo do mesmo, foi adquirido no ano de 2013. A partir desse ano, as condições de trabalho e as práticas culturais nas áreas de plantio avançaram consideravelmente, quando comparado à períodos anteriores.

Com a chegada da AMATA na região, sendo ela uma empresa certificada pelo FSC, e possuindo também o Certificado B (visando o desenvolvimento social e ambiental como modelo de desenvolvimento), as condições das atividades dos trabalhadores florestais apresentaram contínua melhoria. Contudo, esse processo de melhoria e certificação representa um custo operacional superior ao encontrado antigamente, fato esse que vem sendo um desafio para os gestores da empresa superarem.

Esses fatores fazem com que o presente trabalho apresente desafios, pois com o aumento dos custos operacionais, a dificuldade operacional nas áreas, que são montanhosas, e a heterogeneidade das florestas, em idade, volume médio individual e outras características, tornam a atividade nem sempre viável economicamente.

A regional do Paraná conta com cerca de 150 funcionários, sendo aproximadamente 80 designados à silvicultura, 60 para a área de colheita, e aproximadamente 10 responsáveis administrativos. Vale destacar que a empresa busca priorizar a contratação de funcionários das 72 comunidades que são diretamente afetadas pela empresa na região. Com essa equipe, a empresa possui a capacidade de produzir cerca de 12.000 m³ por mês, contando com dois harvesters e 16 tratores guincho para a colheita florestal.

4.2 Localização da Área de Estudo

A sede da empresa no Paraná está localizada na cidade de Itaperuçu – Paraná (25°13'12"S; 49°20'52"W), cidade a aproximadamente 30 quilômetros de Curitiba, a uma altitude de 995 metros. Contudo, os projetos da AMATA estão distribuídos em 7 diferentes municípios do Paraná: Campo Largo, Itaperuçu, Rio Branco do Sul, Ponta Grossa, Cerro Azul, Palmeira e Castro (Figura 1). Para fins de estudo, os dados a seguir apresentados serão correspondentes à sede, ou seja, ao município de Itaperuçu. O solo da região pode ser classificado entre Cambissolo e Latossolo, mesma caracterização da região de Curitiba, conforme o mapa simplificado de solos do estado do Paraná (ANEXO 1).

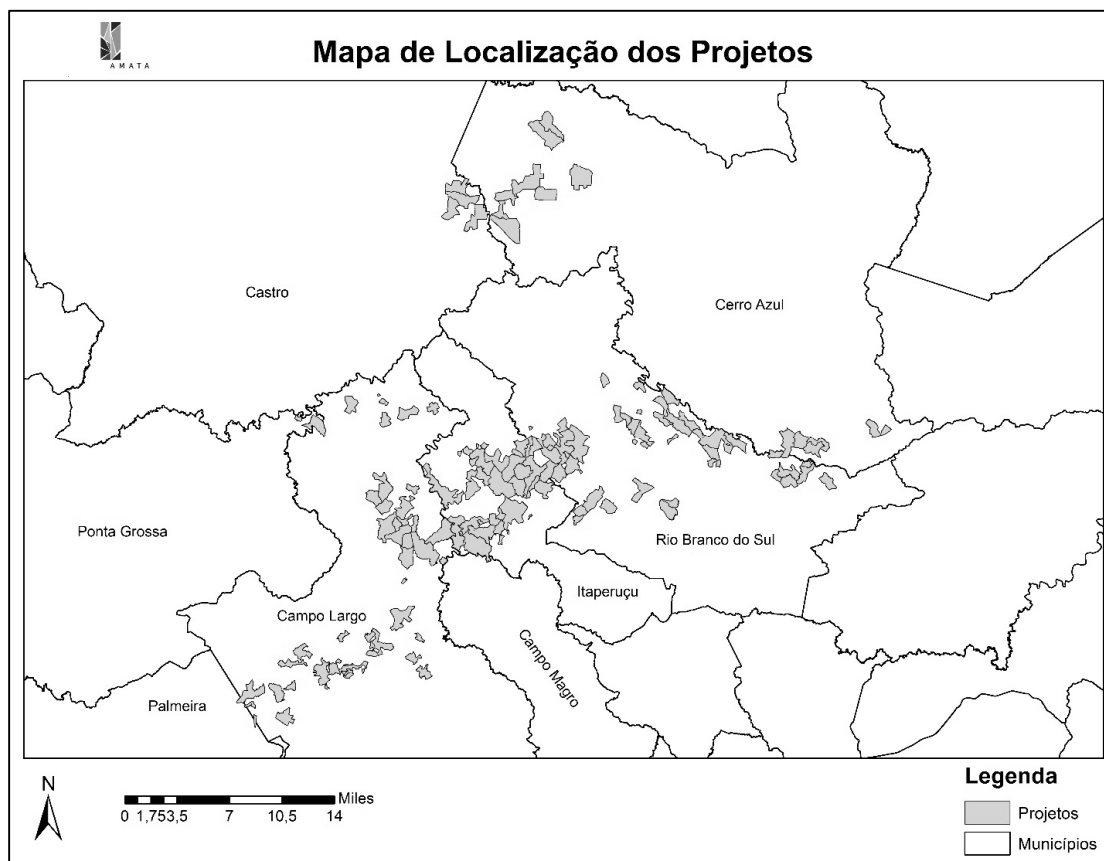


Figura 1: Mapa de localização dos projetos da empresa AMATA no Paraná.

Segundo IBGE, 2017, o município de Itaperuçu apresenta cerca de 24.000 habitantes (último censo em 2010), sendo a densidade demográfica de 76 km²/hab. O

instituto também afirma que o rendimento médio da população do município é de 1,9 salários mínimos e a taxa de escolarização para crianças de 6 a 14 anos é de 94.9%, resultando em um IDHM (Índice de Desenvolvimento Humano Municipal) de 0,637. As principais atividades econômicas da região são a agricultura, as indústrias de cimento e calcário, e o beneficiamento de madeira.

A área total do município é de 320,578 km², apresentando um módulo fiscal de 14 hectares (Instituto Ambiental do Paraná, 2017). Segundo Köppen, o clima da região é Cfb, com temperatura média de 16,9 °C, e chuvas distribuídas ao longo do ano. A pluviosidade média anual é de 1629 mm, sendo o mês de Agosto o mais seco. A seguir o climograma (Figura 2) do município:

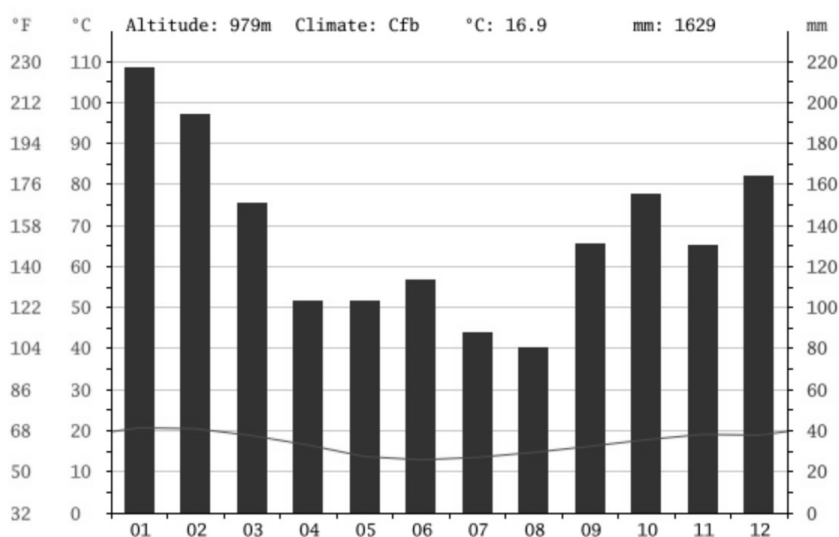


Figura 2: Climograma do município de Itaperuçu – PR. (Fonte: climate-data.org)

O município está localizado no bioma Mata Atlântica, sendo a principal fitogeografia da região a Floresta Ombrófila Mista, ou Floresta com Araucárias. Dos 26.287 mil hectares de domínio da AMATA, cerca da metade, cerca de 14 mil hectares, são destinados às áreas de efetivo plantio, e o restante para a preservação da mata nativa, sendo respeitados as Áreas de Preservação Permanente (APPs) e as Reservas Legais (RL).

4.3 Coleta dos Dados

Os dados utilizados para a realização desse trabalho foram adquiridos do resultado do Inventário Pré Corte (IPC) realizado em 2017, cujo objetivo é avaliar as áreas que serão colhidas no ano de 2018 pela empresa.

O serviço foi terceirizado, e foram medidas mais de 500 parcelas distribuídas nas áreas da empresa, como mostra a Figura 3.

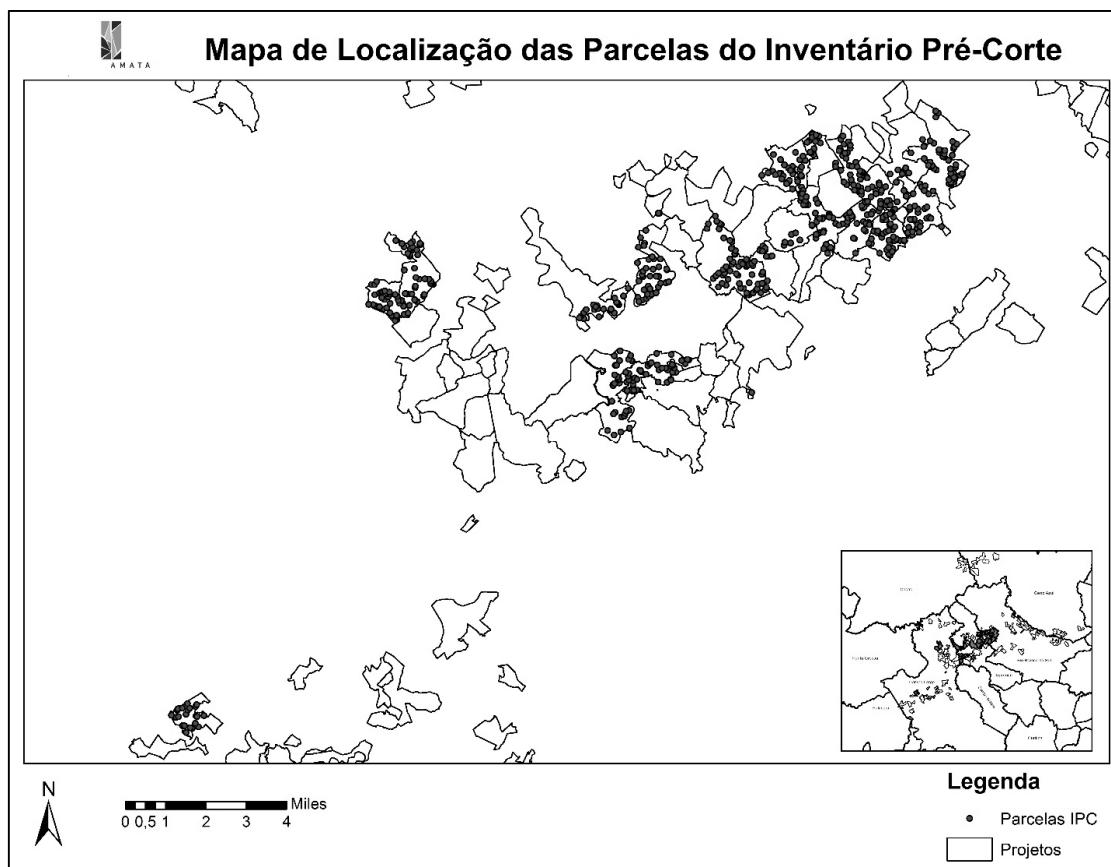


Figura 3: Mapa de localização das parcelas do inventário pré-corte 2017.

Devido à alta heterogeneidade das áreas e a necessidade de agrupar algumas áreas para fins estatísticos, o resultado do inventário foi entregue com base em estratos. Contudo, para a realização desse trabalho, foram utilizados os resultados a nível de talhão e de parcela.

As principais informações que foram utilizadas do resultado do IPC foram: número da parcela, coordenadas, idade (anos), número de árvores por hectare

(árv./ha), diâmetro a altura do peito médio (cm), altura média (m), altura dominante (m), volume médio individual ($m^3/\text{árv.}$), volume por sortimento (m^3/ha), volume total (m^3), e volume total comercial (m^3).

As variáveis de interesse para a geração dos custos e receitas, foram disponibilizados pela empresa, sendo as principais variáveis coletadas: receita por sortimento ($R\$/m^3$), custo da colheita ($R\$/\text{árvore}$), Impostos (PIS, COFINS, FUNRURAL), custo de exaustão ($R\$/m^3$), custo de frete ($R\$/m^3$) e custo de investimento em infraestrutura ($R\$/m^3$).

4.4 Criação da Base de Dados

Unindo as duas fontes de dados, resultado do IPC e a coleta de informações na empresa, foi possível calcular algumas variáveis econômicas para a realização da análise de viabilidade do desbaste sistemático. Esse tópico irá descrever cada variável.

4.4.1 Receita Bruta

A receita bruta, obtida em reais (R\$) por talhão foi obtida pela multiplicação do preço de venda por m^3 pelo volume de cada talhão, para cada sortimento (Quadro 1).

Quadro 1: Tabela de preços por sortimento, em R\$.

Preço por Sortimento ($R\$/m^3$)				
8-14 cm	14-18 cm	18-24 cm	24-35 cm	> 35 cm
81	62,86	101,38	116,88	145,76

4.4.2 Custo da Colheita

O custo da colheita foi disponibilizado pela empresa e é dado em reais por árvore ($R\$/\text{árv.}$). A conversão desse custo para m^3 se fez utilizando o VMI ($m^3/\text{árv}$) para cada talhão, ou parcela, ou seja, conhecendo o custo por árvore e o vmi para cada talhão ou parcela, podemos chegar a um custo por m^3 mais detalhado. O custo da

colheita em 2017 apresentou uma média de R\$ 54.000,00 por mês. Considerando uma produção média de 12.000 m³/mês, ou aproximadamente 39.000 árvores/mês, temos um custo operacional de 55 R\$/m³ e 11,89 R\$/árv.

O custo por árvore foi obtido por meio da média ponderada dos diferentes custos, classificados em 4 dificuldades de colheita, considerando a frequência de parcelas em cada dificuldade. As dificuldades foram determinadas pelo microplanejamento realizado na empresa para alguns talhões. Fatores como declividade, acesso de estradas e espaço para processamento das toras foram considerados nessa classificação. Conforme o rendimento do maquinário, o custo da colheita pode variar, e esse fator foi considerado no preço médio por árvore, sendo os custos por árvore, para cada dificuldade, exibidos no Quadro 2:

Quadro 2: Custo operacional da colheita por árvore (R\$/árv).

Custo Colheita (R\$/árv.)				
Fácil	Moderado	Difícil	Paraná	Média Ponderada
10.19	11.46	12.65	14.11	11.89

4.4.3 Impostos

Para a atividade realizada pela empresa, são incididos três impostos sobre a receita bruta, sendo eles: PIS (1,65%); COFINS (7,6%); e FUNRURAL (2,85%). Contudo, vale ressaltar que para o ano de 2017, a empresa esteve isenta do FUNRURAL, resultando a uma taxa de imposto de 9,25% sobre a receita bruta.

4.4.4 Custo de Frete

O custo do frete correspondeu ao preço adicionado para o sortimento 8 – 14 cm, sendo que esse é o único produto no qual há gasto com essa atividade. Para os outros sortimentos, o custo de frete é responsabilidade dos clientes, não havendo nenhuma despesa por conta da empresa.

O custo do frete foi obtido multiplicando o custo por metro estéreo (R\$/st.) pelo fator de conversão utilizado pela empresa, atualmente de 0,72. Isso resulta em um

custo de transporte de R\$ 12,20 por metro cúbico.

4.4.5 Custo de Exaustão

O custo de exaustão, podendo ser descrito como o custo de aquisição e formação da floresta, foi disponibilizado pela empresa. Não foram descritos detalhes da formação desse custo, mas obteve-se um valor único para esta variável, o qual é de 10,25 reais por m³.

4.4.6 Custo de Investimento

Devido à falta de infraestrutura das áreas adquiridas pela empresa, há a necessidade de se investir em estradas para que o fluxo de madeira seja contínuo ao longo do ano. Para esse fim, foi estimado um custo de R\$ 7,00 por metro cúbico para o investimento em estradas e infraestrutura, dado este também coletado na empresa.

4.4.7 Margem

A margem foi obtida por meio da subtração dos custos sobre a receita bruta para o desbaste em 2018 (Equação 1), desconsiderando práticas anteriores. Essa desconsideração ocorreu pela dificuldade em determinar qual sistema de manejo foi aplicado nas áreas anteriormente à aquisição pela empresa.

$$\text{Margem} = \sum \text{Receita} - \sum \text{Custos}$$

Equação 1

4.4.8 Margem unitária (R\$/m³)

A margem unitária (R\$/m³), foi obtida através da divisão da receita bruta do

talhão (R\$) pela produção volumétrica do mesmo (m³) (Equação 2):

$$\text{M.U.} = \frac{\text{Receita Bruta}}{\text{Volume Talhão}}$$

Equação 2

4.4.8 Custo unitário (R\$/m³)

Similarmente, o custo unitário (R\$/m³) foi obtido dividindo a somatória dos custos acima descritos pela produção volumétrica de cada talhão (Equação 3):

$$\text{C.U.} = \frac{\sum \text{Custos}}{\text{Volume Talhão}}$$

Equação 3

4.4.10 Preço médio (R\$/m³)

Seguindo o mesmo raciocínio acima, o preço médio (R\$/m³) foi obtido dividindo-se a receita bruta do talhão pelo volume produzido (m³) (Equação 4):

$$\text{Preço Médio} = \frac{\text{Receita Bruta}}{\text{Volume Talhão}}$$

Equação 4

4.4.11 Correção Monetária

Levando em consideração a diferença temporal das análises do desbaste para o corte raso, há a necessidade da correção dos valores. Para a realização desse desconto, os cálculos foram realizados com os valores presentes para as duas intervenções, porém trazendo os valores do corte raso para o presente, dividindo os respectivos valores de receita e custos (Equação 5):

$$VP = \frac{VF}{(1+i)^n}$$

Equação 5

Onde: VP = Valor Presente

VF = Valor Futuro

i = TMA (12%)

n = quantidade de anos

Os valores considerados para essa correção foram baseados no tempo até o corte raso, e também uma TMA de 12%. Como a análise avalia a diferença, ou razão, entre receitas e custos, e também busca tomar uma decisão a curto prazo, não há a necessidade de contabilizar a taxa de inflação.

4.5 Análise dos Dados

4.5.1 Desbaste

Os dados originados do IPC possibilitaram uma análise das variáveis acima descritas para se obter a margem (R\$) para cada talhão que será desbastado sistematicamente no ano de 2018. Com isso, foi possível determinar quais talhões terão a melhor margem, e quais talhões apresentarão margem negativa.

A continuidade da análise, para este trabalho, ocorreu para os talhões que apresentaram margem negativa, somando 11 talhões. Para essas áreas, foi utilizado o software SisPinustaeda para simular dois sistemas de manejo: corte raso em 12 anos a partir de 2017, contabilizando o desbaste sistemático que ocorrerá em 2018 (DB+CR); e corte raso daqui a 12 anos sem nenhum desbaste (CR).

As simulações realizadas nesse trabalho utilizaram as fórmulas fornecidas pela EMBRAPA (Equações 6 a 8), e já gravadas no *software*, sendo elas:

Sítio	$S \cdot \exp(-4.6433 \cdot (A^{-0.56} - 15^{-0.56}))$	Equação 6
Volume	$7.854E-5 \cdot D^2 \cdot 0.45 \cdot H$	Equação 7
Sortimento	$D \cdot (1.2102 \cdot X + 1.6931 \cdot X^2 - 4.5078 \cdot X^3 + 2.7125 \cdot X^4)$	Equação 8

Onde: A = idade (anos);
 D = diâmetro (cm);
 H = altura (m); e
 X = altura relativa.

4.5.2 Krigagem

A krigagem foi realizada utilizando a ferramenta “Geostatistical Analysis” do software ArcGIS 10.3. Para a análises, a área da empresa foi subdividida em 10 núcleos. Buscando diminuir a variância dos dados da variável VMI, a krigagem foi realizada separadamente para cada núcleo, e posteriormente unidas pela ferramenta “Mosaic To Raster” do programa, como mostra a Figura 4:

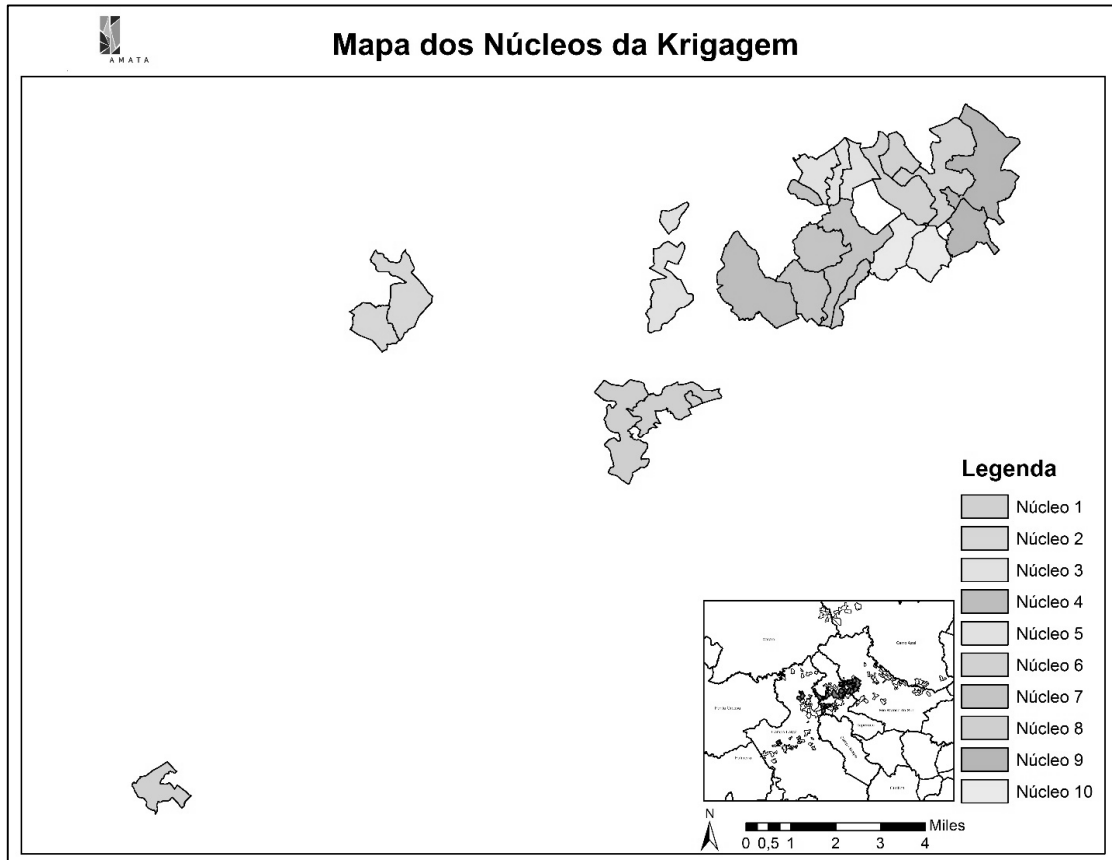


Figura 4: Mapa dos núcleos utilizados na krigagem.

A base de dados da krigagem foi realizada por meio de uma shapefile (camada), contendo quatro campos: ID; Coordenada X; Coordenada Y; e variável em questão (vmi).

Anteriormente à realização da krigagem propriamente dita, foram coletados os dados do Histograma, os quais serão apresentados mais adiante, possibilitando avaliar a dependência espacial, e conseqüentemente a viabilidade de se utilizar essa ferramenta geoestatística.

Para o desenvolvimento do mapa, buscou-se alterar o mínimo possível os parâmetros sugeridos pelo *software*, sendo que as únicas mudanças que ocorreram, foram para buscar o modelo que apresentasse o menor efeito pepita. Nessa análise também foi desconsiderada a anisotropia. A quantidade e tamanho dos lags, bem como a direção da tendência foram mantidas conforme sugestão do programa.

Após a realização da krigagem, a qual será descrita mais detalhadamente nos

seguintes tópicos, foi utilizada a ferramenta “Mosaic to New Raster” para unir os rasters e unificar a paleta de cores, facilitando a visualização dos dados. Com a realização dessa união, obteve-se 3 áreas, sendo elas: Taquara, Lavra e Brejal.

Essas áreas são correspondentes aos respectivos núcleos:

- Taquara: Núcleo 1;
- Lavra: Núcleo 2;
- Brejal: Nucleo 3 ao 10.

A dependência espacial foi calculada através da metodologia de Cambardella (1994), através do Efeito Pepita Relativo (EPR), a qual determina limites para a relação da dependência espacial entre os dados, conforme indicado a seguir:

Quadro 3: Classes de dependência espacial segundo Cambardella (1994).

EPR < 0,5	Forte Dependência Espacial
0,5 < EPR < 0,75	Média Dependência Espacial
EPR > 0,75	Fraca Dependência Espacial

Para o cálculo da EPR, basta dividir o efeito pepita pelo patamar (Equação 9):

$$\text{EPR} = \frac{\text{Efeito Pepita}}{\text{Patamar}}$$

Equação 9

5. RESULTADO E DISCUSSÃO

5.1 Desbaste

Observando os 81 talhões que foram inventariados no IPC, foi possível notar que 11 deles não apresentam viabilidade econômica para a realização do desbaste seletivo em 2018. A Tabela 1 mostra esses talhões onde a margem foi negativa:

Nome Talhão	Idade	Área	N (árv/há)	Vmi (m ³ /árv)	Volume por sortimento (m ³)					Receita Bruta (R\$)	Custo Total (R\$)	Margem (R\$)
					8-14	14-18	18-24	24-35	> 35			
BRE1301	7.6	6.3	607.0	0.17	87.4	101.4	335.2	125.0	0.0	R\$ 62,043.77	R\$ 63,262.22	-R\$ 1,218.46
BRE1302	8.6	13.9	807.5	0.19	429.6	508.7	932.5	247.4	0.0	R\$ 190,222.81	R\$ 192,963.29	-R\$ 2,740.48
BRE1304	8.6	9.9	979.5	0.18	397.5	419.8	790.5	94.1	0.0	R\$ 149,733.64	R\$ 163,506.67	-R\$ 13,773.03
BRE1305	6.6	10.8	975.0	0.11	310.9	300.5	470.6	100.2	0.0	R\$ 103,483.76	R\$ 158,639.83	-R\$ 55,156.07
BRE1801	9.7	20.5	1086.0	0.17	867.0	1098.7	1644.3	230.2	0.0	R\$ 332,899.26	R\$ 371,747.78	-R\$ 38,848.52
BRE2109	11.6	10.2	1784.0	0.20	1138.3	1138.6	1185.6	102.4	0.0	R\$ 295,944.54	R\$ 319,194.66	-R\$ 23,250.12
BRE4005	8.6	11.2	980.3	0.18	428.0	579.1	827.1	119.5	0.0	R\$ 168,891.21	R\$ 185,480.31	-R\$ 16,589.09
BRE4006	8.6	10.7	770.0	0.12	412.3	402.5	156.1	0.0	0.0	R\$ 74,522.13	R\$ 126,388.47	-R\$ 51,866.34
BRE4007	8.6	18.1	1355.5	0.17	832.6	877.8	1723.5	664.9	0.0	R\$ 375,058.12	R\$ 407,828.05	-R\$ 32,769.93
BRE4010	6.6	8.3	822.0	0.09	196.3	189.4	219.7	0.0	0.0	R\$ 50,078.48	R\$ 98,903.92	-R\$ 48,825.43
BRE4011	10.6	18.8	1272.0	0.19	1287.3	1416.8	1570.2	256.7	0.0	R\$ 382,526.92	R\$ 413,220.29	-R\$ 30,693.37
Média					580.7	639.4	895.9	176.4	0.0	R\$ 198,673.15	R\$ 227,375.95	-R\$ 28,702.81

Tabela 1: Informação sobre os talhões que apresentaram margem negativa.

A tabela acima nos mostra que para todos os 11 talhões não há nenhum volume para o sortimento de maior rentabilidade (> 35 cm), assim como, nos mostra que todos os talhões que apresentaram margem negativa, apresentaram também VMI menor de 0,20 m³/árv.

Buscando maximizar os benefícios da floresta para esse talhão, utilizou-se o SisPinustaeda para realizar simulações dos dois manejos descritos anteriormente (DB+CR e CR). As tabelas 2, 3 e 4 mostram, respectivamente, a produção volumétrica por sortimento para cada um dos 11 talhões, e as respectivas margens em cada manejo:

Manejo Corte Raso (CR)						
CR						
Talhão	8-14	14-18	18-24	24-35	> 35	Total
BRE1301	193.1	203.1	829.5	2106.7	450.8	3852.9
BRE1302	550.8	886.1	2267.3	3857.2	125.2	7887.0
BRE1304	506.4	651.1	2168.3	2199.0	0.0	5676.4
BRE1305	503.0	679.6	2484.6	2650.5	38.8	6553.5
BRE1801	1184.1	1556.2	5120.7	4259.7	10.2	12486.8
BRE2109	986.3	1692.2	3081.4	1194.4	0.0	7236.9
BRE4005	570.5	747.9	2663.8	2967.0	38.2	7181.6
BRE4006	372.4	703.2	1797.9	1630.4	3.2	4671.3
BRE4007	1466.7	1921.8	5511.5	5484.3	23.6	14837.6
BRE4010	314.9	354.9	1342.8	469.0	0.0	2589.8
BRE4011	1173.1	1974.6	4467.3	1944.6	0.0	9923.7
Média	711.0	1033.7	2885.0	2614.8	62.7	7536.1

Tabela 2: Prognose do volume do corte raso em 2029 no manejo CR.

A tabela acima é o resultado da simulação para o manejo CR em 2029. Nela é possível observar a inserção do sortimento > 35 cm além de um elevado volume de madeira nos sortimentos 18-24 e 24-35 cm, característica esse de grande importância, já que são os produtos mais valiosos ofertados pela empresa.

Manejo Desbaste + Corte Raso (DB+CR)						
DB						
Talhão	8-14	14-18	18-24	24-35	> 35	Total
BRE1301	87.4	101.4	335.2	125.0	0.0	648.97
BRE1302	429.6	508.7	932.5	247.4	0.0	2118.14
BRE1304	397.5	419.8	790.5	94.1	0.0	1702
BRE1305	310.9	300.5	470.6	100.2	0.0	1182.09
BRE1801	867.0	1098.7	1644.3	230.2	0.0	3840.22
BRE2109	1138.3	1138.6	1185.6	102.4	0.0	3564.98
BRE4005	428.0	579.1	827.1	119.5	0.0	1953.74
BRE4006	412.3	402.5	156.1	0.0	0.0	970.88
BRE4007	832.6	877.8	1723.5	664.9	0.0	4098.74
BRE4010	196.3	189.4	219.7	0.0	0.0	605.39
BRE4011	1287.3	1416.8	1570.2	256.7	0.0	4531.05
Média	580.7	639.4	895.9	176.4	0.0	2292.4

Tabela 3: Volume estimado para 2018 para o desbaste no manejo DB+CR.

Manejo Desbaste + Corte Raso (DB+CR)					
CR					
8-14	14-18	18-24	24-35	> 35	Total
73.4	106.6	290.9	1202.6	1007.0	2714.3
225.3	358.9	1154.5	2999.0	243.4	5092.5
186.3	338.9	966.2	1838.3	20.8	3440.8
221.9	358.6	1017.8	2317.7	67.9	4077.5
562.4	844.6	2235.2	3973.4	143.2	7953.0
529.4	694.6	2047.1	1276.0	0.0	4697.1
287.5	370.6	1032.0	2497.6	250.4	4534.7
178.2	173.9	727.7	1857.6	127.0	3118.8
616.4	1033.4	2668.7	4947.7	217.6	9734.0
116.6	171.6	679.7	457.3	0.0	1493.6
585.6	957.3	2284.3	1867.6	0.0	5882.5
Média	491.7	1373.1	2294.1	188.8	4794.4

Tabela 4: Prognose do volume do corte raso para 2029 no manejo DB+CR.

Para o manejo DB+CR tem-se um maior volume para o sortimento > 35 cm e uma redução significativa para o sortimento 8-14 cm. Esse fato comprova a teoria de que o desbaste, quando realizado adequadamente, pode melhorar a qualidade da madeira a longo prazo. Contudo, apesar de o volume de sortimentos melhores ser maior no manejo DB+CR, devemos analisar o custo operacional do desbaste, o que, no final da rotação, fará a diferença para se saber qual a melhor condução da floresta para cada talhão.

A Tabela 5, apresenta a margem para cada sistema de manejo considerado nesse trabalho (DB+CR e CR) ao final da rotação:

Talhão	Manejo DB+CR			Manejo CR	
	Margem DB	Margem CR	Margem Total	Margem CR	
BRE1301	-R\$ 1,218.46	R\$ 25,904.17	R\$ 24,685.71	R\$ 26,422.13	
BRE1302	-R\$ 2,740.48	R\$ 31,023.23	R\$ 28,282.74	R\$ 37,385.45	
BRE1304	-R\$ 13,773.03	R\$ 17,309.18	R\$ 3,536.15	R\$ 22,728.69	
BRE1305	-R\$ 55,156.07	R\$ 22,149.96	-R\$ 33,006.11	R\$ 27,815.56	
BRE1801	-R\$ 38,848.52	R\$ 38,742.30	-R\$ 106.22	R\$ 45,825.53	
BRE2109	-R\$ 23,250.12	R\$ 13,997.63	-R\$ 9,252.49	R\$ 10,636.54	
BRE4005	-R\$ 16,589.09	R\$ 26,265.40	R\$ 9,676.31	R\$ 30,993.43	
BRE4006	-R\$ 51,866.34	R\$ 19,265.96	-R\$ 32,600.38	R\$ 16,004.47	
BRE4007	-R\$ 32,769.93	R\$ 48,437.71	R\$ 15,667.77	R\$ 54,812.52	
BRE4010	-R\$ 48,825.43	R\$ 5,000.05	-R\$ 43,825.39	R\$ 6,336.84	
BRE4011	-R\$ 30,693.37	R\$ 18,331.93	-R\$ 12,361.45	R\$ 20,761.28	

Tabela 5: Comparação da margem estimada para os dois sistemas de manejo (DB+CR e CR).

Com isso, pode-se observar que para os 11 talhões em questão, a melhor opção de manejo é evitar a intervenção em 2018, e colher o volume no final da rotação, daqui 12 anos, pois a margem para o manejo CR é maior em todos os talhões estudados quando comparado ao manejo DB+CR. Isso pode ser explicado pelo elevado custo da colheita para o operação do desbaste, onde em alguns casos serão obtidas margens negativas de até R\$ 40.000,00.

Outra forma de comparar o custo operacional entre os dois manejos, é por meio da relação da soma dos custos pela soma das receitas, como é exibido na Quadro 4:

Relação Custo/Receita		
Talhão	DB+CR	CR
BRE1301	120%	132%
BRE1302	109%	122%
BRE1304	101%	119%
BRE1305	87%	120%
BRE1801	100%	117%
BRE2109	98%	107%
BRE4005	103%	120%
BRE4006	83%	116%
BRE4007	103%	117%
BRE4010	66%	112%
BRE4011	98%	110%

Quadro 4: Razão do custo sobre a receita.

Portanto, a tabela acima nos mostra que na maioria dos talhões no manejo DB+CR a relação custo/receita é inferior a 100%, o que significa dizer que custo operacional é maior que a receita, portanto, para esses talhões, sem dúvida, não é interessante a realização do desbaste sistemático.

Para os outros talhões, apesar de apresentarem margem positiva no final da rotação, todos apresentam, para o manejo DB+CR, relações de custo/receita inferiores ao manejo CR. Isso nos permite concluir, se quisermos reduzir o custo da produção em relação à receita obtida, devemos optar pelo manejo CR desses talhões.

Para a comparação dessa relação, faremos uma comparação com a diferença da margem para os dois sistemas e a margem obtida ao final do manejo DB+CR, para se conhecer qual a porcentagem de ganho para cada talhão quando comparado os dois sistemas, mostrado no Quadro 5.

Quadro 5: Percentual do excedente em relação ao manejo DB+CR.

CR - (DB+CR)			Excedente
Comparação			
BRE1301	R\$ 1,736.41		7%
BRE1302	R\$ 9,102.71		32%
BRE1304	R\$ 19,192.54		543%
BRE1305	R\$ 27,815.56		-
BRE1801	R\$ 45,825.53		-
BRE2109	R\$ 10,636.54		-
BRE4005	R\$ 21,317.12		220%
BRE4006	R\$ 16,004.47		-
BRE4007	R\$ 39,144.75		250%
BRE4010	R\$ 6,336.84		-
BRE4011	R\$ 20,761.28		-

Portanto, podemos observar, que em alguns casos, a diferença, ou seja, o acréscimo à margem quando realizado apenas o corte raso em 2029, pode chegar a 500%

O acréscimo na receita é exibido relativamente à margem do DB+CR, sendo que em todos os casos, houve aumentos significativos, podendo a margem ser até 200% maior no manejo CR.

Para compreender melhor a relação entre a margem de cada talhão, essa variável foi relacionada com o VMI, resultando no gráfico da Figura 5 a seguir:

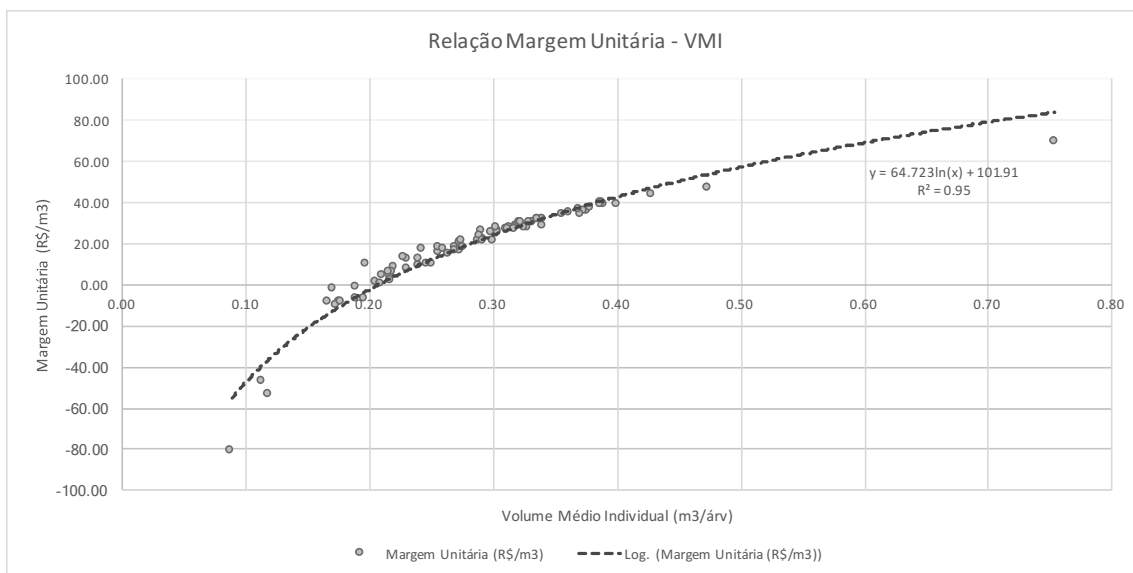


Figura 5: Relação entre margem unitária (R\$/m³) e o VMI (m³/árv).

Podemos observar que o vmi no qual a receita inicia a se tornar maior do que o custo operacional está próximo a 0,20 m³/árv. Isso ocorre pelo fato de o preço da madeira de baixo diâmetro, ou a madeira para processo (8-14 cm), não apresentar uma boa rentabilidade em função do elevado custo operacional, bem como o custo do frete e todos os outros mencionados acima (Figura 6).

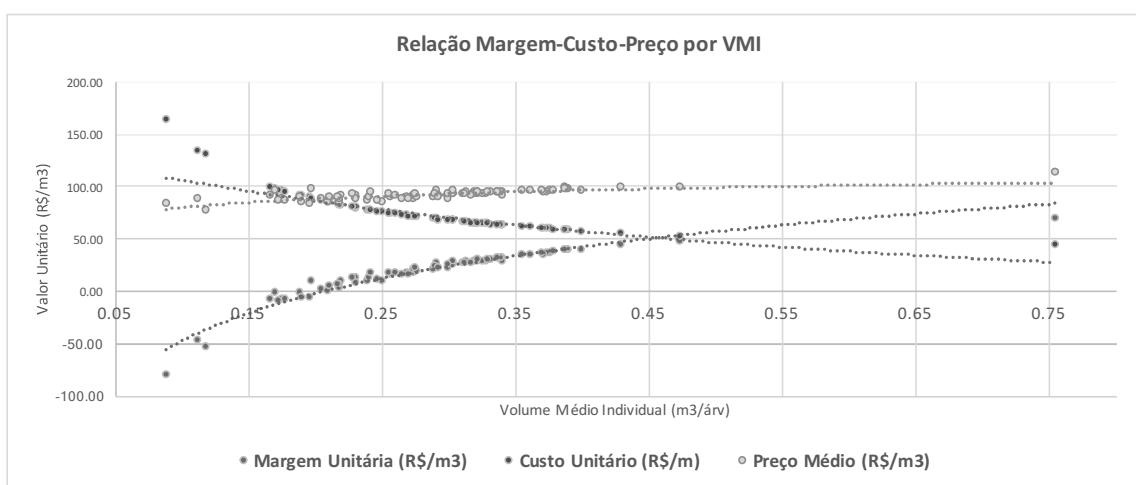


Figura 6: Relação margem unitária (R\$/m³), custo unitário (R\$/m³) e preço médio (R\$/m³) e o VMI (m³/árv).

No gráfico da Figura 6, podemos observar as tendências de variáveis: margem unitária (R\$/m³); Custo Unitário (R\$/m³); e Preço Unitário (R\$/m³). Tendo que a margem é a diferença entre o preço médio e o custo unitário, podemos observar que as duas linhas de tendência se cruzam a um vmi aproximado de 0,20 m³/árv., e que a estabilização do preço do produto ocorre a um vmi de aproximadamente 0,5 m³/árv, e que a relação entre margem e custo é inversamente proporcional.

Uma variável de mais fácil obtenção é o DAP (diâmetro à altura do peito). Por isso, para nortear mais visivelmente esse limite mínimo, tem-se que a média dos DAPs das parcelas que obtiveram receitas negativas foi de 19.8 cm, valor este resultado da média aritmética dos DAP médios do Inventário Pré-Corte. Portanto, árvores que apresentam DAP menores ou iguais a esse limite, tendem a representar margem negativa. Contudo, vale ressaltar a importância da altura para se avaliar o volume do indivíduo, variável essa que foi desconsiderada na obtenção desse DAP mínimo.

5.2 Krigagem

Reconhecendo a importância do vmi para se estimar a receita das áreas que serão desbastadas em 2018, e também para planejar rendimentos operacionais foi desenvolvido um mapa de krigagem do vmi para as áreas da empresa.

Observando o mapa da Figura 7 é possível identificar as áreas mais produtivas para 2018, bem como tomar conhecimento das áreas que irão apresentar rendimentos menores por possuírem indivíduos maiores.



Mapa de Krigagem para o VMI ($m^3/\acute{a}rv.$)

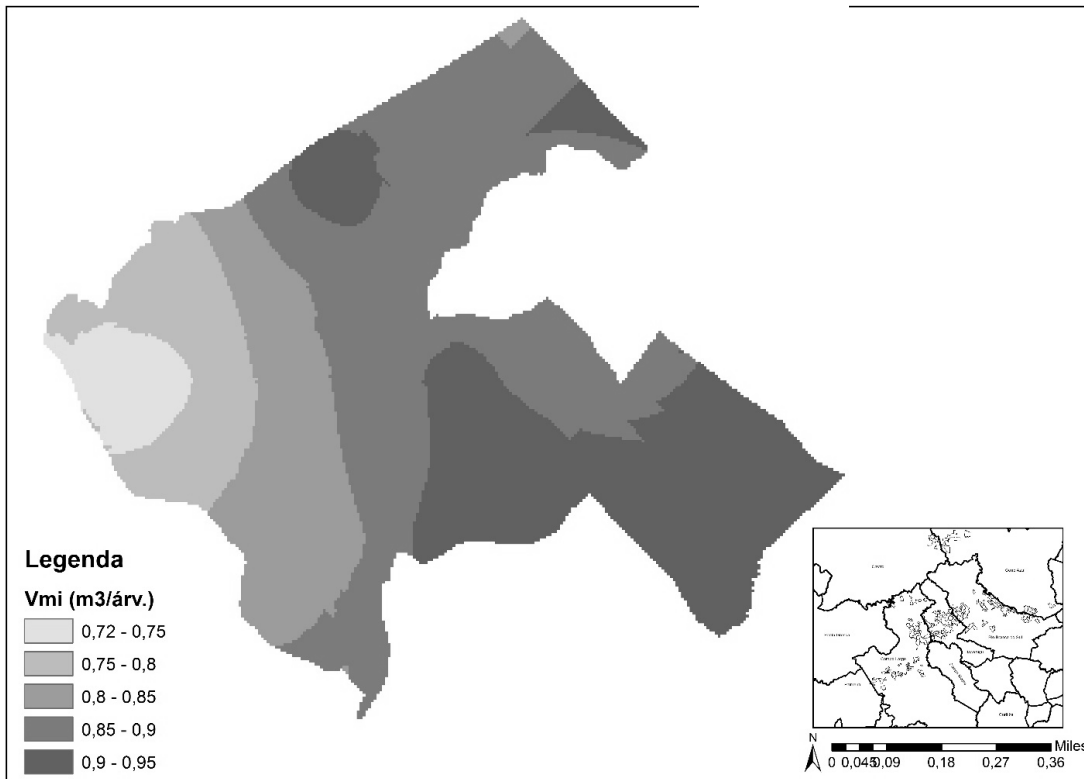


Figura 8: Mapa de krigagem para o VMI ($m^3/\acute{a}rv.$), para o melhor ativo florestal da empresa.

O fragmento Taquara (Figura 8), exibido acima, apresenta o melhor ativo da empresa com planejamento de intervenção em 2018. Para todas as diferentes regiões da krigagem, esse projeto apresentará margem positiva, porém com rendimentos menores das equipes, já que o vmi mínimo dessas áreas é de $0,72 m^3/\acute{a}rv.$, valor esse que não chega ao máximo das outras áreas. Por este motivo, ele foi exibido em um mapa individual.

Para que os mapas acima sejam representativos, ou seja, a krigagem seja validada, algumas premissas devem ser atingidas, principalmente nas variáveis de modelagem e dependência espacial, já que esse método apenas é válido quando há essa dependência.

Os resultados da krigagem para a variável VMI está relacionada na Tabela 7 e 8:

Núcleo	tde. Amostras	Min	Máx	Média	Desv. Pad.	Mediana	Assimetria	Curtose
1	73	0.12	0.48	0.27	0.10	0.29	0.33	1.74
2	22	0.64	1.05	0.84	0.10	0.85	-0.07	2.93
3	37	0.20	0.32	0.27	0.03	0.27	-0.32	2.44
4	60	0.12	0.44	0.31	0.06	0.31	-0.48	4.70
5	43	0.17	1.00	0.35	0.13	0.31	3.20	16.13
6	71	0.12	0.50	0.30	0.07	0.30	-0.21	3.58
7	61	0.14	0.47	0.30	0.07	0.31	-0.07	3.27
8	72	0.17	0.39	0.25	0.04	0.25	0.68	4.36
9	74	0.04	0.38	0.22	0.07	0.23	-0.54	2.73
10	58	0.20	0.47	0.32	0.06	0.32	0.26	2.84

Tabela 7: Resultado do histograma da krigagem.

VARIÓGRAMA			
Núcleo	Efeito Pepita	Contribuição	EPR
1	0.00000	0.00167	-
2	0.00483	0.00831	0.58
3	0.00014	0.00092	0.15
4	0.00024	0.00317	0.08
5	0.00000	0.02358	-
6	0.00134	0.00587	0.23
7	0.00094	0.00441	0.21
8	0.00000	0.00223	-
9	0.00000	0.00444	-
10	0.00000	0.00343	-

Tabela 8: Resultado do variograma da krigagem.

As tabelas acima apresentam os dados utilizados para a realização da krigagem para cada núcleo, e também os valores que determinam se há ou não correlação espacial para se realizar essa análise geoestatística.

Para que a krigagem seja realizada, deve-se buscar um efeito pepita próximo a 0, já que este corresponde à variância dos dados que não é explicado pela distribuição geográfica. Portanto, quando o efeito pepita é nulo, temos uma elevada dependência espacial. Contudo, quando esse valor é diferente de 0, há a necessidade de se avaliar se o mesmo apresenta essa dependência. Por isso realizou-se os cálculos do Efeito Pepita Relativo (EPR), que para quase todas os núcleos apresentou forte dependência espacial ($EPR < 0,5$), exceto o núcleo 2, que apresentou moderada dependência espacial ($0,5 < EPR < 0,75$).

Para a seleção do melhor modelo de krigagem, buscou-se encontrar o menor valor para o efeito pepita acima exibido, o qual resultou em valores que atenderam a premissas da krigagem, como mostra a Tabela 9 a seguir:

MODELOS						
Núcleo	Modelo	Média	Valor Quadrático Médio	Erro Padrão Médio	Média Padronizada	Valor Quadrático Médio Padronizado
1	Stable	0.000	0.043	0.038	0.010	1.097
2	Exponencial	-0.001	0.894	0.092	-0.009	0.968
3	Stable	0.000	0.025	0.025	-0.002	1.007
4	Exponencial	0.000	0.061	0.051	0.002	1.148
5	Stable	0.004	0.143	0.135	0.026	1.031
6	Exponencial	0.000	0.055	0.053	0.001	1.055
7	Exponencial	0.000	0.045	0.051	-0.003	0.918
8	Stable	0.000	0.035	0.036	0.012	0.973
9	Stable	-0.002	0.065	0.066	-0.033	0.961
10	Stable	-0.001	0.055	0.052	-0.011	1.037

Tabela 9: Resultado dos modelos da krigagem.

Para que o modelo seja aceito, temos que a Média deve ser próxima a 0; o Erro Padrão Médio seja próximo ao Valor Quadrático Médio; e que o Valor Quadrático Médio Padronizado seja próximo a 1.

Podemos observar, que para os 10 núcleos utilizados, todas as premissas da krigagem para se obter um modelo representativo foram alcançadas, garantindo a utilidade da estimativa do vmi para os planejadores e gestores florestais.

Para melhor visualizar os modelos adotados na krigagem, tem-se anexo a este trabalho os gráficos de resultado, fornecidos pelo próprio *software* ArcGIS (ANEXOS 2 a 11).

6. CONCLUSÕES

Portanto, levando em consideração o elevado custo operacional para o desbaste sistemático que será realizado em 2018 pela empresa, temos que para os talhões listados acima, a melhor opção de manejo é esperar para o corte raso em 2029, uma vez que assim será possível otimizar a margem dessas áreas. Pudemos também determinar um vmi mínimo (0,20 m³/árv.) que irá auxiliar na escolha das áreas futuras para desbaste, considerando as características regionais e operacionais da empresa.

Os mapas originados da krigagem irão auxiliar no planejamento de receitas e rendimentos, os quais são fatores importantíssimos para que os gestores atinjam seus objetivos, bem como identificar áreas de pior qualidade e também os melhores ativos

da empresa. Ou seja, os mapas deverão ser utilizados como ferramenta para o planejamento. Posteriormente, esses mapas poderão resultar em valores das áreas de cada classe de vmi para cada projeto, detalhando ainda mais as características dos projetos e contribuindo para o planejamento das operações florestais da empresa.

Para que haja um melhor aproveitamento dos recursos florestais oriundos do desbaste, recomenda-se melhorar as características da floresta, esperando vmi's maiores e que os custos da colheita seja reavaliados, buscando reduzir esses custos, para se obter uma margem positiva para todos os ativos da empresa.

7. RECOMENDAÇÕES

Recomenda-se avaliar os talhões que serão desbastados em 2018, bem como estudar qual é o melhor sistema de manejo para cada área da empresa, a fim de minimizar os custos e maximizar as receitas, garantido a sustentabilidade e a viabilidade das atividades realizadas pela empresa.

Recomenda-se também continuar o estudo de krigagem, buscando suavizar os mapas gerados por esse trabalho de conclusão de curso, podendo assim, quantificar as áreas de cada projeto por classe de vmi criadas. Isso permitirá planejar e prever de forma mais detalhada as melhores áreas que deverão ser colhidas e também garantir que as metas determinadas pelos gestores sejam alcançadas, considerando as características da floresta, e também os rendimentos das equipes.

8. ANÁLISE CRÍTICA DO DESENVOLVIMENTO DO TCC

A realização desse tcc permitiu ao estudante o conhecimento de valores e noções reais sobre a floresta na qual esse estudo foi desenvolvido. Essa informação é de grande importância para criar noções reais sobre o funcionamento de empresas do setor floresta, bem como as principais dificuldades encontradas por elas.

Permitiu também o aprendizado de novos termos técnicos e de novas ferramentas que podem ser utilizadas a favor do engenheiro florestal no mercado de trabalho. Nesse trabalho, essa ferramenta foi a krigagem, a qual permitiu conhecer melhor a utilidade da geoestatística como auxílio para o planejamento florestal.

REFERÊNCIAS

DAVID, Hassan Camil et al. Thinning and Site Quality Effects on the Height-diameter Relationship of *Pinus taeda*. **Floresta e Ambiente**, v. 23, n. 2, p. 220-228, 2016.

DE OLIVEIRA, Edilson Batista; DE OLIVEIRA, Yeda Maria Malheiros. SisPinus-Desenvolvimento e perspectivas. In: **Embrapa Florestas-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ECONOMIA E PLANEJAMENTO FLORESTAL, 2., 1991, Curitiba. Anais. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1992. v. 2. p. 347-360., 1991.

DE SOUZA RETSLAFF, Fabiane Aparecida et al. DIAGRAMA DE MANEJO DA DENSIDADE PARA *Pinus taeda* NO ESTADO DO PARANÁ. **FLORESTA**, v. 46, n. 2, p. 185-195, 2016.

IBÁ – Indústria Brasileira de Árvores. Relatório anual 2017. 2017. 30 p. Disponível em: <http://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA_RelatorioAnual2017.pdf> Acesso em: 10/11/2017.

KOHLER, Sintia Valerio et al. Evolução do sortimento em povoamentos de *Pinus taeda* nos estados do Paraná e Santa Catarina. **FLORESTA**, v. 45, n. 3, p. 545-554, 2015.

LEAL, Fabrício Assis et al. Mapeamento de unidades produtivas utilizando a interpolação geoespacial krigagem a partir do inventário florestal em um povoamento de *Eucalyptus urophylla* ST Blake. **Enciclopédia da Biosfera**, v. 7, n. 13, p. 727-745, 2011.

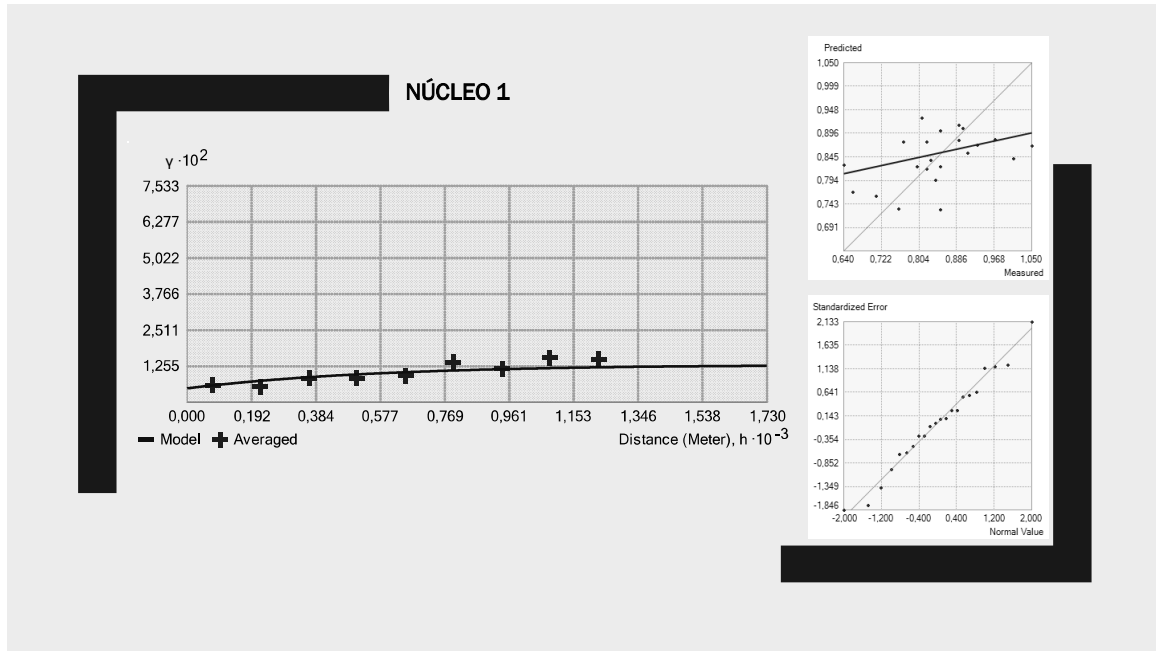
LUNDGREN, Wellington Jorge Cavalcanti; DA SILVA, José Antônio Aleixo; FERREIRA, Rinaldo Luiz Caraciolo. Estimação de volume de madeira de eucalipto por cokrigagem, krigagem e regressão. **Cerne**, v. 21, n. 2, p. 243-250, 2015.

SANQUETTA, Carlos Roberto et al. Produção de madeira para celulose em povoamentos de *Pinus taeda* submetidos a diferentes densidades de plantio e regimes de desbaste: abordagem experimental. **Cerne**, v. 10, n. 2, 2004.

SANQUETTA, Carlos R. et al. Renda bruta de múltiplos produtos de madeira em povoamentos de *Pinus taeda* submetidos a diferentes densidades de plantio e regimes de desbaste: abordagem experimental. **Revista Acadêmica: Ciência Animal**, v. 2, n. 4, p. 15-27, 2017.

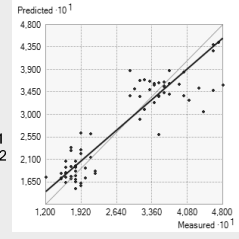
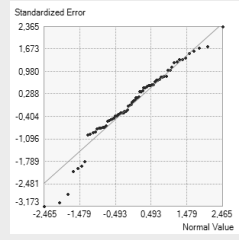
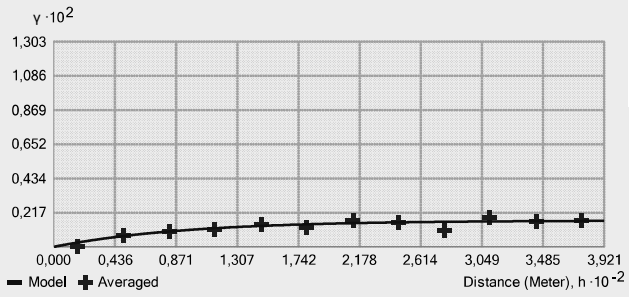
ZONETE, Maria Carolina Cunha. **Avaliação do uso de técnicas de interpolação para estimativa de volume em florestas clonais de *Eucalyptus sp.*** 2009. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

ANEXO 2 - RESULTADO DA KRIGAGEM PARA O NÚCLEO 1



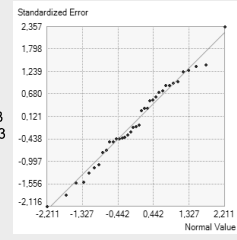
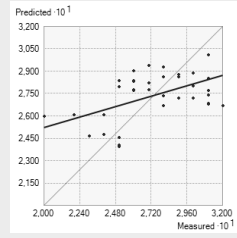
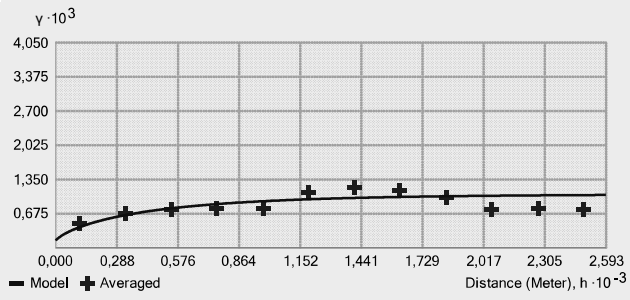
ANEXO 3 - RESULTADO DA KRIGAGEM PARA O NÚCLEO 2

NÚCLEO 2



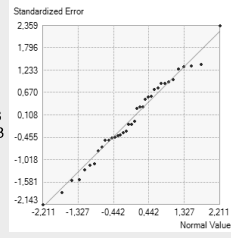
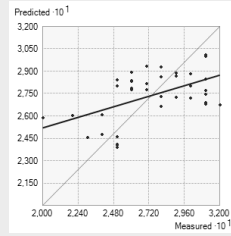
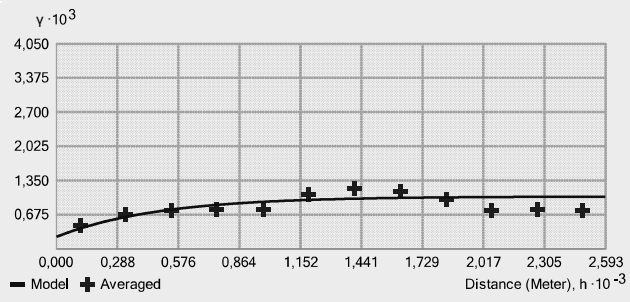
ANEXO 4 - RESULTADO DA KRIGAGEM PARA O NÚCLEO 3

NÚCLEO 3



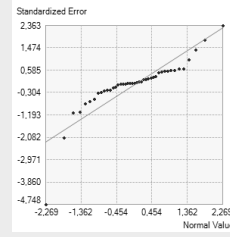
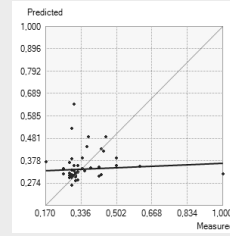
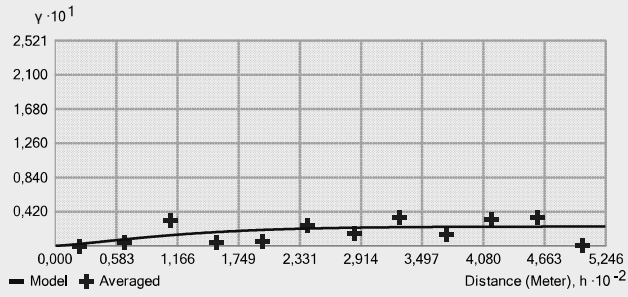
ANEXO 5 - RESULTADO DA KRIGAGEM PARA O NÚCLEO 4

NÚCLEO 4

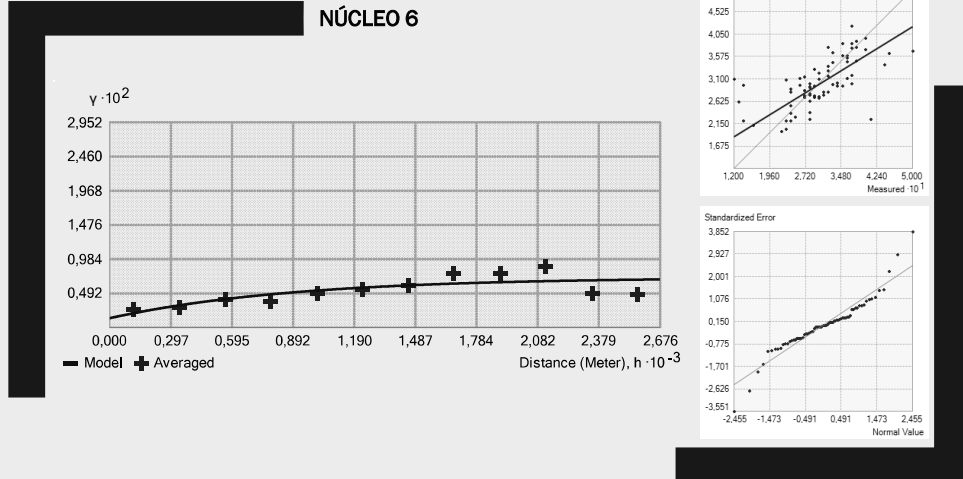


ANEXO 6 - RESULTADO DA KRIGAGEM PARA O NÚCLEO 5

NÚCLEO 5

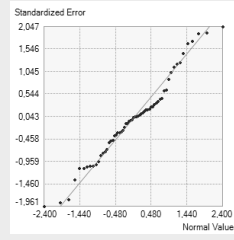
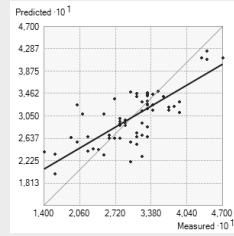
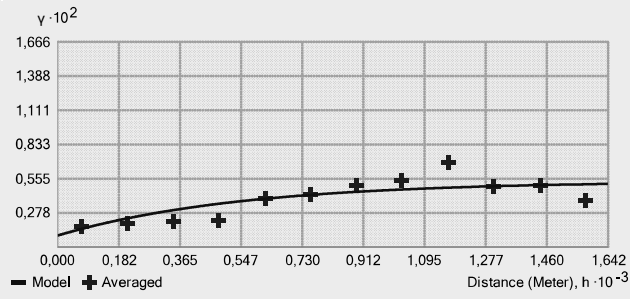


ANEXO 7 - RESULTADO DA KRIGAGEM PARA O NÚCLEO 6

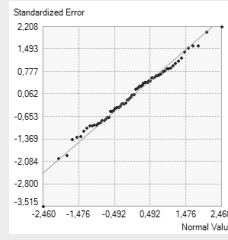
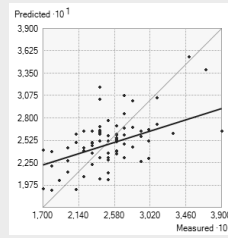
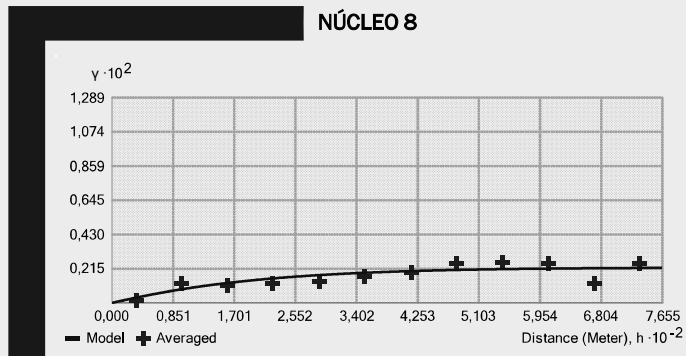


ANEXO 8 - RESULTADO DA KRIGAGEM PARA O NÚCLEO 7

NÚCLEO 7

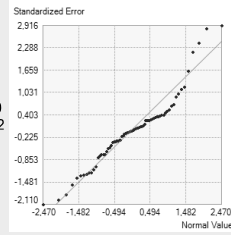
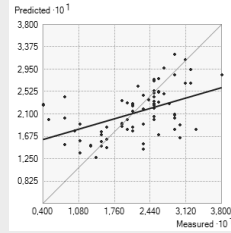
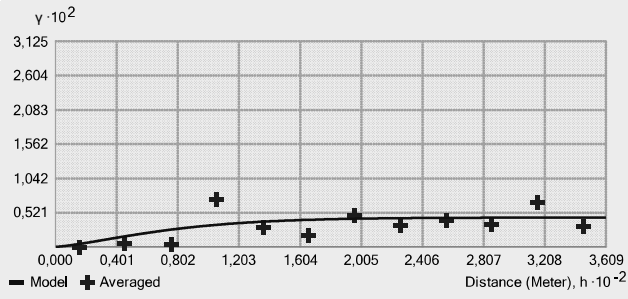


ANEXO 9 - RESULTADO DA KRIGAGEM PARA O NÚCLEO 8



ANEXO 10 - RESULTADO DA KRIGAGEM PARA O NÚCLEO 9

NÚCLEO 9



ANEXO 11 - RESULTADO DA KRIGAGEM PARA O NÚCLEO 10

NÚCLEO 10

