

MOZART GONÇALVES

**AVALIAÇÃO DE INVESTIMENTO EM REFLORESTAMENTO DE *PINUS*
SOB CONDIÇÕES DE INCERTEZA**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre em Ciência, Curso de Pós-Graduação em Métodos Numéricos em Engenharia, Setor de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Alceu Souza

Co-orientador: Prof. Dr. Celso Carnieri

CURITIBA

JUNHO 2004

TERMO DE APROVAÇÃO
MOZART GONÇALVES

**AVALIAÇÃO DE INVESTIMENTO EM REFLORESTAMENTO DE *PINUS* SOB CONDIÇÕES DE
INCERTEZA**

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciências, M.Sc. - Área de concentração: Programação Matemática - Programa de Pós-Graduação em Métodos Numéricos em Engenharia da Universidade Federal do Paraná, pela banca examinadora formada pelos professores:

Orientador: Prof. Dr. Alceu Souza
Departamento de Matemática - UFPR

Co-orientador: Prof. Dr. Celso Carnieri
Departamento de Matemática - UFPR

Prof. Dr. Julio Eduardo Arce
Departamento de Engenharia Florestal - UFPR

Curitiba, 24 de junho de 2004.

AGRADECIMENTOS

A alegria da realização deve ser partilhada; por isso, divido essa alegria agora com todos os que de alguma forma fizeram parte deste acontecimento.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Alceu Souza, a quem aprendi a admirar pelo seu conhecimento e pela sua agradável companhia que a cada reunião foi sempre um motivo de estímulo na realização deste trabalho.

Ao professor Dr. Celso Carnieri, co-orientador deste trabalho, que com suas sugestões auxiliou na definição dos caminhos a serem percorridos.

Ao professor Dr. Julio Eduardo Arce, pelas contribuições que permitiram aperfeiçoar a apresentação deste trabalho.

Ao meu amigo William John Pereira Brobouski, que foi um grande parceiro na busca de dados pelas bibliotecas.

À minha família que é na verdade a fonte das coisas boas que sempre acontecem na minha vida.

Agradeço, com todo o meu amor, àqueles que são mais que uma esposa e um filho, são o ar que eu respiro e a vida que me torna vivo, por quem eu acordo e durmo todos os dias, minha esposa Suzana e meu filho Israel, a maior fonte de estímulo para qualquer realização, eu amo vocês.

Finalmente, agradeço a Deus por todas estas pessoas existirem na minha vida.

SUMÁRIO

| | |
|---|-------------|
| LISTA DE TABELAS | vii |
| LISTA DE FIGURAS..... | vii |
| LISTA DE ANEXOS | viii |
| RESUMO..... | x |
| ABSTRACT..... | xi |
| 1 INTRODUÇÃO..... | 1 |
| 1.1 IMPORTÂNCIA DO TRABALHO | 2 |
| 1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO..... | 2 |
| 1.3 LIMITAÇÕES..... | 3 |
| 1.4 METODOLOGIA DE PESQUISA | 3 |
| 1.5 OBJETIVO DO TRABALHO | 4 |
| 2 REVISÃO DE LITERATURA..... | 5 |
| 3 A DEMANDA DE MADEIRA NO BRASIL | 10 |
| 4 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA | 14 |
| 4.1 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA | 15 |
| 5 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE INVESTIMENTO | 20 |
| 5.1 MÉTODO TRADICIONAL..... | 20 |
| 5.1.1 Fluxo de caixa descontado | 20 |
| 5.1.2 VPL determinístico..... | 22 |
| 5.2 MÉTODO MULTIÍNDICE..... | 25 |
| 5.2.1 Indicadores de ganho..... | 26 |
| 5.2.1.1 Valor presente líquido anualizado (VPLa)..... | 26 |
| 5.2.1.2 Índice Benefício Custo (IBC)..... | 27 |
| 5.2.1.3 Retorno sobre o investimento (ROIA) | 27 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 5.2.2 | Indicadores de risco..... | 28 |
| 5.2.2.1 | Taxa interna de retorno (TIR)..... | 28 |
| 5.2.2.2 | Período de recuperação do investimento (<i>PAY-BACK</i>)..... | 30 |
| 6 | VOLUMES DETERMINÍSTICOS COM USO DO SISPINUS..... | 34 |
| 7 | MODELO MATEMÁTICO | 39 |
| 7.1 | SIMULAÇÃO DO VOLUME COM A DISTRIBUIÇÃO UNIFORME..... | 40 |
| 7.1.1 | Geração de números aleatórios para distribuição uniforme | 40 |
| 7.1.2 | Variação dos volumes utilizando a distribuição uniforme | 43 |
| 7.1.3 | Volumes com a distribuição uniforme | 50 |
| 7.2 | SIMULAÇÃO DO VOLUME COM DISTRIBUIÇÃO NORMAL..... | 52 |
| 7.2.1 | Geração de números aleatórios para a distribuição normal..... | 52 |
| 7.2.2 | Variação dos volumes utilizando a distribuição normal | 54 |
| 7.2.3 | Volumes com a distribuição normal..... | 58 |
| 7.3 | VOLUME DETERMINÍSTICO E COMPARAÇÕES..... | 60 |
| 7.4 | DETERMINAÇÃO DAS VARIAÇÕES DE PREÇO..... | 62 |
| 7.5 | ANÁLISE DO INVESTIMENTO NA FLORESTA DE <i>PINUS</i> | 63 |
| 7.5.1 | Método multiíndice sem variabilidade | 63 |
| 7.5.2 | Método multiíndice com variabilidade para a distribuição uniforme | 66 |
| 7.5.3 | Método multiíndice com variabilidade para a distribuição normal..... | 69 |
| 7.6 | ANÁLISE DOS RESULTADOS DA DISTRIBUIÇÃO UNIFORME | 70 |
| 7.6.1 | Valor presente líquido - VPL | 71 |
| 7.6.2 | Valor presente líquido anualizado - VPLa | 71 |
| 7.6.3 | Índice benefício custo - IBC..... | 71 |
| 7.6.4 | Retorno sobre o investimento - ROIA..... | 72 |
| 7.6.5 | Taxa interna de retorno - TIR..... | 72 |
| 7.7 | ANÁLISE DOS RESULTADOS DA DISTRIBUIÇÃO NORMAL..... | 72 |
| 7.7.1 | Valor presente líquido - VPL | 72 |
| 7.7.2 | Valor presente líquido anualizado - VPLa | 73 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 7.7.3 | Índice benefício custo - IBC..... | 73 |
| 7.7.4 | Retorno sobre o investimento - ROIA..... | 73 |
| 7.7.5 | Taxa interna de retorno - TIR..... | 74 |
| 7.8 | INDICADORES DETERMINÍSTICOS | 74 |
| 7.8.1 | Valor presente líquido - VPL | 74 |
| 7.8.2 | Valor presente líquido anualizado - VPLa | 74 |
| 7.8.3 | Índice benefício custo - IBC..... | 75 |
| 7.8.4 | Retorno sobre o investimento - ROIA..... | 75 |
| 7.8.5 | Taxa interna de retorno - TIR..... | 75 |
| 7.9 | RESUMO DOS RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES | 76 |
| 7.9.1 | Resumo para a distribuição uniforme..... | 76 |
| 7.9.2 | Resumo para a distribuição normal | 78 |
| 7.9.3 | Resumo dos indicadores com o método multiíndice sem variabilidade | 80 |
| 7.9.4 | Considerações..... | 80 |
| 8 | CONCLUSÃO E SUGESTÕES | 83 |
| | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 85 |
| | ANEXOS..... | 86 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|----|
| QUADRO 1 – IMPORTAÇÕES DA ARGENTINA | 11 |
| QUADRO 2 – RESUMO DE INDICADORES PARA SIMULAÇÃO COM DISTRIBUIÇÃO UNIFORME..... | 76 |
| QUADRO 3 – DISTRIBUIÇÃO DE FREQUÊNCIAS PARA OS VPL'S COM SIMULAÇÃO UNIFORME..... | 76 |
| QUADRO 4 – PROBABILIDADES ASSOCIADAS ÀS VARIAÇÕES DE VPL DA SIMULAÇÃO UNIFORME | 78 |
| QUADRO 5 – RESUMO DE INDICADORES PARA SIMULAÇÃO COM DISTRIBUIÇÃO NORMAL | 78 |
| QUADRO 6 – DISTRIBUIÇÃO DE FREQUÊNCIAS PARA O VPL COM DISTRIBUIÇÃO NORMAL | 79 |
| QUADRO 7 – PROBABILIDADES ASSOCIADAS ÀS VARIAÇÕES DE VPL DA SIMULAÇÃO NORMAL..... | 80 |
| QUADRO 8 – PROBABILIDADE DO PROJETO APRESENTAR PREJUÍZO | 80 |
| QUADRO 9 – MÉTODO MULTIÍNDICE SEM OSCILAÇÕES NO VOLUME DA MADEIRA | 80 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| TABELA 1 – DADOS DO PROBLEMA E REGIME DE MANEJO | 16 |
| TABELA 2 – CÁLCULO DA RECEITA PARA CADA USO DA MADEIRA | 17 |
| TABELA 3 – GENERALIZAÇÃO DA FÓRMULA QUE FORNECE O VALOR FUTURO DE UM INVESTIMENTO..... | 23 |
| TABELA 4 – CÁLCULO DO VPL DO PROJETO A..... | 25 |
| TABELA 5 – <i>PAY-BACK</i> | 31 |
| TABELA 6 – ÍNDICES FINANCEIROS DO PROJETO A..... | 33 |
| TABELA 7 – VOLUMES OBTIDOS COM O <i>SOFTWARE</i> SISPINUS..... | 43 |
| TABELA 8 – VOLUMES DE CORTE PARA CADA UM DOS USOS DA MADEIRA | 64 |
| TABELA 9 – FLUXO E INDICADORES FINANCEIROS..... | 65 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| FIGURA 1 – ESQUEMATIZAÇÃO DA METODOLOGIA PASSO A PASSO..... | 14 |
| FIGURA 2 – DISTRIBUIÇÃO UNIFORME E NORMAL..... | 17 |
| FIGURA 3 – FLUXO DE CAIXA | 21 |
| FIGURA 4 – FLUXO DE CAIXA DO PROJETO A..... | 24 |
| FIGURA 5 – VALOR PRESENTE LÍQUIDO ANUALIZADO | 26 |
| FIGURA 6 – ESQUEMA PARA O CÁLCULO DO ROIA | 28 |
| FIGURA 7 – VPL'S E TIR COMO PARÂMETRO DE RISCO | 29 |
| FIGURA 8 – FLUXO DE BENEFÍCIOS DO PROJETO A | 30 |
| FIGURA 9 – RECUPERAÇÃO DO CAPITAL INVESTIDO | 32 |
| FIGURA 10 – RECUPERAÇÃO DO CAPITAL ENTRE OS ANOS 5 E 6..... | 32 |
| FIGURA 11 – TELA INICIAL DO <i>SOFTWARE</i> DE PROGNÓSE DE VOLUME SISPINUS..... | 34 |
| FIGURA 12 – RESUMO INICIAL COM AS OPÇÕES DE CORTE | 35 |
| FIGURA 13 – TABELA DE PRODUÇÃO GERADA NO SISPINUS..... | 35 |
| FIGURA 14 – OPÇÃO DE DESBASTE | 36 |
| FIGURA 15 – LANÇAMENTO DAS ÁRVORES RESIDUAIS PARA O ANO 8..... | 36 |
| FIGURA 16 – VOLUME DESBASTADO NO ANO 8..... | 37 |
| FIGURA 17 – VOLUME DESBASTADO NO ANO 12..... | 37 |

| | |
|--|----|
| FIGURA 18 – VOLUME DESBASTADO NO ANO 16..... | 38 |
| FIGURA 19 – CORTE RASO ANO 20..... | 38 |
| FIGURA 20 – VARIABILIDADE DE VOLUME A SER OBSERVADA COM O MODELO..... | 39 |
| FIGURA 21 – 1º PASSO PARA GERAR VARIÁVEIS ALEATÓRIAS COM DISTRIBUIÇÃO UNIFORME..... | 41 |
| FIGURA 22 – 2º PASSO PARA GERAR UMA DISTRIBUIÇÃO UNIFORME..... | 41 |
| FIGURA 23 – 3º PASSO PARA GERAR UMA DISTRIBUIÇÃO UNIFORME..... | 42 |
| FIGURA 24 – DADOS GERADOS COM A DISTRIBUIÇÃO UNIFORME..... | 42 |
| FIGURA 25 – VOLUMES GERADOS COM A DISTRIBUIÇÃO UNIFORME NO ANO 8..... | 44 |
| FIGURA 26 – VOLUMES GERADOS COM A DISTRIBUIÇÃO UNIFORME NO ANO 8 E 12..... | 47 |
| FIGURA 27 – VOLUMES SIMULADOS COM A DISTRIBUIÇÃO UNIFORME NOS ANOS 12, 16 E 20..... | 49 |
| FIGURA 28 – VOLUMES MÁXIMOS E CORTE OBTIDOS COM A DISTRIBUIÇÃO UNIFORME..... | 50 |
| FIGURA 29 – VOLUMES MÍNIMOS E CORTE OBTIDOS COM A DISTRIBUIÇÃO UNIFORME..... | 51 |
| FIGURA 30 – VARIAÇÕES DE VOLUME COM A DISTRIBUIÇÃO UNIFORME..... | 51 |
| FIGURA 31 – 1º PASSO PARA GERAR VARIÁVEIS ALEATÓRIAS COM DISTRIBUIÇÃO NORMAL..... | 52 |
| FIGURA 32 – 2º PASSO PARA GERAR UMA DISTRIBUIÇÃO NORMAL..... | 53 |
| FIGURA 33 – 3º PASSO PARA GERAR UMA DISTRIBUIÇÃO NORMAL..... | 53 |
| FIGURA 34 – VARIÁVEIS ALEATÓRIAS GERADAS COM A DISTRIBUIÇÃO NORMAL..... | 54 |
| FIGURA 35 – VOLUMES SIMULADOS COM A DISTRIB. NORMAL PARA O ANO 8..... | 55 |
| FIGURA 36 – VOLUMES GERADOS COM A DISTRIBUIÇÃO NORMAL PARA O ANO 12..... | 56 |
| FIGURA 37 – VOLUMES SIMULADOS COM A DISTRIBUIÇÃO NORMAL PARA OS ANOS 16 E 20..... | 57 |
| FIGURA 38 – VOLUMES MÁXIMOS E CORTE PARA A DISTRIBUIÇÃO NORMAL..... | 59 |
| FIGURA 39 – VOLUMES MÍNIMOS E CORTE COM A DISTRIBUIÇÃO NORMAL..... | |
| FIGURA 40 – VARIAÇÃO DE VOLUME COM A DISTRIBUIÇÃO NORMAL..... | 60 |
| FIGURA 41 – VOLUMES DETERMINÍSTICOS E CORTE OBTIDOS DO SISPINUS..... | 61 |
| FIGURA 42 – COMPARAÇÃO DA VARIABILIDADE DOS VOLUMES SIMULADOS..... | 61 |
| FIGURA 43 – RESULTADOS DOS VOLUMES SIMULADOS..... | 62 |
| FIGURA 44 – PREVISÃO DE PREÇOS PARA OS ANOS DE CORTE PREVISTOS..... | 63 |
| FIGURA 45 – VOLUMES DE CORTES DETERMINÍSTICOS EM METROS CÚBICOS..... | 64 |
| FIGURA 46 – FLUXO DE BENEFÍCIOS PREVISTO EM REAIS..... | 65 |
| FIGURA 47 – SIMULAÇÃO DOS FLUXOS DE CAIXA E VP'S COM A DISTRIBUIÇÃO UNIFORME..... | 67 |
| FIGURA 48 – INDICADORES DE GANHO E RISCO OBTIDOS COM A DISTRIBUIÇÃO UNIFORME..... | 67 |
| FIGURA 49 – FLUXO DE CAIXA E DE VP'S PARA A DISTRIBUIÇÃO NORMAL..... | 69 |
| FIGURA 50 – HISTOGRAMA PARA A SIMULAÇÃO UNIFORME..... | 77 |
| FIGURA 51 – COMPORTAMENTO NORMAL DOS VPL'S OBTIDOS COM A SIMULAÇÃO UNIFORME..... | 78 |
| FIGURA 52 – HISTOGRAMA PARA A SIMULAÇÃO NORMAL..... | 79 |

LISTA DE ANEXOS

| | |
|---|----|
| ANEXO 1 – VARIÁVEIS ALEATÓRIAS GERADAS COM A DISTRIBUIÇÃO UNIFORME..... | 82 |
| ANEXO 2 – VOLUMES SIMULADOS COM A DISTRIBUIÇÃO UNIFORME..... | 86 |
| ANEXO 3 – VARIÁVEIS ALEATÓRIAS GERADAS COM A DISTRIBUIÇÃO NORMAL..... | 88 |
| ANEXO 4 – VOLUMES SIMULADOS COM A DISTRIBUIÇÃO NORMAL..... | 92 |

| | |
|---|----|
| ANEXO 5 – FLUXOS DE CAIXA SIMULADOS COM A DISTRIBUIÇÃO UNIFORME E A DISTRIBUIÇÃO DE VPL'S OBTIDA | 94 |
| ANEXO 6 – FLUXOS DE CAIXA SIMULADOS COM A DISTRIBUIÇÃO NORMAL E A DISTRIBUIÇÃO DE VPL'S OBTIDA | 96 |

RESUMO

Os estudos observados de simulação para a avaliação econômica de regimes de manejo em reflorestamento de *Pinus taeda* normalmente são elaborados através da análise financeira com prognose determinística do crescimento e produção do volume da madeira. Com isto são gerados fluxos de caixa desconsiderando a variabilidade do volume para os múltiplos usos da mesma, conseqüentemente os indicadores financeiros obtidos tornam-se parâmetros limitados.

Este trabalho foi motivado pela necessidade de considerar a incerteza da variabilidade na produção florestal como parte integrante do processo de avaliação do reflorestamento de *Pinus taeda*.

O estudo propõe considerar a incerteza do volume simulando este comportamento segundo uma distribuição de probabilidades uniforme e uma distribuição de probabilidades normal. Para cada caso serão feitas 100 simulações, obtendo-se a distribuição de probabilidades do VPL e dos demais indicadores.

Com isto tem-se melhor percepção dos resultados gerados, com os valores médios e os respectivos desvios, que estão associados às probabilidades de ocorrência dos mesmos. O modelo proposto, *mutatis mutandis*, pode ser utilizado para avaliação de outras espécies.

Palavras-chave: incerteza, avaliação econômica, reflorestamento, *pinus*.

ABSTRACT

The of economic evaluation studies of *Pinus taeda* reforestation, normally, are elaborated through deterministic approach for the financial analysis and prognosis of the growth and wood production volume. In consequence, the generated cash flows does not take into account the variability of the volume for the multiple uses of the same and, consequently, the financial parameters turns out to be limited.

This study was motivated by the necessity of considering the uncertainty of the wood volume variability in the forest production as integrant part of the process of evaluation of the reforestation of *Pinus taeda*.

This study considers the uncertainty of the volume by simulating this behavior according to the normal and uniform distributions of probabilities. For each case it was made a run of 100 simulations in order to get the probability distributions of the VPL as well the others financial parameters.

With this it was possible to obtain a better perception of the results generated. The mean and the standard deviation allow to calculate the probabilities of occurrence of events associated. This model, *mutatis mutandis*, can be extended for evaluation of the other species.

Keywords: *Pinus taeda*; Investment Decisions; Forest Investments

1 INTRODUÇÃO

O reflorestamento de *pinus* pode ser visto como alternativa de renda no longo prazo para o pequeno produtor, apresentando a vantagem de requerer baixa utilização de mão-de-obra e de insumos.

As condições climáticas da região sul do Brasil são favoráveis ao cultivo da espécie *Pinus taeda*, contribuindo para que o desenvolvimento da formação da floresta seja mais rápido do que no Canadá e Estados Unidos.

SAWINSKI (2000) compara alternativas de renda para o pequeno produtor confrontando algumas culturas com o cultivo do *pinus*, concluindo que esta é uma boa opção de geração de renda para capitalização de dinheiro a médio-longo prazo, a chamada “poupança verde”.

O setor florestal brasileiro apresenta participação considerável com cerca de 4% do PIB, sendo responsável por 8% do total de exportações, mais um motivo para que sejam elaborados programas de apoio ao cultivo da floresta.

Todos estes fatores mencionados adicionando-se o fato de que existe uma demanda reprimida de madeira, e considerando que nos últimos anos o Brasil tem importado madeira da Argentina, criam a necessidade de se dispor de ferramentas que permitam melhor avaliação econômica deste tipo de empreendimento.

Este estudo apresenta uma metodologia que permite observar o comportamento dos resultados financeiros para o cultivo de 1 hectare de *pinus*, sujeitos à variabilidade do volume da madeira por meio de simulações com o uso de distribuições de probabilidades uniforme e normal.

1.1 IMPORTÂNCIA DO TRABALHO

A oferta de madeira no Brasil neste momento está aquém da necessidade demandada. A indústria de madeira de modo geral, seja ela voltada ao setor moveleiro, como é o caso de Santa Catarina, sejam outros, vem sentindo os efeitos do *déficit* de matéria-prima. Este cenário tem inclusive limitado o investimento em novas unidades em todo o território nacional. Apesar das condições favoráveis ao cultivo da espécie *Pinus taeda*, objeto deste estudo, nos últimos anos o Brasil tem aumentado o volume de importação de madeira de nosso país vizinho Argentina. O estudo econômico desta atividade tem a importância de fornecer informações mais fidedignas a respeito da viabilidade econômica do reflorestamento de *pinus*. Tais informações servem como ferramenta para estimular o investimento no setor, principalmente por parte do pequeno produtor rural como alternativa de renda adicional.

1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho está estruturado em oito capítulos.

A introdução, apresentada neste primeiro capítulo, tem por finalidade contextualizar o tema da pesquisa e descrever os objetivos e a estrutura do trabalho.

O capítulo II apresenta a revisão bibliográfica com aplicações de avaliação financeira da floresta baseada em indicadores financeiros com o uso do método tradicional e considerações a respeito da inflexibilidade dos mesmos.

No capítulo III, é enfatizada a situação atual de demanda e oferta de madeira no Brasil, justificando a necessidade de melhor avaliar o investimento na floresta de *Pinus taeda*.

No capítulo IV, são apresentadas a descrição e definição do problema, sendo esquematizados os passos da metodologia adotada na pesquisa.

O capítulo V apresenta o método tradicional de análise financeira baseado no Valor Presente Líquido (VPL) e o método multiíndice que usa dois conjuntos de indicadores considerando o VPL, VPLa, IBC e ROIA na análise do ganho e TIR e

PAY-BACK para o risco.

No capítulo VI, são detalhadas algumas telas do *software* SISPINUS com os passos realizados para a prognose inicial de crescimento e produção de volume da madeira.

O capítulo VII apresenta o modelo matemático com o uso do método multiíndice baseado nas distribuições de probabilidades uniforme e normal e o resumo dos resultados com algumas considerações a respeito dos mesmos.

O capítulo VIII apresenta as conclusões obtidas com o trabalho e algumas sugestões para trabalhos futuros.

1.3 LIMITAÇÕES

O gerenciamento da produção de uma floresta envolve uma infinidade de variáveis, como por exemplo, estratégias de manejo, qualidade do solo, regime de desbaste (se um ou mais desbastes), momentos de corte e custos de corte, variações de relevo do terreno, taxa de crescimento da espécie a ser cultivada, posse da terra ou arrendamento, etc. Para avaliar todas as combinações possíveis, ter-se-ia um grande número de casos, no entanto, para verificar as variações ocorridas sob o ponto de vista de rentabilidade do investimento condiciona-se o estudo a um hectare da espécie *Pinus taeda* considerando um manejo específico, e inserindo, neste caso, a incerteza de volume. Com os resultados a serem obtidos, pode-se implementar a mesma metodologia para quaisquer outros formatos de manejo e espécies de acordo com a região em estudo, bastando para isso ajustar os parâmetros do problema.

1.4 METODOLOGIA DE PESQUISA

A metodologia utilizada para alcançar os objetivos segue os seguintes critérios:

- Revisão bibliográfica com o intuito de analisar os modelos propostos na literatura.
- Escolha do modelo de avaliação do projeto de reflorestamento.
- Prognose dos volumes médios da madeira com o uso do *software* SISPINUS.
- Desenvolvimento do modelo matemático para a resolução do problema.
- Escolha do ambiente de resolução do problema (Excel)
- Teste do modelo desenvolvido com simulação dos resultados financeiros do projeto.
- Conclusões e considerações baseadas nos resultados gerados.

1.5 OBJETIVO DO TRABALHO

Este trabalho tem por objetivo apresentar uma metodologia para inserir a variabilidade do volume da madeira na análise do cultivo de florestas de *Pinus taeda* por meio de simulação, considerando os volumes determinísticos obtidos inicialmente através do *software* de prognose SISPINUS, gerando volumes segundo as distribuições de probabilidades uniforme e normal. Espera-se com isto estimar os efeitos causados por esta oscilação no Valor Presente Líquido do Projeto (VPL) incrementando neste o desvio e possibilitando uma leitura mais realista do investimento comparado à abordagem determinística feita com o método tradicional.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A avaliação financeira da floresta, com o auxílio dos métodos tradicionais, desconsidera quaisquer variações futuras que possam ocorrer, sejam elas de preço, ou sejam de volume da madeira. Pode-se observar nos trabalhos aqui citados que esta e outras ferramentas têm sido utilizadas na busca de parâmetros mais abrangentes que ofereçam e possibilitem ao investidor decidir pelo investimento ou não no cultivo de madeira.

ROCHA *et alii* (2000), ao avaliar economicamente o valor da floresta para a concessão de exploração da madeira de forma controlada na Amazônia, afirmam que

“Na metodologia do Valor Presente Líquido (VPL), tradicionalmente utilizada nesse tipo de avaliação, o valor da concessão é determinado pelo desconto dos fluxos futuros de receita líquida estimados com base em expectativas determinísticas. Essa avaliação não considera, portanto, os ganhos decorrentes das decisões que consideram a incerteza da evolução dos preços e dos volumes de madeiras, ...”

ARIMA & BARRETO (2002), em estudo da rentabilidade de produção de madeira em cinco Florestas nacionais na Amazônia, obtiveram as seguintes conclusões

“O VPL da exploração de madeira na Flona Tefé seria negativo, já que o preço de mercado atual é bem menor do que os custos mínimos da produção sustentada. No entanto, o VPL da produção de madeira seria positivo em áreas privadas e públicas na região de todas as outras Flonas. Em geral, para uma situação similar de produtividade e de taxa de desconto, o manejo seria mais lucrativo (VPL maior) em terras públicas do que em terras privadas”.

ARMSTRONG (2002) afirma que o fluxo de caixa descontado em sua avaliação é incapaz de considerar a flexibilidade, afirmando que “*The main problem with this approaches is the inability to account for managerial flexibility. The Traditional FCD techniques are based on the assumption that future cash flows follow a constant pattern that can be accurately predicted from regeneration up to the rotation age*”.

MORCK *et alii* (1989) afirmam que “*Classical capital budgeting techniques are based on the assumption that future cash flows follow a rigid pattern and can be accurately predicted far into the future*”, assim sendo avaliam o comportamento do

fluxo de caixa tratando as incertezas como variáveis estocásticas e resolvendo as diferenciais estocásticas do problema, considerando as restrições associadas a cada uma das diferenciais.

SOUZA *et alii* (2002), apresentam uma metodologia para análise de viabilidade do cultivo de *Pinus taeda* na região dos campos de Palmas, que abrange municípios dos estados do Paraná e Santa Catarina, baseando-se no fluxo de caixa descontado apresentando uma análise multiíndice e não apenas no VPL, e conclui que

“A metodologia proposta, baseada em um conjunto de indicadores de retorno (VPL; VPLa; IBC; ROIA) e indicadores de risco (TIR; PAY-BACK; FISHER) com flexibilidade de curso de ação (trajetórias) permitiu melhor visualização da viabilidade da exploração de *Pinus-taeda* na Região dos Campos de Palmas”.

ACERBI JR (1999) simulou e avaliou regimes de desbaste para *Pinus taeda*, para a obtenção de múltiplos produtos de madeira. Foram testados 3 cenários sendo que o primeiro com 1 desbaste podendo ocorrer nos anos 8, 10 ou 12 com corte raso nos anos 17, 18 ou 19; o segundo, com 2 desbastes ocorrendo o primeiro nos anos 8, 10 ou 12, o segundo nos anos 14, 15 ou 16 e corte raso nos anos 20, 21 ou 22, e finalmente o terceiro cenário com 3 desbastes, ocorrendo o primeiro nos anos 8, 10 ou 12, o segundo nos anos 14, 15 ou 16, o terceiro nos anos 17, 18 ou 19 e o corte raso nos anos 20 ou 21. Além das opções dos regimes de desbaste são consideradas outras variações na densidade inicial de plantio de madeira por hectare, na taxa de desconto para 6%, 8% e 10% e nos índices de sítio. A prognose de crescimento do volume de madeira foi feita com a utilização do *software* PISAPRO, desenvolvido por SCOLFORO (1997). Todos os resultados são avaliados segundo o método do fluxo de caixa descontado sem flexibilidade. ACERBI JR (1999) conclui que

“No caso de terras arrendadas, nos índices de sítio 28,5 e 25,5 propiciam lucros de até R\$4.896,39 e R\$2.181,03, respectivamente. Estes valores, no entanto, variam de acordo com o regime de manejo adotado e também com a taxa de juros. Os plantios de *Pinus taeda* em terras da empresa... De maneira geral, pode-se considerar lucros de até R\$7.010,83, R\$3.704,70 e R\$ 472,06, respectivamente para os índices de sítio de 28,5 m , 25,5 m e 22,5 m”.

SOUZA *et alii* (2002) avaliaram o momento ótimo de substituição do

povoamento de *Eucalyptus*, utilizando como método de análise econômica o Valor Presente Líquido considerando a replicação do projeto para um horizonte infinito. Neste trabalho a produção de madeira é estimada pela função de Gompertz, em que a correção do volume é estimada com base em informações de empresas florestais que atuam no cerrado mineiro.

Segundo LIMA (1995) os projetos de investimentos florestais exigem uma grande soma de capital para serem implantados sendo caracterizados pelo longo prazo, portanto, muito suscetíveis a riscos. Neste aspecto melhor avaliação econômica é imprescindível para minimizar riscos.

Segundo ACERBI JR. (1998), os métodos mais indicados para este tipo de análise no setor florestal são os que consideram o valor do capital no tempo, isto é, que atribuem diferentes ponderações às receitas líquidas, em função de sua distribuição ao longo do tempo. Dentre estes métodos os mais utilizados são o Valor Presente Líquido (VPL), a Taxa Interna de Retorno (TIR), a Razão Benefício Custo (IBC) e o Custo Médio de Produção.

RIBEIRO & GRAÇA (1996) consideram que a adoção pura e simples do Valor Presente Líquido como parâmetro para avaliação do potencial de retorno de reflorestamento com diferentes rotações econômicas é passível de conduzir à escolha de alternativa inadequada.

O Valor Esperado da Terra (VET), teoria de Faustmann ou método de Faustmann é, segundo DAVIS & JOHNSON (1987), um termo florestal usado para representar o Valor Presente Líquido de uma área de terra nua, a ser utilizada para a produção da madeira, calculado com base numa série de infinitas rotações. Ou seja, esta abordagem é realizada de acordo com os métodos tradicionais.

SCOLFORO & HOSOKAWA (1992) comparam o fluxo de caixa para uma série de rotações contínuas, a partir de diferentes taxas de juros, locais de diferentes produtividades e diferentes regimes de manejo, considerando como rotação econômica ótima aquela que apresenta o maior Valor Esperado da Terra.

Em estudo da rentabilidade econômica comparativa entre *pinus* e outras

culturas, SAWINSKI (2000) afirma que pelo critério do VPL, o cultivo do *pinus* se mostra superior ao cultivo do eucalipto para energia a qualquer nível de preço.

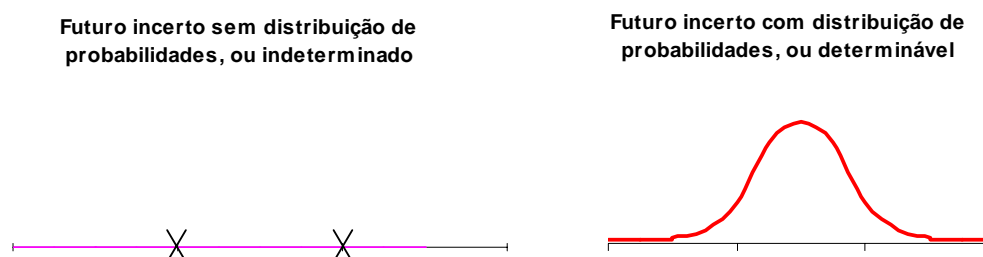
SPELTZ (2000), em seu estudo de avaliação econômica integrada de regimes de manejo em *Pinus taeda* direcionados a multi-produtos faz uso do *software* SISPINUS para gerar a base de dados referentes às produções volumétricas de diferentes regimes de manejo aplicando os métodos tradicionais para avaliação do Valor Esperado da Terra.

VOLPI (1997) analisou o impacto de perturbações estocásticas em um planejamento florestal desenvolvendo um modelo de programação linear de forma a maximizar o valor presente líquido. Foram consideradas restrições de ordem técnica e econômica, com a realização de simulações segundo as distribuições normais e uniforme. Os impactos observados nos valores dos coeficientes da função objetivo foram apresentados na forma de distribuição, o que permitiu associar probabilidades de ocorrência aos valores do retorno econômico.

Segundo GASLENE *et alii* (1999) é preciso considerar a incerteza em um investimento se for possível associar à mesma uma distribuição de probabilidades enfatizando que

“Cada vez mais autores têm julgado que se deve considerar como situação de risco toda situação para a qual uma distribuição de probabilidades, seja qual for a sua natureza, possa ser associada aos resultados, e situação incerta àquela para a qual nenhum tipo de distribuição de probabilidades possa ser associado aos resultados. Assim, Van Horne (1971:123) escreveu que a distinção entre risco e incerteza é que risco envolve situações em que as probabilidades de ocorrência de um determinado evento são conhecidas, enquanto na situação de incerteza estas probabilidades não são conhecidas”.

Os níveis de incerteza de um investimento considerados por GASLENE são graficamente representados por:



O reflorestamento de *pinus* é um investimento de longo prazo e deve ser visto como sendo de futuro incerto. Nesse caso é possível associar a ele distribuições de probabilidades com o intuito de melhorar a análise. Esta análise, usando simulações com as distribuições de probabilidades uniforme e normal, é objeto deste estudo.

3 A DEMANDA DE MADEIRA NO BRASIL

A queda da produção de madeira para suprir o mercado interno brasileiro já é uma realidade, fato alertado por especialistas desde o início da década de 1990. A falta de investimento no setor tem causado a atual crise no suprimento de madeira, e tende a se agravar ao longo dos próximos anos.

Com isto tem-se a tendência de um *déficit* futuro ainda maior, considerando que a expansão dos reflorestamentos não tem acompanhado o ritmo de crescimento do consumo. Segundo URURAHY (2003), para 2020 é esperado um *déficit* de 27 milhões de metros cúbicos, somente de toras de *pinus*.

A situação atual afeta a competitividade da indústria florestal, comprometendo a geração de riquezas para o país. Muitas empresas não podem expandir outras unidades no território nacional em função da falta de matéria prima.

A STCP (2003) alerta para a falta de *pinus*, afirmando que para 2020 é esperado um *déficit* de pouco mais de 27 milhões de metros cúbicos. Este desequilíbrio tem influenciado o comportamento dos preços de tora de *pinus* no mercado interno.

SIQUEIRA (2004) considera os dados obtidos mais um alerta ao governo a respeito do risco da falta de produção de madeira. A demanda de toras de *pinus* em 2003, prevista pela empresa, é de 49 milhões de metros cúbicos. Caso sejam considerados os atuais índices de aumento da demanda, tem-se a expectativa de 80 milhões de metros cúbicos para 2020.

O *pinus* é utilizado para multiprodutos na fabricação de celulose, painéis, madeira serrada, móveis e pasta de alto rendimento. Para 2004 é esperado um *déficit* de 9 milhões de metros cúbicos e em 2010 pode chegar a 25 milhões de metros cúbicos. O cultivo do *pinus* é maior no Sul do Brasil com 868 hectares de área plantada.

LEITE (2003), a respeito da demanda de madeira no Brasil, considera que

“ O “apagão florestal” foi anunciado por volta do ano 2000, portanto, não é uma novidade, mas voltou a ser manchete devido às conseqüências que têm sido enfrentadas pela falta de

investimentos em plantio no país. Nesta época alguns trabalhos indicavam que o reflorestamento, no Brasil, estava aquém das necessidades de matéria-prima já há algum tempo e que, no médio prazo, haveria problema no abastecimento industrial. Algumas áreas e alguns setores já começam a sofrer dificuldades nesse momento, como o Sul do país, onde há falta de *Pinus* para a indústria moveleira. Neste sentido já tem ocorrido importação de *Pinus* da Argentina”.

A sustentabilidade da indústria depende de um plano imediato de expansão da base florestal. A importância econômica deste setor é enfatizada por URURAHY, (2003) afirmando que

“É importante que o governo esteja atento a tal situação, uma vez que o setor florestal brasileiro exerce um preponderante papel na economia nacional, movimentando US\$ 20 bilhões (4% do PIB nacional) e gera dois milhões de empregos diretos. Em relação às exportações, o setor proporciona divisas da ordem de US\$ 4,5 bilhões, o correspondente a 8% de tudo o que o país exporta. É hora de o setor público mostrar visão estratégica na condução da política florestal nacional. Até agora os sinais não são bons, mas cabe ao setor privado dialogar com o governo e cobrar uma estratégia que diminua os impactos do apagão florestal que se intensificará nos próximos anos, o que certamente comprometerá a competitividade da indústria florestal brasileira. Qualquer ação que seja tomada precisa ser rápida e eficiente dando tempo necessário para maturação de novos plantios”.

O Brasil encontra-se, pode-se dizer, em desvantagem em relação a outros países, como Argentina, Paraguai, Uruguai e outros países europeus, como Alemanha, Suécia e Finlândia que possuem incentivos para o investimento em floresta.

No 8º Congresso Florestal Brasileiro, realizado em agosto de 2003, os seguintes dados foram apresentados com relação à importação de madeira:

QUADRO 1 – IMPORTAÇÕES DA ARGENTINA

| Ano | Importações (m ³) |
|------|-------------------------------|
| 2001 | 5000 |
| 2002 | 35000 |
| 2003 | 65000 |

LIMA (2003), com relação ao cenário de 2004, afirma que

“... a indústria madeireira esbarra em um sério entrave, já apontado pelo Ministério do Meio Ambiente: a partir de 2004, parte da indústria brasileira processadora de madeira terá que importar matéria-prima. Isto porque o reflorestamento, fundamental para o crescimento e a competitividade da cadeia madeireira, teve sua expansão limitada pela ausência de financiamentos adequados, principalmente após o fim do Fundo de Incentivo

Setorial (FISSET), em 1987. Hoje, o BNDES figura como a principal alternativa de financiamento para o plantio de florestas”.

O incentivo ao cultivo de florestas é algo que deve ser levado mais a sério pelas instituições privadas e pelo governo federal. As condições naturais e a produção em território nacional são extremamente positivas, URURAHY (2003) menciona que

“O Brasil oferece condições naturais muito favoráveis para as plantações de florestas, além de extensas áreas desflorestadas, é detentor de avançada tecnologia e dispõe de mão-de-obra qualificada. A produtividade das florestas plantadas no País, em geral, é cerca de 10 vezes superior à dos líderes do mercado mundial e a silvicultura brasileira é reconhecida como uma das mais evoluídas do mundo”.

É necessário considerar a atividade de produção da floresta também como uma alternativa para o pequeno produtor, visando a uma renda alternativa para o uso da terra como opção de longo prazo. Alguns esforços têm sido feitos neste sentido. O financiamento para pequenos produtores com o Programa de Plantio Comercial de Florestas (Propflor) e do Pronaf-Florestal, recentemente instituídos, são imprescindíveis na integração dos produtores rurais ao processo de produção florestal. Em reunião realizada em 2003 com os representantes dos Ministérios envolvidos na questão florestal, os produtores solicitaram maior facilidade de acesso aos recursos financeiros e suporte técnico para a implementação dos projetos. Existe ainda uma série de opções que podem vir a viabilizar o cultivo da floresta através de contratos de parceria entre a indústria e o produtor.

O plantio de madeira atualmente é da ordem de 250 mil hectares/ano de floresta. Com relação ao suprimento de mercado, LEITE (2003) afirma que

“Dentro da proposta das indústrias de base florestal para o aumento de suas produções, este reflorestamento anual teria de saltar para 630 mil hectares/ano, nos próximos 10 anos”. Conclui ainda com relação ao consumo que “o crescimento do consumo de produtos florestais é algo que se verifica tanto no Brasil como no mundo e, portanto, se não houver aumento da produção, não conseguiremos atender a nenhum dos dois mercados. No caso de o cenário externo não atender a essa demanda significa perder nossa atual posição de destaque”.

BONNOR (2004) também prevê um *déficit* do produto no Brasil. Para garantir o suprimento do mercado no futuro conta com as condições de plantio para as

florestas de *pinus* afirmando que, “as florestas de *pinus* do Sul do Brasil têm o crescimento mais rápido do mundo”. Segundo o mesmo, a velocidade de desenvolvimento das árvores na região é quatro vezes maior do que no Canadá e duas vezes mais que nos Estados Unidos.

Considerando os dados acima é preciso observar que investir em floresta de *pinus* no Brasil reúne condições que vem ao encontro das necessidades do País. Têm-se as condições naturais mais adequadas de produção que conseqüentemente nos torna altamente competitivos no mercado globalizado. Além disto, a geração de divisas para país é bastante significativa considerando que tem resultado em 8% de tudo o que o Brasil exporta, além de representar 4% do PIB. Tudo isto está ligado ao fator social de geração de emprego e fortalecimento financeiro do homem do campo.

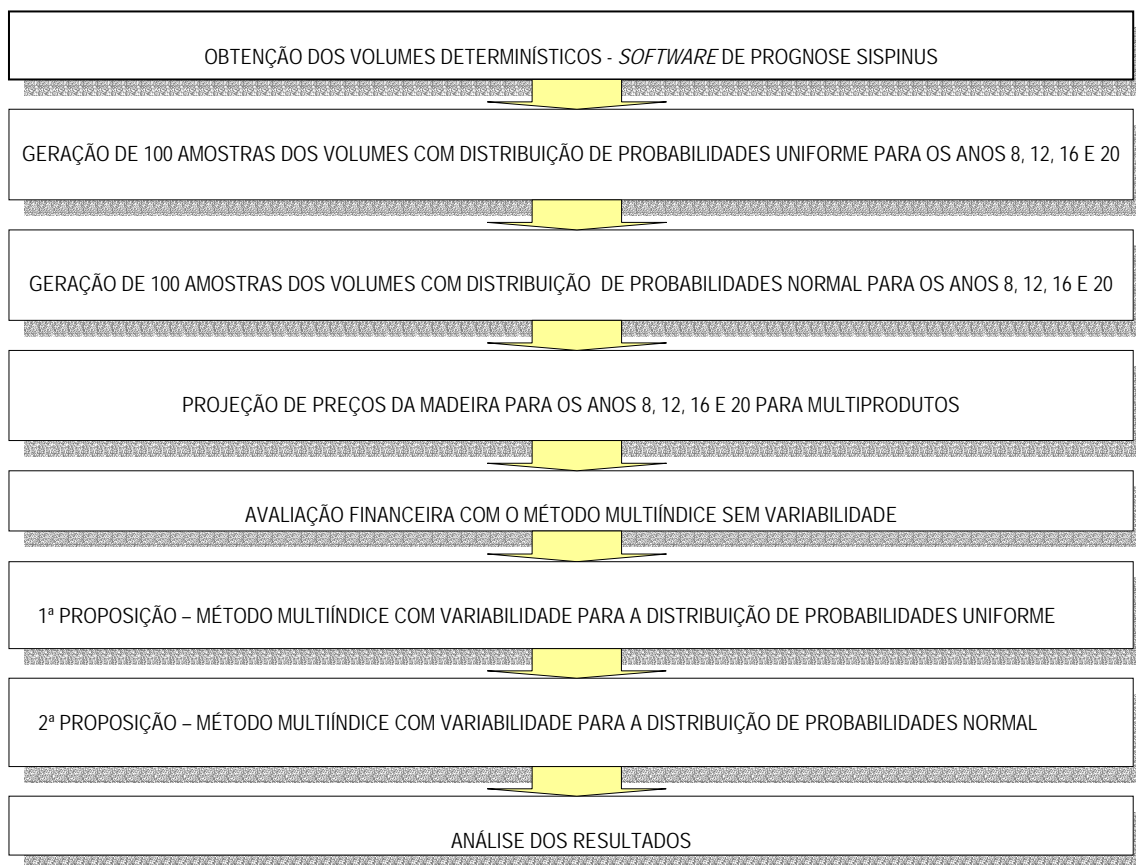
Devido a todos os fatores aqui mencionados, torna-se importante obter dados mais consistentes a respeito da viabilidade econômica do investimento em floresta, especificamente o reflorestamento de *pinus*.

4 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

O cultivo de *Pinus taeda*, avaliado pelo método do fluxo de caixa descontado sem variabilidade, desconsidera possíveis alterações no volume obtido ao longo dos anos de crescimento da madeira e que terão impacto sobre os resultados financeiros. Portanto, a aplicação de uma análise financeira determinística com o método tradicional apesar de representar um parâmetro de decisão de investimento, não contempla os desvios do valor presente líquido do projeto, ocasionados pela incerteza da variação do crescimento da floresta.

O estudo aqui proposto apresentará uma metodologia para estimar os efeitos causados por esta oscilação no valor presente líquido, incrementando ao VPL o desvio e possibilitando uma leitura mais realista do investimento. A figura 1 resume os passos para o desenvolvimento da formulação e solução do problema.

FIGURA 1 – ESQUEMATIZAÇÃO DA METODOLOGIA PASSO A PASSO



O VPL tradicional, como foi observado nos relatos do capítulo II, avalia os projetos como inalteráveis, tratando todos os eventos como certos, ou seja, os valores calculados, uma vez obtidos, representam teoricamente o que de fato deverá ocorrer durante o horizonte de planejamento do projeto. Sabe-se que, na realidade, as coisas não ocorrem desta maneira, portanto conhecendo os valores determinísticos de volume a ser desbastado e de corte raso será incrementada uma expectativa de variabilidade do volume de madeira simulando alterações da ordem de $\pm 10\%$. Este parâmetro pode ser ajustado de acordo com a região, não sendo um dado determinístico no modelo estudado.

Na busca de estabelecer melhor leitura dos possíveis resultados financeiros no cultivo da floresta serão feitas simulações do fluxo de caixa do projeto com base na distribuição uniforme e na distribuição normal, permitindo comparar os piores e os melhores resultados.

São apresentados a seguir detalhes mais específicos do trabalho que serão utilizados para definir e estabelecer os dados o projeto.

4.1 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

O estudo aqui apresentado baseia-se no caso específico do cultivo do *Pinus taeda* devido às vantagens de produção desta espécie no Sul do Brasil, conforme foi descrito no capítulo III. A área de produção foi baseada em um talhão, ou seja, o equivalente a um hectare (10.000 m^2), considerando um índice de sítio é de 21 m. No caso submetido, as mudas são plantadas com um espaçamento de 3,0 m por 2,0 m limitando-se então à densidade inicial de plantio de 1667 árvores por hectare.

O regime de manejo apresentado é dos mais utilizados atualmente pelos investidores em cultivos desta natureza, sendo realizados três desbastes com corte raso no ano 20. No ano 8 é efetuado o primeiro desbaste deixando 800 árvores remanescentes; o segundo desbaste ocorre no ano 12 com 600 árvores remanescentes e o terceiro desbaste no ano 16 com 400 árvores remanescentes. Finalmente procede-se

ao corte raso no ano 20 concluindo o ciclo do projeto. Todos estes dados são dispostos na tabela 1.

TABELA 1 – DADOS DO PROBLEMA E REGIME DE MANEJO

| | |
|--------------------------------|--------------------------|
| Espécie | <i>Pinus taeda</i> |
| Área Cultivada | 1 hectare |
| Plantio | 1667 árvores/ha |
| Sítio | 21 m |
| Varição de Volume | 10% |
| Volumes Determinísticos | <i>Software</i> SISPINUS |
| 1º. Desbaste | Árvores Remanescentes |
| Ano 8 | 800 |
| 2º. Desbaste | Árvores Remanescentes |
| Ano 12 | 600 |
| 3º. Desbaste | Árvores Remanescentes |
| Ano 16 | 400 |
| Ano 20 | Corte Raso |

Os dados de volume obtidos com o *software* SISPINUS são determinísticos, e o fluxo de caixa baseado nestes dados estabelece um Valor Presente Líquido do projeto sem flexibilidade. As receitas geradas pelo corte são calculadas através do produto do volume de madeira no ano de corte pelo preço previsto; no entanto, ao longo dos anos a madeira poderá ser destinada a multi-produtos. Considerando aqui as aplicações da mesma para laminado, celulose, serraria e outros, calcula-se a receita fazendo produto dos volumes relativos a cada das alternativas pelos respectivos preços, conforme tabela 2, sendo a soma resultante a receita total observada na fórmula (1). O VPL sem flexibilidade será utilizado como base de comparação com os resultados obtidos neste trabalho, que consiste em considerar os efeitos no valor do projeto causados pela variabilidade do volume de madeira.

TABELA 2 – CÁLCULO DA RECEITA PARA CADA USO DA MADEIRA

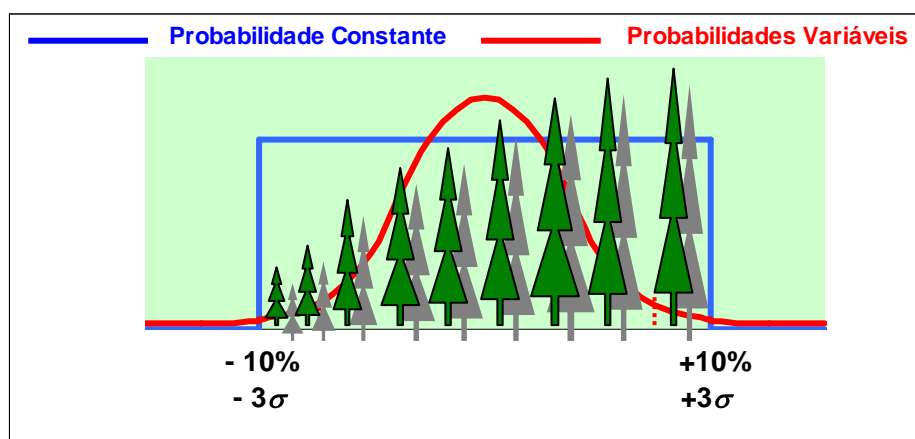
| Multiprodutos | Laminado | Celulose | Serraria | Outros |
|----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Volumes | V_L | V_C | V_S | V_O |
| Preço | P_L | P_C | P_S | P_O |
| Receita | $V_L \cdot P_L$ | $V_C \cdot P_C$ | $V_S \cdot P_S$ | $V_O \cdot P_O$ |

$$\text{Receita Total} = V_L \cdot P_L + V_C \cdot P_C + V_S \cdot P_S + V_O \cdot P_O \quad (1)$$

A variabilidade do volume de madeira a ser utilizada neste estudo é de $\pm 10\%$. Este percentual é usualmente utilizado por engenheiros florestais na realização dos inventários da floresta.

Para estabelecer as variações do volume foram definidos dois critérios, o primeiro considera as oscilações de acordo com uma distribuição uniforme, ou seja, iguais probabilidades de ocorrências de valores de volume em torno de $\pm 10\%$ do valor conhecido inicialmente do SISPINUS. Na figura 2, pode-se observar a linha em azul, indicando a distribuição de probabilidade uniforme, caracterizando um patamar constante de probabilidade de ocorrência dos valores de volume.

FIGURA 2 – DISTRIBUIÇÃO UNIFORME E NORMAL



Com as variações de volume no ano 8 será possível então obter os valores de corte para cada uso proporcionalmente aos volumes simulados, do ano 8 ao ano 12, aplicou-se a taxa de crescimento da madeira obtida dos valores iniciais do SISPINUS. Com os volumes determinísticos no ano 12 e no ano 8, calcula-se a taxa de crescimento associada a este intervalo de tempo resultante do quociente dos mesmos. Da mesma forma são obtidas as taxas de crescimento do ano 12 ao ano 16 e do ano 16 ao ano 20.

Com as simulações de volumes e os cortes proporcionais nos anos 8, 12, 16 e 20 é possível encontrar as variações ocorridas nos fluxos de benefícios e conseqüentemente estabelecer a avaliação financeira do projeto com o método multi-índice considerando a flexibilidade causada pela incerteza do volume, isto permite observar o projeto com uma nova perspectiva de risco.

O segundo critério adotado baseia-se na distribuição normal. Considera-se que a evolução da floresta comporta-se normalmente, ou seja, as probabilidades de ocorrência do volume seguem uma distribuição normal. Da mesma forma são simuladas as variáveis normais com 3 desvios padrão, ou seja, a variável padronizada z variando de -3σ a 3σ o que corresponde a um intervalo de confiança de 99,72%.

Ao volume inicial considerado são aplicadas as variações de $\pm 10\%$ que nos fornece o intervalo inicial a ser considerado. Gerando aleatoriamente as variáveis normais dentro do intervalo considerado, é feita a conversão das mesmas para os respectivos volumes representativos. Considerando os cortes proporcionais ao uso para laminado, celulose, serraria e outros, obtém-se o volume simulado remanescente no ano 8 aplicando ao mesmo a taxa de crescimento para o ano 12. Repetindo as simulações para os anos 12, 16 e 20, são encontradas as possíveis ocorrências de volume segundo a distribuição normal, o que permite proceder à análise econômica do projeto.

A figura 2 mostra na curva em vermelho menores volumes associados a menores probabilidades de ocorrência, maiores volumes associados a menores probabilidades de ocorrência e volumes em torno da média ocorrendo com maior

probabilidade, o que caracteriza a distribuição normal.

Com as variações de volume estabelecidas pelos dois critérios de pesquisa adotados, são dadas condições, mediante a análise financeira dos fluxos de caixas gerados pelas simulações, de avaliar o comportamento das variações de VPL ocorridas em cada um dos métodos, ou seja, incrementa-se agora na avaliação os possíveis desvios que agregarão ao investidor uma informação mais consistente dos resultados em função da flexibilização dos mesmos.

5 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE INVESTIMENTO

5.1 MÉTODO TRADICIONAL

A avaliação de um projeto de investimento segundo o método tradicional é baseada no fluxo de caixa descontado (FCD). A seguir são detalhados os métodos matemáticos que fundamentam este princípio.

5.1.1 Fluxo de caixa descontado

Qualquer análise de viabilidade econômica de um projeto deve levar em consideração questões básicas, porém fundamentais, que norteiam a decisão de investir ou não em uma atividade, seja ela produtiva, ou não.

As variáveis envolvidas nesta análise são basicamente o investimento necessário para o empreendimento, o tempo de realização do projeto também chamado de horizonte de planejamento, a taxa mínima de atratividade (TMA) e a taxa de retorno do projeto (TIR). Cada uma dessas variáveis será detalhada a seguir.

- Investimento: Valor a ser desembolsado hoje e durante a execução do projeto para a execução do mesmo.

- Tempo de investimento: Refere-se ao período de realização de um projeto, podendo ser considerado em dias, meses, anos.

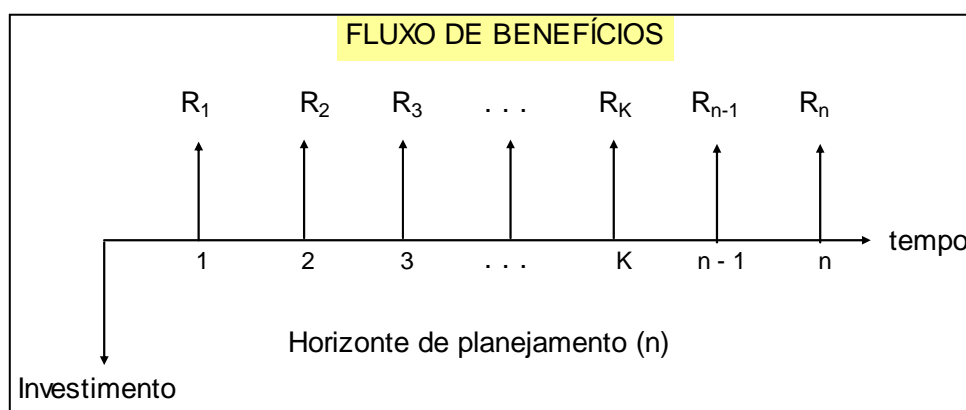
- Taxa de desconto (TMA): conhecida como taxa mínima de atratividade ou taxa de desconto “por dentro”, refere-se à rentabilidade obtida junto ao mercado para manter o capital investido no mesmo, considerando uma taxa livre de risco. Assim sendo, a mesma pode variar de acordo com o perfil do investidor, uma grande indústria poderá obter uma taxa de mercado diferenciada para manter seu capital investido em uma instituição financeira, o mesmo não ocorrendo com um investidor que dispõe de menos capital.

- Taxa interna de retorno (TIR): é a taxa que anula o Valor Presente Líquido

de um fluxo de caixa. Representa um limite para a variação da TMA. O risco do projeto aumenta na medida em que a TMA se aproxima da TIR. A TIR pode ser vista como uma estimativa do limite superior da rentabilidade do projeto.

Para avaliar um projeto é necessário verificar se os retornos a serem gerados ao longo do projeto justificam o investimento, estes retornos são chamados de fluxo de benefícios. O princípio do desconto, ou seja, a análise do fluxo de caixa descontado (FCD), consiste em comparar os valores dos benefícios gerados ao longo do tempo do projeto com o valor investimento a ser imobilizado no mesmo. Desta forma é obtido um referencial de ganho do projeto que nos leva a considerar de imediato se um projeto deve ser descartado ou não.

FIGURA 3 – FLUXO DE CAIXA



Conforme é observado na figura 3, têm-se ao longo do tempo as expectativas de retorno do projeto; para comparar o somatório dos retornos com o investimento, deve-se levar em conta o valor do dinheiro no tempo. A quantia hoje de 100 reais não terá o mesmo valor que 100 reais daqui a t meses ou t anos. O valor dos mesmos 100 reais hoje seria igual a 100 reais daqui a um ano apenas na hipótese da inexistência da taxa de juros, o que não ocorre de modo real. Para perceber esta diferença basta que se pergunte quanto valerá 1 real aplicado hoje a uma taxa de juros de $i\%$ ao ano durante t anos.

Com o uso da matemática financeira pode-se aplicar o método do fluxo de caixa descontado que permite obter o valor deste fluxo de benefícios no momento do

investimento, com isto estarão sendo observados valores que de fato podem ser comparados. Para isto desconta-se cada benefício obtido ao longo do tempo utilizando a taxa de atratividade (TMA), e faz-se o somatório de todas as receitas ($R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$). Detalham-se a seguir os métodos matemáticos que permitem efetuar estes descontos e obter um dos parâmetros do FCD mais utilizados na análise de projetos chamado de Valor Presente Líquido (VPL).

5.1.2 VPL determinístico

Antes, porém de apresentar os métodos numéricos que determinam o FCD precisa-se considerar o que é entendido por Valor Presente Líquido (VPL). Este parâmetro é obtido do princípio básico de qualquer negociação na qual se leva em conta o retorno obtido na mesma, portanto nada mais é do que o conhecido conceito de Receita menos Despesa.

$$\text{VPL} = \text{Total do Fluxo de Benefícios trazidos a valor presente} - \text{Investimento} \quad (2)$$

$$\text{VPL} = \sum_{t=1}^n \frac{R_t}{(1 + \text{TMA})^t} - I \quad (3)$$

O VPL é a concentração de todos os valores de um fluxo de caixa, descontados para a data “zero” (presente) usando-se como taxa de desconto a TMA (taxa mínima de atratividade). Representa, em valores monetários de hoje, a diferença entre os recebimentos e os pagamentos de todo o projeto. Se o VPL for positivo, significa que foram recuperados o investimento inicial e a parcela que se teria, se esse capital tivesse sido aplicado à TMA. O valor do VPL deve ser suficiente para cobrir os custos do projeto e atrair o investidor.

Como se pode observar na fórmula 3 os valores descontados são determinísticos o mesmo ocorrendo com o VPL obtido. Neste caso são desconsideradas possíveis variações no fluxo de benefícios ao longo do projeto

causadas pela variabilidade da madeira. Neste projeto estas variações são consideradas de acordo com as distribuições de probabilidade uniforme e normal.

Para entender melhor o valor do dinheiro no tempo, considere-se o investimento de 1 real ou unidade de capital durante n meses a uma taxa de rentabilidade de i %. Antes disso faz-se o desenvolvimento generalizado do cálculo do valor futuro de uma aplicação. Daqui a “n” anos ter-se-ia o seguinte comportamento:

TABELA 3 – GENERALIZAÇÃO DA FÓRMULA QUE FORNECE O VALOR FUTURO DE UM INVESTIMENTO

| Período | Saldo Anterior | Juros | Valor Futuro | Generalizando |
|---------|----------------|-------------------|-----------------------------------|---|
| 0 | | 0 | $F_0 = P$ | P |
| 1 | P | $P \cdot i$ | $F_1 = P + P \cdot i$ | $F_1 = P \cdot (1+i)^1$ |
| 2 | F_1 | $F_1 \cdot i$ | $F_2 = F_1 + F_1 \cdot i$ | $F_2 = P \cdot (1+i)^1 + P \cdot (1+i)^1 \cdot i = P \cdot (1+i)^2$ |
| 3 | F_2 | $F_2 \cdot i$ | $F_3 = F_2 + F_2 \cdot i$ | $F_3 = P \cdot (1+i)^2 + P \cdot (1+i)^2 \cdot i = P \cdot (1+i)^3$ |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ |
| n | F_{n-1} | $F_{n-1} \cdot i$ | $F_n = F_{n-1} + F_{n-1} \cdot i$ | $F_n = P \cdot (1+i)^{n-1} + P \cdot (1+i)^{n-1} \cdot i = P \cdot (1+i)^n$ |

De acordo com a tabela 3 a fórmula que permite encontrar o valor futuro de uma aplicação é:

$$F_n = P \cdot (1+i)^n \quad (4)$$

Na qual se tem que:

F = Valor futuro do investimento

P = Valor presente do investimento

i = taxa de desconto

n = período de investimento

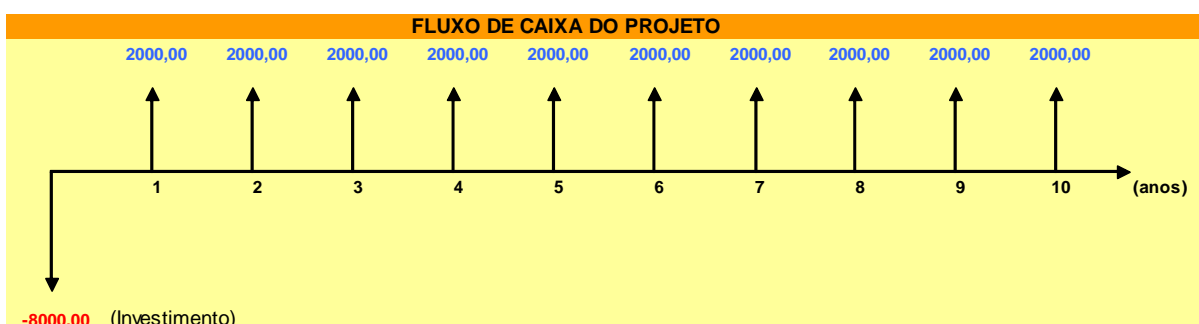
O fluxo de caixa descontado compara os fluxos de benefícios gerados pelo projeto com o valor do investimento, para que isto seja possível encontra-se o valor de cada benefício futuro no presente. Com a fórmula obtida, pode-se calcular qualquer

uma das variáveis conhecendo as outras três, portanto o valor presente de todos os benefícios resulta do somatório evidenciado na fórmula 5.

$$P = \sum_{j=1}^n \frac{CF_j}{(1+i)^j} \quad (5)$$

Para consolidar o processo do fluxo de caixa descontado calculou-se o valor presente líquido de um projeto de 10 anos de duração, considerando que a cada ano tem-se uma expectativa de retorno de R\$2.000,00, com a taxa de 10% ao ano e o investimento de R\$8.000,00. O fluxo de caixa do projeto é representado abaixo.

FIGURA 4 – FLUXO DE CAIXA DO PROJETO A



A tabela 4 apresenta os valores presentes de cada uma das parcelas do fluxo de benefícios; o somatório das mesmas resulta na obtenção do valor presente dos benefícios e conseqüentemente permite a obtenção do VPL.

Neste projeto recaiu-se na condição em que o $VPL > 0$, logo pode-se afirmar, num primeiro momento, que o mesmo pode ser considerado um investimento economicamente viável.

Pelo fato de não considerar a possibilidade de eventuais alterações de mercado que tragam conseqüências que influenciem no andamento do projeto, entende-se este parâmetro como Valor Presente Líquido sem Flexibilidade.

TABELA 4 – CÁLCULO DO VPL DO PROJETO A

| PERÍODO(anos) | CAIXA | VP dos Benefícios |
|----------------|--------------|-------------------|
| 0 | -8000,00 | |
| 1 | 2000,00 | R\$ 1.818,18 |
| 2 | 2000,00 | R\$ 1.652,89 |
| 3 | 2000,00 | R\$ 1.502,63 |
| 4 | 2000,00 | R\$ 1.366,03 |
| 5 | 2000,00 | R\$ 1.241,84 |
| 6 | 2000,00 | R\$ 1.128,95 |
| 7 | 2000,00 | R\$ 1.026,32 |
| 8 | 2000,00 | R\$ 933,01 |
| 9 | 2000,00 | R\$ 848,20 |
| 10 | 2000,00 | R\$ 771,09 |
| | VP = | 12.289,13 |
| | VPL = | 4.289,13 |
| | TIR = | 21,41% |

Como se pode observar na tabela 5, o valor presente líquido é igual à diferença entre o valor presente das entradas de caixa associadas ao projeto e o investimento necessário. A obtenção do VPL = 4.289,13 indica, a princípio, a viabilidade do projeto, ou seja, estima-se além de recuperar o investimento, obter ganho com o projeto.

A TIR de 21,41% é a taxa que reduz o VPL a zero e a TMA considerada no projeto é de 10% ao ano. Na abordagem do método tradicional, o indicador TIR pode ser visto como então um limite superior para a rentabilidade do projeto. Enquanto a $TIR > TMA$, o VPL do projeto será positivo.

5.2 MÉTODO MULTIÍNDICE

A decisão de investir em um projeto está relacionada ao processo de geração de indicadores que possam nos fornecer previsões de ganho e de risco, utilizando-os como alternativas de avaliação do mesmo. Conseqüentemente com o método multiíndice ampliam-se as ferramentas de análise oferecendo melhor avaliação para a implementação de um investimento.

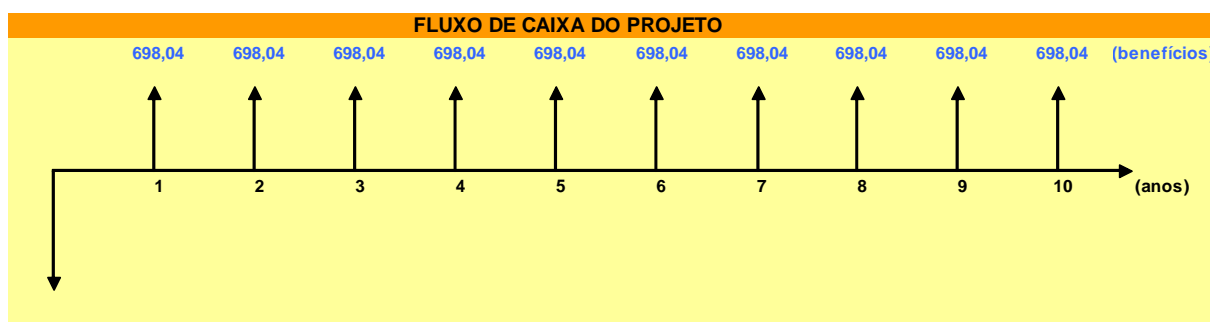
5.2.1 Indicadores de ganho

Estes indicadores fornecem uma expectativa de retorno sobre o capital, até aqui se sabe como calcular o Valor Presente Líquido (VPL) de um projeto o que possibilita considerar se o mesmo prevê um ganho ou perda de capital, ao longo de todo o tempo de planejamento do mesmo. Tem-se ainda outros indicadores que são de grande importância nesse processo, são eles: VPLa, IBC, ROIA.

5.2.1.1 Valor presente líquido anualizado (VPLa)

Em algumas situações que envolvem projetos de longo prazo, como é o caso da exploração de *pinus*, o VPL não se apresenta como um bom parâmetro de interpretação. Em um longo período de execução torna-se mais adequado uma informação de ganho por período, na maioria dos casos, anualmente. Tem-se então que o retorno observado no VPL pode ser distribuído ao longo do tempo, através de uma série uniforme. O fluxo de caixa do projeto A, apresentado na figura 4, apresentou um VPL = 4.289,13 ao longo dos 10 anos; procedendo aos cálculos financeiros, são encontrados os valores anualizados correspondentes, conforme figura 5.

FIGURA 5 – VALOR PRESENTE LÍQUIDO ANUALIZADO



A fórmula para o cálculo do VPLa é apresentada a seguir.

$$VPLa = VPL * \frac{i * (1 + i)^n}{(1 + i)^n - 1} \quad (6)$$

O raciocínio em termos de ganho é considerado por período. Enquanto o VPL representa o ganho para 1 horizonte de planejamento (10 anos para o projeto A), o VPLa apresenta o ganho por ano, ou seja usa-se uma série uniforme equivalente para representar o ganho do projeto.

O VPLa tem a mesma deficiência do VPL, isto é, apresenta o ganho em valores absolutos enquanto a prática financeira o faz em forma de taxa (medida relativa).

5.2.1.2 Índice Benefício Custo (IBC)

Este indicador de ganho apresenta o retorno por unidade de capital investimento ao longo do tempo de vida do projeto. Assim sendo o mesmo é obtido como sendo a razão entre o fluxo gerado de benefícios e os valores de investimento necessários; portanto, uma comparação entre a expectativa de ganho e o recurso a ser disponibilizado. A fórmula pode ser entendida como:

$$IBC = \frac{\text{Valor presente dos benefícios}}{\text{Valor presente do investimento}} \quad (7)$$

Portanto, para que um projeto continue sendo analisado, esta relação em princípio deverá ser maior que 1.

$IBC > 1 \rightarrow$ Indica de que o projeto merece continuar sendo analisado.

No caso do exemplo do projeto A, temos o $IBC = 1,54$ o que leva a concluir que para cada unidade de capital investido no projeto, hoje, tem-se a expectativa de rentabilidade de 54% em 10 anos. Esta rentabilidade de 54% pode ser considerada real, já deduzido o ganho que se teria, caso o capital tivesse sido aplicado no mercado com a TMA de 10% ao ano.

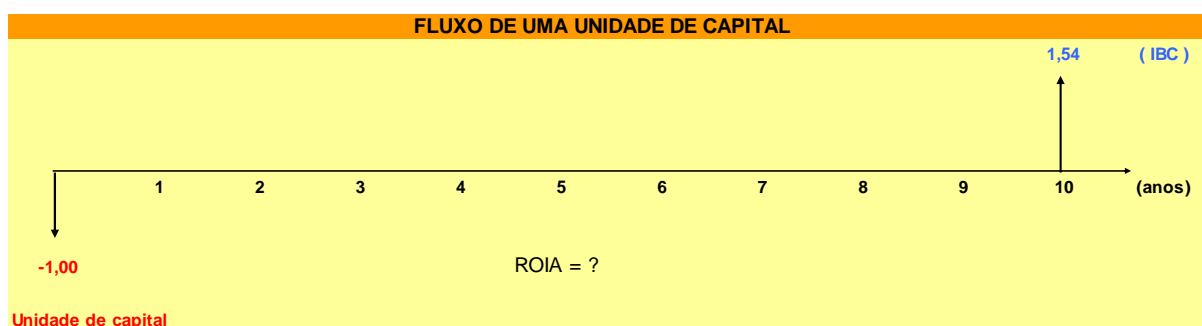
A deficiência do IBC está em expressar a rentabilidade para todo o horizonte de planejamento e não por período, como é a prática financeira.

5.2.1.3 Retorno sobre o investimento (ROIA)

Este parâmetro é a melhor estimativa de rentabilidade para um projeto de investimento. Conhecendo-se o IBC, pode-se calcular o percentual de ganho para cada período do projeto. O fluxo de caixa equivalente do projeto A, por unidade de capital, ao longo dos 10 anos, é apresentado na figura 6.

Com o uso da fórmula (4), isolando a variável “*i*” referente a taxa de desconto, obtém-se a fórmula (8), esta é a taxa anualizada que corresponde ao ganho por unidade de capital.

FIGURA 6 – ESQUEMA PARA O CÁLCULO DO ROIA



$$i = \sqrt[n]{\frac{F}{P}} - 1 \quad (8)$$

Substituindo os valores do fluxo da figura 6, obtém-se uma taxa de rentabilidade *i* no valor de 4,41% ao ano além da TMA.

5.2.2 Indicadores de risco

Alguns parâmetros podem alertar sobre o risco no momento de consolidar ou não um empreendimento. A taxa interna de retorno de um projeto e o tempo de recuperação do capital podem ser vistos como fatores de risco.

5.2.2.1 Taxa interna de retorno (TIR)

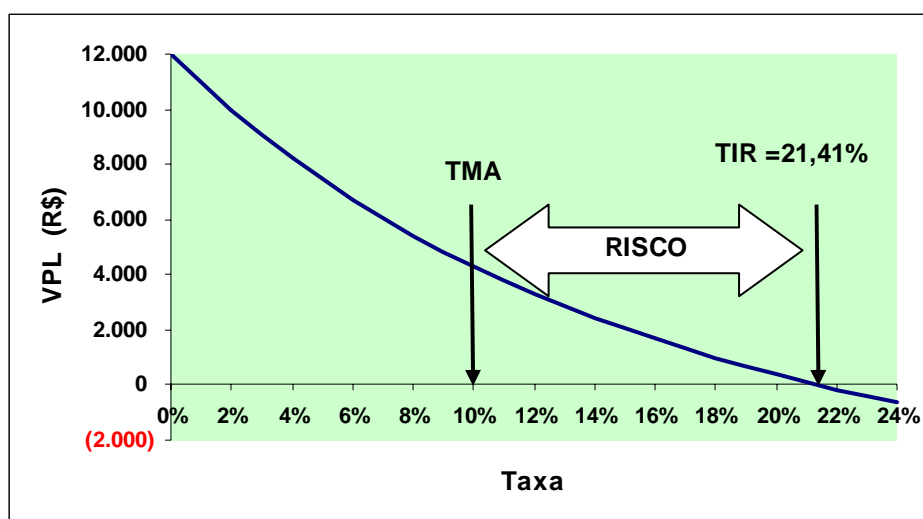
É taxa que torna o valor presente líquido do fluxo de caixa igual a zero, ou seja, é a taxa segundo a qual o fluxo de benefícios de um projeto trazido a valor

presente e deduzido o investimento resulta em $VPL = 0$. A figura 7 apresenta uma projeção de taxas e VPL's associados para que se possa observar o comportamento do fluxo de caixa.

Para calcular a taxa TIR no projeto A, basta que se encontre a taxa de 21,41% evidenciada no gráfico, sendo necessário encontrar “i” que torne verdadeira a seguinte formulação:

$$VPL = 0 = \frac{2000}{(1+i)^1} + \frac{2000}{(1+i)^2} + \frac{2000}{(1+i)^3} + \dots + \frac{2000}{(1+i)^6} + \frac{2000}{(1+i)^7} + \frac{2000}{(1+i)^8} + \frac{2000}{(1+i)^9} + \frac{2000}{(1+i)^{10}}$$

FIGURA 7 – VPL'S E TIR COMO PARÂMETRO DE RISCO



Como pode ser observado o cálculo da TIR não é tão simples de ser feito; para isso pode-se utilizar o auxílio de uma calculadora financeira ou então trabalhar com o Excel o que facilitará o trabalho.

Comparando o valor da TMA de 10% com o da TIR de 21,41% verifica-se uma diferença de 11,41%, esta variabilidade apresenta o risco em termos de taxa. Para isto é necessário obter mais informações sobre o comportamento do mercado, pois variações na taxa de mercado podem tornar o investimento menos atrativo.

Enquanto a $TIR > TMA$, evidencia-se que há mais ganho investindo-se no

projeto do que no mercado, portanto toma-se a TIR também como um parâmetro de ganho; no entanto, o risco em se investir no projeto aumenta na medida em que há uma aproximação entre a TMA e a TIR, conforme figura 7.

O risco associado à proximidade da TMA com a TIR também pode ser verificado na forma de índice calculando-se:

$$0 < \text{Índice TMA/TIR} \leq 1$$

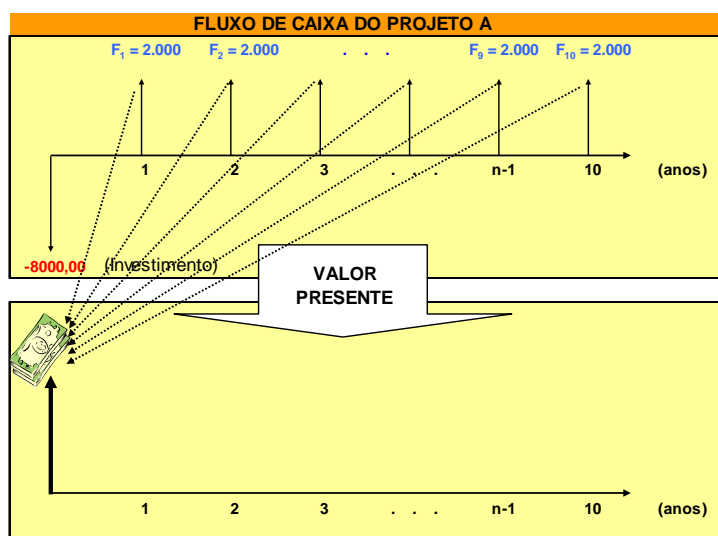
Esta é uma alternativa para padronizar a percepção de risco e poder comparar projetos é fazer TMA/TIR. O risco aumenta quando essa relação tende para 1.

5.2.2.2 Período de recuperação do investimento (*PAY-BACK*)

O tempo para que se possa recuperar um capital investido é considerado um dos fatores de risco. Verifica-se que o *PAY-BACK* do projeto A está estimado em 6 anos.

Para calcular o tempo em que o fluxo de benefícios permite recuperar o investimento inicial, trazem-se os valores de retorno obtidos a cada período para o presente, somando todas as parcelas, como foi apresentado na fórmula (5), e comparando com o investimento a ser efetuado, conforme figura 8.

FIGURA 8 – FLUXO DE BENEFÍCIOS DO PROJETO A



O valor presente das receitas obtidas até o segundo ano é dado por:

$$P = \frac{F_1}{(1+0,1)^1} + \frac{F_2}{(1+0,1)^2}$$

Substituindo os valores, são obtidos os seguintes resultados:

$$P = P_1 + P_2 = \frac{2000}{(1+0,1)^1} + \frac{2000}{(1+0,1)^2} = 1818,18 + 1652,89 = 3471,07$$

O valor de $3471,07 < 8000,00$ indica que o investimento ainda não foi recuperado. Conclui-se que como o retorno obtido até o ano 2 não supera o investimento, deve-se continuar trazendo os valores dos próximos períodos um a um para o valor presente, somando-os ao valor presente obtido anteriormente até que seja atingido ou superado o valor do investimento.

Os valores obtidos são apresentados na tabela 5. Nas linhas correspondentes aos períodos 5 e 6, os totais dos valores presentes estão no intervalo de 7581,57 e 8710,52. Com isto espera-se que o retorno do investimento ocorrerá entre estes dois anos, sendo que um simples cálculo de proporcionalidade estabelece 5,37 anos para a recuperação do investimento.

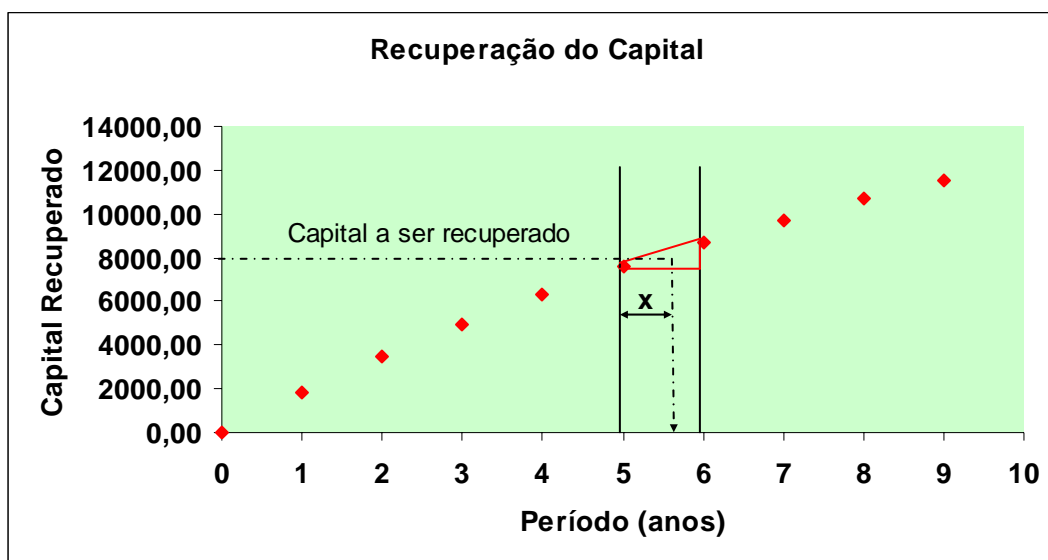
TABELA 5 – PAY-BACK DO PROJETO A

| PERÍODO(anos) | VALORES PRESENTE A CADA PERÍODO | TOTAL |
|---------------|---|----------------|
| 0 | P = | 0,00 |
| 1 | P ₁ = | 1818,18 |
| 2 | P ₁ + P ₂ = | 3471,07 |
| 3 | P ₁ + P ₂ + P ₃ = | 4973,70 |
| 4 | P ₁ + P ₂ + P ₃ + P ₄ = | 6339,73 |
| 5 | P ₁ + P ₂ + P ₃ + P ₄ + P ₅ = | 7581,57 |
| 6 | P ₁ + P ₂ + P ₃ + P ₄ + P ₅ + P ₆ = | 8710,52 |
| 7 | P ₁ + P ₂ + P ₃ + P ₄ + P ₅ + P ₆ + P ₇ = | 9736,84 |
| 8 | P ₁ + P ₂ + P ₃ + P ₄ + P ₅ + P ₆ + P ₇ + P ₈ = | 10669,85 |

A figura 9 apresenta a evolução da recuperação de capital do projeto A.

O valor de “x” pode ser obtido por semelhança de triângulos, considerando os períodos do ano 5 ao ano 6 do projeto, conforme figura 10.

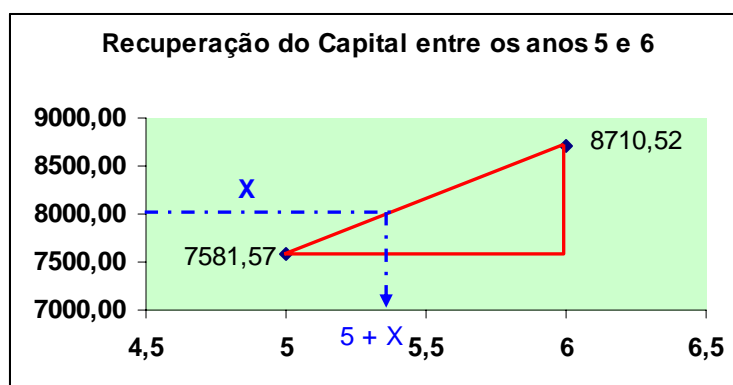
FIGURA 9 – RECUPERAÇÃO DO CAPITAL INVESTIDO



$$\frac{x}{6-5} = \frac{8000,00 - 7581,57}{8710,52 - 7581,57}$$

$$x = \frac{418,43}{1128,95} = 0,3706$$

FIGURA 10 – RECUPERAÇÃO DO CAPITAL ENTRE OS ANOS 5 E 6



Logo, o *PAY-BACK* será $5 + 0,3706$, totalizando 5,37 anos para recuperar o investimento de capital, o que pode ser associado ao risco que tende para alto, ou seja, quase 6 anos para um tempo total de 10 anos. Investimentos de alto risco estarão normalmente associados a ganhos maiores, conseqüentemente, projetos que envolvem maiores riscos com ganhos não muito atrativos devem ser descartados.

Na análise financeira, o risco de um projeto aumenta à medida que o *PAY-BACK* se aproxima do final do horizonte de planejamento.

O tempo de retorno do investimento pode ser analisado pelo índice gerado através do seguinte cálculo:

$$0 < \frac{\text{PAY - BACK}}{n} \leq 1$$

Desta forma quanto mais próximo de 1 maior será o tempo necessário para a recuperação do capital investido e conseqüentemente maior o risco associado ao projeto.

A tabela 6 apresenta um resumo de todos os índices apresentados no projeto A tomado como exemplo.

TABELA 6 – ÍNDICES FINANCEIROS DO PROJETO A

| Indicadores | GANHO | | | | | RISCO | | | |
|-------------|----------|---------|--------|------|-------|--------|-----------|----------|-------------|
| | VP | VPL | VPLa | IBC | ROIA | TIR | TMA / TIR | PAY-BACK | PAY-BACK/ n |
| Projeto A | 12289,13 | 4289,13 | 698,04 | 1,54 | 4,39% | 21,41% | 0,47 | 5,37 | 0,54 |

Observa-se que o projeto apresenta a taxa de retorno além da TMA de 4,39% para o retorno de capital próximo da metade do horizonte de planejamento. Uma pequena oscilação da TMA não tenderia rapidamente a aproximar-se da TIR de 21,41%, o que ameniza o risco deste investimento tornando-o viável.


6 VOLUMES DETERMINÍSTICOS COM USO DO SISPINUS

O SISPINUS foi elaborado na linguagem Turbo Pascal, por OLIVEIRA (1995), com o intuito de disponibilizar um sistema computadorizado para integrar métodos de engenharia econômica a um simulador de crescimento e produção de *Pinus taeda* e permitir avaliar as diversas possibilidades de manejo e planejamento da produção destas florestas.

O simulador de crescimento e produção do SISPINUS foi baseado no NCSU – Managed Pine Growth & Yield Simulator, desenvolvido por Hafley, professor de Ciências Florestais da “School of Forest Resources da North Carolina State University, USA”. A obtenção de parâmetros e a introdução de resultados no simulador foi realizada na EMBRAPA com supervisão direta de Hafley.

O SISPINUS gera tabelas de prognose do crescimento e da produção do volume de madeira para o regime de manejo definido, para qualquer idade, e tabelas de prognose de produção por classes de diâmetro, para os desbastes previstos e corte raso. Neste estudo foi utilizado o *software* a versão 2.1 – 1999 utilizado pela EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). A figura 11 apresenta a tela inicial desse *software*.

FIGURA 11 – TELA INICIAL DO SOFTWARE DE PROGNÓSE DE VOLUME SISPINUS



```
C:\WINDOWS\System32\cmd.exe
*****
* SIMULADOR DE CRESCIMENTO E PRODUÇÃO *
* DE Pinus eliottii E Pinus taeda.
* -----
* Sispinus - versao 2.1 - 1999
* -----
* EMPRESA BRASILEIRA DE
* PESQUISA AGROPECUARIA
* Embrapa Florestas
* Licenciado para Prof. Julio Arce *
*****
<E>ntrada de dados
<Q>uit
==> E
```

O tipo de manejo que se pretende simular é configurado passo a passo. Neste estudo, os dados para a opção de manejo considerada foram apresentados na tabela 1. Na figura 12, tem-se o resumo inicial dos dados, sendo que no ítem <4> constam os desbastes dos anos 8, 12 e 16 com corte raso no ano 20.

FIGURA 12 – RESUMO INICIAL COM AS OPÇÕES DE CORTE

```

C:\WINDOWS\System32\cmd.exe

RESUMO

<0> ESPECIE . . . . . Pinus taeda
<1> INDICE DE SITIO <idade indice 15> 21.0
<2> NUMERO DE ARVORES PLANTADAS POR HA 1667
<3> SOBREVIVENCIA INICIAL <%> . . 95
<4> OUTPUT . . . . . 4
    nas idades : 8 12 16 20
<5> IDADE DO PRIMEIRO DESBASTE . . . 8
<6> EQUACAO DE SITIO A SER USADA taeda
<7> EQUACAO DE VOLUME
<8> DIMENSOES DE TORAS E SORTIMENTO
Iten a ser alterado? <ENTER> para nenhum ==>
  
```

Na medida em que os dados vão sendo lançados, são geradas tabelas com as informações de produção para cada um dos anos de corte, como pode ser observado na figura 13, o volume total no ano 8 antes do desbaste é de 172 m³.

FIGURA 13 – TABELA DE PRODUÇÃO GERADA NO SISPINUS

```

C:\WINDOWS\System32\cmd.exe

SISPINUS

TABELA DE PRODUCAO < Pinus taeda >
-----
INDICE de SITIO <IDADE INDICE 15> 21.0
DENSIDADE <ARVORES/HA> 1667
PORCENTAGEM de SOBREVIVENCIA 95
SOBREVIVENCIA INICIAL <ARVORES/HA> 1584
-----
IDADE  ALT  N/HA  DIAM  ALT  AREA  VOLUME  IMA  IPA
anos   DOM   m/HA  MED   MED  BASAL  TOTAL  <c/c>
-----
8      13.3  1578  16.0  11.6  31.6   172.0  21.5  21.5
-----
PRONTO PARA DESBASTE
Tecla <ENTER> para continuar:
  
```

Os desbastes podem ser definidos em função do número de árvores

remanescentes para cada ano de corte, neste estudo as quantidades remanescentes foram fixadas em 800, 600 e 400 árvores para os anos 8, 12 e 16 respectivamente, com corte raso no ano 20. Os procedimentos para os demais anos são semelhantes aos exemplos das figuras 14 e 15.

FIGURA 14 – OPÇÃO DE DESBASTE

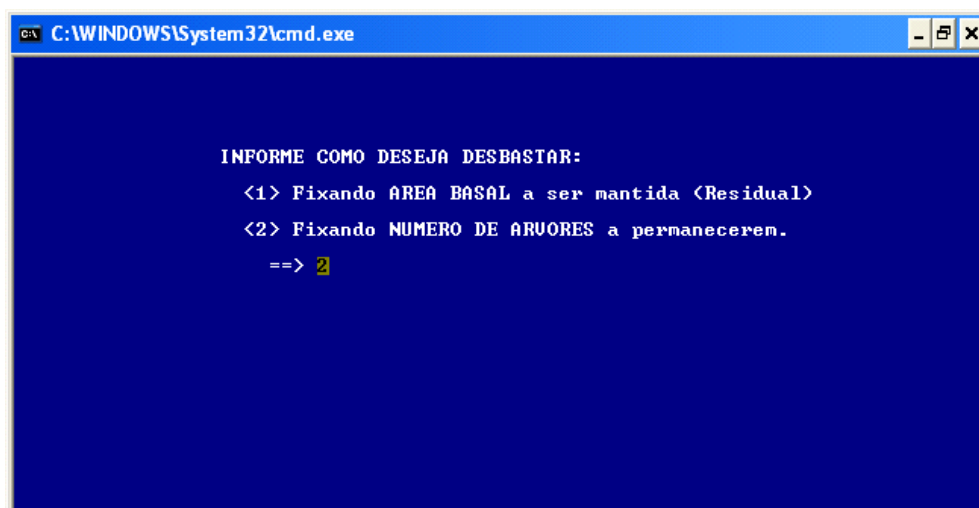
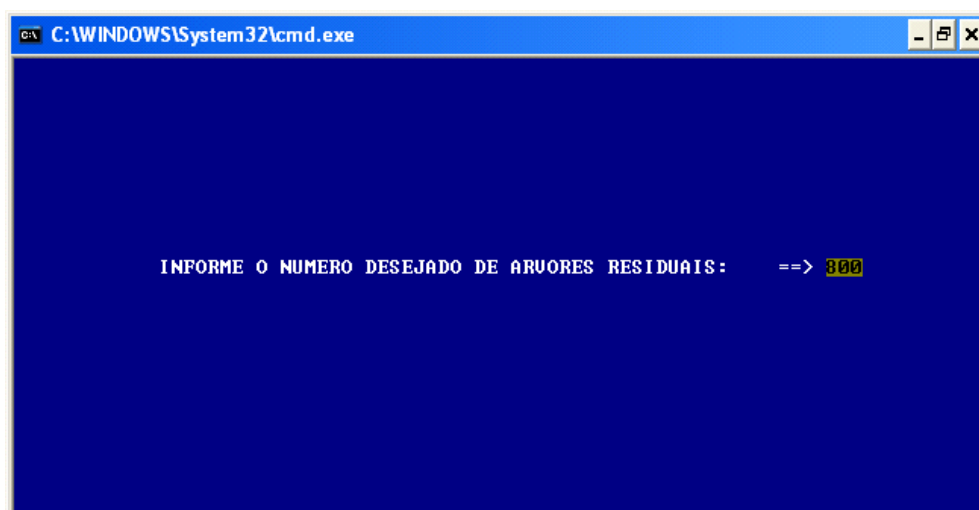


FIGURA 15 – LANÇAMENTO DAS ÁRVORES RESIDUAIS PARA O ANO 8



Nas telas seguintes, são fornecidos relatórios com as tabelas de sortimento da madeira retirada nos desbastes e no corte raso, em que são apresentados dados determinísticos para laminado, serraria, celulose e outros, que associados aos

respectivos preços permitem gerar o fluxo de caixa do investimento na floresta de *Pinus taeda*.

FIGURA 16 – VOLUME DESBASTADO NO ANO 8

| TABELA DE FREQUENCIA PARA ARVORES REMOVIDAS NA IDADE 8 | | | | | | | | | |
|--|------------|------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--|--|
| DIAMETRO LIM.de CLASSE | N/Ha | ALT MED | VOLUME m3 (c/c) | VOLUME LAMINACAO | VOLUME SERRARIA | VOLUME CELULOSE | VOLUME RESTANTE | | |
| 4.0 - 5.9 | 8 | 9.3 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | | |
| 6.0 - 7.9 | 44 | 10.0 | 0.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.8 | | |
| 8.0 - 9.9 | 104 | 10.5 | 3.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.1 | | |
| 10.0 - 11.9 | 172 | 10.8 | 7.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 7.9 | | |
| 12.0 - 13.9 | 154 | 10.9 | 9.8 | 0.0 | 0.0 | 2.3 | 7.5 | | |
| 14.0 - 15.9 | 106 | 10.9 | 9.0 | 0.0 | 0.0 | 5.1 | 3.8 | | |
| 16.0 - 17.9 | 86 | 11.3 | 10.2 | 0.0 | 0.0 | 6.9 | 3.3 | | |
| 18.0 - 19.9 | 61 | 11.8 | 9.5 | 0.0 | 0.0 | 8.0 | 1.5 | | |
| 20.0 - 21.9 | 35 | 12.3 | 7.0 | 0.0 | 0.0 | 6.2 | 0.8 | | |
| 22.0 - 23.9 | 10 | 13.0 | 2.6 | 0.0 | 1.2 | 1.3 | 0.2 | | |
| TOTAIS | 780 | | 59.9 | 0.0 | 1.2 | 29.9 | 28.8 | | |

Tecla <ENTER> para continuar:

As figuras 16, 17, 18 e 19 fornecem os valores de corte para cada uso da madeira, a última linha das colunas totalizam os volumes, estes valores são utilizados na resolução do modelo matemático proposto. Como se pode observar na figura 16, o volume total desbastado no ano 8 é de $59,9 \text{ m}^3$, e no ano 12, figura 17, é de $33,6 \text{ m}^3$.

FIGURA 17 – VOLUME DESBASTADO NO ANO 12

| TABELA DE FREQUENCIA PARA ARVORES REMOVIDAS NA IDADE 12 | | | | | | | | | |
|---|------------|------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--|--|
| DIAMETRO LIM.de CLASSE | N/Ha | ALT MED | VOLUME m3 (c/c) | VOLUME LAMINACAO | VOLUME SERRARIA | VOLUME CELULOSE | VOLUME RESTANTE | | |
| 12.8 - 13.9 | 4 | 14.6 | 0.4 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.3 | | |
| 14.0 - 15.9 | 48 | 15.3 | 5.7 | 0.0 | 0.0 | 3.1 | 2.6 | | |
| 16.0 - 17.9 | 78 | 15.7 | 12.1 | 0.0 | 0.0 | 8.7 | 3.5 | | |
| 18.0 - 19.9 | 26 | 13.7 | 4.8 | 0.0 | 0.0 | 4.0 | 0.7 | | |
| 20.0 - 21.9 | 18 | 13.9 | 4.2 | 0.0 | 0.0 | 3.5 | 0.7 | | |
| 22.0 - 23.9 | 12 | 14.0 | 3.2 | 0.0 | 1.3 | 1.5 | 0.3 | | |
| 24.0 - 25.9 | 6 | 14.1 | 2.0 | 0.0 | 0.8 | 1.1 | 0.1 | | |
| 26.0 - 27.9 | 3 | 14.3 | 1.0 | 0.0 | 0.7 | 0.3 | 0.1 | | |
| 28.0 - 29.9 | 1 | 14.6 | 0.3 | 0.0 | 0.2 | 0.1 | 0.0 | | |
| TOTAIS | 196 | | 33.6 | 0.0 | 3.0 | 22.4 | 8.3 | | |

Tecla <ENTER> para continuar:

FIGURA 18 – VOLUME DESBASTADO NO ANO 16

TABELA DE FREQUENCIA PARA ARVORES REMOVIDAS NA IDADE 16

| DIAMETRO LIM.de CLASSE | N/Ha | ALT MED | UOLUME m3 (c/c) | UOLUME LAMINACAO | UOLUME SERRARIA | UOLUME CELULOSE | UOLUME RESTANTE |
|---------------------------|------------|------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 18.1 - 19.9 | 18 | 18.8 | 4.4 | 0.0 | 0.0 | 3.6 | 0.8 |
| 20.0 - 21.9 | 60 | 19.3 | 18.0 | 0.0 | 5.7 | 10.3 | 1.9 |
| 22.0 - 23.9 | 61 | 19.6 | 22.3 | 0.0 | 7.0 | 13.5 | 1.8 |
| 24.0 - 25.9 | 23 | 17.9 | 9.5 | 0.0 | 5.5 | 3.3 | 0.7 |
| 26.0 - 27.9 | 16 | 18.0 | 7.9 | 0.0 | 4.5 | 2.9 | 0.4 |
| 28.0 - 29.9 | 10 | 18.1 | 5.8 | 0.0 | 4.4 | 1.1 | 0.3 |
| 30.0 - 31.9 | 6 | 18.2 | 3.6 | 0.0 | 2.7 | 0.8 | 0.1 |
| 32.0 - 33.9 | 2 | 18.4 | 1.7 | 0.6 | 0.7 | 0.4 | 0.1 |
| TOTAIS | 196 | | 73.1 | 0.6 | 30.5 | 35.9 | 6.2 |

Tecla <ENTER> para continuar:

No ano 16, devido ao crescimento da floresta, percebe-se na figura 18 o aumento do volume desbastado.

FIGURA 19 – CORTE RASO ANO 20

TABELA DE FREQUENCIA PARA IDADE 20

| DIAMETRO LIM.de CLASSE | N/Ha | ALT MED | UOLUME m3 (c/c) | UOLUME LAMINACAO | UOLUME SERRARIA | UOLUME CELULOSE | UOLUME RESTANTE |
|---------------------------|------------|------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 24.0 - 25.9 | 26 | 22.6 | 13.2 | 0.0 | 6.4 | 5.8 | 1.0 |
| 26.0 - 27.9 | 53 | 23.0 | 32.2 | 0.0 | 20.6 | 9.7 | 1.9 |
| 28.0 - 29.9 | 62 | 23.2 | 43.8 | 0.0 | 33.6 | 8.4 | 1.8 |
| 30.0 - 31.9 | 63 | 23.4 | 51.4 | 14.0 | 25.3 | 9.9 | 2.3 |
| 32.0 - 33.9 | 60 | 23.6 | 56.2 | 15.2 | 33.2 | 6.1 | 1.7 |
| 34.0 - 35.9 | 54 | 23.8 | 57.8 | 27.0 | 22.5 | 6.4 | 1.9 |
| 36.0 - 37.9 | 45 | 24.0 | 54.0 | 25.1 | 21.0 | 6.8 | 1.2 |
| 38.0 - 39.9 | 29 | 24.3 | 39.8 | 24.5 | 12.1 | 2.5 | 0.6 |
| 40.0 - 41.9 | 6 | 25.1 | 9.5 | 6.9 | 1.7 | 0.7 | 0.2 |
| TOTAIS | 398 | | 357.8 | 112.7 | 176.6 | 56.1 | 12.5 |

Tecla <ENTER> para continuar: _

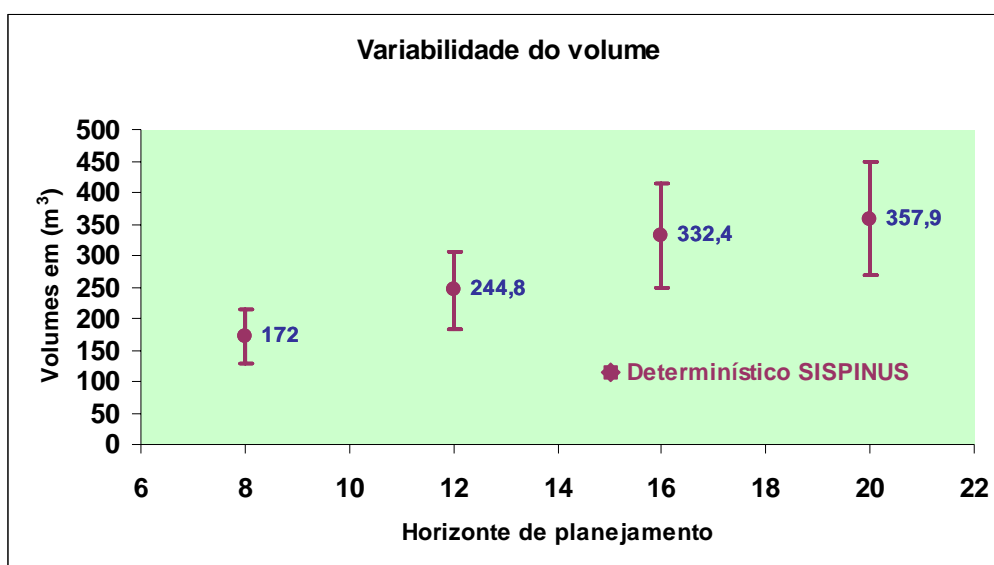
Os resultados dos volumes totais, de desbaste e corte, estão resumidos na tabela 7 do capítulo seguinte. A metodologia estudada neste trabalho parte dos volumes iniciais determinísticos obtidos através do SISPINUS, e insere a variabilidade através de distribuições de probabilidade uniforme e normal.

7 MODELO MATEMÁTICO

O modelo deste estudo baseia-se na simulação da variabilidade do volume da madeira. Neste capítulo, é apresentado como estabelecer estas variações segundo as distribuições de probabilidade uniforme e normal, ao final têm-se as previsões de preço da madeira que associadas aos volumes permitem estabelecer os fluxos de caixa. O método aplicado para a análise financeira é apresentado no capítulo seguinte.

A figura 20 permite exemplificar o que o modelo em questão propicia, o incremento do desvio no volume da madeira. Nos períodos de corte sabe-se que os valores determinísticos obtidos com o uso do SISPINUS são 172 m³, 244,8 m³, 332,4 m³ e 357,9 m³ respectivamente para os anos 8, 12, 16 e 20.

FIGURA 20 – VARIABILIDADE DE VOLUME A SER OBSERVADA COM O MODELO



O cálculo dos volumes máximos e mínimos, detectados com o modelo, para cada período de corte será visto no desenvolvimento deste trabalho, sendo resultado de 100 simulações com o uso das distribuições de probabilidades uniforme e normal. Estas simulações permitirão gerar não apenas um VPL determinístico, mas uma distribuição de probabilidades de VPL para o projeto, agregando o desvio nos resultados dos novos indicadores e melhorando a percepção do risco.

7.1 SIMULAÇÃO DO VOLUME COM A DISTRIBUIÇÃO UNIFORME

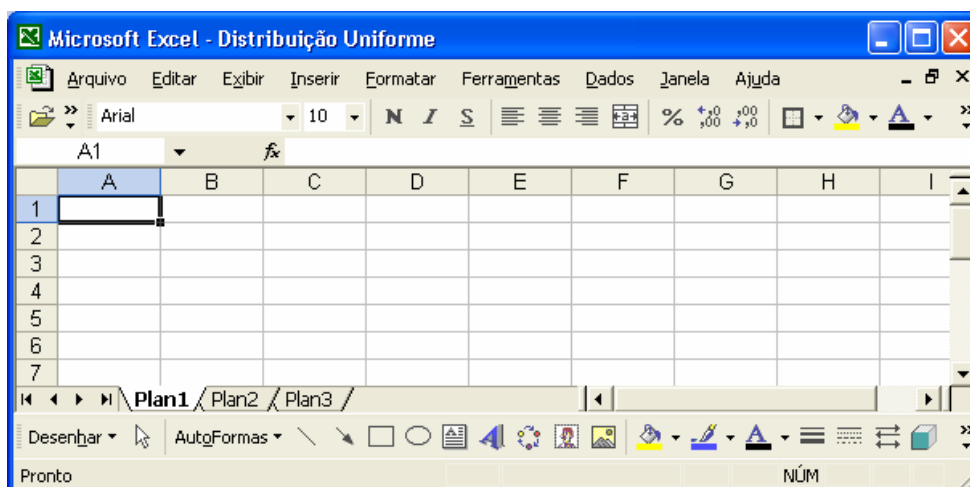
Com os dados mencionados na definição do problema no capítulo IV, e com o uso do *software* Excel, é feita a simulação das variações de volume da madeira com a distribuição uniforme. Todos os passos que envolvem esta solução são detalhados aqui, facilitando desta forma a aplicação desta metodologia a outros projetos.

7.1.1 Geração de números aleatórios para distribuição uniforme

O primeiro passo consiste em gerar variáveis aleatórias segundo uma distribuição uniforme em quatro colunas distintas. Cada uma destas colunas refere-se aos respectivos anos de corte, ou seja, ano 8, ano 12, ano 16 e ano 20. Ao abrir a planilha do EXCEL, conforme figura 21, é utilizado no menu a opção “Ferramentas”. Ao executar este passo abre-se uma janela com a opção de análise de dados que ao ser escolhida determina uma nova janela, disponibilizando a alternativa “Geração de número aleatório”.

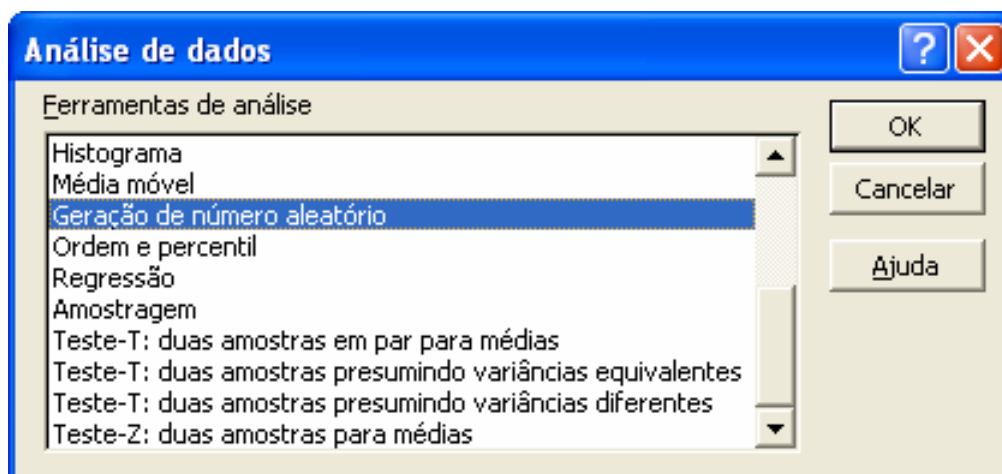
Na figura 22, são detalhadas algumas das opções de análise de dados. Optando pela geração de números aleatórios e confirmando OK, visualiza-se a tela de geração de números aleatórios com os campos necessários para que sejam obtidas as saídas dos resultados na própria planilha, em nova planilha ou nova pasta de trabalho. Optou-se aqui por gerar os dados na própria planilha definindo os intervalos de saída. Na tela geração de número aleatório, conforme figura 23, foram determinadas quatro variáveis aleatórias uma para cada ano de corte, ou seja, ano 8, ano 12, ano 16 e ano 20, cada coluna associada aos anos terão gerados 100 números aleatórios segundo uma distribuição de probabilidades uniforme, variando entre 0 e 1 com igual probabilidade. Escolhidas as células para os intervalos de saída dos números gerados são obtidas quatro colunas de 100 números.

FIGURA 21 – 1º PASSO PARA GERAR VARIÁVEIS ALEATÓRIAS COM DISTRIBUIÇÃO UNIFORME



Concluída esta operação tem-se então a distribuição uniforme, sendo que os dados gerados serão utilizados para simular as variações de volume e de volume de corte em cada um dos anos considerados.

FIGURA 22 – 2º PASSO PARA GERAR UMA DISTRIBUIÇÃO UNIFORME



A figura 24 apresenta alguns dos valores numéricos obtidos na geração dos números aleatórios para a distribuição de probabilidades uniforme. Todos os valores simulados estão apresentados no anexo 1.

FIGURA 23 – 3º PASSO PARA GERAR UMA DISTRIBUIÇÃO UNIFORME

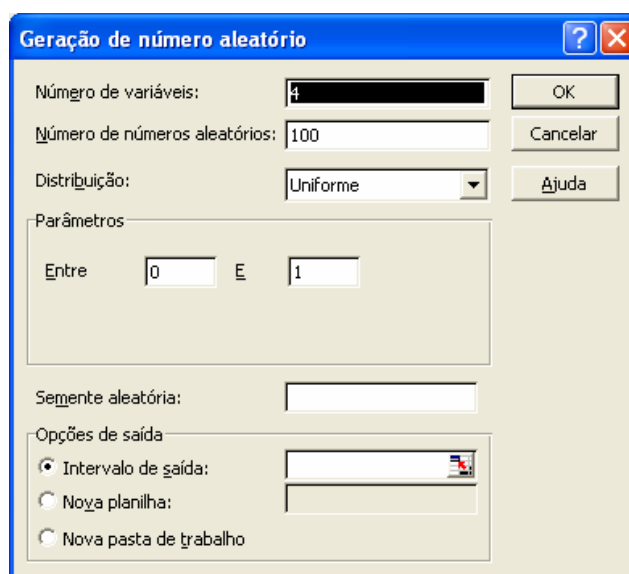


FIGURA 24 – DADOS GERADOS COM A DISTRIBUIÇÃO UNIFORME

| | A | B | C | D | E | F | G |
|-----|-----|------------------------------|---------------|---------------|---------------|---|---|
| 1 | | DISTRIBUIÇÃO UNIFORME | | | | | |
| 2 | | Ano 8 | Ano 12 | Ano 16 | Ano 20 | | |
| 3 | 1 | 0,3820 | 0,1007 | 0,5965 | 0,8991 | | |
| 4 | 2 | 0,8846 | 0,9585 | 0,0145 | 0,4074 | | |
| 5 | 3 | 0,8632 | 0,1386 | 0,2450 | 0,0455 | | |
| 6 | 4 | 0,0324 | 0,1641 | 0,2196 | 0,0171 | | |
| 7 | 5 | 0,2850 | 0,3431 | 0,5536 | 0,3574 | | |
| 97 | 95 | 0,6752 | 0,4876 | 0,4918 | 0,4791 | | |
| 98 | 96 | 0,0462 | 0,6712 | 0,5764 | 0,7424 | | |
| 99 | 97 | 0,4329 | 0,7955 | 0,9068 | 0,9714 | | |
| 100 | 98 | 0,0950 | 0,7324 | 0,4146 | 0,2290 | | |
| 101 | 99 | 0,7701 | 0,9901 | 0,9114 | 0,5713 | | |
| 102 | 100 | 0,3180 | 0,4059 | 0,1361 | 0,5298 | | |
| 103 | | | | | | | |

Com os dados gerados, pode-se simular as possíveis variações de volumes da madeira; a seguir, detalha-se o método de cálculo utilizado para obter as variações do ano 8 ao ano 20.

7.1.2 Variação dos volumes utilizando a distribuição uniforme

Nas variações de volume foi utilizada como parâmetro a taxa de $\pm 10\%$. O *software* SISPINUS fornece os valores determinísticos de volume para o manejo escolhido como objeto deste estudo, ou seja, três desbastes ocorrendo o primeiro no ano 8 com 800 árvores remanescentes, o segundo no ano 12 com 600 árvores remanescentes, o terceiro no ano 16 com 400 árvores remanescentes e corte raso no ano 20.

Para a opção de manejo considerado neste trabalho os dados de volume gerados com o uso do SISPINUS são apresentados na tabela 7.

TABELA 7 – VOLUMES OBTIDOS COM O SOFTWARE SISPINUS

| Ano de Corte | Volume Total (m³) | Desbaste (m³) | Volume Remanescente (m³) | Árvores Remanescentes |
|---------------------|-------------------------------------|---------------------------------|--|------------------------------|
| 8 | 172,0 | 59,9 | 112,1 | 800 |
| 12 | 244,8 | 33,7 | 211,1 | 600 |
| 16 | 332,4 | 73,2 | 259,2 | 400 |
| 20 | 357,9 | 357,9 | 0 | Corte Raso |

Considerando as variações de volume da madeira em torno de $\pm 10\%$ tem-se o intervalo de variação no ano 8 de 154,8 m³ a 189,2 m³, nos quais todos os valores do intervalo nesta análise podem ocorrer com igual probabilidade. Tais variações no ano 8 causarão impacto nos volumes futuros, conseqüentemente nos cortes e fluxo de caixa.

São gerados então os volumes no ano 8, considerando os valores na coluna relativa a este ano na figura 24, para isto foi estabelecida a seguinte formulação para cada uma das 100 linhas.

Determinado o intervalo de variação do ano 8 entre 154,8 m³ e 189,2 m³, a amplitude de variação é obtida da diferença, ou seja, 34,40 m³. Ao gerar um número

aleatório na distribuição uniforme o mesmo assumirá qualquer valor entre o intervalo [0;1]. Os volumes aleatórios limitados ao intervalo de $\pm 10\%$ são obtidos através da fórmula 9.

$$Volume = (\delta_0 * (1 - p)) + ((\delta_0 * (1 + p)) - (\delta_0 * (1 - p))) * Aleatório \quad (9)$$

Em que:

δ_0 = volume inicial obtido do SISPINUS = 172 m³

p = parâmetro de variabilidade do volume = 10%

Aleatório = variável aleatória gerada com a distribuição uniforme.

No Excel, as variáveis que aparecem na formulação acima são substituídas pelas respectivas células que contêm estes valores. Para exemplificar os valores dos volumes totais no ano 8 que aparecem parcialmente na figura 25, foi feito o detalhamento do cálculo do volume total obtido na linha 5 coluna B.

FIGURA 25 – VOLUMES GERADOS COM A DISTRIBUIÇÃO UNIFORME NO ANO 8

| | A | B | | | |
|-----|---|------------------|-----------------|----------------|----------------|
| 3 | | | | | |
| 4 | | Simulação | Volume 8 | Corte 8 | Reman 8 |
| 5 | | 1 | 167,94 | 58,49 | 109,45 |
| 6 | | 2 | 185,23 | 64,51 | 120,72 |
| 7 | | 3 | 184,50 | 64,25 | 120,24 |
| 102 | | | | | |
| 103 | | 99 | 181,29 | 63,14 | 118,16 |
| 104 | | 100 | 165,74 | 57,72 | 108,02 |
| 105 | | | | | |

O valor de 167,94 m³ é resultado do seguinte cálculo:

$$Volume = (\delta_0 * (1 - p)) + ((\delta_0 * (1 + p)) - (\delta_0 * (1 - p))) * Aleatório = 167,97$$

Em que:

$$\delta_0 = \text{volume inicial obtido do SISPINUS} = 172 \text{ m}^3$$

$$p = \text{parâmetro de variabilidade do volume} = 10\%$$

$$\text{Aleatório} = \text{variável aleatória da distribuição uniforme} = 0,3820$$

Na figura 25, célula C5, aparece a fórmula considerando as células correspondentes aos valores necessários para a realização dos cálculos. A formulação está em evidência na função f_x na linha acima da coluna B.

O mesmo procedimento foi executado para todas as demais 99 linhas abaixo de C5, determinando assim todos os volumes gerados no ano 8. No entanto, para determinar as receitas em cada ano de corte, é necessário conhecer os volumes a serem cortados. A seguir é definido o procedimento para a obtenção das quantias de corte para todas as 100 linhas do ano 8, a figura 25 permite observar na coluna D alguns valores de corte com as simulações, bem como na coluna E, os volumes remanescentes resultantes da diferença dos volumes totais e seus respectivos cortes.

Com os dados da tabela 7, é possível encontrar as taxas de corte relativas aos anos 8, 12, 16 e 20 efetuando o seguinte cálculo:

$$\gamma_i = \text{Taxa de corte (\%)} = \frac{\text{corte no ano } x}{\text{volume no ano } x} \quad \text{com } i = 1, 2, 3 \text{ e } 4 \quad (10)$$

Os índices i variando de 1 a 4 correspondem respectivamente aos anos 8, 12, 16 e 20, as taxas de corte resultantes da aplicação da fórmula 9 são apresentadas a seguir:

| Ano | 8 | 12 | 16 | 20 |
|----------------------------|----------|-----------|-----------|-----------|
| Taxa de corte (%) | 34,83 | 13,77 | 22,02 | 100 |

Para calcular os volumes para corte no ano 8 parcialmente visíveis na coluna D da figura 25, multiplicam-se os volumes totais da coluna C pela taxa de corte relativa ao ano que neste caso será de 37,83%, com isto encontra-se o volume para corte e conseqüentemente possibilita-se calcular o volume remanescente.

Aplicando a taxa de corte ao volume total de 167,94 m³, obtém-se então o volume de corte de 58,49 m³ e o volume remanescente de 109,45 m³. Da mesma forma são calculados todos os demais valores da coluna D e E.

As mesmas simulações devem ser aplicadas ao ano 12; no entanto, para isso é preciso determinar que volumes serão atingidos no ano 12. Esta projeção é obtida aplicando-se uma taxa de crescimento aos valores simulados. As taxas de crescimento são calculadas com o uso da fórmula 11 para cada um dos anos de corte em questão considerando os dados do SISPINUS constantes da tabela 7.

$$\phi_i = \text{Taxa de crescimento} = \frac{\text{volume remanescente no ano } x}{\text{volume total no ano } x + 4} \quad i = 1, 2 \text{ e } 3 \quad (11)$$

Os índices i variando de 1 a 3 correspondem respectivamente às taxas de crescimento do ano 8 ao ano 12, 12 a 16 e 16 a 20, efetuando os cálculos, os resultados apresentam as seguintes taxas de crescimento:

| Ano | 8 ao ano 12 | 12 ao ano 16 | 16 ao ano 20 |
|----------------------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| Taxa de Crescimento (%) | 2,1838 | 1,5746 | 1,3808 |

Desta forma é possível projetar, com base nos volumes remanescentes do ano 8, os volumes totais do ano 12 aplicando a taxa de crescimento de 2,1838, com isto 100 novos volumes totais são previstos para o ano 12.

Com os volumes totais projetados para o ano 12, são feitas as simulações considerando as variações de volume de acordo com a taxa de $\pm 10\%$, ou seja, sobre cada um dos valores de volume totais obtidos no ano 12 são aplicadas as variáveis uniformemente geradas considerando os limites mínimo e máximo cada linha

simulada.

A figura 26 apresenta valores de volumes simulados com alguns resultados relativos ao ano 12.

FIGURA 26 – VOLUMES GERADOS COM A DISTRIBUIÇÃO UNIFORME NO ANO 8 E 12

| | B | C | | | | |
|-----|-----------------|----------------|----------------|------------------|-----------------|-----------------|
| 3 | | | | | | |
| 4 | Volume 8 | Corte 8 | Reman 8 | Volume 12 | Corte 12 | Reman 12 |
| 5 | 167,94 | 58,49 | 109,45 | 219,93 | 30,28 | 189,66 |
| 6 | 185,23 | 64,51 | 120,72 | 287,80 | 39,62 | 248,18 |
| 7 | 184,50 | 64,25 | 120,24 | 243,60 | 33,54 | 210,07 |
| 102 | | | | | | |
| 103 | 181,29 | 63,14 | 118,16 | 283,32 | 39,00 | 244,32 |
| 104 | 165,74 | 57,72 | 108,02 | 231,45 | 31,86 | 199,59 |
| 105 | | | | | | |

Para facilitar o entendimento dos resultados expostos, considere a célula E5 da planilha cujo valor é de 219,93 m³, referente a um dos volumes simulados no ano 12. Na célula D5, ao lado esquerdo, aparece o volume remanescente do ano 8 de 109,45 m³, aplicando ao mesmo a taxa de crescimento do ano 8 para o ano 12 de 2,1838, obtém-se o volume 239,02 m³ sobre o qual é considerada a variação de ±10%.

O intervalo de variação deste volume para este volume é de 215,15 m³ a 262,92 m³, ou seja, uma amplitude de variação de 47,77 m³. Conhecendo o intervalo de modo análogo ao ano 8 calcula-se o valor de 219,93 m³ na célula E5, fazendo:

$$219,93 = (\delta_1 * \phi_1 * (1 - p)) + ((\delta_1 * \phi_1 * (1 + p)) - (\delta_1 * \phi_1 * (1 - p))) * \text{Aleatório}$$

Em que:

δ_1 = volume remanescente do ano 8

ϕ_1 = taxa de crescimento do ano 8 ao ano 12 = 2,1838

p = parâmetro de variabilidade do volume = 10%

Aleatório = variável aleatória da distribuição uniforme = 0,1007.

De modo análogo são obtidas todas as demais simulações de volume para as 99 linhas restantes, aplicando a cada um destes volumes a taxa de corte correspondente ao ano 12 já conhecida que é de 13,77%. As diferenças entre os volumes gerados e os respectivos cortes fornecem os volumes remanescentes do ano 12. No caso da linha 1 da figura 26, o volume de 219,93 após corte resulta num remanescente de 189,66 m³.

A figura 27 apresenta os resultados obtidos para algumas das simulações de volume do ano 12 ao ano 20; são apresentados a seguir os valores obtidos apenas na linha 1 dos anos 16 e 20 completando os procedimentos de simulação para a distribuição uniforme. As demais simulações são feitas seguindo os mesmos procedimentos, sendo que todos os resultados são apresentados no anexo 2.

A célula G5 figura 27, cujo valor é de 189,66 m³ é o volume remanescente sobre o qual incidirá a taxa de crescimento do ano 12 ao ano 16, uma vez determinado o novo volume incide sobre ele a variabilidade de $\pm 10\%$. Aplicando-se a simulação do volume de acordo com a variável aleatória gerada na distribuição uniforme, calcula-se então o volume simulado:

$$304,40 = (\delta_2 * \phi_2 * (1 - p)) + ((\delta_2 * \phi_2 * (1 + p)) - (\delta_2 * \phi_2 * (1 - p))) * \text{Aleatório}$$

Em que:

δ_2 = volume remanescente do ano 12

ϕ_2 = Taxa de crescimento do ano 12 ao ano 16 = 1,5746

p = parâmetro de variabilidade do volume = 10%

Aleatório = variável aleatória da distribuição uniforme = 0,5965.

FIGURA 27 – VOLUMES SIMULADOS COM A DISTRIBUIÇÃO UNIFORME NOS ANOS 12, 16 E 20

| | Reman 12 | Volume 16 | Corte 16 | Reman 16 | Volume 20 | Corte 20 | Reman 20 |
|----|----------|-----------|----------|----------|-----------|----------|----------|
| 5 | 189,66 | 304,40 | 67,03 | 237,36 | 353,91 | 353,91 | 0,00 |
| 6 | 248,18 | 352,85 | 77,70 | 275,14 | 372,88 | 372,88 | 0,00 |
| 7 | 210,07 | 313,91 | 69,13 | 244,78 | 307,27 | 307,27 | 0,00 |
| 8 | 178,50 | 265,31 | 58,43 | 206,88 | 258,07 | 258,07 | 0,00 |
| 9 | 195,68 | 311,43 | 68,58 | 242,85 | 325,76 | 325,76 | 0,00 |
| 10 | 199,75 | 340,34 | 74,95 | 265,39 | 363,95 | 363,95 | 0,00 |

Aplicando a taxa de corte correspondente ao ano 16 que é de 22,02% sobre 304,40 m³, gera-se o volume de corte de 67,03 m³, e conseqüentemente um volume remanescente no ano 16 de 237,36 m³.

Na figura 27, o volume remanescente do ano 16 está na célula J5 sobre o qual incide a taxa de crescimento do ano 16 ao ano 20. A este novo volume é projetada a variação de ±10%. Calcula-se então o volume simulado com a distribuição uniforme:

$$353,91 = (\delta_3 * \phi_3 * (1 - p)) + ((\delta_3 * \phi_3 * (1 + p)) - (\delta_3 * \phi_3 * (1 - p))) * \text{Aleatório}$$

Em que:

δ_3 = volume remanescente do ano 16

ϕ_3 = taxa de crescimento do ano 16 ao ano 20 = 1,3808

p = parâmetro de variabilidade do volume = 10%

Aleatório = variável aleatória da distribuição uniforme = 0,8991.

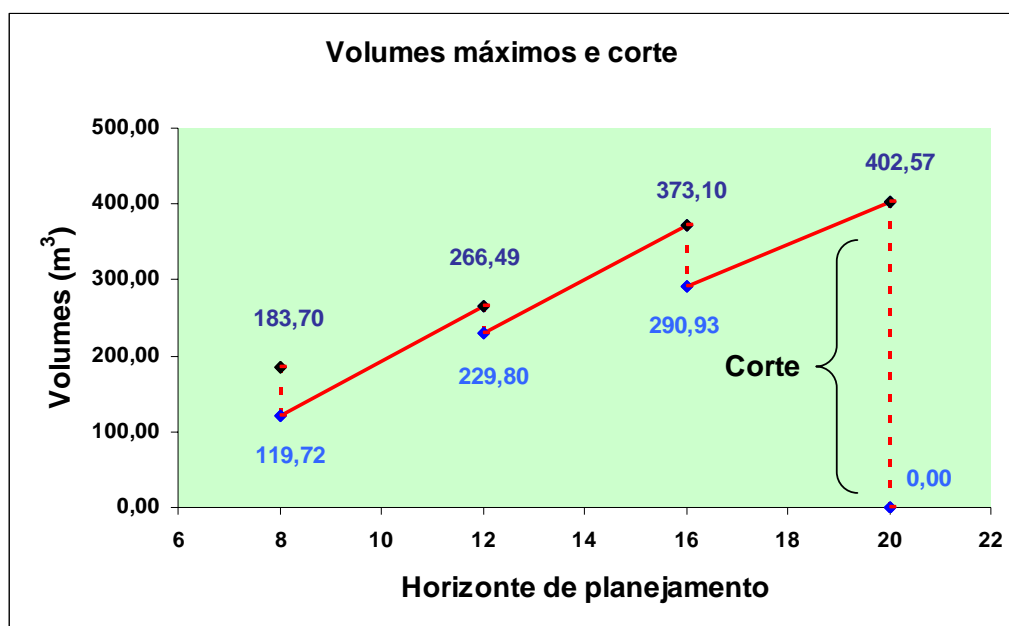
Com os procedimentos mencionados foram simulados todos os volumes

apresentados na linha 1 da planilha utilizando os números aleatórios gerados com a distribuição uniforme. De modo análogo foram calculados os valores de volume de todas as demais 99 linhas.

7.1.3 Volumes com a distribuição uniforme

Considerando os desvios possíveis na distribuição uniforme pode-se obter nos casos extremos o máximo ou o mínimo, o que abre o nosso leque de possibilidades.

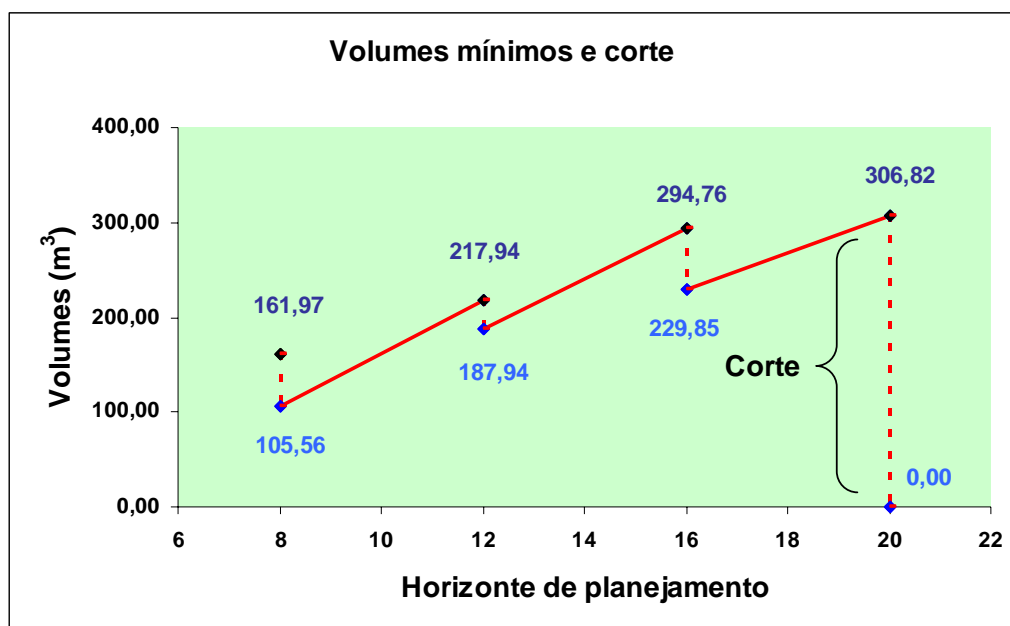
FIGURA 28 – VOLUMES MÁXIMOS E CORTE OBTIDOS COM A DISTRIBUIÇÃO UNIFORME



A figura 28 apresenta os valores com os desvios superiores à média obtidos com a distribuição uniforme e abaixo em azul os valores remanescentes após o corte.

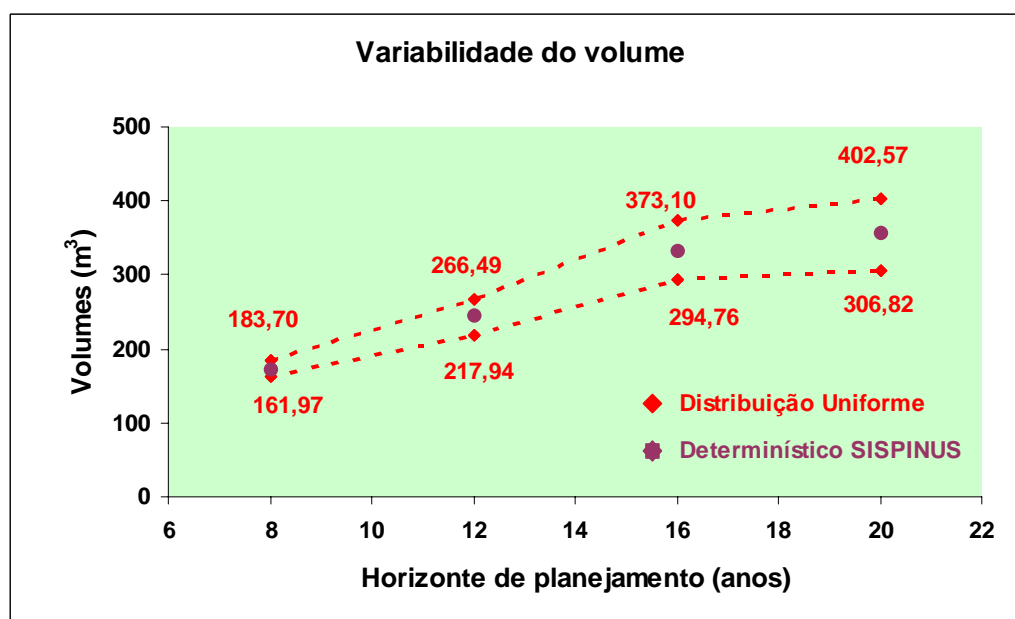
Na figura 29, acima da serra, no gráfico, são percebidos os valores obtidos com os desvios abaixo da média; os valores abaixo da serra representam os volumes remanescentes após o corte.

FIGURA 29 – VOLUMES MÍNIMOS E CORTE OBTIDOS COM A DISTRIBUIÇÃO UNIFORME



Na figura 30, são apresentados os prováveis volumes entre os limites de crescimento mínimos e máximos da madeira para a distribuição uniforme. Com isto pode-se comparar as variações com os volumes determinísticos.

FIGURA 30 – VARIAÇÕES DE VOLUME COM A DISTRIBUIÇÃO UNIFORME



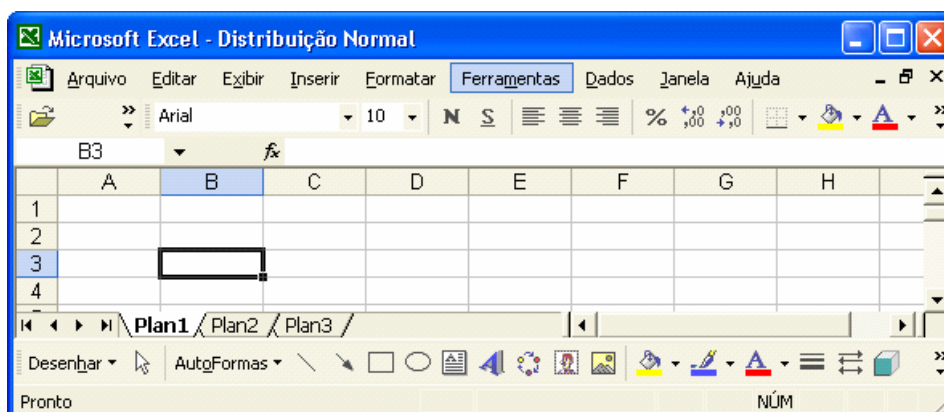
7.2 SIMULAÇÃO DO VOLUME COM DISTRIBUIÇÃO NORMAL

O segundo critério de avaliação proposto neste estudo estabelece uma variação do volume também oscilando em $\pm 10\%$; no entanto, agora de acordo com uma distribuição de probabilidades normal, para verificar se neste comportamento são geradas as variáveis aleatórias com o uso do Excel. A seguir, é descrito o método utilizado para a determinação das variáveis a serem utilizadas nas simulações dos volumes.

7.2.1 Geração de números aleatórios para a distribuição normal

Os passos iniciais para gerar as variáveis aleatórias com uma distribuição normal são os mesmos executados para a distribuição uniforme, a figura 31 mostra o primeiro passo ativando no menu a opção “Ferramentas”.

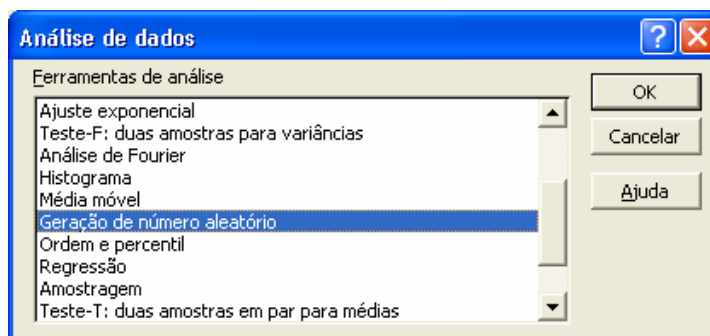
FIGURA 31 – 1º PASSO PARA GERAR VARIÁVEIS ALEATÓRIAS COM DISTRIBUIÇÃO NORMAL



A seguir, na caixa de análise de dados, procede-se ao segundo passo escolhendo a opção de geração de número aleatório, conforme figura 32.

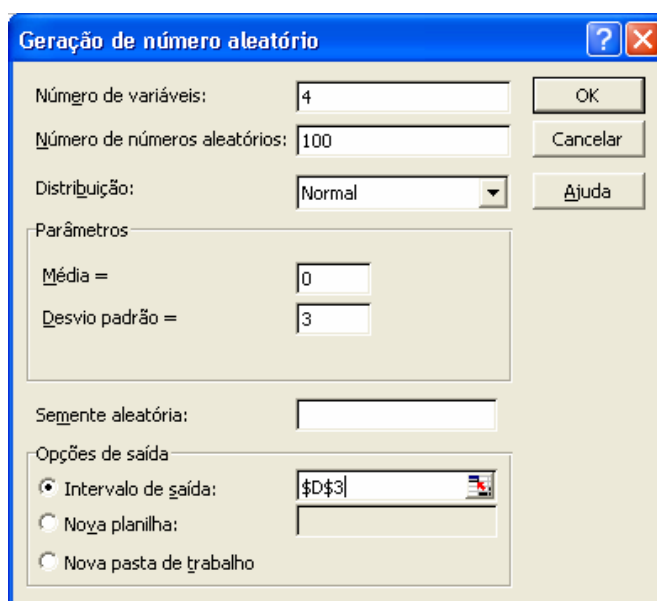
O número de variáveis aleatórias que representam os anos de corte e a quantidade de números a serem simulados para cada ano, considerando um intervalo com 3σ , são estabelecidos na figura 33, em que se determinam quatro variáveis relativas aos anos 8, 12, 16 e 20. Seleciona-se a opção distribuição normal, determinando o total de 100 números gerados para cada variável.

FIGURA 32 – 2º PASSO PARA GERAR UMA DISTRIBUIÇÃO NORMAL



O intervalo de saída determina as colunas nos quais serão geradas as 100 simulações. Considerando uma variação de 3σ (três desvios padrão), todas as variáveis geradas estarão com 99,72% de confiança dentro do intervalo de $154,8 \text{ m}^3$ e $189,2 \text{ m}^3$, calculado, aplicando-se a taxa de $\pm 10\%$ sobre o volume inicial obtido com o *software* SISPINUS, e que tem valor de 172 m^3 no ano 8.

FIGURA 33 – 3º PASSO PARA GERAR UMA DISTRIBUIÇÃO NORMAL



A figura 34 apresenta alguns dos valores gerados com a distribuição normal para os anos 8, 12, 16 e 20, todos os valores das 100 simulações podem ser observados no anexo 3.

FIGURA 34 – VARIÁVEIS ALEATÓRIAS GERADAS COM A DISTRIBUIÇÃO NORMAL

| DISTRIBUIÇÃO NORMAL | | | | | |
|---------------------|-------|--------|--------|--------|--|
| | Ano 8 | Ano 12 | Ano 16 | Ano 20 | |
| 1 | 1,13 | -0,01 | -1,08 | -1,30 | |
| 2 | 0,84 | -0,68 | -1,22 | 1,52 | |
| 3 | -0,71 | 0,41 | -1,18 | 0,40 | |
| 4 | 0,12 | -0,34 | 0,14 | 0,42 | |
| 5 | -0,43 | 1,60 | 1,43 | -1,65 | |
| 6 | 0,12 | -0,27 | 2,23 | -0,14 | |
| 7 | 0,06 | 0,03 | -1,78 | 0,31 | |

Com os resultados obtidos com a distribuição normal é possível passar ao passo seguinte que se resume em obter as variações de volumes totais, de corte e remanescentes para cada um dos anos escolhidos para manejo da madeira.

7.2.2 Variação dos volumes utilizando a distribuição normal

As variações de $\pm 10\%$ utilizada nos inventários florestais aplicada ao volume determinístico, obtido do SISPINUS, estabelece o intervalo de variação inicial para o ano 8 de $154,8 \text{ m}^3$ e $189,2 \text{ m}^3$. Os volumes iniciais simulados com as variáveis normais estarão dentro destes limites.

Para calcular as variações de volume é preciso estabelecer o cálculo do desvio padrão. Para os 3 desvios considerados, ou seja, $z = 3$ tem-se que:

$$z = \frac{x - \bar{x}}{\sigma}$$

Isolando o desvio padrão para $z = 3$, encontra-se:

$$\sigma = \frac{x - \bar{x}}{3}$$

Para os valores extremos do intervalo no ano 8 e a média determinada pelo SISPINUS o desvio padrão é de $\pm 5,73$ o que corresponde à variação de 0,033333 da média, e que será nomeada com taxa do desvio padrão.

Com os dados do desvio conhecidos são calculados os volumes simulados com base nas variáveis aleatórias geradas conforme figura 34.

O cálculo do volume destacado na célula B5 da planilha, figura 35, será detalhado a seguir, sendo que todos os 99 valores abaixo, totalizando 100 volumes simulados, seguem o mesmo procedimento.

$$Volume = \delta_0 + \delta_0 * \eta * Aleatório \quad (12)$$

Em que:

δ_0 = volume inicial obtido do SISPINUS

η = taxa do desvio padrão

Aleatório = variável z simulada.

FIGURA 35 – VOLUMES SIMULADOS COM A DISTRIB. NORMAL PARA O ANO 8

| | A | B | C | D | P | Q |
|----|---|-----------------|----------------|----------------|---|---|
| 3 | | | | | | |
| 4 | | Volume 8 | Corte 8 | Reman 8 | | |
| 5 | | 178,48 | 62,16 | 116,32 | | |
| 6 | | 176,82 | 61,58 | 115,24 | | |
| 7 | | 167,92 | 58,48 | 109,44 | | |
| 8 | | 172,69 | 60,14 | 112,55 | | |
| 9 | | 169,56 | 59,05 | 110,51 | | |
| 10 | | 172,69 | 60,14 | 112,55 | | |
| 11 | | 172,35 | 60,02 | 112,33 | | |

Estabelecidos os valores dos volumes simulados no ano 8, é realizado o cálculo

dos volumes de corte e determinado os volumes remanescentes para cada uma das simulações. Os volumes de corte são calculados aplicando-se a taxa de corte do ano 8, ou seja, fazendo o produto dos volumes por 34,83%. Multiplicando a célula B5 da figura 35 por 34,83%, encontra-se o volume de corte (C5) que é de 62,16 m³. A diferença entre B5 e C5 é o volume remanescente (D5) de 116,32 m³.

Os valores da coluna D são utilizados para projetar os volumes do ano 12, fazendo o produto dos mesmos pela taxa de crescimento do ano 8 ao 12 já conhecida que é de 2,1838. Na figura 36, são apresentados alguns valores de volume calculados para o ano 12.

FIGURA 36 – VOLUMES GERADOS COM A DISTRIBUIÇÃO NORMAL PARA O ANO 12

| | C | | | | | |
|----|----------------|----------------|------------------|-----------------|-----------------|------------|
| 3 | | | | | | |
| 4 | Corte 8 | Reman 8 | Volume 12 | Corte 12 | Reman 12 | Vol |
| 5 | 62,16 | 116,32 | 253,92 | 34,96 | 218,96 | 31 |
| 6 | 61,58 | 115,24 | 245,99 | 33,86 | 212,12 | 31 |
| 7 | 58,48 | 109,44 | 242,28 | 33,35 | 208,93 | 31 |
| 8 | 60,14 | 112,55 | 243,01 | 33,45 | 209,56 | 31 |
| 9 | 59,05 | 110,51 | 254,22 | 35,00 | 219,22 | 31 |
| 10 | 60,14 | 112,55 | 243,58 | 33,53 | 210,05 | 31 |
| 11 | 60,02 | 112,32 | 245,57 | 33,81 | 211,76 | 31 |

O processo para obter os valores simulados na linha 5 referente ao ano 12 é descrito a seguir. O volume de 253,92 m³ na célula E5 é simulado, executando os seguintes passos:

$$253,92 = \delta_1 * \phi_1 + \delta_1 * \phi_1 * \eta * \text{Aleatório}$$

Em que:

δ_1 = volume remanescente no ano 8

ϕ_1 = taxa de crescimento do ano 8 ao ano 12

η = taxa do desvio padrão

Aleatório = Variável z simulada.

O volume de corte do ano 12 é calculado aplicando-se a taxa de corte de 13,77% encontrando o valor de 34,96 m³ (F5), figura 36, como consequência o volume remanescente é de 218,96 m³ (G5), como se observa nas figuras 36 e 37.

FIGURA 37 – VOLUMES SIMULADOS COM A DISTRIBUIÇÃO NORMAL PARA OS ANOS 16 E 20

| | G | H | I | J | K | L | M |
|----|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|
| 3 | | | | | | | |
| 4 | Reman 12 | Volume 16 | Corte 16 | Reman 16 | Volume 20 | Corte 20 | Reman 20 |
| 5 | 218,96 | 332,42 | 73,20 | 259,22 | 342,46 | 342,46 | 0 |
| 6 | 212,12 | 320,38 | 70,55 | 249,83 | 362,43 | 362,43 | 0 |
| 7 | 208,93 | 316,04 | 69,60 | 246,44 | 344,85 | 344,85 | 0 |
| 8 | 209,56 | 331,47 | 72,99 | 258,47 | 361,91 | 361,91 | 0 |
| 9 | 219,22 | 361,63 | 79,64 | 281,99 | 367,95 | 367,95 | 0 |
| 10 | 210,05 | 355,34 | 78,25 | 277,09 | 380,81 | 380,81 | 0 |
| 11 | 211,76 | 313,62 | 69,06 | 244,56 | 341,17 | 341,17 | 0 |
| 12 | 213,04 | 331,69 | 73,04 | 258,65 | 350,24 | 350,24 | 0 |
| 13 | 204,75 | 308,59 | 67,96 | 240,63 | 327,19 | 327,19 | 0 |
| 14 | 206,26 | 320,46 | 71,76 | 261,71 | 331,60 | 331,60 | 0 |

De modo análogo são calculados os volumes para os anos 16 e 20. A seguir são formulados os passos para encontrar os valores que constam na linha 5 da coluna H à coluna J relativos ao ano 16. Simula-se o volume para o ano 16 fazendo:

$$332,42 = \delta_2 * \phi_2 + \delta_2 * \phi_2 * \eta * \text{Aleatório}$$

Em que:

δ_2 = volume remanescente do ano 12

ϕ_2 = taxa de crescimento do ano 12 ao ano 16

η = taxa do desvio padrão

Aleatório = Variável z simulada.

Aplicando ao volume simulado à taxa de corte do ano 16, que é de 22,02%, encontra-se o volume de corte no valor de 73,20 m³ (I5). O volume remanescente obtido é de 259,22 m³ (J5), figura 37. As formulações da simulação do volume no ano 20 serão apresentadas a seguir.

Cálculo do volume simulado para o ano 20:

$$\text{Em que: } 342,46 = \delta_3 * \phi_3 + \delta_3 * \phi_3 * \eta * \text{Aleatório}$$

δ_3 = volume remanescente do ano 16

ϕ_3 = taxa de crescimento do ano 16 ao ano 20

η = taxa do desvio padrão

Aleatório = Variável z simulada.

Como a taxa de corte no ano 20 é de 100%, o volume de corte é o próprio volume simulado, e o remanescente é igual a zero.

As demais 99 linhas simuladas seguem exatamente o mesmo modelo detalhado para a linha 5 da planilha, figura 37. Com isto determinam-se os volumes de corte simulados com a distribuição normal, que serão utilizados para a elaboração dos fluxos de caixa do projeto. No anexo 4, são apresentados todos os valores de volumes das 100 simulações com a distribuição normal.

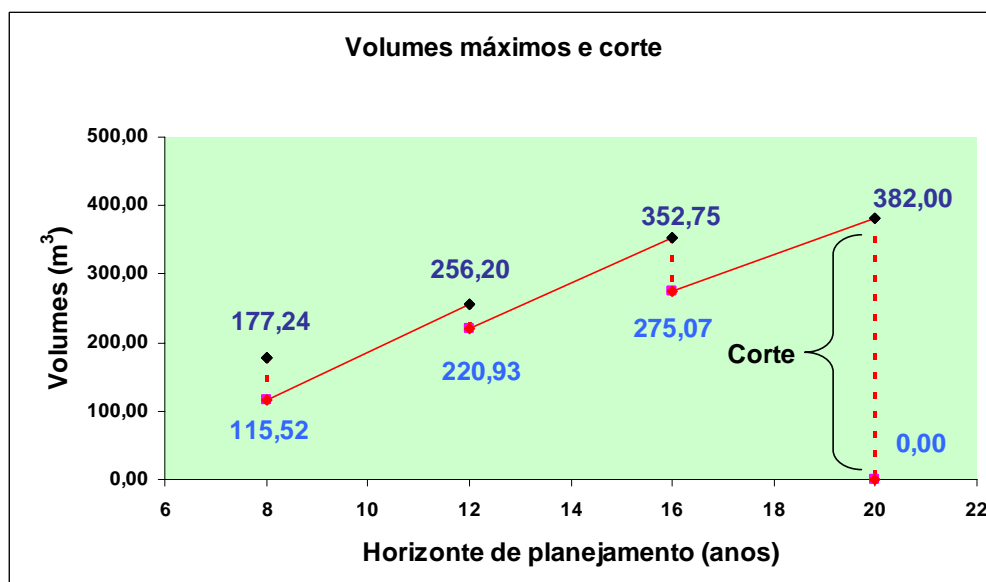
7.2.3 Volumes com a distribuição normal

Na figura 38, estão os valores com os desvios máximos superiores à média, e abaixo, em azul, estão os volumes remanescentes após o corte.

A linha cheia em vermelho apresenta a tendência de crescimento do volume remanescente. Os cortes relativos a cada ano são representados pelos segmentos verticais pontilhados em vermelho. As mesmas referências são utilizadas para os

valores de volumes mínimos abaixo da média e cortes que aparecem na figura 39.

FIGURA 38 – VOLUMES MÁXIMOS E CORTE PARA A DISTRIBUIÇÃO NORMAL



Na seqüência, a figura 40 apresenta os prováveis volumes entre os limites de crescimento mínimos e máximos da madeira para a distribuição normal. Com isto pode-se comparar as variabilidades dos volumes com relação aos valores determinísticos.

FIGURA 39 – VOLUMES MÍNIMOS E CORTE COM A DISTRIBUIÇÃO NORMAL

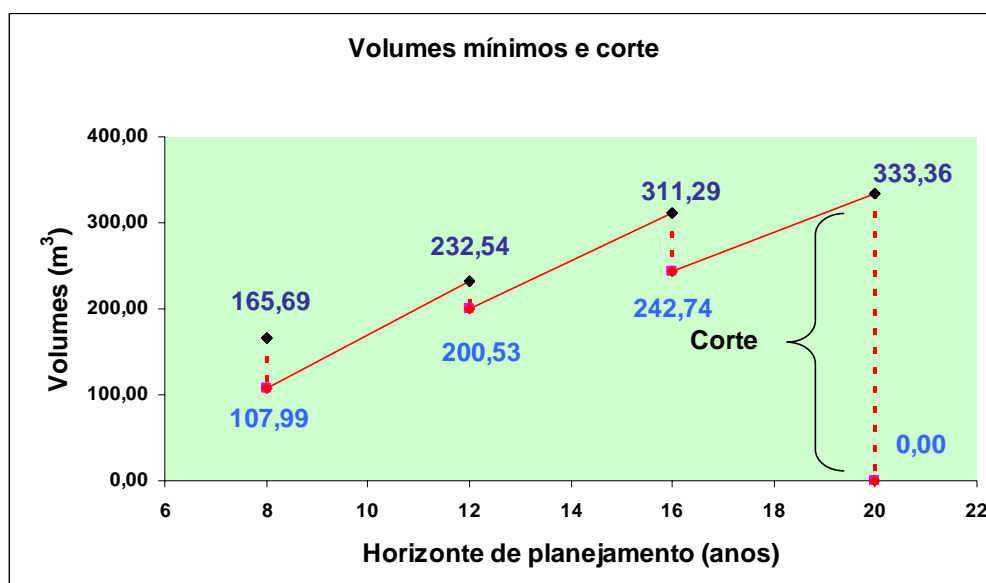
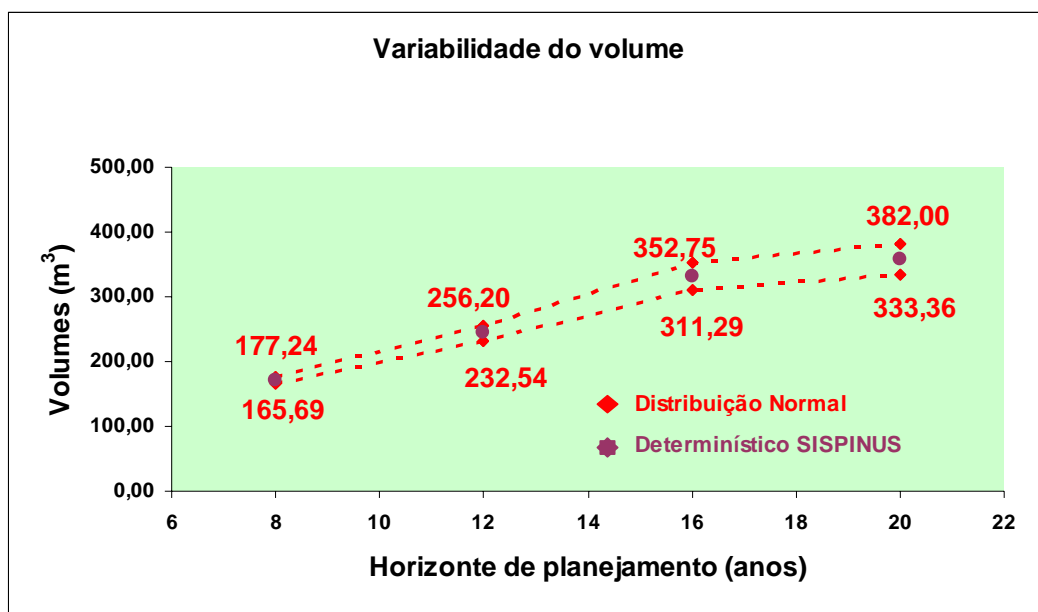


FIGURA 40 – VARIAÇÃO DE VOLUME COM A DISTRIBUIÇÃO NORMAL



7.3 VOLUME DETERMINÍSTICO E COMPARAÇÕES

Os valores acima da serra na figura 41 indicam os volumes totais em cada ano, as linhas pontilhadas em vermelho correspondem à quantidade de madeira cortada naquele ano, e os valores abaixo da serra representam os volumes remanescentes após o corte. Como se pode ver no ano 20 temos o corte total de 357,9 m³ para o regime de manejo considerado.

A figura 42 compara a variação do volume para a distribuição uniforme e normal juntamente com os valores determinísticos, os efeitos causados por estas variações serão percebidos nas simulações dos VPL's. Os pontos em vermelho apresentam as variações em torno da média para uma distribuição normal para os anos 8, 12, 16 e 20.

FIGURA 41 – VOLUMES DETERMINÍSTICOS E CORTE OBTIDOS DO SISPINUS

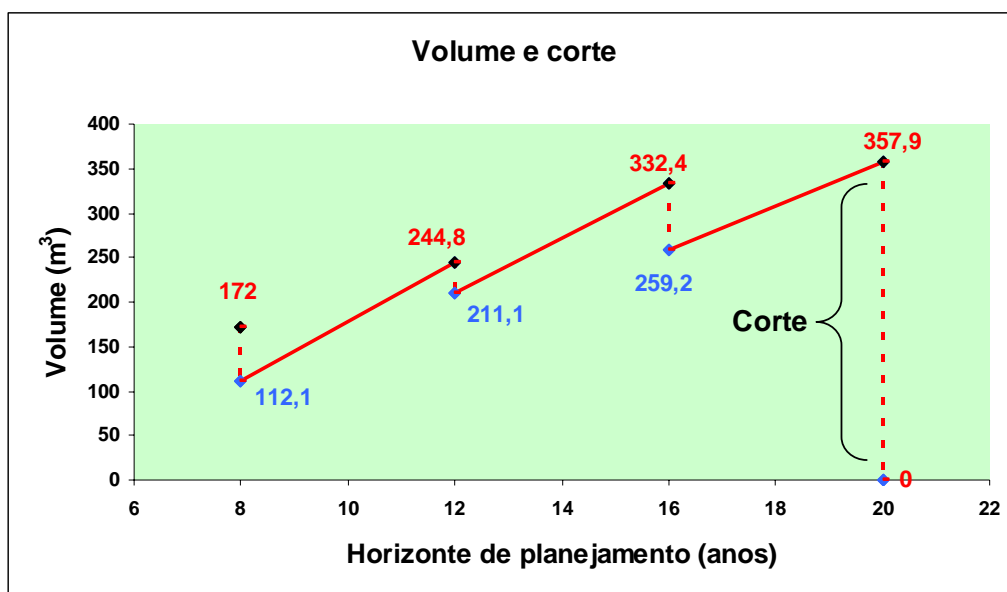
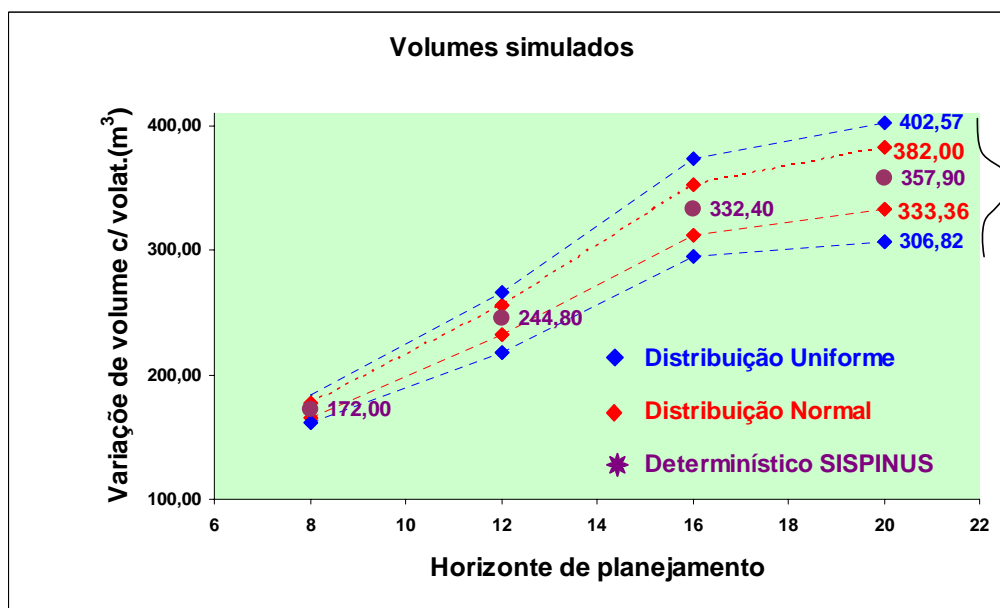
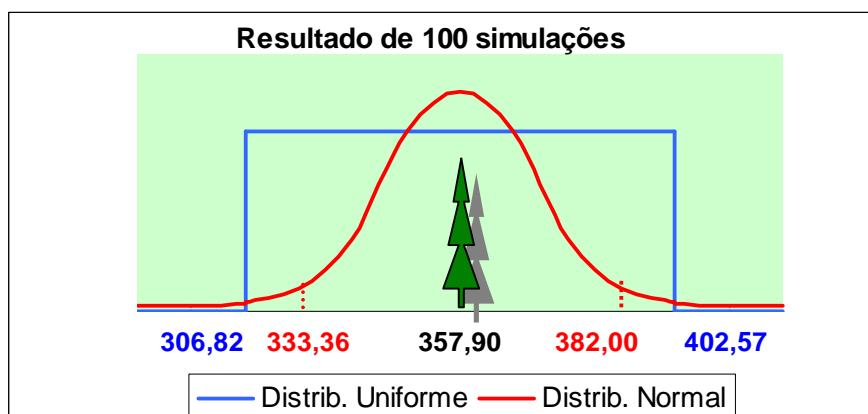


FIGURA 42 – COMPARAÇÃO DA VARIABILIDADE DOS VOLUMES SIMULADOS



As variações encontradas referem-se à execução de 100 simulações. A figura 43 apresenta o resumo dos resultados, sendo o volume intermediário obtido do SISPINUS.

FIGURA 43 – RESULTADOS DOS VOLUMES SIMULADOS



7.4 Determinação das variações de preço

Para estabelecer o fluxo de caixa do projeto é preciso determinar os preços previstos para cada um dos usos da madeira, neste trabalho os produtos a considerar são laminado, serraria, celulose e outros. Com base em consulta a revistas especializadas na área de floresta os preços para efeito de cálculo foram estimados em R\$ 20,00 para outros, R\$ 40,00 para celulose, R\$ 60,00 para serraria e R\$ 80,00 para laminado. Para aplicar o método aqui proposto abordando a avaliação de outras espécies, os parâmetros, inclusive os preços, devem ser ajustados para cada região. A taxa de evolução de preços considerada é de 1% ao ano e uma taxa livre de risco de 8% ao ano. Com aplicação dos cálculos de matemática financeira no regime de juros compostos e uso dos dados acima estimados foram feitas as projeções de preço para cada um dos anos de corte previstos e respectivos usos da madeira, conforme figura 44.

Com as informações de preços e a simulação dos volumes, é possível efetuar a análise financeira do projeto através do método tradicional e do método proposto, no qual as variações causadas pela variabilidade da madeira estão sendo consideradas.

FIGURA 44 – PREVISÃO DE PREÇOS PARA OS ANOS DE CORTE PREVISTOS

| Áno | 8 | 12 | 16 | 20 |
|----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Preço outros | R\$ 21,66 | R\$ 22,54 | R\$ 23,45 | R\$ 24,40 |
| Preço celulose | R\$ 43,31 | R\$ 45,07 | R\$ 46,90 | R\$ 48,81 |
| Preço serraria | R\$ 64,97 | R\$ 67,61 | R\$ 70,35 | R\$ 73,21 |
| Preço laminado | R\$ 86,63 | R\$ 90,15 | R\$ 93,81 | R\$ 97,62 |

| | |
|-----------------------------------|-------|
| Tx de cresc. do preço de outros | 1,00% |
| Tx de cresc. do preço de celulose | 1,00% |
| Tx de cresc. do preço de serraria | 1,00% |
| Tx de cresc. do preço de laminado | 1,00% |
| Taxa de mercado | 8% |
| Preço Atual Outros | 20,00 |
| Preço Atual Celulose | 40,00 |
| Preço Atual Serraria | 60,00 |
| Preço Atual Laminado | 80,00 |

7.5 ANÁLISE DO INVESTIMENTO NA FLORESTA DE *PINUS*

7.5.1 Método multiíndice sem variabilidade

É apresentada aqui a avaliação financeira do reflorestamento de 1 hectare de *Pinus taeda* com o método multiíndice sem considerar a variação do volume da madeira. Os preços para cada ano de corte foram apresentados na figura 44 do capítulo VI, os volumes de corte para cada uma das aplicações da madeira foram obtidos através do *software* SISPINUS. Na tabela 8, têm-se os dados em metros cúbicos para cada uma das aplicações da madeira.

Conhecidos os preços foi estabelecido o fluxo de benefícios para cada um dos anos de corte, fazendo o produto do volume de cada uso por ano pelos respectivos preços associados que se encontram detalhados na figura 44.

TABELA 8 – VOLUMES DE CORTE PARA CADA UM DOS USOS DA MADEIRA

| Uso da madeira Volume m ³ | Corte Ano 8 | Corte Ano12 | Corte Ano 16 | Corte Ano 20 |
|---|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| Laminado | 0,0 | 0,0 | 0,6 | 112,7 |
| Serraria | 1,2 | 3,0 | 30,5 | 176,6 |
| Celulose | 29,9 | 22,4 | 35,9 | 56,1 |
| Outros | 28,8 | 8,3 | 6,2 | 12,5 |
| Total | 59,90 | 33,70 | 73,20 | 357,90 |

A figura 45 apresenta o volume de corte em cada ano e a figura 46 apresenta os fluxos de benefícios do projeto. Aplicando o método do fluxo de caixa descontado aos dados, calculou-se o valor presente líquido do investimento, deduzindo dos fluxos de benefícios trazidos ao presente os custos de investimento necessários para a execução do projeto.

FIGURA 45 – VOLUMES DE CORTES DETERMINÍSTICOS EM METROS CÚBICOS

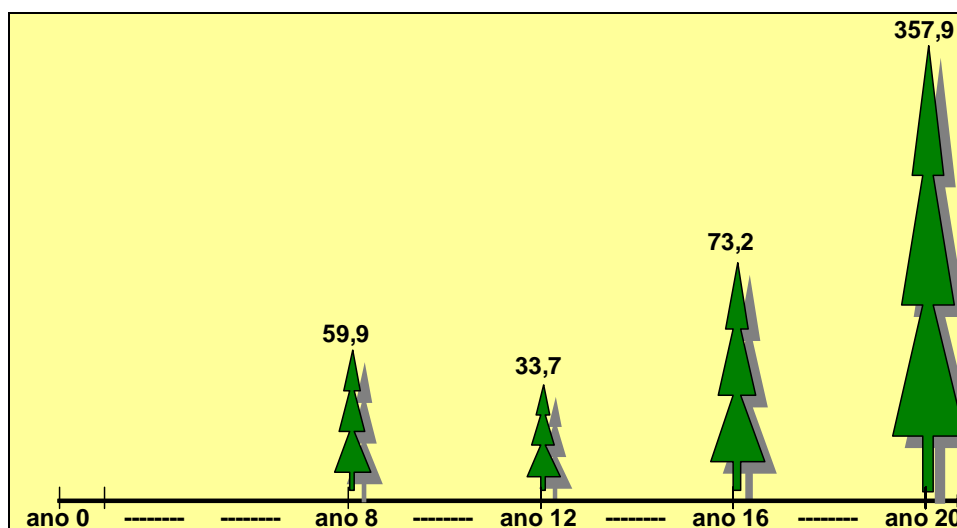
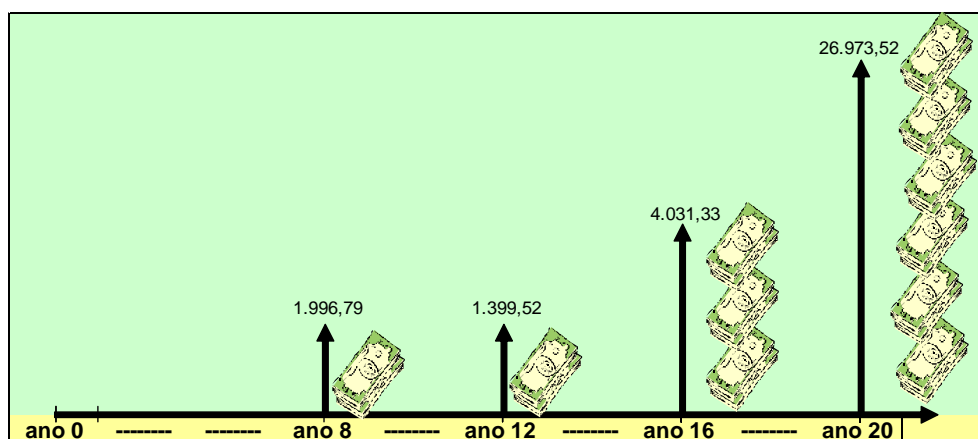


FIGURA 46 – FLUXO DE BENEFÍCIOS PREVISTO EM REAIS



O valor presente do projeto (P) é obtido trazendo todo o fluxo para o ano zero, descontando o fluxo de caixa segundo à taxa livre de risco de 8% ao ano.

$$P = \frac{1996,79}{(1+0,08)^8} + \frac{1399,52}{(1+0,08)^{12}} + \frac{4031,33}{(1+0,08)^{16}} + \frac{26973,52}{(1+0,08)^{20}}$$

O valor presente é de R\$ 8.598,40, considerando o investimento de R\$3.500,00, resulta em um VPL de R\$5.098,40. Na tabela 9, são apresentados os resultados dos indicadores de ganho e risco do método multiíndice. As fórmulas foram apresentadas no capítulo V.

TABELA 9 – FLUXO E INDICADORES FINANCEIROS

| | Ano | Fluxo | |
|-------|--------------|----------------|------------|
| | 0 | (R\$ 3.500,00) | |
| | 8 | R\$ 1.996,79 | |
| | 12 | R\$ 1.399,52 | |
| | 16 | R\$ 4.031,33 | |
| | 20 | R\$ 26.973,52 | |
| | VP | R\$ 8.598,40 | |
| Ganho | VPL | R\$ 5.098,40 | em 20 anos |
| | VPLa | R\$ 519,28 | por ano |
| | IBC | 2,46 | em 20 anos |
| | ROIA | 4,60% | ao ano |
| Risco | TIR | 13,90% | ao ano |
| | TMA / TIR | 0,58 | |
| | Pay-Back / n | 0,82 | |

Os dados obtidos serão avaliados no capítulo seguinte.

7.5.2 Método multiíndice com variabilidade para a distribuição uniforme

Para determinar as variações do VPL influenciado pela variabilidade do volume de acordo com a distribuição uniforme, foi gerada uma distribuição de VPL's e dos demais indicadores para todas as 100 simulações de volume cujo modelo foi apresentado em 6.1.2, desta forma cada linha de volume simulada corresponderá a um novo fluxo de caixa. O somatório do produto dos volumes de corte para cada uso da madeira nos anos considerados pelos respectivos preços fornece o fluxo de benefícios ao longo do projeto que, descontados à taxa livre de risco de 8% ao ano, resulta no valor presente do projeto. Como consequência foram obtidos 100 VP's associados a 100 VPL's, bem como os demais índices de ganho e de risco. Tem-se agora a distribuição de VPL's, com a média e desvio-padrão obtidos agregando maior consistência na avaliação do projeto, alterando a percepção do risco do mesmo. A figura 47 apresenta alguns dos fluxos de caixa gerados com a distribuição uniforme e seus respectivos VP's.

A receita do ano 8 para a simulação 1 foi obtida através dos cálculos:

$$1949,66 = \text{Receita do ano 8} = \sum_{j=1}^4 \lambda_1 * \tau_j * P_j \quad (13)$$

Em que:

λ_1 = volume simulado de corte no ano 8

τ_j = percentual de corte no ano 8 para laminado, serraria, celulose e outros

P_j = preço no ano 8 para laminado, serraria, celulose e outros.

FIGURA 47 – SIMULAÇÃO DOS FLUXOS DE CAIXA E VP'S COM A DISTRIBUIÇÃO UNIFORME

| SIMULAÇÃO UNIFORME | | | | | | |
|--------------------|-----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|
| Simulação | INVEST | 8 | 12 | 16 | 20 | VP |
| 1 | -3.500,00 | 1.949,66 | 1.257,36 | 3.691,72 | 26.672,89 | 8.352,85 |
| 2 | -3.500,00 | 2.150,38 | 1.645,37 | 4.279,29 | 28.102,50 | 9.093,61 |
| 3 | -3.500,00 | 2.141,85 | 1.392,68 | 3.807,07 | 23.157,37 | 7.789,85 |
| 4 | -3.500,00 | 1.810,04 | 1.183,41 | 3.217,67 | 19.449,99 | 6.560,02 |
| 5 | -3.500,00 | 1.910,94 | 1.297,32 | 3.777,03 | 24.551,12 | 7.917,48 |
| 6 | -3.500,00 | 1.945,61 | 1.324,26 | 4.127,58 | 27.429,86 | 8.666,86 |
| 7 | -3.500,00 | 1.967,30 | 1.324,77 | 4.179,08 | 29.677,16 | 9.175,97 |
| 8 | -3.500,00 | 2.192,97 | 1.462,09 | 4.592,04 | 27.981,09 | 9.109,07 |
| 9 | -3.500,00 | 2.078,67 | 1.549,14 | 4.884,00 | 32.458,63 | 10.127,76 |

De modo análogo são obtidos os resultados para os anos 12, 16 e 20. Os benefícios de cada ano descontados à taxa de 8% ao ano e somados determinam o VP de R\$8.358,85 da coluna W. Os demais indicadores de ganho e risco apresentados na planilha foram calculados com base nas fórmulas apresentadas no capítulo 5.

FIGURA 48 – INDICADORES DE GANHO E RISCO OBTIDOS COM A DISTRIBUIÇÃO UNIFORME

| SIMULAÇÃO UNIFORME | | | | | | |
|--------------------|----------|----------|--------|------|-------|--------|
| 20 | VP | VPL | VPLa | IBC | ROIA | TIR |
| 26.672,89 | 8.352,85 | 4.852,85 | 494,27 | 2,39 | 4,45% | 13,67% |
| 28.102,50 | 9.093,61 | 5.593,61 | 569,72 | 2,60 | 4,89% | 14,33% |
| 23.157,37 | 7.789,85 | 4.289,85 | 436,93 | 2,23 | 4,08% | 13,34% |
| 19.449,99 | 6.560,02 | 3.060,02 | 311,67 | 1,87 | 3,19% | 12,15% |
| 24.551,12 | 7.917,48 | 4.417,48 | 449,93 | 2,26 | 4,17% | 13,35% |
| 27.429,86 | 8.666,86 | 5.166,86 | 526,26 | 2,48 | 4,64% | 13,92% |
| 29.677,16 | 9.175,97 | 5.675,97 | 578,11 | 2,62 | 4,94% | 14,27% |
| 27.981,09 | 9.109,07 | 5.609,07 | 571,30 | 2,60 | 4,90% | 14,34% |

Desta forma tem-se uma distribuição de VPL's baseada na distribuição de probabilidades uniforme, sendo agregado aqui os desvios.

Todos os fluxos de caixa gerados com a simulação uniforme, com os respectivos indicadores financeiros estão no anexo 5.

Os indicadores obtidos da distribuição gerada por estas 100 simulações estão detalhados a seguir, cada um deles com seus valores médios e respectivos desvio padrão; maiores comentários são feitos no capítulo 8.

Todos os fluxos de caixa gerados com a simulação uniforme, com os respectivos indicadores financeiros estão no anexo 5.

| DISTRIBUIÇÃO UNIFORME | | | | | | | |
|------------------------------|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|------------|----------------|
| | VP | VPL | VPLa | IBC | ROIA | TIR | TMA/TIR |
| Média | R\$8.718,81 | R\$5.218,81 | R\$531,55 | R\$2,49 | 4,64% | 13,95% | 0,57 |
| Desvio | 887,97 | 887,97 | 90,44 | 0,25 | 0,53% | 0,66% | 0,03 |
| CV com p = 10% | 10,18% | 17,01% | 17,01% | 10,04% | 11,42% | 4,73% | 5,26% |

Simulações aplicando taxas de variabilidade do volume da madeira de 2%, 4%, 6%, 8% e 15% foram realizadas para comparar os efeitos sobre os coeficientes de variação (CV) de todos os indicadores. Desta forma é possível avaliar a robustez da floresta para diversas situações. A medida relativa do coeficiente de variação dos indicadores é obtida calculando o quociente do desvio padrão pela média do indicador.

| DISTRIBUIÇÃO UNIFORME | | | | | | | |
|------------------------------|-----------|------------|-------------|------------|-------------|------------|----------------|
| | VP | VPL | VPLa | IBC | ROIA | TIR | TMA/TIR |
| CV com p = 15% | 15,31% | 25,45% | 25,45% | 15,14% | 17,20% | 7,09% | 6,90% |
| CV com p = 10% | 10,18% | 17,01% | 17,01% | 10,04% | 11,42% | 4,73% | 5,26% |
| CV com p = 8% | 8,14% | 13,63% | 13,63% | 8,06% | 9,27% | 3,80% | 3,51% |
| CV com p = 6% | 6,11% | 10,24% | 10,24% | 6,05% | 6,91% | 2,80% | 3,51% |
| CV com p = 4% | 4,07% | 6,84% | 6,84% | 4,05% | 4,55% | 1,87% | 1,75% |
| CV com p = 2% | 2,04% | 3,43% | 3,43% | 2,03% | 2,39% | 0,93% | 1,74% |
| CV com p = 1% | 1,02% | 1,72% | 1,72% | 1,22% | 1,09% | 0,50% | 0,52% |

Como se pode verificar para as taxas de variações de volume (p) aplicadas as dispersões sobre a TIR apresentam percentuais inferiores às perturbações simuladas, o que indica certa robustez no comportamento da floresta.

7.5.3 Método multiíndice com variabilidade para a distribuição normal

Neste caso é gerada uma distribuição de VPL's baseada na variabilidade do volume da madeira simulada com distribuição normal conforme descrito em 6.2.2. A obtenção de 100 fluxos de caixa baseados na simulação de volumes com distribuição normal será apresentada de forma resumida através da linha 115 na planilha da figura 49 em que estão posicionados os dados da simulação do fluxo de caixa 1.

A seguir são apresentados os detalhes de cálculo da linha 115. A receita de R\$2.072,04 do ano 8 foi obtida através dos cálculos:

$$2072,04 = \sum_{k=1}^4 \lambda_2 * \tau_k * P_k$$

Em que:

λ_2 = volume simulado de corte no ano 12

τ_k = percentual de corte no ano 12 para laminado, serraria, celulose e outros

P_k = preço no ano 12 para laminado, serraria, celulose e outros.

FIGURA 49 – FLUXO DE CAIXA E DE VP'S PARA A DISTRIBUIÇÃO NORMAL

| amostra | INVEST | 8 | 12 | 16 | 20 | VP |
|---------|----------|--------------|--------------|--------------|---------------|-------------|
| 1 | -3500,00 | R\$ 2.072,04 | R\$ 1.451,64 | R\$ 4.031,60 | R\$ 25.810,11 | R\$8.410,22 |
| 2 | -3500,00 | R\$ 2.052,74 | R\$ 1.406,31 | R\$ 3.885,60 | R\$ 27.314,97 | R\$8.662,04 |
| 3 | -3500,00 | R\$ 1.949,47 | R\$ 1.385,10 | R\$ 3.832,89 | R\$ 25.990,05 | R\$8.298,19 |
| 4 | -3500,00 | R\$ 2.004,79 | R\$ 1.389,30 | R\$ 4.019,99 | R\$ 27.275,78 | R\$8.660,21 |
| 5 | -3500,00 | R\$ 1.968,46 | R\$ 1.453,38 | R\$ 4.385,83 | R\$ 27.731,21 | R\$8.870,52 |
| 6 | -3500,00 | R\$ 2.004,82 | R\$ 1.392,54 | R\$ 4.309,51 | R\$ 28.699,94 | R\$9.051,56 |
| 7 | -3500,00 | R\$ 2.000,88 | R\$ 1.403,90 | R\$ 3.803,56 | R\$ 25.712,52 | R\$8.265,32 |
| 8 | -3500,00 | R\$ 1.948,14 | R\$ 1.412,37 | R\$ 4.022,72 | R\$ 26.396,43 | R\$8.450,89 |
| 9 | -3500,00 | R\$ 1.952,04 | R\$ 1.357,42 | R\$ 3.742,54 | R\$ 24.659,06 | R\$7.976,64 |
| 10 | -3500,00 | R\$ 1.814,03 | R\$ 1.367,42 | R\$ 4.116,00 | R\$ 28.000,71 | R\$8.000,16 |

Os demais resultados da linha 115 para os anos 12, 16 e 20 são calculados da mesma forma. Descontando estes benefícios à taxa de 8% ao ano, é determinado o VP de R\$8.410,22 desta linha. Os indicadores são calculados de acordo com as fórmulas apresentadas no capítulo 5. Os fluxos e resultados referentes às demais 99 simulações estão em anexo 6.

As 100 simulações feitas resultaram numa distribuição de probabilidades normal de VPL's e nos indicadores a seguir, cada qual com seus valores médios e respectivos desvios padrão.

| DISTRIBUIÇÃO NORMAL | | | | | | | |
|-----------------------|-------------|-------------|-----------|---------|-------|--------|---------|
| | VP | VPL | VPLa | IBC | ROIA | TIR | TMA/TIR |
| Média | R\$8.589,15 | R\$5.089,15 | R\$518,34 | R\$2,45 | 4,58% | 13,88% | 0,58 |
| Desvio | 502,31 | 502,31 | 51,16 | 0,14 | 0,31% | 0,38% | 0,016 |
| CV com p = 10% | 5,85% | 9,87% | 9,87% | 5,71% | 6,77% | 2,74% | 2,76% |

Assim com na distribuição uniforme foram realizadas simulações com as taxas de variabilidade do volume da madeira de 2%, 4%, 6%, 8% e 15% e comparados os efeitos sobre os coeficientes de variação (CV) de todos os indicadores.

| DISTRIBUIÇÃO NORMAL | | | | | | | |
|-----------------------|-------|--------|--------|-------|--------|-------|---------|
| | VP | VPL | VPLa | IBC | ROIA | TIR | TMA/TIR |
| CV com p = 15% | 8,79% | 14,84% | 14,84% | 8,98% | 10,07% | 4,11% | 4,14% |
| CV com p = 10% | 5,85% | 9,87% | 9,87% | 5,71% | 6,77% | 2,74% | 2,76% |
| CV com p = 8% | 4,67% | 7,89% | 7,89% | 4,49% | 5,23% | 2,16% | 2,24% |
| CV com p = 6% | 3,50% | 5,91% | 5,91% | 3,66% | 3,92% | 1,66% | 1,55% |
| CV com p = 4% | 2,33% | 3,94% | 3,94% | 2,44% | 2,61% | 1,08% | 1,03% |
| CV com p = 2% | 1,17% | 1,97% | 1,97% | 1,22% | 1,30% | 0,58% | 0,52% |
| CV com p = 1% | 0,58% | 0,98% | 0,98% | 0,41% | 0,65% | 0,29% | 0,34% |

As variações aplicadas sobre o volume da madeira ocasionam desvios sobre a média da taxa interna de retorno em proporções menores, como pôde ser observado, o que permite avaliar a robustez do comportamento da floresta.

7.6 ANÁLISE DOS RESULTADOS DA DISTRIBUIÇÃO UNIFORME

7.6.1 Valor presente líquido - VPL

A opção de investir no reflorestamento de *pinus* está baseada na expectativa de que o investidor, neste caso o pequeno produtor, recupere os investimentos efetuados. Além disto recupere também o que teria conseguido, se esse capital tivesse sido aplicado no mercado financeiro a 8% ao ano, a ainda lhe sobrem em valores monetários de hoje um valor presente líquido que, segundo a distribuição de VPL's gerada com a distribuição uniforme, pode variar de R\$ 4.330,84 ao valor máximo de R\$ 6.106,78. É importante destacar que esse é um retorno para 1 hectare de terra para o horizonte de 20 anos. Neste estágio, pode-se dizer que entre empreender no projeto e manter o capital investido mercado a 8% ao ano, a decisão pelo empreendimento apresenta maior ganho.

7.6.2 Valor presente líquido anualizado - VPLa

O VPLa tem a mesma interpretação do VPL representa a expectativa de retorno distribuída em valores equivalentes anuais. Permite para efeito de comparação com o mercado distribuir o ganho por ano. O investimento no reflorestamento de 1 hectare de *Pinus taeda* estima o VPLa com variação entre R\$ 441,11 e R\$ 621,99 por ano durante o ciclo de 20 anos. A deficiência do VPL e VPLa para expressar o retorno do investimento está no fato de apresentarem resultados em valores monetários absolutos, sendo usual no mercado o uso de valores relativos.

7.6.3 Índice benefício custo - IBC

Em parte o IBC, visa corrigir a deficiência do VPL E VPLa, pois o mesmo é um indicador relativo, medindo a expectativa de retorno para cada unidade de capital imobilizada no projeto. Para o reflorestamento de 1 hectare de *pinus* espera-se obter valores variando de 2,24 a 2,74, ou seja, cada unidade de capital investida hoje no projeto equivalerá no mínimo 2,24 unidades de capital daqui a 20 anos e no

máximo a 2,74. É importante ressaltar que esse é um retorno além do que se teria se uma unidade de capital tivesse sido aplicada à TMA de 8% ao ano. Em valores relativos interpreta-se como sendo a obtenção de um ganho adicional variando de 124% a 127% ao longo de 20 anos.

7.6.4 Retorno sobre o investimento - ROIA

Este indicador é obtido a partir do IBC, representando as expectativas quanto ao retorno anual em valores relativos. Com isto facilita a interpretação da expectativa de rentabilidade por estar na mesma unidade de tempo da TMA. As variações do ROIA apresentam o intervalo de 4,11% ao máximo de 5,18% além do que se teria obtido ao investir no mercado à TMA de 8% ao ano.

7.6.5 Taxa interna de retorno - TIR

A TIR é a taxa que anula o VPL do projeto. Embora muitos a utilizem como medida de retorno, na metodologia proposta por SOUZA & CLEMENTE (2004), ela é usada como medida de risco. A TIR define um limite para a variação da TMA, enquanto a TIR superar a TMA tem-se a expectativa de obter maior ganho investindo-se no projeto. Para a simulação uniforme a TIR ficou limitada a valores entre 13,29% e 14,61%, com uma TMA de 8% a.a., dadas as expectativas de aumento de demanda da madeira, o projeto poderia ser avaliado como de baixo a, no máximo, médio risco.

7.7 ANÁLISE DOS RESULTADOS DA DISTRIBUIÇÃO NORMAL

7.7.1 Valor presente líquido - VPL

A simulação do volume com o uso da distribuição normal gerou uma distribuição de VPL's com valores entre R\$ 4.586,84 e R\$ 5591,47. Pode-se dizer então neste momento que, entre empreender no projeto e manter o capital investido no

mercado a 8% ao ano, decidir pelo projeto representa obter maior ganho. O investimento reflorestamento de 1 hectare de *pinus* apresenta a expectativa de recuperar o investimento de capital e o que se teria ganho investindo no mercado, sobrando ainda em valores monetários de hoje pelo menos R\$ 4.586,84. É preciso notar que este ganho refere-se ao horizonte de planejamento do projeto que é de 20 anos.

7.7.2 Valor presente líquido anualizado - VPLa

Como observado anteriormente na distribuição uniforme, o VPLa tem a mesma interpretação do VPL e representa o ganho distribuído em valores equivalentes anuais. Os retornos anuais esperados limitam-se ao intervalo de R\$ 467,18 a R\$ 569,50. Estes valores representam o ganho além do que se teria obtido caso o capital tivesse sido investido no mercado à taxa de 8% ao ano. O VPLa positivo permite constatar neste momento, como já foi verificado com o uso do VPL, que o empreendimento no projeto apresenta maior ganho. O inconveniente novamente é que estes dados são apresentados em valores absolutos e o mercado costuma trabalhar com valores relativos.

7.7.3 Índice benefício custo - IBC

O valor mínimo de retorno esperado por unidade de capital foi 2,31 e o valor máximo de 2,60, ao longo dos 20 anos do projeto. Em valores relativos tem-se a expectativa de retorno adicional de 131% a 160% para cada unidade de capital investida no projeto, além do que se obteria aplicando uma unidade de capital em 20 anos à taxa de 8% ao ano.

7.7.4 Retorno sobre o investimento - ROIA

Ao contrário do IBC apresenta a expectativa de rentabilidade anual para o investimento em reflorestamento de 1 hectare de *pinus*. O fato de se investir no projeto estima uma rentabilidade mínima de 4,28% e máxima de 4,89% além do que se prevê investindo-se no mercado a taxa de 8% ao ano. Este indicador por estar na mesma unidade de tempo da TMA facilita a interpretação do mesmo.

7.7.5 Taxa interna de retorno - TIR

A TIR como sendo a taxa que reduz o VPL do projeto a zero, variou entre os valores de 13,50% e 14,26%. Este indicador pode ser observado como fator de rentabilidade e de risco. Neste estudo, este parâmetro é avaliado como fator de risco, enquanto a TIR superar a TMA a expectativa é de obtenção de maior ganho, investindo-se no projeto. Assim sendo a proximidade entre TIR e a TMA pode representar o risco do projeto. Esse risco é melhor visualizado pelo índice TMA/TIR numa escala entre 0 e 1 onde 1 representa o risco máximo. Neste caso, o índice TMA/TIR está compreendido entre 0,56 e 0,59, sinalizando para um risco médio.

7.8 INDICADORES DETERMINÍSTICOS

7.8.1 Valor presente líquido - VPL

O valor presente líquido obtido de R\$5.098,40, demonstra que, segundo a abordagem tradicional, o empreendimento no reflorestamento de 1 hectare de *pinus* apresenta maior ganho do que a opção de investir o capital no mercado à TMA de 8% ao ano. No entanto, perde-se a variabilidade causada pelo impacto da variabilidade do volume da madeira, e que reflete num indicador limitado para a avaliação do risco do projeto.

7.8.2 Valor presente líquido anualizado - VPLa

O retorno anual equivalente ao VPL é de R\$ 519,28, além do que se obteria aplicando o capital no mercado à taxa de 8% ao ano. Da mesma forma perde-se a variabilidade do retorno causada pelas perturbações provocadas no volume da madeira, o que limita a percepção do risco envolvido no projeto. Novamente temos um indicador apresentado em valor absoluto ao contrário das avaliações feitas com indicadores relativos no mercado.

7.8.3 Índice benefício custo - IBC

O IBC como indicador relativo apresenta expectativa de rentabilidade adicional de 146% para cada unidade de capital imobilizada no projeto por um período de 20 anos. No entanto para efeito de comparação com o investimento no mercado, este indicador apresenta-se limitado pelo fato de estimar o ganho relativo para os 20 anos do projeto, enquanto o investimento no mercado tem como parâmetro uma taxa anual. O valor determinístico não possibilita perceber possíveis alterações no ganho devido à variabilidade do volume, o que pode ser entendido como uma deficiência do ponto de vista de avaliação do projeto.

7.8.4 Retorno sobre o investimento - ROIA

A expectativa de rentabilidade anual além do retorno obtido, investindo-se no mercado, é de 4,60%, apesar de este indicador facilitar a comparação com a TMA obtida no mercado pelo fato de se encontrar na mesma unidade de tempo permanece a deficiência do dado determinístico sem variabilidade.

7.8.5 Taxa interna de retorno - TIR

O VPL se reduz a zero com a taxa interna de retorno prevista em 13,90%. Como a distância entre a TIR e a TMA pode ser vista como um indicador de risco, verifica-se o mesmo com o uso do índice TMA/TIR na escala de 0 a 1, lembrando que,

quanto mais perto de 1, maior o risco do empreendimento. Neste caso o índice obtido é de 0,58 o que confirma o risco médio deste projeto. O fato de este indicador ser determinístico, desprezando possíveis variações causadas pela variabilidade do volume da madeira, torna-o limitado na análise do risco.

7.9 RESUMO DOS RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES

Para efeito de análise os resultados obtidos, foram sistematizados em estatísticas básicas e tabela com a distribuição de freqüências dos VPL's, que nesta abordagem numérica serve como aproximação da função densidade probabilidade do projeto para a distribuição uniforme e normal. Além disso são apresentados os histogramas para cada caso e um resumo das probabilidades para 1σ .

7.9.1 Resumo para a distribuição uniforme

QUADRO 2 – RESUMO DE INDICADORES PARA SIMULAÇÃO COM DISTRIBUIÇÃO UNIFORME

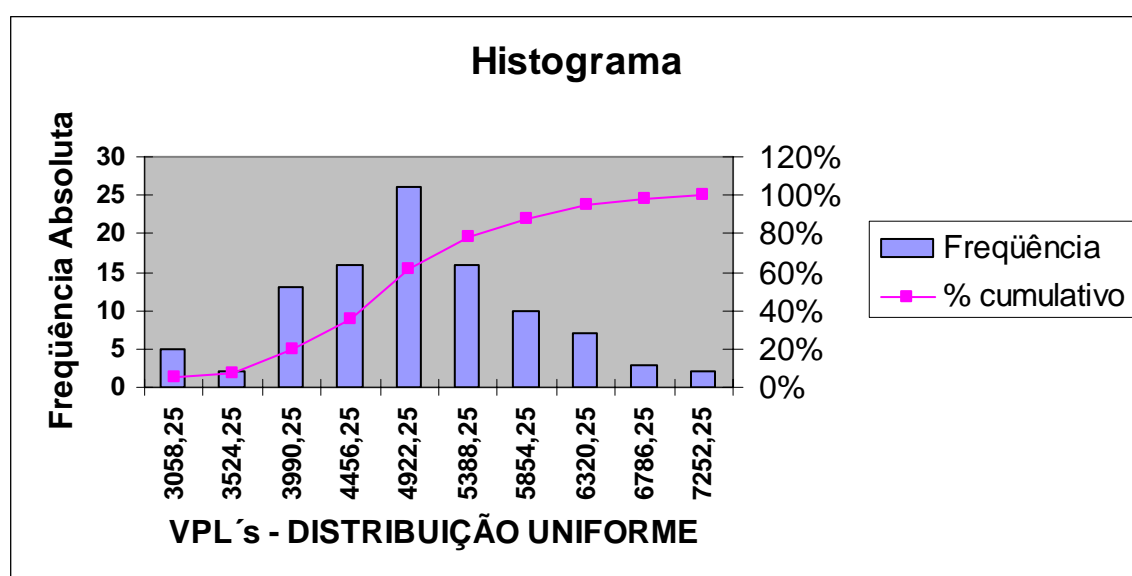
| Estatísticas | VPL (R\$) | VPLa (R\$) | IBC | ROIA (%) | TIR (%) |
|---------------------|------------------|-------------------|------------|-----------------|----------------|
| Máximo (a) | 6.106,78 | 621,99 | 2,74 | 5,18 | 14,61 |
| Mínimo (b) | 4.330,84 | 441,11 | 2,24 | 4,11 | 13,29 |
| Média | 5.218,81 | 531,55 | 2,49 | 4,64 | 13,95 |
| Desvio-padrão | 887,97 | 90,44 | 0,25 | 0,53 | 0,66 |

QUADRO 3 – DISTRIBUIÇÃO DE FREQUÊNCIAS PARA OS VPL'S COM SIMULAÇÃO UNIFORME

| Classes | Limite Inferior | VPL's | Limite Superior | Frequência | | |
|----------------|------------------------|--------------|------------------------|-------------------|-----------------|------------------|
| | | | | Absoluta | Relativa | Acumulada |
| 1 | 3058,25 | ├─── | 3524,25 | 5 | 5% | 5% |
| 2 | 3524,25 | ├─── | 3990,25 | 2 | 2% | 7% |
| 3 | 3990,25 | ├─── | 4456,25 | 13 | 13% | 20% |
| 4 | 4456,25 | ├─── | 4922,25 | 16 | 16% | 36% |

| | | | | | | |
|----|---------|-------|---------|-----|------|------|
| 5 | 4922,25 | ————— | 5388,25 | 26 | 26% | 62% |
| 6 | 5388,25 | ————— | 5854,25 | 16 | 16% | 78% |
| 7 | 5854,25 | ————— | 6320,25 | 10 | 10% | 88% |
| 8 | 6320,25 | ————— | 6786,25 | 7 | 7% | 95% |
| 9 | 6786,25 | ————— | 7252,25 | 3 | 3% | 98% |
| 10 | 7252,25 | ————— | 7718,25 | 2 | 2% | 100% |
| | | | | 100 | 100% | |

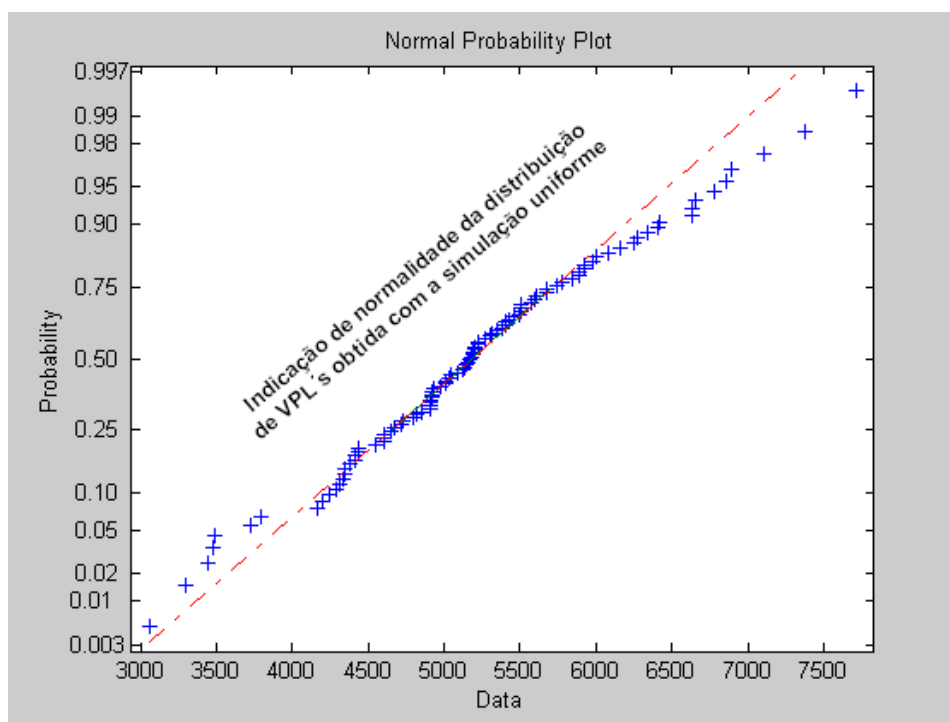
FIGURA 50 – HISTOGRAMA PARA A SIMULAÇÃO UNIFORME



O histograma da figura 50 graficamente apresenta um comportamento aproximadamente normal, para verificar essa tendência foi utilizado o *software* MATLAB.

A figura 51 confirma que a distribuição de probabilidades, dos VPL's gerados com a distribuição uniforme, tende para uma normal. O fato de poder tratar os resultados segundo uma distribuição normal permitiu a obtenção das probabilidades associadas aos VPL's que são apresentadas no quadro 4.

FIGURA 51 – COMPORTAMENTO NORMAL DOS VPL'S OBTIDOS COM A SIMULAÇÃO UNIFORME



QUADRO 4 – PROBABILIDADES ASSOCIADAS ÀS VARIAÇÕES DE VPL DA SIMULAÇÃO UNIFORME

| Desvio da Média | Limite Inferior (a) | Probabilidade (VPL < a) | Limite Superior (b) | Probabilidade (VPL < b) | Probabilidade (a < VPL < b) |
|------------------------|----------------------------|-----------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|--|
| 1 σ | 4.330,84 | 15,87 % | 6.106,78 | 84,13 % | 68,27 % |

7.9.2 Resumo para a distribuição normal

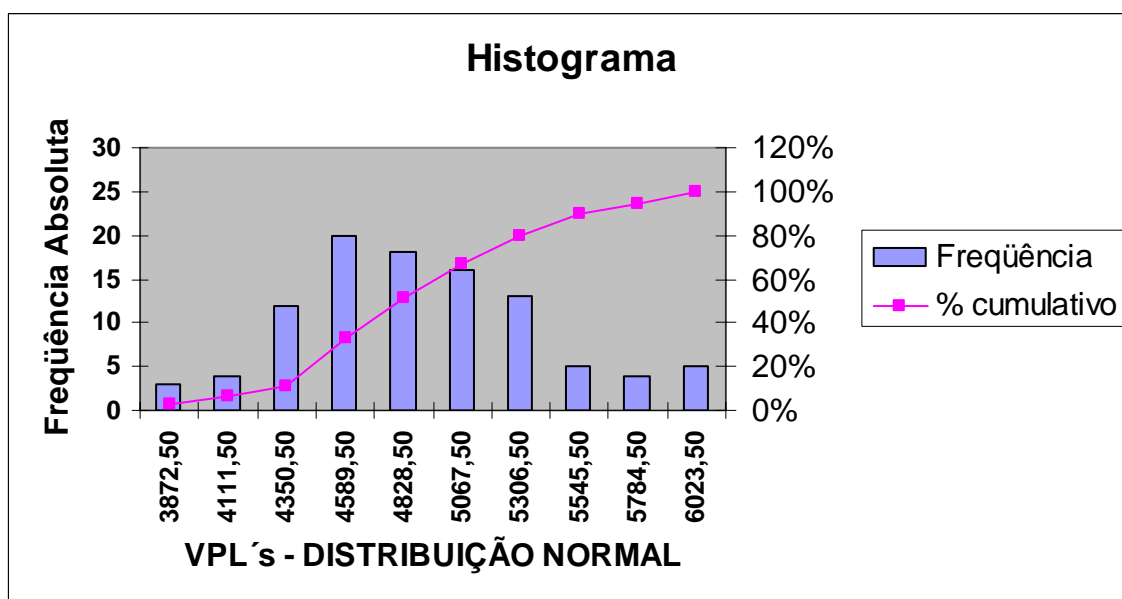
QUADRO 5 – RESUMO DE INDICADORES PARA SIMULAÇÃO COM DISTRIBUIÇÃO NORMAL

| Estatísticas | VPL (R\$) | VPLa (R\$) | IBC | ROIA (%) | TIR (%) |
|---------------------|------------------|-------------------|------------|-----------------|----------------|
| Máximo | 5.591,47 | 569,5 | 2,60 | 4,89 | 14,26 |
| Mínimo | 4.586,84 | 467,18 | 2,31 | 4,28 | 13,50 |
| Média | 5.089,15 | 518,34 | 2,45 | 4,58 | 13,88 |
| Desvio-padrão | 502,31 | 51,16 | 0,14 | 0,31 | 0,38 |

QUADRO 6 – DISTRIBUIÇÃO DE FREQUÊNCIAS PARA O VPL COM DISTRIBUIÇÃO NORMAL

| Classes | Limite | VPL's | Limite | Frequência | | |
|---------|----------|-------|----------|------------|----------|-----------|
| | Inferior | | Superior | Absoluta | Relativa | Acumulada |
| 1 | 3872,50 | ├─── | 4111,50 | 3 | 3% | 3% |
| 2 | 4111,50 | ├─── | 4350,50 | 4 | 4% | 7% |
| 3 | 4350,50 | ├─── | 4589,50 | 12 | 12% | 19% |
| 4 | 4589,50 | ├─── | 4828,50 | 20 | 20% | 39% |
| 5 | 4828,50 | ├─── | 5067,50 | 18 | 18% | 57% |
| 6 | 5067,50 | ├─── | 5306,50 | 16 | 16% | 73% |
| 7 | 5306,50 | ├─── | 5545,50 | 13 | 13% | 86% |
| 8 | 5545,50 | ├─── | 5784,50 | 5 | 5% | 91% |
| 9 | 5784,50 | ├─── | 6023,50 | 4 | 4% | 95% |
| 10 | 6023,50 | ├─── | 6262,50 | 5 | 5% | 100% |
| | | | | 100 | 100% | |

FIGURA 52 – HISTOGRAMA PARA A SIMULAÇÃO NORMAL



O histograma da figura 52 apresenta um comportamento que se aproxima da distribuição normal. As probabilidades associadas aos VPL's para a simulação normal são apresentadas no quadro 7. No quadro 8, pode-se verificar que as probabilidades de que o projeto apresente prejuízo ($VPL < 0$) é nula, tanto na simulação uniforme, como para a simulação normal, o que caracteriza a viabilidade do mesmo.

QUADRO 7 – PROBABILIDADES ASSOCIADAS ÀS VARIAÇÕES DE VPL DA SIMULAÇÃO NORMAL

| Desvio da Média | Limite Inferior (a) | Probabilidade (VPL < a) | Limite Superior (b) | Probabilidade (VPL < b) | Probabilidade (a < VPL < b) |
|------------------------|----------------------------|-----------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|--|
| 1 σ | 4.586,84 | 15,87 % | 5.591,47 | 84,13 % | 68,27 % |

QUADRO 8 – PROBABILIDADE DO PROJETO APRESENTAR PREJUÍZO

| PROBABILIDADES / SIMULAÇÃO | UNIFORME | NORMAL |
|-----------------------------------|-----------------|---------------|
| P(VPL < 0) | 0,00 % | 0,00 % |

7.9.3 Resumo dos indicadores com o método multiíndice sem variabilidade

Os indicadores calculados sem variabilidade, considerando os dados determinísticos obtidos inicialmente do SISPINUS, estão dispostos no quadro 9.

QUADRO 9 – MÉTODO MULTIÍNDICE SEM OSCILAÇÕES NO VOLUME DA MADEIRA

| Estatísticas | VPL (R\$) | VPLa (R\$) | IBC | ROIA (%) | TIR (%) |
|---------------------|------------------|-------------------|------------|-----------------|----------------|
| Fixo | 5098,40 | 519,28 | 2,46 | 4,60 | 13,90 |

7.9.4 Considerações

Nas três avaliações, o VPL apresenta valores positivos, indicando inicialmente a viabilidade do projeto, o mesmo se referindo ao VPLa que nada mais é que o VPL distribuído como uma série uniforme de benefícios. O IBC considerando todas as situações, apresenta como pior expectativa um retorno de 124% em 20 anos por unidade de capital investida hoje.

Os indicadores de risco avaliados foram ROIA e TIR, o *PAY-BACK* não foi considerado devido ao fato de o investimento na floresta ter seu ganho mais

representativo nos últimos anos de seu ciclo.

No caso do ROIA, observou-se a expectativa mínima de 4,11% (quadro 2) para a distribuição uniforme e 4,28% (quadro 5) para a distribuição normal, o que evidencia que, mesmo que a floresta cresça segundo uma distribuição uniforme, ainda assim o ganho estimado no pior caso seria de pelo menos 4,11% acima dos resultados obtidos investindo-se no mercado.

A taxa interna de retorno (TIR) caracteriza neste caso um indicador de risco, ou seja, o limite para a variabilidade da taxa mínima de atratividade de mercado para que ainda seja atrativo investir no reflorestamento. No pior caso, verificou-se um limite de variação da TMA da ordem de 5,29%, considerando a distribuição uniforme e 5,50% para a distribuição normal.

Da análise dos dados da simulação, observa-se que a probabilidade de apresentar prejuízo ($VPL < 0$) é praticamente nula; no entanto, foram incrementadas informações importantes com as simulações a nível de risco, pois observa-se agora uma probabilidade 15,87% de que o VPL assuma valores inferiores a R\$4.586,84, para a distribuição normal e inferiores a R\$4.330,84 para uma distribuição uniforme.

Para justificar uma análise com base em uma amostra de tamanho 100, pode-se recorrer à distribuição amostral das médias, sabe-se que, com dada confiança (95% por exemplo), o VPL médio (μ) estará compreendido entre a média amostral mais ou menos k (1,96 para 95% de confiança) desvio-padrão, ou seja, considerando a distribuição uniforme,

$$P(5.218,81 - 1,96*887,97/10 < \mu < (5.218,81 + 1,96*887,97/10)) = 0,95$$

$$P(5.044,77 < \mu < 5.392,85) = 0,95.$$

A determinação do intervalo acima é possível, pois como foi verificado na figura 51 os VPL's gerados com a distribuição uniforme são normalmente distribuídos.

Para a distribuição normal o intervalo de 95% estará compreendido entre:

$$P(5.089,15 - 1,96*502,31/10 < \mu < (5.089,15 - 1,96*502,31/10) = 0,95$$

$$P(4.990,70 < \mu < 5.187,61) = 0,95.$$

A interpretação que se pode dar para o resultado acima é que, se esse experimento (amostras de tamanho 100), fosse realizado outras vezes, em 95% dos casos ele tenderia a produzir um VPL médio contido no intervalo acima especificado.

8 CONCLUSÃO E SUGESTÕES

A metodologia proposta neste trabalho realmente traz melhor percepção de retorno e de risco para a avaliação do projeto considerado. As distribuições de probabilidades do VPL obtida pelas simulações uniforme e normal incrementaram um espaço de soluções que não eram percebidos, considerando os dados como determinísticos.

Constata-se que os dados dos VPL's gerados com a distribuição uniforme são normalmente distribuídos, o que permite estabelecer, segundo uma distribuição amostral das médias, com pelo menos 95% de confiança um intervalo no qual deve estar contido o VPL do projeto, informação adicional extremamente importante e não fornecida pelo método tradicional.

A simulação uniforme apresenta nos casos extremos o maior e o menor VPL de R\$ 6.106,78 e R\$ 4.330,84 respectivamente, comparados com a distribuição normal. Caso o crescimento da floresta siga uma distribuição uniforme, os riscos associados podem ser maiores.

A distribuição normal apresenta nos casos extremos os VPL's de R\$ 5.591,47 e R\$ 4.586,84 respectivamente; portanto, caso a floresta siga esta tendência, os riscos considerados são maiores que o risco avaliado de modo determinístico. A simulação uniforme é o pior caso possível, sendo que a normal é mais realista.

Conclui-se também que, apesar de o investimento em reflorestamento de *Pinus taeda* apresentar-se viável, esta viabilidade para o pequeno produtor pode ser considerada também pelo fato de se dispor de terras de difícil manejo, ou que exijam maiores investimentos para outras culturas e que podem ser facilmente utilizadas com o cultivo de *pinus*.

Caso o crescimento da floresta siga uma distribuição normal, conclui-se que os limites para as variações do VPL estão dentro do intervalo da distribuição uniforme, o que implica menor risco.

Como se sabe, o crescimento das florestas não é determinístico, com isto esta

metodologia agrega informações na análise deste tipo de investimento, outros estudos podem ser realizados; Ficam aqui como sugestões para futuros trabalhos a respeito da floresta.

Dentre as possíveis alternativas sugeridas, são citadas aqui as seguintes:

- Incremento da flexibilidade com opções de abandono e de expansão.
- Adequação da variabilidade a programas de prognose, como por exemplo, o próprio SISPINUS.
- Análise da floresta segundo a teoria de opções reais.
- Estudo de opções de conversão.
- Avaliação de cultivos múltiplos sob condições de incerteza.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACERBI JR, FAUSTO WEIMAR. **Definição de regimes de desbaste poda economicamente ótimos para *Pinus taeda***. Lavras: UFLA, 1998.

ACERBI JR, FAUSTO WEIMAR, *et alii* **Simulação e avaliação econômica de regimes de desbastes para *Pinus taeda* para obtenção de múltiplos produtos da madeira**. Lavras: UFLA, CERNE, V.5, N.1, P.081-102 1999. 99p

ARIMA, EUGÊNIO; BARRETO, PAULO. **Rentabilidade da produção de madeira em terras públicas e privadas na região de cinco florestas nacionais da Amazônia**. Ministério do Meio Ambiente (MMA), Secretaria de Biodiversidade e Florestas, Programa Nacional de Florestas (PNF). Brasília, 2002. 49p

ARMSTRONG DUKU-KAAKYIRE, DAVID M. NANANG. **Application of real options theory investment analysis**. Forest Policy and Economics. Disponível online em <<http://www.sciencedirect.com>> . Acesso em 21/02/2003

COPELAND, T.; ANTIKAROV, V. **Opções Reais: Um novo paradigma para reinventar a avaliação de investimento**. Rio de Janeiro: Campus, 2002.

DAVIS, L.S.; JOHNSON, K.N. **Forest management**. New York: McGraw Hill, 1987.

DIXIT, A. K.; PINDYCK, R. S. **Investment Under Uncertainty**. New Jersey: Princeton University Press, 1994.

GASLENE, ALAIN, et al. **Decisões de investimentos da empresa**. São Paulo: Atlas, 1999.

GOMES, FERNANDO DOS SANTOS. **A seleção de regimes de manejo mais rentáveis em *Pinus taeda* I na produção de madeira para papel e celulose**. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais, Curitiba: UFPR, 1999. 137p

INFORMATIVO STCP. **Os desequilíbrios do mercado de toras de *pinus* no Brasil**. Curitiba: STCP Engenharia de Projetos, n. 7, 2003/2004, 32p. Disponível em <<http://www.stcp.com.br>> Acesso em 24 de março de 2004

LEITE, NELSON BARBOSA **No Brasil a floresta precisa crescer. O papel**, Abr. 2003. p67-69. entrevista. Disponível em <<http://www.sbs.org.br>> Acesso em dezembro de 2003.

LIMA, LUPÉRCIO BARROS. **Madeira reflorestada e exportação: caminhos para um setor em franco crescimento**. Disponível em <<http://www.celuloseonline.com.br>> Acesso 26 de novembro de 2003.

LIMA JR,V.B. **Determinação da taxa de desconto para uso na avaliação de projetos de investimentos florestais**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Florestal, Viçosa: UFV, 1995. 90p

LOPES, E. P. **Opções Reais: A nova análise de investimento**. 2.ed. Lisboa: Edições Sílabo, 2001.

MORCK, RANDALL, et al. **The valuation of forestry resources under stochastic prices and investories**. The Journal of financial and quantitative analysis. Washington, v. 24, n. 4, p.473-487, December 1989.

OLIVEIRA, EDILSON B., **Um sistema computadorizado de prognose do crescimento e produção de *Pinus taeda* L., com critérios quantitativos para a avaliação técnica e econômica de regimes de manejo.** Tese de doutorado em Engenharia Florestal, Curitiba: UFPR, 1995. 134p

RIBEIRO, C.A.A.S.; GRAÇA, L.R. **Manejo por talhadia: estabelecimento das idades ótimas.** Revista *Árvore*, Viçosa, V.20, N.1, p. 29-36 abr/jun. 1996.

ROCHA, KÁTIA, *et alii* **O valor de opção das concessões nas florestas nacionais da Amazônia**, texto para discussão nº 737. Instituto de Pesquisa Economica Aplicada – IPEA. Disponível em <<http://www.ipea.gov.br>>. Acesso em 01/07/2003.

SANQUETTA, C.R ; VOLPI, N.M.P. ; CARNIERI, C. **Otimização do empreendimento florestal estudo de caso para Otimização do empreendimento florestal estudo de caso para Otimização do empreendimento florestal estudo de caso para Colombo.** Colombo: EMBRAPA, 1997.

SAWINSKI JR, JOSÉ. **Rentabilidade econômica comparativa entre *Pinus*, Eucalipto, Erva-mate e as principais culturas agrícolas da microregião de Canoinhas – SC.** Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais, Curitiba: UFPR, 2000. 103p

SCOLFORO, J.R.S. **O sistema PISAPRO.** Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. 99p

SCOLFORO, J.R.S.; HOSAKAWA, R.T. **Avaliação de rotação econômica para *Pinus Caribea* sujeito a desbastes** Revista *Árvore*, Viçosa, V.16, N.1, 43-48, jan/abr., 1992.

SIQUEIRA, JOÉSIO. **Falta de madeira vira ameaça para Santa Catarina.** Disponível em <<http://www.an.com.br>> Acesso em março de 2004.

SILVESTRINI, GLADINSTON. **Dinheiro em toras.** Revista *Globo Rural*, N.220, p.47-51 fev. 2004.

SOUZA, ALCEU. **Metodologia para análise de viabilidade de cultivo de *Pinus taeda* empreendimentos empresariais da região do campos de Palmas.** Revista de negócios, V.7, N.4, out/dez., 2002.

SOUZA, ALCEU; CLEMENTE, ADEMIR. **Decisões financeiras e análise de investimentos: fundamentos, técnicas e aplicações.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2001.

SOUZA, A. N.; REZENDE, J.L.P.; OLIVEIRA, A. D. **Estudo do momento ótimo de reforma para povoamentos de *Eucalyptus* spp – o caso da redução dos custos.** Ciência florestal, Santa Maria, v.12, N.1, p. 123-133

SPELTZ, RANDY. **Avaliação econômica integrada de regimes de manejo em *Pinus taeda* l. direcionados a múltiplos produtos da madeira.** Dissertação de mestrado em Ciências Florestais, Curitiba: UFPR, 2000. 151p

VOLPI, NEIDA M. P. **O impacto de perturbações estocásticas em um modelo de planejamento florestal.** Tese de doutorado em Ciências Florestais, Curitiba: UFPR, 1997. 268p

URURAHY, JOSÉ CLÁUDIO CARDOSO. **Brasil vive apagão florestal.** Disponível em <<http://www.sbs.org.br>> Acesso em março de 2004.

Anexo 1 – Variáveis aleatórias geradas com a distribuição uniforme

| Aleatórios | Ano 8 | Ano 12 | Ano 16 | Ano 20 |
|-------------------|--------------|---------------|---------------|---------------|
| 1 | 0,3820 | 0,1007 | 0,5965 | 0,8991 |
| 2 | 0,8846 | 0,9585 | 0,0145 | 0,4074 |
| 3 | 0,8632 | 0,1386 | 0,2450 | 0,0455 |
| 4 | 0,0324 | 0,1641 | 0,2196 | 0,0171 |
| 5 | 0,2850 | 0,3431 | 0,5536 | 0,3574 |
| 6 | 0,3718 | 0,3556 | 0,9103 | 0,4660 |
| 7 | 0,4262 | 0,3039 | 0,9757 | 0,8067 |
| 8 | 0,9912 | 0,2563 | 0,9517 | 0,0534 |
| 9 | 0,7050 | 0,8165 | 0,9725 | 0,4663 |
| 10 | 0,3002 | 0,7502 | 0,3515 | 0,7757 |
| 11 | 0,0743 | 0,1984 | 0,0641 | 0,3583 |
| 12 | 0,4870 | 0,5112 | 0,3735 | 0,9859 |
| 13 | 0,0407 | 0,2307 | 0,0050 | 0,9261 |
| 14 | 0,1003 | 0,2567 | 0,7757 | 0,6796 |
| 15 | 0,8091 | 0,7243 | 0,0851 | 0,1323 |
| 16 | 0,7562 | 0,6265 | 0,1737 | 0,4048 |
| 17 | 0,5523 | 0,7115 | 0,5552 | 0,1812 |
| 18 | 0,9703 | 0,6869 | 0,5288 | 0,7967 |
| 19 | 0,8057 | 0,2622 | 0,1780 | 0,8668 |
| 20 | 0,1148 | 0,0595 | 0,7616 | 0,7384 |
| 21 | 0,9863 | 0,9256 | 0,9039 | 0,5450 |
| 22 | 0,5008 | 0,6750 | 0,4898 | 0,1458 |
| 23 | 0,0380 | 0,7963 | 0,6716 | 0,7317 |
| 24 | 0,5845 | 0,1522 | 0,8922 | 0,3778 |
| 25 | 0,2005 | 0,2058 | 0,3340 | 0,3251 |
| 26 | 0,3002 | 0,8022 | 0,6961 | 0,2715 |
| 27 | 0,9040 | 0,0391 | 0,7090 | 0,4537 |
| 28 | 0,5166 | 0,2565 | 0,2913 | 0,8021 |
| 29 | 0,7890 | 0,6760 | 0,7553 | 0,9485 |
| 30 | 0,6194 | 0,7221 | 0,9680 | 0,3686 |
| 31 | 0,8504 | 0,5571 | 0,8731 | 0,4411 |
| 32 | 0,2177 | 0,8590 | 0,2803 | 0,7033 |
| 33 | 0,7074 | 0,3758 | 0,3297 | 0,0860 |
| 34 | 0,9769 | 0,2855 | 0,5343 | 0,4074 |
| 35 | 0,9977 | 0,8947 | 0,8108 | 0,9086 |
| 36 | 0,5745 | 0,7061 | 0,4014 | 0,1110 |
| 37 | 0,8974 | 0,3863 | 0,0958 | 0,7776 |
| 38 | 0,7836 | 0,6657 | 0,6568 | 0,2585 |
| 39 | 0,7652 | 0,7003 | 0,8588 | 0,0028 |
| 40 | 0,6786 | 0,9288 | 0,0425 | 0,5181 |
| 41 | 0,9121 | 0,9543 | 0,5943 | 0,5577 |
| 42 | 0,9682 | 0,4830 | 0,2556 | 0,8179 |
| 43 | 0,4960 | 0,8506 | 0,6681 | 0,9269 |

| | | | | |
|----|--------|--------|--------|--------|
| 44 | 0,4518 | 0,1681 | 0,0620 | 0,0052 |
| 45 | 0,5411 | 0,6176 | 0,4929 | 0,5795 |
| 46 | 0,6019 | 0,9301 | 0,5340 | 0,1321 |
| 47 | 0,0823 | 0,5759 | 0,8292 | 0,0657 |
| 48 | 0,2709 | 0,6997 | 0,4142 | 0,3656 |
| 49 | 0,4351 | 0,3301 | 0,2111 | 0,7405 |
| 50 | 0,5235 | 0,8968 | 0,6034 | 0,5228 |
| 51 | 0,5898 | 0,5849 | 0,4970 | 0,1105 |
| 52 | 0,5930 | 0,5589 | 0,7741 | 0,2308 |
| 53 | 0,7312 | 0,5867 | 0,5455 | 0,8073 |
| 54 | 0,9643 | 0,0954 | 0,1086 | 0,7123 |
| 55 | 0,8831 | 0,1899 | 0,0160 | 0,1845 |
| 56 | 0,5800 | 0,6661 | 0,1623 | 0,1951 |
| 57 | 0,6778 | 0,5484 | 0,2946 | 0,5408 |
| 58 | 0,1732 | 0,1853 | 0,8524 | 0,9481 |
| 59 | 0,2508 | 0,4317 | 0,5449 | 0,9675 |
| 60 | 0,7241 | 0,9510 | 0,5703 | 0,9406 |
| 61 | 0,2599 | 0,1670 | 0,8838 | 0,8209 |
| 62 | 0,0419 | 0,8983 | 0,4208 | 0,1282 |
| 63 | 0,0301 | 0,2047 | 0,6820 | 0,8206 |
| 64 | 0,4723 | 0,4785 | 0,5850 | 0,3624 |
| 65 | 0,8233 | 0,3106 | 0,9904 | 0,7716 |
| 66 | 0,7293 | 0,1633 | 0,8083 | 0,9261 |
| 67 | 0,2323 | 0,3817 | 0,0902 | 0,9120 |
| 68 | 0,8520 | 0,5731 | 0,0142 | 0,6934 |
| 69 | 0,7006 | 0,8880 | 0,1690 | 0,8860 |
| 70 | 0,2871 | 0,2316 | 0,0423 | 0,9154 |
| 71 | 0,1672 | 0,9389 | 0,1216 | 0,3413 |
| 72 | 0,0955 | 0,9441 | 0,5115 | 0,6295 |
| 73 | 0,8356 | 0,9744 | 0,4757 | 0,1516 |
| 74 | 0,2846 | 0,8017 | 0,8085 | 0,6952 |
| 75 | 0,0686 | 0,0813 | 0,4428 | 0,2647 |
| 76 | 0,2651 | 0,8103 | 0,2009 | 0,4543 |
| 77 | 0,4082 | 0,9355 | 0,0938 | 0,1748 |
| 78 | 0,4335 | 0,1443 | 0,0758 | 0,0153 |
| 79 | 0,7193 | 0,3674 | 0,6601 | 0,0202 |
| 80 | 0,8785 | 0,0257 | 0,3025 | 0,1644 |
| 81 | 0,4600 | 0,5536 | 0,9587 | 0,3062 |
| 82 | 0,2134 | 0,2276 | 0,7213 | 0,9004 |
| 83 | 0,0756 | 0,8338 | 0,9438 | 0,2524 |
| 84 | 0,5331 | 0,2037 | 0,7566 | 0,5945 |
| 85 | 0,5186 | 0,1516 | 0,3822 | 0,7656 |
| 86 | 0,4961 | 0,8419 | 0,1553 | 0,7760 |
| 87 | 0,8928 | 0,1211 | 0,6541 | 0,0374 |

| | | | | |
|------------|--------|--------|--------|--------|
| 88 | 0,5316 | 0,8429 | 0,8498 | 0,5419 |
| 89 | 0,2231 | 0,7185 | 0,6788 | 0,7669 |
| 90 | 0,1713 | 0,7246 | 0,9464 | 0,5926 |
| 91 | 0,3500 | 0,5982 | 0,9655 | 0,0082 |
| 92 | 0,5067 | 0,4510 | 0,8388 | 0,8918 |
| 93 | 0,9490 | 0,0345 | 0,7893 | 0,6431 |
| 94 | 0,7710 | 0,6858 | 0,4462 | 0,9515 |
| 95 | 0,6752 | 0,4876 | 0,4918 | 0,4791 |
| 96 | 0,0462 | 0,6712 | 0,5764 | 0,7424 |
| 97 | 0,4329 | 0,7955 | 0,9068 | 0,9714 |
| 98 | 0,0950 | 0,7324 | 0,4146 | 0,2290 |
| 99 | 0,7701 | 0,9901 | 0,9114 | 0,5713 |
| 100 | 0,3180 | 0,4059 | 0,1361 | 0,5298 |

Anexo 2 – Volumes simulados com a distribuição uniforme

| Simulação | Volume 8 | Corte 8 | Reman 8 | Volume 12 | Corte 12 | Reman 12 | Volume 16 | Corte 16 | Reman 16 | Volume 20 | Corte 20 | Reman 20 |
|------------------|-----------------|----------------|----------------|------------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 167,94 | 58,49 | 109,45 | 219,93 | 30,28 | 189,66 | 304,40 | 67,03 | 237,36 | 353,91 | 353,91 | 0,00 |
| 2 | 185,23 | 64,51 | 120,72 | 287,80 | 39,62 | 248,18 | 352,85 | 77,70 | 275,14 | 372,88 | 372,88 | 0,00 |
| 3 | 184,50 | 64,25 | 120,24 | 243,60 | 33,54 | 210,07 | 313,91 | 69,13 | 244,78 | 307,27 | 307,27 | 0,00 |
| 4 | 155,91 | 54,30 | 101,62 | 207,00 | 28,50 | 178,50 | 265,31 | 58,43 | 206,88 | 258,07 | 258,07 | 0,00 |
| 5 | 164,61 | 57,32 | 107,28 | 226,92 | 31,24 | 195,68 | 311,43 | 68,58 | 242,85 | 325,76 | 325,76 | 0,00 |
| 6 | 167,59 | 58,36 | 109,23 | 231,64 | 31,89 | 199,75 | 340,34 | 74,95 | 265,39 | 363,95 | 363,95 | 0,00 |
| 7 | 169,46 | 59,02 | 110,44 | 231,73 | 31,90 | 199,83 | 344,58 | 75,88 | 268,70 | 393,77 | 393,77 | 0,00 |
| 8 | 188,90 | 65,79 | 123,11 | 255,75 | 35,21 | 220,54 | 378,63 | 83,38 | 295,25 | 371,27 | 371,27 | 0,00 |
| 9 | 179,05 | 62,36 | 116,70 | 270,97 | 37,30 | 233,67 | 402,71 | 88,68 | 314,02 | 430,68 | 430,68 | 0,00 |
| 10 | 165,13 | 57,51 | 107,62 | 246,78 | 33,97 | 212,81 | 325,13 | 71,60 | 253,53 | 369,38 | 369,38 | 0,00 |
| 11 | 157,36 | 54,80 | 102,56 | 210,45 | 28,97 | 181,48 | 260,85 | 57,44 | 203,40 | 272,90 | 272,90 | 0,00 |
| 12 | 171,55 | 59,74 | 111,81 | 244,71 | 33,69 | 211,03 | 323,87 | 71,32 | 252,55 | 382,61 | 382,61 | 0,00 |
| 13 | 156,20 | 54,40 | 101,80 | 210,34 | 28,96 | 181,38 | 257,33 | 56,67 | 200,66 | 300,69 | 300,69 | 0,00 |
| 14 | 158,25 | 55,11 | 103,14 | 214,27 | 29,50 | 184,77 | 306,99 | 67,60 | 239,38 | 342,42 | 342,42 | 0,00 |
| 15 | 182,63 | 63,60 | 119,03 | 271,60 | 37,39 | 234,21 | 338,18 | 74,47 | 263,71 | 337,34 | 337,34 | 0,00 |
| 16 | 180,81 | 62,97 | 117,84 | 263,85 | 36,32 | 227,53 | 334,89 | 73,75 | 261,14 | 353,71 | 353,71 | 0,00 |
| 17 | 173,80 | 60,53 | 113,27 | 257,83 | 35,49 | 222,33 | 353,95 | 77,95 | 276,00 | 356,80 | 356,80 | 0,00 |
| 18 | 188,18 | 65,53 | 122,64 | 277,84 | 38,25 | 239,59 | 379,43 | 83,56 | 295,88 | 432,78 | 432,78 | 0,00 |
| 19 | 182,51 | 63,56 | 118,95 | 247,41 | 34,06 | 213,35 | 314,31 | 69,22 | 245,09 | 363,24 | 363,24 | 0,00 |
| 20 | 158,75 | 55,29 | 103,46 | 206,04 | 28,36 | 177,67 | 294,40 | 64,83 | 229,57 | 332,10 | 332,10 | 0,00 |
| 21 | 188,73 | 65,73 | 123,00 | 291,47 | 40,13 | 251,35 | 427,74 | 94,20 | 333,55 | 464,70 | 464,70 | 0,00 |
| 22 | 172,03 | 59,91 | 112,12 | 253,41 | 34,88 | 218,52 | 343,39 | 75,62 | 267,77 | 343,54 | 343,54 | 0,00 |
| 23 | 156,11 | 54,36 | 101,74 | 235,34 | 32,40 | 202,95 | 330,52 | 72,79 | 257,74 | 372,37 | 372,37 | 0,00 |
| 24 | 174,91 | 60,91 | 113,99 | 231,62 | 31,89 | 199,74 | 339,18 | 74,69 | 264,48 | 356,27 | 356,27 | 0,00 |
| 25 | 161,70 | 56,31 | 105,38 | 216,59 | 29,82 | 186,78 | 284,33 | 62,62 | 221,72 | 295,44 | 295,44 | 0,00 |
| 26 | 165,13 | 57,51 | 107,62 | 249,22 | 34,31 | 214,91 | 351,68 | 77,44 | 274,23 | 361,35 | 361,35 | 0,00 |
| 27 | 185,90 | 64,74 | 121,16 | 240,19 | 33,07 | 207,13 | 339,78 | 74,83 | 264,96 | 362,46 | 362,46 | 0,00 |
| 28 | 172,57 | 60,10 | 112,47 | 233,66 | 32,17 | 201,49 | 304,02 | 66,95 | 237,07 | 347,13 | 347,13 | 0,00 |
| 29 | 181,94 | 63,36 | 118,58 | 268,06 | 36,90 | 231,16 | 382,58 | 84,25 | 298,33 | 448,88 | 448,88 | 0,00 |
| 30 | 176,11 | 61,33 | 114,78 | 261,78 | 36,04 | 225,74 | 388,73 | 85,60 | 303,12 | 407,55 | 407,55 | 0,00 |
| 31 | 184,05 | 64,10 | 119,96 | 264,95 | 36,47 | 228,47 | 386,60 | 85,14 | 301,46 | 411,35 | 411,35 | 0,00 |
| 32 | 162,29 | 56,52 | 105,77 | 247,57 | 34,08 | 213,49 | 321,39 | 70,78 | 250,61 | 360,11 | 360,11 | 0,00 |
| 33 | 179,13 | 62,38 | 116,75 | 248,62 | 34,23 | 214,40 | 326,09 | 71,81 | 254,28 | 322,03 | 322,03 | 0,00 |
| 34 | 188,40 | 65,61 | 122,79 | 256,65 | 35,33 | 221,31 | 350,88 | 77,27 | 273,61 | 370,80 | 370,80 | 0,00 |
| 35 | 189,12 | 65,86 | 123,26 | 290,42 | 39,98 | 250,44 | 418,85 | 92,24 | 326,62 | 487,84 | 487,84 | 0,00 |
| 36 | 174,56 | 60,79 | 113,77 | 258,69 | 35,61 | 223,08 | 344,33 | 75,83 | 268,51 | 341,91 | 341,91 | 0,00 |
| 37 | 185,67 | 64,66 | 121,01 | 258,25 | 35,55 | 222,70 | 322,31 | 70,98 | 251,33 | 366,31 | 366,31 | 0,00 |
| 38 | 181,75 | 63,30 | 118,46 | 267,26 | 36,79 | 230,47 | 374,28 | 82,42 | 291,86 | 383,52 | 383,52 | 0,00 |
| 39 | 181,12 | 63,08 | 118,05 | 268,11 | 36,91 | 231,20 | 390,18 | 85,92 | 304,25 | 378,34 | 378,34 | 0,00 |
| 40 | 178,14 | 62,04 | 116,10 | 275,29 | 37,90 | 237,39 | 339,60 | 74,78 | 264,81 | 366,98 | 366,98 | 0,00 |
| 41 | 186,18 | 64,84 | 121,34 | 289,05 | 39,79 | 249,26 | 399,89 | 88,06 | 311,83 | 435,54 | 435,54 | 0,00 |
| 42 | 188,11 | 65,51 | 122,60 | 266,81 | 36,73 | 230,08 | 344,58 | 75,88 | 268,70 | 394,61 | 394,61 | 0,00 |
| 43 | 171,86 | 59,85 | 112,01 | 261,76 | 36,03 | 225,73 | 367,38 | 80,90 | 286,48 | 429,34 | 429,34 | 0,00 |
| 44 | 170,34 | 59,32 | 111,02 | 226,35 | 31,16 | 195,19 | 280,42 | 61,75 | 218,66 | 272,05 | 272,05 | 0,00 |
| 45 | 173,41 | 60,39 | 113,02 | 252,62 | 34,78 | 217,84 | 342,53 | 75,43 | 267,10 | 374,67 | 374,67 | 0,00 |
| 46 | 175,50 | 61,12 | 114,38 | 271,27 | 37,34 | 233,93 | 370,85 | 81,67 | 289,18 | 369,91 | 369,91 | 0,00 |
| 47 | 157,63 | 54,90 | 102,73 | 227,75 | 31,35 | 196,40 | 329,62 | 72,59 | 257,03 | 324,08 | 324,08 | 0,00 |
| 48 | 164,12 | 57,16 | 106,96 | 242,91 | 33,44 | 209,47 | 324,18 | 71,39 | 252,79 | 339,67 | 339,67 | 0,00 |
| 49 | 169,77 | 59,12 | 110,64 | 233,41 | 32,13 | 201,28 | 298,62 | 65,76 | 232,86 | 336,99 | 336,99 | 0,00 |
| 50 | 172,81 | 60,18 | 112,63 | 265,47 | 36,54 | 228,92 | 367,92 | 81,02 | 286,90 | 397,95 | 397,95 | 0,00 |
| 51 | 175,09 | 60,98 | 114,11 | 253,43 | 34,89 | 218,54 | 343,91 | 75,73 | 268,18 | 341,45 | 341,45 | 0,00 |
| 52 | 175,20 | 61,01 | 114,19 | 252,29 | 34,73 | 217,56 | 361,35 | 79,58 | 281,78 | 368,13 | 368,13 | 0,00 |
| 53 | 179,95 | 62,67 | 117,28 | 260,56 | 35,87 | 224,69 | 357,02 | 78,62 | 278,40 | 408,04 | 408,04 | 0,00 |
| 54 | 187,97 | 65,46 | 122,51 | 245,88 | 33,85 | 212,03 | 307,73 | 67,77 | 239,96 | 345,40 | 345,40 | 0,00 |
| 55 | 185,18 | 64,49 | 120,69 | 247,21 | 34,03 | 213,18 | 303,18 | 66,77 | 236,41 | 305,84 | 305,84 | 0,00 |
| 56 | 174,75 | 60,86 | 113,89 | 256,98 | 35,38 | 221,60 | 325,37 | 71,65 | 253,72 | 328,97 | 328,97 | 0,00 |
| 57 | 178,12 | 62,03 | 116,09 | 255,96 | 35,24 | 220,72 | 333,27 | 73,39 | 259,88 | 361,77 | 361,77 | 0,00 |
| 58 | 160,76 | 55,99 | 104,77 | 214,40 | 29,52 | 184,89 | 311,64 | 68,63 | 243,01 | 365,62 | 365,62 | 0,00 |
| 59 | 163,43 | 56,91 | 106,51 | 229,42 | 31,58 | 197,84 | 314,32 | 69,22 | 245,10 | 370,07 | 370,07 | 0,00 |
| 60 | 179,71 | 62,58 | 117,12 | 278,84 | 38,39 | 240,46 | 383,95 | 84,55 | 299,39 | 449,83 | 449,83 | 0,00 |
| 61 | 163,74 | 57,02 | 106,72 | 217,52 | 29,94 | 187,58 | 318,03 | 70,04 | 247,99 | 364,40 | 364,40 | 0,00 |
| 62 | 156,24 | 54,41 | 101,83 | 240,08 | 33,05 | 207,03 | 320,83 | 70,65 | 250,18 | 319,76 | 319,76 | 0,00 |
| 63 | 155,84 | 54,27 | 101,57 | 208,70 | 28,73 | 179,97 | 293,69 | 64,68 | 229,02 | 336,50 | 336,50 | 0,00 |
| 64 | 171,05 | 59,57 | 111,48 | 242,40 | 33,37 | 209,03 | 334,73 | 73,71 | 261,02 | 350,49 | 350,49 | 0,00 |
| 65 | 183,12 | 63,77 | 119,35 | 250,76 | 34,52 | 216,24 | 373,88 | 82,34 | 291,55 | 424,43 | 424,43 | 0,00 |
| 66 | 179,89 | 62,65 | 117,24 | 238,78 | 32,87 | 205,91 | 344,22 | 75,80 | 268,42 | 402,21 | 402,21 | 0,00 |
| 67 | 162,79 | 56,69 | 106,10 | 226,21 | 31,14 | 195,07 | 281,98 | 62,10 | 219,88 | 328,63 | 328,63 | 0,00 |
| 68 | 184,11 | 64,12 | 119,99 | 265,87 | 36,60 | 229,27 | 325,93 | 71,78 | 254,16 | 364,51 | 364,51 | 0,00 |
| 69 | 178,90 | 62,30 | 116,60 | 274,38 | 37,77 | 236,61 | 347,90 | 76,61 | 271,29 | 403,51 | 403,51 | 0,00 |
| 70 | 164,68 | 57,35 | 107,33 | 221,79 | 30,53 | 191,26 | 273,59 | 60,25 | 213,34 | 319,05 | 319,05 | 0,00 |
| 71 | 160,55 | 55,91 | 104,64 | 248,56 | 34,22 | 214,35 | 311,97 | 68,70 | 243,27 | 325,23 | 325,23 | 0,00 |
| 72 | 158,08 | 55,05 | 103,03 | 244,98 | 33,72 | 211,25 | 333,40 | 73,42 | 259,98 | 368,28 | 368,28 | 0,00 |
| 73 | 183,54 | 63,92 | 119,62 | 286,01 | 39,37 | 246,64 | 386,47 | 85,11 | 301,37 | 387,13 | 387,13 | 0,00 |
| 74 | 164,59 | 57,32 | 107,27 | 248,38 | 34,19 | 214,19 | 358,08 | 78,85 | 279,22 | 400,60 | 400,60 | 0,00 |
| 75 | 157,16 | 54,73 | 102,43 | 204,95 | 28,21 | 176,74 | 275,11 | 60,58 | 214,53 | 282,27 | 282,27 | 0,00 |
| 76 | 163,92 | 57,09 | 106,83 | 247,78 | 34,11 | 213,67 | 316,32 | 69,66 | 246,66 | 337,47 | 337,47 | 0,00 |
| 77 | 168,84 | 58,80 | 110,04 | 261,24 | 35,96 | 225,28 | 325,91 | 71,77 | 254,14 | 328,08 | 328,08 | 0,00 |
| 78 | 169,71 | 59,10 | 110,61 | 224,36 | 30,89 | 193,48 | 278,80 | 61,40 | 217,41 | 271,09 | 271,09 | 0,00 |
| 79 | 179,54 | 62,53 | 117,02 | 248,76 | 34,24 | 214,51 | 348,59 | 76,76 | 271,82 | 339,32 | 339,32 | 0,00 |
| 80 | 185,02 | 64,43 | 120,59 | 238,35 | 32,81 | 205,54 | 310,86 | 68,46 | 242,40 | 312,24 | 312,24 | 0,00 |
| 81 | 170,62 | 59,42 | 111,20 | 245,44 | 33,79 | 211,66 | 363,85 | 80,13 | 283,72 | 376,58 | 376,58 | 0,00 |
| 82 | 162,14 | 56,47 | 105,67 | 218,20 | 30,04 | 188,16 | 309,39 | 68,13 | 241,26 | 359,80 | 359,80 | 0,00 |
| 83 | 157,40 | 54,82 | 102,58 | 238,98 | 32,90 | 206,08 | 353,30 | 77,80 | 275,49 | 361,56 | 361,56 | 0,00 |
| 84 | 173,14 | 60,30 | 112,84 | 231,82 | 31,91 | 199,91 | 330,93 | 72,88 | 258,06 | 363,06 | 363,06 | 0,00 |
| 85 | 172,64 | 60,12 | 112,52 | 228,59 | 31,47 | 197,12 | 303,08 | 66,74 | 236,33 | 343,66 | 343,66 | 0,00 |
| 86 | 171,87 | 59,85 | 112,01 | 261,34 | 35,98 | 225,36 | 330,39 | 72,76 | 257,63 | 375,37 | 375,37 | 0,00 |
| 87 | 185,51 | 64,61 | 120,91 | 244,02 | 33,59 | 210,43 | 341,56 | 75,22 | 266,34 | 333,74 | 333,74 | 0,00 |
| 88 | 173,09 | 60,28 | 11 | | | | | | | | | |

Anexo 3 – Variáveis aleatórias geradas com a distribuição normal

| Aleatórios | Ano 8 | Ano 12 | Ano 16 | Ano 20 |
|-------------------|--------------|---------------|---------------|---------------|
| 1 | 1,13 | -0,01 | -1,08 | -1,30 |
| 2 | 0,84 | -0,68 | -1,22 | 1,52 |
| 3 | -0,71 | 0,41 | -1,18 | 0,40 |
| 4 | 0,12 | -0,34 | 0,14 | 0,42 |
| 5 | -0,43 | 1,60 | 1,43 | -1,65 |
| 6 | 0,12 | -0,27 | 2,23 | -0,14 |
| 7 | 0,06 | 0,03 | -1,78 | 0,31 |
| 8 | -0,73 | 1,03 | -0,34 | -0,58 |
| 9 | -0,67 | -0,24 | -1,29 | -0,46 |
| 10 | -1,24 | 0,58 | 1,36 | 1,57 |
| 11 | -0,54 | -0,61 | 0,74 | -1,41 |
| 12 | 0,02 | -0,11 | 0,75 | 1,09 |
| 13 | 1,53 | 0,83 | 1,56 | 0,06 |
| 14 | 0,70 | 0,40 | -0,34 | -0,97 |
| 15 | -0,07 | 0,54 | 0,22 | 2,09 |
| 16 | 0,77 | 0,07 | 0,42 | 0,04 |
| 17 | -1,16 | 1,38 | -1,04 | 0,68 |
| 18 | 1,98 | 0,73 | 0,10 | -0,24 |
| 19 | -0,97 | 0,92 | -0,49 | 1,09 |
| 20 | 0,33 | 2,46 | -0,84 | -0,17 |
| 21 | 0,94 | 0,50 | 2,02 | 0,32 |
| 22 | 1,31 | 0,24 | -0,99 | 1,55 |
| 23 | 1,07 | 2,01 | 0,91 | 0,47 |
| 24 | -0,29 | 0,44 | -0,61 | -0,33 |
| 25 | -0,56 | -1,67 | 0,05 | 0,74 |
| 26 | 0,43 | -2,34 | 0,89 | 1,15 |
| 27 | -1,31 | 0,47 | 0,19 | 0,30 |
| 28 | -1,09 | 0,90 | -0,64 | -0,72 |
| 29 | 0,04 | 0,24 | 0,02 | 0,92 |
| 30 | 1,36 | -1,05 | 0,09 | -0,46 |
| 31 | -0,05 | -0,04 | 0,78 | 2,21 |
| 32 | 1,37 | -0,78 | -1,20 | 0,76 |
| 33 | -0,25 | 1,09 | -0,09 | -0,45 |
| 34 | 0,02 | 0,04 | 0,94 | -0,92 |
| 35 | -0,70 | 2,39 | -0,69 | -2,08 |
| 36 | -1,20 | 0,60 | -1,15 | -1,63 |
| 37 | -1,70 | -0,44 | 0,12 | 0,19 |
| 38 | 0,71 | -0,27 | 1,08 | -0,26 |
| 39 | -1,14 | -0,19 | 0,11 | 0,62 |
| 40 | 1,29 | 0,09 | -0,05 | 0,57 |
| 41 | -0,79 | 1,23 | 1,68 | 0,92 |
| 42 | -1,11 | -1,36 | -1,44 | -1,42 |
| 43 | 1,89 | 0,61 | 0,25 | 0,24 |

| | | | | |
|----|-------|-------|-------|-------|
| 44 | 0,42 | -1,50 | 1,87 | 0,67 |
| 45 | 0,12 | -1,39 | -0,95 | 0,88 |
| 46 | 0,75 | -1,00 | 1,18 | -0,74 |
| 47 | 0,39 | 0,46 | -0,70 | -0,87 |
| 48 | -0,64 | 0,85 | 1,06 | 0,54 |
| 49 | -0,06 | 0,49 | -2,57 | -1,01 |
| 50 | 1,03 | -0,86 | 0,52 | 0,06 |
| 51 | 0,71 | 1,51 | 1,06 | 0,44 |
| 52 | -1,01 | 1,37 | -0,30 | -1,40 |
| 53 | -0,14 | -2,20 | 0,36 | -0,02 |
| 54 | -1,74 | -0,67 | -1,79 | 1,52 |
| 55 | 0,61 | 0,22 | 0,62 | -1,44 |
| 56 | -1,18 | -2,12 | 1,17 | 1,28 |
| 57 | -0,20 | 0,04 | 0,34 | 1,09 |
| 58 | -1,19 | 0,03 | 1,06 | 0,10 |
| 59 | 0,66 | -1,64 | -1,02 | -0,18 |
| 60 | 0,38 | 1,33 | 1,29 | -1,28 |
| 61 | -0,68 | -2,41 | -0,95 | -0,38 |
| 62 | 2,28 | -0,50 | 1,23 | -0,28 |
| 63 | -0,93 | 1,14 | 1,28 | 0,37 |
| 64 | 0,75 | 0,34 | -0,12 | 0,93 |
| 65 | 1,23 | -0,98 | -0,21 | -0,27 |
| 66 | -0,94 | -1,45 | -0,79 | 0,63 |
| 67 | 1,07 | -0,30 | -0,97 | -1,35 |
| 68 | -0,29 | 0,52 | 0,39 | -0,83 |
| 69 | -2,01 | 0,11 | -0,46 | 0,62 |
| 70 | -1,78 | -0,56 | 0,49 | 0,08 |
| 71 | 1,52 | 0,36 | 0,19 | 1,78 |
| 72 | 0,74 | 0,92 | 1,51 | 0,60 |
| 73 | -1,21 | 1,09 | 0,56 | 0,07 |
| 74 | 0,71 | -1,36 | 0,21 | -0,14 |
| 75 | 0,35 | 0,50 | -0,47 | -0,77 |
| 76 | -0,11 | -2,19 | -1,12 | 0,83 |
| 77 | -0,18 | 0,50 | -2,41 | 0,10 |
| 78 | -0,23 | 0,14 | -1,72 | -0,42 |
| 79 | 0,45 | 0,12 | -1,54 | -0,61 |
| 80 | -1,21 | -0,34 | 0,00 | 0,15 |
| 81 | -1,57 | -0,35 | -0,12 | 1,19 |
| 82 | -2,80 | -0,41 | 0,37 | -0,04 |
| 83 | 0,31 | 1,36 | 0,41 | -0,97 |
| 84 | 0,14 | -0,31 | -1,21 | 0,24 |
| 85 | -0,16 | -0,72 | -1,16 | -0,44 |
| 86 | -1,64 | 0,36 | 0,64 | -0,30 |
| 87 | -2,79 | -1,44 | -0,45 | -0,05 |

| | | | | |
|------------|-------|-------|-------|-------|
| 88 | 0,26 | -0,97 | 0,23 | 0,21 |
| 89 | -0,11 | -1,26 | 0,33 | 0,21 |
| 90 | -0,32 | -0,70 | 0,96 | 0,11 |
| 91 | -0,27 | 2,14 | -0,45 | 0,30 |
| 92 | 1,18 | -0,22 | 0,43 | 0,07 |
| 93 | 0,33 | 1,35 | 0,92 | 0,12 |
| 94 | 0,49 | 0,18 | 0,45 | -1,77 |
| 95 | -0,45 | 1,46 | 0,75 | 0,78 |
| 96 | -0,59 | -0,33 | 0,03 | 0,27 |
| 97 | -0,22 | 0,08 | -0,41 | -1,87 |
| 98 | 0,95 | -0,02 | -0,45 | -0,84 |
| 99 | -0,71 | 0,93 | 0,41 | -0,59 |
| 100 | -1,03 | 0,84 | -0,46 | -0,53 |

Anexo 4 – Volumes simulados com a distribuição normal

| Simulação | Volume 8 | Corte 8 | Reman 8 | Volume 12 | Corte 12 | Reman 12 | Volume 16 | Corte 16 | Reman 16 | Volume 20 | Corte 20 | Reman 20 |
|-----------|----------|---------|---------|-----------|----------|----------|-----------|----------|----------|-----------|----------|----------|
| 1 | 178,48 | 62,16 | 116,32 | 253,92 | 34,96 | 218,96 | 332,42 | 73,20 | 259,22 | 342,46 | 342,46 | 0 |
| 2 | 176,82 | 61,58 | 115,24 | 245,99 | 33,86 | 212,12 | 320,38 | 70,55 | 249,83 | 362,43 | 362,43 | 0 |
| 3 | 167,92 | 58,48 | 109,44 | 242,28 | 33,35 | 208,93 | 316,04 | 69,60 | 246,44 | 344,85 | 344,85 | 0 |
| 4 | 172,69 | 60,14 | 112,55 | 243,01 | 33,45 | 209,56 | 331,47 | 72,99 | 258,47 | 361,91 | 361,91 | 0 |
| 5 | 169,56 | 59,05 | 110,51 | 252,22 | 35,00 | 219,22 | 361,63 | 79,64 | 281,99 | 367,95 | 367,95 | 0 |
| 6 | 172,69 | 60,14 | 112,55 | 243,58 | 33,53 | 210,05 | 355,34 | 78,25 | 277,09 | 380,81 | 380,81 | 0 |
| 7 | 172,35 | 60,02 | 112,33 | 245,57 | 33,81 | 211,76 | 313,62 | 69,06 | 244,56 | 341,17 | 341,17 | 0 |
| 8 | 167,81 | 58,44 | 109,37 | 247,05 | 34,01 | 213,04 | 331,69 | 73,04 | 258,65 | 350,24 | 350,24 | 0 |
| 9 | 168,15 | 58,56 | 109,59 | 237,44 | 32,69 | 204,75 | 308,59 | 67,96 | 240,63 | 327,19 | 327,19 | 0 |
| 10 | 164,87 | 57,42 | 107,45 | 239,19 | 32,93 | 206,26 | 339,46 | 74,76 | 264,71 | 384,69 | 384,69 | 0 |
| 11 | 168,88 | 58,81 | 110,07 | 235,50 | 32,42 | 203,08 | 327,64 | 72,15 | 255,49 | 336,17 | 336,17 | 0 |
| 12 | 172,10 | 59,94 | 112,17 | 244,06 | 33,60 | 210,46 | 339,71 | 74,81 | 264,90 | 379,07 | 379,07 | 0 |
| 13 | 180,80 | 62,96 | 117,84 | 264,47 | 36,41 | 228,06 | 377,81 | 83,20 | 294,61 | 407,58 | 407,58 | 0 |
| 14 | 176,02 | 61,30 | 114,72 | 253,87 | 34,95 | 218,92 | 340,80 | 75,05 | 265,75 | 355,04 | 355,04 | 0 |
| 15 | 171,57 | 59,75 | 111,82 | 248,61 | 34,22 | 214,39 | 340,06 | 74,89 | 265,17 | 391,71 | 391,71 | 0 |
| 16 | 176,40 | 61,43 | 114,97 | 251,68 | 34,65 | 217,03 | 346,56 | 76,32 | 270,24 | 373,70 | 373,70 | 0 |
| 17 | 165,36 | 57,59 | 107,77 | 246,15 | 33,89 | 212,26 | 322,66 | 71,06 | 251,61 | 355,33 | 355,33 | 0 |
| 18 | 183,34 | 63,85 | 119,49 | 267,27 | 36,79 | 230,48 | 364,17 | 80,20 | 283,97 | 389,03 | 389,03 | 0 |
| 19 | 166,41 | 57,95 | 108,46 | 244,08 | 33,60 | 210,48 | 325,99 | 71,79 | 254,20 | 363,71 | 363,71 | 0 |
| 20 | 173,90 | 60,56 | 113,34 | 267,82 | 36,87 | 230,95 | 353,44 | 77,83 | 275,61 | 378,43 | 378,43 | 0 |
| 21 | 177,37 | 61,77 | 115,60 | 256,65 | 35,33 | 221,32 | 371,98 | 81,92 | 290,07 | 404,77 | 404,77 | 0 |
| 22 | 179,48 | 62,51 | 116,98 | 257,48 | 35,45 | 222,04 | 338,04 | 74,44 | 263,60 | 382,75 | 382,75 | 0 |
| 23 | 178,11 | 62,03 | 116,09 | 270,46 | 37,23 | 233,23 | 378,38 | 83,33 | 295,06 | 413,80 | 413,80 | 0 |
| 24 | 170,32 | 59,32 | 111,01 | 245,98 | 33,86 | 212,12 | 327,19 | 72,05 | 255,13 | 348,47 | 348,47 | 0 |
| 25 | 168,82 | 58,79 | 110,02 | 226,89 | 31,23 | 195,66 | 308,62 | 67,96 | 240,66 | 340,54 | 340,54 | 0 |
| 26 | 174,47 | 60,76 | 113,71 | 228,98 | 31,52 | 197,46 | 320,18 | 70,51 | 249,67 | 357,91 | 357,91 | 0 |
| 27 | 164,46 | 57,27 | 107,19 | 237,77 | 32,73 | 205,03 | 324,86 | 71,54 | 253,32 | 353,30 | 353,30 | 0 |
| 28 | 165,74 | 57,72 | 108,02 | 242,95 | 33,44 | 209,50 | 322,87 | 71,10 | 251,77 | 339,32 | 339,32 | 0 |
| 29 | 172,21 | 59,97 | 112,23 | 247,01 | 34,00 | 213,01 | 335,66 | 73,92 | 261,74 | 372,55 | 372,55 | 0 |
| 30 | 179,81 | 62,62 | 117,19 | 246,94 | 33,99 | 212,94 | 336,31 | 74,06 | 262,25 | 356,51 | 356,51 | 0 |
| 31 | 171,74 | 59,81 | 111,93 | 244,13 | 33,61 | 210,52 | 340,08 | 74,89 | 265,19 | 393,16 | 393,16 | 0 |
| 32 | 179,83 | 62,63 | 117,20 | 249,27 | 34,32 | 214,96 | 324,88 | 71,54 | 253,34 | 358,70 | 358,70 | 0 |
| 33 | 170,56 | 59,40 | 111,16 | 251,60 | 34,64 | 216,97 | 340,63 | 75,01 | 265,62 | 361,24 | 361,24 | 0 |
| 34 | 172,11 | 59,94 | 112,17 | 245,24 | 33,76 | 211,48 | 343,46 | 75,64 | 267,82 | 358,41 | 358,41 | 0 |
| 35 | 167,98 | 58,50 | 109,48 | 258,14 | 35,54 | 222,60 | 342,47 | 75,42 | 267,05 | 343,16 | 343,16 | 0 |
| 36 | 165,14 | 57,51 | 107,63 | 239,75 | 33,00 | 206,74 | 313,09 | 68,95 | 244,14 | 318,81 | 318,81 | 0 |
| 37 | 162,23 | 56,50 | 105,73 | 227,49 | 31,32 | 196,17 | 310,17 | 68,31 | 241,87 | 336,13 | 336,13 | 0 |
| 38 | 176,08 | 61,32 | 114,76 | 248,31 | 34,18 | 214,13 | 349,33 | 76,93 | 272,40 | 372,84 | 372,84 | 0 |
| 39 | 165,44 | 57,62 | 107,83 | 233,97 | 32,21 | 201,76 | 318,89 | 70,22 | 248,66 | 350,46 | 350,46 | 0 |
| 40 | 179,37 | 62,47 | 116,90 | 256,05 | 35,25 | 220,80 | 347,14 | 76,45 | 270,69 | 380,88 | 380,88 | 0 |
| 41 | 167,48 | 58,33 | 109,16 | 248,19 | 34,17 | 214,02 | 355,85 | 78,36 | 277,49 | 394,96 | 394,96 | 0 |
| 42 | 165,62 | 57,68 | 107,94 | 225,02 | 30,98 | 194,05 | 290,87 | 64,05 | 226,82 | 298,41 | 298,41 | 0 |
| 43 | 182,84 | 63,67 | 119,16 | 265,52 | 36,55 | 228,96 | 363,58 | 80,07 | 283,52 | 394,56 | 394,56 | 0 |
| 44 | 174,40 | 60,74 | 113,66 | 235,83 | 32,46 | 203,36 | 340,15 | 74,91 | 265,24 | 374,44 | 374,44 | 0 |
| 45 | 172,70 | 60,14 | 112,56 | 234,42 | 32,27 | 202,15 | 308,24 | 67,88 | 240,36 | 341,59 | 341,59 | 0 |
| 46 | 176,27 | 61,39 | 114,89 | 242,50 | 33,38 | 209,12 | 342,24 | 75,37 | 266,88 | 359,38 | 359,38 | 0 |
| 47 | 174,26 | 60,69 | 113,57 | 251,80 | 34,66 | 217,13 | 333,89 | 73,53 | 260,36 | 349,11 | 349,11 | 0 |
| 48 | 168,31 | 58,61 | 109,69 | 246,36 | 33,91 | 212,45 | 346,30 | 76,26 | 270,04 | 379,56 | 379,56 | 0 |
| 49 | 171,68 | 59,79 | 111,89 | 248,33 | 34,19 | 214,14 | 308,27 | 67,89 | 240,38 | 320,71 | 320,71 | 0 |
| 50 | 177,89 | 61,95 | 115,94 | 245,96 | 33,86 | 212,10 | 339,75 | 74,82 | 264,93 | 366,59 | 366,59 | 0 |
| 51 | 176,08 | 61,32 | 114,76 | 263,26 | 36,24 | 227,01 | 370,13 | 81,51 | 288,62 | 404,34 | 404,34 | 0 |
| 52 | 166,19 | 57,88 | 108,31 | 247,34 | 34,05 | 213,29 | 332,54 | 73,23 | 259,31 | 341,34 | 341,34 | 0 |
| 53 | 171,21 | 59,62 | 111,58 | 225,82 | 31,09 | 194,73 | 310,26 | 68,33 | 241,94 | 333,80 | 333,80 | 0 |
| 54 | 162,01 | 56,42 | 105,59 | 225,42 | 31,03 | 194,39 | 287,87 | 63,39 | 224,48 | 325,70 | 325,70 | 0 |
| 55 | 175,52 | 61,13 | 114,39 | 251,66 | 34,64 | 217,01 | 348,72 | 76,80 | 271,93 | 357,48 | 357,48 | 0 |
| 56 | 165,21 | 57,54 | 107,68 | 218,53 | 30,08 | 188,45 | 308,29 | 67,89 | 240,40 | 346,10 | 346,10 | 0 |
| 57 | 170,83 | 59,49 | 111,34 | 243,48 | 33,52 | 209,96 | 334,34 | 73,63 | 260,71 | 373,04 | 373,04 | 0 |
| 58 | 165,16 | 57,52 | 107,64 | 235,28 | 32,39 | 202,89 | 330,73 | 72,83 | 257,90 | 357,33 | 357,33 | 0 |
| 59 | 175,76 | 61,21 | 114,55 | 236,49 | 32,56 | 203,93 | 310,23 | 68,32 | 241,91 | 332,00 | 332,00 | 0 |
| 60 | 174,17 | 60,66 | 113,51 | 258,90 | 35,64 | 223,26 | 366,71 | 80,76 | 285,95 | 377,96 | 377,96 | 0 |
| 61 | 168,13 | 58,55 | 109,58 | 220,10 | 30,30 | 189,80 | 289,36 | 63,72 | 225,64 | 307,63 | 307,63 | 0 |
| 62 | 185,09 | 64,46 | 120,63 | 259,07 | 35,66 | 223,41 | 366,24 | 80,65 | 285,59 | 390,60 | 390,60 | 0 |
| 63 | 166,67 | 58,04 | 108,63 | 246,25 | 33,90 | 212,35 | 348,65 | 76,78 | 271,87 | 379,99 | 379,99 | 0 |
| 64 | 176,28 | 61,39 | 114,89 | 253,70 | 34,93 | 218,78 | 343,06 | 75,55 | 267,52 | 380,84 | 380,84 | 0 |
| 65 | 179,04 | 62,35 | 116,69 | 246,47 | 33,93 | 212,54 | 332,35 | 73,19 | 259,16 | 354,65 | 354,65 | 0 |
| 66 | 166,59 | 58,02 | 108,58 | 225,64 | 31,06 | 194,58 | 298,33 | 65,70 | 232,63 | 327,99 | 327,99 | 0 |
| 67 | 178,12 | 62,03 | 116,09 | 250,98 | 34,55 | 216,43 | 329,75 | 72,62 | 257,13 | 339,11 | 339,11 | 0 |
| 68 | 170,34 | 59,32 | 111,02 | 246,61 | 33,95 | 212,66 | 339,22 | 74,70 | 264,52 | 355,11 | 355,11 | 0 |
| 69 | 160,50 | 55,89 | 104,60 | 229,27 | 31,56 | 197,71 | 306,55 | 67,51 | 239,04 | 336,91 | 336,91 | 0 |
| 70 | 161,78 | 56,34 | 105,44 | 225,95 | 31,11 | 194,85 | 311,85 | 68,67 | 243,18 | 336,65 | 336,65 | 0 |
| 71 | 180,71 | 62,93 | 117,77 | 260,31 | 35,83 | 224,47 | 355,64 | 78,32 | 277,32 | 405,67 | 405,67 | 0 |
| 72 | 176,22 | 61,37 | 114,85 | 258,50 | 35,59 | 222,91 | 368,67 | 81,19 | 287,48 | 404,90 | 404,90 | 0 |
| 73 | 165,04 | 57,48 | 107,57 | 243,44 | 33,51 | 209,92 | 336,67 | 74,14 | 262,53 | 363,33 | 363,33 | 0 |
| 74 | 176,09 | 61,32 | 114,77 | 239,30 | 32,94 | 206,36 | 327,20 | 72,05 | 255,14 | 350,67 | 350,67 | 0 |
| 75 | 173,99 | 60,59 | 113,40 | 251,79 | 34,66 | 217,13 | 336,53 | 74,11 | 262,42 | 353,01 | 353,01 | 0 |
| 76 | 171,39 | 59,69 | 111,70 | 226,09 | 31,12 | 194,96 | 295,55 | 65,08 | 230,46 | 327,02 | 327,02 | 0 |
| 77 | 170,98 | 59,55 | 111,44 | 247,42 | 34,06 | 213,36 | 308,95 | 68,04 | 240,92 | 333,71 | 333,71 | 0 |
| 78 | 170,67 | 59,44 | 111,23 | 244,08 | 33,60 | 210,48 | 312,39 | 68,79 | 243,60 | 331,70 | 331,70 | 0 |
| 79 | 174,58 | 60,80 | 113,78 | 249,50 | 34,35 | 215,15 | 321,36 | 70,77 | 250,59 | 339,01 | 339,01 | 0 |
| 80 | 165,09 | 57,49 | 107,59 | 232,29 | 31,98 | 200,31 | 315,43 | 69,46 | 245,97 | 341,28 | 341,28 | 0 |
| 81 | 163,01 | 56,77 | 106,24 | 229,27 | 31,56 | 197,71 | 310,10 | 68,29 | 241,81 | 347,17 | 347,17 | 0 |
| 82 | 155,95 | 54,31 | 101,64 | 218,90 | 30,13 | 188,77 | 300,87 | 66,26 | 234,61 | 323,51 | 323,51 | 0 |
| 83 | 173,78 | 60,52 | 113,26 | 258,51 | 35,59 | 222,92 | 355,80 | 78,35 | 277,44 | 370,76 | 370,76 | 0 |
| 84 | 172,81 | 60,18 | 112,63 | 243,39 | 33,51 | 209,89 | 317,14 | 69,84 | 247,30 | 344,15 | 344,15 | 0 |
| 85 | 171,10 | 59,59 | 111,51 | 237,65 | 32,72 | 204,93 | 310,26 | 68,32 | 241,93 | 329,19 | 329,19 | 0 |
| 86 | 162,58 | 56,62 | 105,96 | 234,19 | 32,24 | 201,95 | 324,77 | 71,52 | 253,25 | 346,23 | 346,23 | 0 |
| 87 | 156,02 | 54,33 | 101,68 | 211,41 | 29,10 | 182,31 | 282,74 | 62,26 | 220,48 | 303,89 | 303,89 | 0 |
| 88 | 173,49 | 60,42 | 113,07 | 238,91 | 32,89 | 206,02 | 326,91 | 71,99 | 254,92 | 354,47 | 354,47 | 0 |
| 89 | 171,35 | 59,67 | 111,68 | 233,59 | 32,16 | 201,44 | 320,70 | 70,62 | 250,08 | 347,77 | 347,77 | 0 |
| 90 | 170,15 | 59,25 | 110,89 | 236,47 | 32,55 | 203,92 | | | | | | |

Anexo 5 – Fluxos de caixa simulados com a distribuição uniforme e a distribuição de VPL's obtida

| SIMULAÇÃO UNIFORME | | | | | | | | | | | |
|--------------------|----------|---------|---------|---------|----------|----------|----------------|--------|------|------|------|
| Simulação | INVEST | 8 | 12 | 16 | 20 | VP | VPL | VPLA | IBC | ROIA | TIR |
| 1 | -3500,00 | 1949,66 | 1257,36 | 3691,72 | 26672,89 | 8352,85 | 4852,85 | 494,27 | 2,39 | 0,04 | 0,14 |
| 2 | -3500,00 | 2150,38 | 1645,37 | 4279,29 | 28102,50 | 9093,61 | 5593,61 | 569,72 | 2,60 | 0,05 | 0,14 |
| 3 | -3500,00 | 2141,85 | 1392,68 | 3807,07 | 23157,37 | 7789,85 | 4289,85 | 436,93 | 2,23 | 0,04 | 0,13 |
| 4 | -3500,00 | 1810,04 | 1183,41 | 3217,67 | 19449,99 | 6560,02 | 3060,02 | 311,67 | 1,87 | 0,03 | 0,12 |
| 5 | -3500,00 | 1910,94 | 1297,32 | 3777,03 | 24551,12 | 7917,48 | 4417,48 | 449,93 | 2,26 | 0,04 | 0,13 |
| 6 | -3500,00 | 1945,61 | 1324,26 | 4127,58 | 27429,86 | 8666,86 | 5166,86 | 526,26 | 2,48 | 0,05 | 0,14 |
| 7 | -3500,00 | 1967,30 | 1324,77 | 4179,08 | 29677,16 | 9175,97 | 5675,97 | 578,11 | 2,62 | 0,05 | 0,14 |
| 8 | -3500,00 | 2192,97 | 1462,09 | 4592,04 | 27981,09 | 9109,07 | 5609,07 | 571,30 | 2,60 | 0,05 | 0,14 |
| 9 | -3500,00 | 2078,67 | 1549,14 | 4884,00 | 32458,63 | 10127,76 | 6627,76 | 675,05 | 2,89 | 0,05 | 0,15 |
| 10 | -3500,00 | 1917,00 | 1410,83 | 3943,20 | 27838,47 | 8719,63 | 5219,63 | 531,63 | 2,49 | 0,05 | 0,14 |
| 11 | -3500,00 | 1826,80 | 1203,15 | 3163,52 | 20567,39 | 6800,85 | 3300,85 | 336,20 | 1,94 | 0,03 | 0,12 |
| 12 | -3500,00 | 1991,61 | 1399,02 | 3927,91 | 28835,59 | 8964,72 | 5464,72 | 556,59 | 2,56 | 0,05 | 0,14 |
| 13 | -3500,00 | 1813,37 | 1202,51 | 3120,91 | 22661,70 | 7230,23 | 3730,23 | 379,93 | 2,07 | 0,04 | 0,13 |
| 14 | -3500,00 | 1837,17 | 1224,98 | 3723,14 | 25806,52 | 8102,52 | 4602,52 | 468,78 | 2,32 | 0,04 | 0,13 |
| 15 | -3500,00 | 2120,23 | 1552,71 | 4101,42 | 25424,21 | 8413,98 | 4913,98 | 500,50 | 2,40 | 0,04 | 0,14 |
| 16 | -3500,00 | 2099,09 | 1508,44 | 4061,48 | 26657,87 | 8638,00 | 5138,00 | 523,32 | 2,47 | 0,05 | 0,14 |
| 17 | -3500,00 | 2017,68 | 1473,98 | 4292,67 | 26890,61 | 8697,75 | 5197,75 | 529,40 | 2,49 | 0,05 | 0,14 |
| 18 | -3500,00 | 2184,60 | 1588,40 | 4601,74 | 32617,16 | 10152,20 | 6652,20 | 677,54 | 2,90 | 0,05 | 0,15 |
| 19 | -3500,00 | 2118,85 | 1414,45 | 3811,90 | 27376,23 | 8692,63 | 5192,63 | 528,88 | 2,48 | 0,05 | 0,14 |
| 20 | -3500,00 | 1842,97 | 1177,91 | 3570,49 | 25029,11 | 7875,61 | 4375,61 | 445,67 | 2,25 | 0,04 | 0,13 |
| 21 | -3500,00 | 2190,99 | 1666,34 | 5187,63 | 35022,53 | 10873,70 | 7373,70 | 751,03 | 3,11 | 0,06 | 0,15 |
| 22 | -3500,00 | 1997,10 | 1448,72 | 4164,56 | 25890,95 | 8424,73 | 4924,73 | 501,59 | 2,41 | 0,04 | 0,14 |
| 23 | -3500,00 | 1812,27 | 1345,45 | 4008,57 | 28064,08 | 8704,57 | 5204,57 | 530,10 | 2,49 | 0,05 | 0,14 |
| 24 | -3500,00 | 2030,54 | 1324,19 | 4113,51 | 26850,87 | 8584,39 | 5084,39 | 517,86 | 2,45 | 0,05 | 0,14 |
| 25 | -3500,00 | 1877,17 | 1238,26 | 3448,38 | 22266,16 | 7289,62 | 3789,62 | 385,98 | 2,08 | 0,04 | 0,13 |
| 26 | -3500,00 | 1917,00 | 1424,80 | 4265,11 | 27233,52 | 8689,35 | 5189,35 | 528,55 | 2,48 | 0,05 | 0,14 |
| 27 | -3500,00 | 2158,15 | 1373,19 | 4120,85 | 27317,30 | 8775,01 | 5275,01 | 537,27 | 2,51 | 0,05 | 0,14 |
| 28 | -3500,00 | 2003,44 | 1335,80 | 3687,19 | 26161,79 | 8302,08 | 4802,08 | 489,10 | 2,37 | 0,04 | 0,14 |
| 29 | -3500,00 | 2112,21 | 1532,51 | 4639,85 | 33830,01 | 10362,24 | 6862,24 | 698,93 | 2,96 | 0,06 | 0,15 |
| 30 | -3500,00 | 2044,47 | 1496,58 | 4714,46 | 30715,39 | 9664,92 | 6164,92 | 627,91 | 2,76 | 0,05 | 0,15 |
| 31 | -3500,00 | 2136,73 | 1514,69 | 4688,64 | 31001,75 | 9775,85 | 6275,85 | 639,21 | 2,79 | 0,05 | 0,15 |
| 32 | -3500,00 | 1884,07 | 1415,34 | 3897,79 | 27140,44 | 8540,61 | 5040,61 | 513,40 | 2,44 | 0,05 | 0,14 |
| 33 | -3500,00 | 2079,61 | 1421,37 | 3954,82 | 24270,42 | 8049,54 | 4549,54 | 463,38 | 2,30 | 0,04 | 0,14 |
| 34 | -3500,00 | 2187,23 | 1467,24 | 4255,40 | 27945,46 | 9002,11 | 5502,11 | 560,40 | 2,57 | 0,05 | 0,14 |
| 35 | -3500,00 | 2195,55 | 1660,31 | 5079,83 | 36766,61 | 11216,48 | 7716,48 | 785,94 | 3,20 | 0,06 | 0,16 |
| 36 | -3500,00 | 2026,54 | 1478,91 | 4176,06 | 25768,18 | 8429,64 | 4929,64 | 502,09 | 2,41 | 0,04 | 0,14 |
| 37 | -3500,00 | 2155,48 | 1476,40 | 3908,98 | 27607,27 | 8814,92 | 5314,92 | 541,34 | 2,52 | 0,05 | 0,14 |
| 38 | -3500,00 | 2110,03 | 1527,91 | 4539,22 | 28904,62 | 9273,13 | 5773,13 | 588,01 | 2,65 | 0,05 | 0,14 |
| 39 | -3500,00 | 2102,69 | 1532,79 | 4732,06 | 28513,69 | 9243,52 | 5743,52 | 584,99 | 2,64 | 0,05 | 0,14 |
| 40 | -3500,00 | 2068,12 | 1573,83 | 4118,61 | 27657,53 | 8878,38 | 5378,38 | 547,80 | 2,54 | 0,05 | 0,14 |
| 41 | -3500,00 | 2161,38 | 1652,52 | 4849,90 | 32824,84 | 10282,11 | 6782,11 | 690,77 | 2,94 | 0,06 | 0,15 |
| 42 | -3500,00 | 2183,75 | 1525,36 | 4179,07 | 29739,88 | 9386,02 | 5886,02 | 599,50 | 2,68 | 0,05 | 0,15 |
| 43 | -3500,00 | 1995,21 | 1496,48 | 4455,56 | 32357,65 | 9915,03 | 6415,03 | 653,39 | 2,83 | 0,05 | 0,15 |
| 44 | -3500,00 | 1977,52 | 1294,01 | 3400,86 | 20503,04 | 6973,83 | 3473,83 | 353,82 | 1,99 | 0,04 | 0,13 |
| 45 | -3500,00 | 2013,20 | 1444,21 | 4154,15 | 28237,05 | 8931,95 | 5431,95 | 553,26 | 2,55 | 0,05 | 0,14 |
| 46 | -3500,00 | 2037,48 | 1550,86 | 4497,64 | 27879,03 | 9010,87 | 5510,87 | 561,29 | 2,57 | 0,05 | 0,14 |
| 47 | -3500,00 | 1829,97 | 1302,07 | 3997,58 | 24424,29 | 7912,79 | 4412,79 | 449,45 | 2,26 | 0,04 | 0,13 |
| 48 | -3500,00 | 1905,31 | 1388,74 | 3931,63 | 25599,25 | 8220,75 | 4720,75 | 480,82 | 2,35 | 0,04 | 0,14 |
| 49 | -3500,00 | 1970,86 | 1334,40 | 3621,67 | 25397,94 | 8100,91 | 4600,91 | 468,61 | 2,31 | 0,04 | 0,14 |
| 50 | -3500,00 | 2006,15 | 1517,66 | 4462,07 | 29991,64 | 9423,64 | 5923,64 | 603,34 | 2,69 | 0,05 | 0,14 |
| 51 | -3500,00 | 2032,64 | 1448,84 | 4170,92 | 25733,56 | 8412,07 | 4912,07 | 500,30 | 2,40 | 0,04 | 0,14 |
| 52 | -3500,00 | 2033,94 | 1442,36 | 4382,49 | 27744,44 | 8903,38 | 5403,38 | 550,35 | 2,54 | 0,05 | 0,14 |
| 53 | -3500,00 | 2089,12 | 1489,62 | 4329,94 | 30752,36 | 9581,97 | 6081,97 | 619,46 | 2,74 | 0,05 | 0,15 |
| 54 | -3500,00 | 2182,21 | 1405,70 | 3732,13 | 26031,78 | 8411,65 | 4911,65 | 500,26 | 2,40 | 0,04 | 0,14 |
| 55 | -3500,00 | 2149,79 | 1413,31 | 3676,94 | 23050,16 | 7741,34 | 4241,34 | 431,99 | 2,21 | 0,04 | 0,13 |
| 56 | -3500,00 | 2028,75 | 1469,15 | 3946,09 | 24793,19 | 8150,65 | 4650,65 | 473,68 | 2,33 | 0,04 | 0,14 |
| 57 | -3500,00 | 2067,81 | 1463,32 | 4041,93 | 27265,26 | 8727,79 | 5227,79 | 532,46 | 2,49 | 0,05 | 0,14 |
| 58 | -3500,00 | 1866,29 | 1225,72 | 3779,52 | 27555,04 | 8510,14 | 5010,14 | 510,29 | 2,43 | 0,05 | 0,14 |
| 59 | -3500,00 | 1897,26 | 1311,60 | 3812,00 | 27890,68 | 8642,47 | 5142,47 | 523,77 | 2,47 | 0,05 | 0,14 |
| 60 | -3500,00 | 2086,28 | 1594,14 | 4656,47 | 33902,08 | 10393,01 | 6893,01 | 702,07 | 2,97 | 0,06 | 0,15 |
| 61 | -3500,00 | 1900,89 | 1243,57 | 3857,05 | 27463,71 | 8538,95 | 5038,95 | 513,23 | 2,44 | 0,05 | 0,14 |
| 62 | -3500,00 | 1813,83 | 1372,56 | 3891,06 | 24099,10 | 7831,20 | 4331,20 | 441,14 | 2,24 | 0,04 | 0,13 |
| 63 | -3500,00 | 1809,14 | 1193,11 | 3561,89 | 25360,77 | 7932,01 | 4432,01 | 451,41 | 2,27 | 0,04 | 0,13 |
| 64 | -3500,00 | 1985,73 | 1385,79 | 4059,62 | 26415,39 | 8475,48 | 4975,48 | 506,76 | 2,42 | 0,05 | 0,14 |
| 65 | -3500,00 | 2125,91 | 1433,56 | 4534,45 | 31987,76 | 9904,33 | 6404,33 | 652,30 | 2,83 | 0,05 | 0,15 |
| 66 | -3500,00 | 2088,35 | 1365,12 | 4174,71 | 30313,27 | 9392,59 | 5892,59 | 600,17 | 2,68 | 0,05 | 0,14 |
| 67 | -3500,00 | 1889,87 | 1293,23 | 3419,84 | 24767,50 | 7846,64 | 4346,64 | 442,71 | 2,24 | 0,04 | 0,13 |
| 68 | -3500,00 | 2137,37 | 1519,96 | 3952,89 | 27471,81 | 8806,19 | 5306,19 | 540,45 | 2,52 | 0,05 | 0,14 |
| 69 | -3500,00 | 2076,92 | 1568,65 | 4219,36 | 30411,24 | 9501,29 | 6001,29 | 611,24 | 2,71 | 0,05 | 0,15 |
| 70 | -3500,00 | 1911,76 | 1267,99 | 3318,11 | 24045,77 | 7663,90 | 4163,90 | 424,10 | 2,19 | 0,04 | 0,13 |
| 71 | -3500,00 | 1863,87 | 1421,04 | 3783,50 | 24511,63 | 7934,60 | 4434,60 | 451,67 | 2,27 | 0,04 | 0,13 |
| 72 | -3500,00 | 1835,23 | 1400,52 | 4043,49 | 27755,53 | 8682,84 | 5182,84 | 527,88 | 2,48 | 0,05 | 0,14 |
| 73 | -3500,00 | 2130,80 | 1635,13 | 4687,14 | 29176,22 | 9428,37 | 5928,37 | 603,82 | 2,69 | 0,05 | 0,15 |
| 74 | -3500,00 | 1910,75 | 1420,01 | 4342,73 | 30191,75 | 9341,41 | 5841,41 | 594,96 | 2,67 | 0,05 | 0,14 |
| 75 | -3500,00 | 1824,52 | 1171,70 | 3336,50 | 21273,82 | 6989,18 | 3489,18 | 355,38 | 2,00 | 0,04 | 0,13 |
| 76 | -3500,00 | 1903,00 | 1416,55 | 3836,34 | 25434,09 | 8167,29 | 4667,29 | 475,37 | 2,33 | 0,04 | 0,14 |
| 77 | -3500,00 | 1960,13 | 1493,50 | 3952,58 | 24726,45 | 8110,82 | 4610,82 | 469,62 | 2,32 | 0,04 | 0,14 |
| 78 | -3500,00 | 1970,25 | 1282,68 | 3381,30 | 20430,86 | 6944,21 | 3444,21 | 350,80 | 1,98 | 0,03 | 0,13 |
| 79 | -3500,00 | 2084,38 | 1422,15 | 4227,65 | 25572,87 | 8411,50 | 4911,50 | 500,25 | 2,40 | 0,04 | 0,14 |
| 80 | -3500,00 | 2147,96 | 1362,65 | 3770,07 | 23532,48 | 7850,90 | 4350,90 | 443,15 | 2,24 | 0,04 | 0,13 |
| 81 | -3500,00 | 1980,80 | 1403,20 | 4412,72 | 28381,14 | 9004,55 | 5504,55 | 560,65 | 2,57 | 0,05 | 0,14 |
| 82 | -3500,00 | 1882,34 | 1247,43 | 3752,27 | 27116,97 | 8425,49 | 4925,49 | 501,67 | 2,41 | 0,04 | 0,14 |
| 83 | -3500,00 | 1827,30 | 1366,22 | 4284,75 | 27249,57 | 8626,80 | 5126,80 | 522,18 | 2,46 | 0,05 | 0,14 |
| 84 | -3500,00 | 2100,02 | 1325,32 | 4013,54 | 27362,26 | 8654,29 | 5154,29 | 524,98 | 2,47 | 0,05 | 0,14 |
| 85 | -3500,00 | 2004,22 | 1306,83 | 3675,68 | 25900,60 | 8231,60 | 4731,60 | 481,92 | 2,35 | 0,04 | 0,14 |
| 86 | -3500,00 | 1995,25 | 1494,06 | 4006,96 | 28290,26 | 8910,50 | 5410,50 | 551,07 | 2,55 | 0,05 | 0,14 |
| 87 | -3500,00 | 2153,66 | 1395,08 | 4142,42 | 25152,77 | 8323,18 | 4823,18 | 491,25 | 2,38 | 0,04 | 0,14 |
| 88 | -3500,00 | 2009,41 | 1504,94 | 4638,23 | 31294,08 | 9751,20 | | | | | |

**Anexo 6 – Fluxos de caixa simulados com a distribuição normal e a distribuição
de VPL's obtida**

| Simulação | SIMULAÇÃO NORMAL | | | | | | | | | | VP | VPL | VPLa | IBC | ROIA | TIR |
|-----------|------------------|-------------|-------------|-------------|--------------|------------|---------|----------|------|-------|--------|-----|------|-----|------|-----|
| | INVEST | 8 | 12 | 16 | 20 | | | | | | | | | | | |
| 1 | -3500,00 | RS 2.072,04 | RS 1.451,64 | RS 4.031,60 | RS 25.810,11 | RS8.410,22 | RS4.910 | RS500,12 | 2,40 | 4,48% | 13,80% | | | | | |
| 2 | -3500,00 | RS 2.052,74 | RS 1.406,31 | RS 3.885,60 | RS 27.314,97 | RS8.662,04 | RS5.162 | RS525,77 | 2,47 | 4,64% | 13,95% | | | | | |
| 3 | -3500,00 | RS 1.949,47 | RS 1.385,10 | RS 3.832,89 | RS 25.990,05 | RS8.298,19 | RS4.798 | RS488,71 | 2,37 | 4,41% | 13,66% | | | | | |
| 4 | -3500,00 | RS 2.004,79 | RS 1.389,30 | RS 4.019,99 | RS 27.275,78 | RS8.660,21 | RS5.160 | RS525,58 | 2,47 | 4,63% | 13,94% | | | | | |
| 5 | -3500,00 | RS 1.968,48 | RS 1.453,38 | RS 4.385,83 | RS 27.731,21 | RS8.870,52 | RS5.371 | RS547,00 | 2,53 | 4,76% | 14,10% | | | | | |
| 6 | -3500,00 | RS 2.004,82 | RS 1.392,54 | RS 4.309,51 | RS 28.699,94 | RS9.051,56 | RS5.552 | RS565,44 | 2,59 | 4,87% | 14,21% | | | | | |
| 7 | -3500,00 | RS 2.000,88 | RS 1.403,90 | RS 3.803,56 | RS 25.712,52 | RS8.265,32 | RS4.765 | RS485,36 | 2,36 | 4,39% | 13,65% | | | | | |
| 8 | -3500,00 | RS 1.948,14 | RS 1.412,37 | RS 4.022,72 | RS 26.396,43 | RS8.450,89 | RS4.951 | RS504,26 | 2,41 | 4,51% | 13,78% | | | | | |
| 9 | -3500,00 | RS 1.952,04 | RS 1.357,42 | RS 3.742,54 | RS 24.659,06 | RS7.976,64 | RS4.477 | RS455,96 | 2,28 | 4,20% | 13,42% | | | | | |
| 10 | -3500,00 | RS 1.914,03 | RS 1.367,43 | RS 4.116,99 | RS 28.992,71 | RS8.999,16 | RS5.499 | RS560,10 | 2,57 | 4,84% | 14,14% | | | | | |
| 11 | -3500,00 | RS 1.960,55 | RS 1.346,36 | RS 3.973,60 | RS 25.335,57 | RS8.189,44 | RS4.689 | RS477,63 | 2,34 | 4,34% | 13,59% | | | | | |
| 12 | -3500,00 | RS 1.997,96 | RS 1.395,30 | RS 4.120,04 | RS 28.568,74 | RS8.965,50 | RS5.466 | RS556,67 | 2,56 | 4,82% | 14,15% | | | | | |
| 13 | -3500,00 | RS 2.098,95 | RS 1.511,94 | RS 4.582,01 | RS 30.717,45 | RS9.662,23 | RS6.162 | RS627,64 | 2,76 | 5,21% | 14,66% | | | | | |
| 14 | -3500,00 | RS 2.043,45 | RS 1.451,39 | RS 4.133,22 | RS 26.757,69 | RS8.627,64 | RS5.128 | RS522,26 | 2,47 | 4,61% | 13,94% | | | | | |
| 15 | -3500,00 | RS 1.991,81 | RS 1.421,30 | RS 4.124,21 | RS 29.521,84 | RS9.178,21 | RS5.678 | RS578,34 | 2,62 | 4,94% | 14,29% | | | | | |
| 16 | -3500,00 | RS 2.047,83 | RS 1.438,82 | RS 4.203,07 | RS 28.164,45 | RS8.947,22 | RS5.447 | RS554,81 | 2,56 | 4,80% | 14,16% | | | | | |
| 17 | -3500,00 | RS 1.919,73 | RS 1.407,24 | RS 3.913,25 | RS 26.779,48 | RS8.483,73 | RS4.984 | RS507,60 | 2,42 | 4,53% | 13,79% | | | | | |
| 18 | -3500,00 | RS 2.128,42 | RS 1.527,97 | RS 4.416,58 | RS 29.319,40 | RS9.336,27 | RS5.836 | RS594,44 | 2,67 | 5,03% | 14,46% | | | | | |
| 19 | -3500,00 | RS 1.931,91 | RS 1.395,42 | RS 3.953,59 | RS 27.411,37 | RS8.632,97 | RS5.133 | RS522,80 | 2,47 | 4,62% | 13,89% | | | | | |
| 20 | -3500,00 | RS 2.018,90 | RS 1.531,09 | RS 4.286,50 | RS 28.520,92 | RS9.069,07 | RS5.569 | RS567,22 | 2,59 | 4,88% | 14,25% | | | | | |
| 21 | -3500,00 | RS 2.059,17 | RS 1.467,27 | RS 4.511,38 | RS 30.506,20 | RS9.557,06 | RS6.057 | RS616,92 | 2,73 | 5,15% | 14,57% | | | | | |
| 22 | -3500,00 | RS 2.083,67 | RS 1.472,01 | RS 4.099,75 | RS 28.846,23 | RS9.095,88 | RS5.596 | RS569,95 | 2,60 | 4,89% | 14,27% | | | | | |
| 23 | -3500,00 | RS 2.067,77 | RS 1.546,20 | RS 4.589,01 | RS 31.186,85 | RS9.761,74 | RS6.262 | RS637,77 | 2,79 | 5,26% | 14,71% | | | | | |
| 24 | -3500,00 | RS 1.977,32 | RS 1.406,27 | RS 3.968,08 | RS 26.262,59 | RS8.419,57 | RS4.920 | RS501,07 | 2,41 | 4,49% | 13,76% | | | | | |
| 25 | -3500,00 | RS 1.959,82 | RS 1.297,14 | RS 3.742,97 | RS 25.665,41 | RS8.172,95 | RS4.673 | RS475,95 | 2,34 | 4,33% | 13,56% | | | | | |
| 26 | -3500,00 | RS 2.025,47 | RS 1.309,06 | RS 3.883,17 | RS 26.974,52 | RS8.534,94 | RS5.035 | RS512,82 | 2,44 | 4,56% | 13,84% | | | | | |
| 27 | -3500,00 | RS 1.909,28 | RS 1.359,30 | RS 3.939,91 | RS 26.626,66 | RS8.434,05 | RS4.934 | RS502,54 | 2,41 | 4,50% | 13,74% | | | | | |
| 28 | -3500,00 | RS 1.924,12 | RS 1.388,92 | RS 3.915,72 | RS 25.573,42 | RS8.220,79 | RS4.721 | RS480,82 | 2,35 | 4,36% | 13,60% | | | | | |
| 29 | -3500,00 | RS 1.999,17 | RS 1.412,17 | RS 4.070,83 | RS 28.077,43 | RS8.853,08 | RS5.353 | RS545,22 | 2,53 | 4,75% | 14,07% | | | | | |
| 30 | -3500,00 | RS 2.087,48 | RS 1.411,73 | RS 4.078,80 | RS 26.868,83 | RS8.643,63 | RS5.144 | RS523,89 | 2,47 | 4,62% | 13,96% | | | | | |
| 31 | -3500,00 | RS 1.993,75 | RS 1.395,69 | RS 4.124,42 | RS 29.631,07 | RS9.192,59 | RS5.693 | RS579,80 | 2,63 | 4,95% | 14,29% | | | | | |
| 32 | -3500,00 | RS 2.087,71 | RS 1.425,09 | RS 3.940,11 | RS 27.033,63 | RS8.643,94 | RS5.144 | RS523,92 | 2,47 | 4,62% | 13,96% | | | | | |
| 33 | -3500,00 | RS 1.980,02 | RS 1.438,41 | RS 4.131,11 | RS 27.225,57 | RS8.687,98 | RS5.188 | RS528,41 | 2,48 | 4,65% | 13,96% | | | | | |
| 34 | -3500,00 | RS 1.998,01 | RS 1.402,01 | RS 4.165,44 | RS 27.012,23 | RS8.647,50 | RS5.147 | RS524,28 | 2,47 | 4,63% | 13,94% | | | | | |
| 35 | -3500,00 | RS 1.950,07 | RS 1.475,78 | RS 4.153,47 | RS 25.862,85 | RS8.400,80 | RS4.901 | RS499,16 | 2,40 | 4,48% | 13,76% | | | | | |
| 36 | -3500,00 | RS 1.917,12 | RS 1.370,64 | RS 3.797,17 | RS 24.027,57 | RS7.843,49 | RS4.343 | RS442,39 | 2,24 | 4,12% | 13,31% | | | | | |
| 37 | -3500,00 | RS 1.883,39 | RS 1.300,56 | RS 3.761,75 | RS 25.333,12 | RS8.067,20 | RS4.567 | RS465,18 | 2,30 | 4,26% | 13,45% | | | | | |
| 38 | -3500,00 | RS 2.044,18 | RS 1.419,61 | RS 4.236,69 | RS 28.099,70 | RS8.933,54 | RS5.434 | RS553,42 | 2,55 | 4,80% | 14,15% | | | | | |
| 39 | -3500,00 | RS 1.920,65 | RS 1.337,59 | RS 3.867,45 | RS 26.412,67 | RS8.364,51 | RS4.865 | RS495,46 | 2,39 | 4,45% | 13,69% | | | | | |
| 40 | -3500,00 | RS 2.082,33 | RS 1.463,85 | RS 4.210,08 | RS 28.705,15 | RS9.093,86 | RS5.594 | RS569,75 | 2,60 | 4,89% | 14,27% | | | | | |
| 41 | -3500,00 | RS 1.944,37 | RS 1.418,88 | RS 4.315,75 | RS 29.766,36 | RS9.259,98 | RS5.760 | RS586,67 | 2,65 | 4,98% | 14,33% | | | | | |
| 42 | -3500,00 | RS 1.922,67 | RS 1.286,46 | RS 3.527,65 | RS 22.489,92 | RS7.404,49 | RS3.904 | RS397,68 | 2,12 | 3,82% | 12,94% | | | | | |
| 43 | -3500,00 | RS 2.122,61 | RS 1.517,95 | RS 4.409,53 | RS 29.736,09 | RS9.416,50 | RS5.917 | RS602,61 | 2,69 | 5,07% | 14,51% | | | | | |
| 44 | -3500,00 | RS 2.024,66 | RS 1.348,21 | RS 4.125,29 | RS 28.219,88 | RS8.887,91 | RS5.388 | RS548,77 | 2,54 | 4,77% | 14,10% | | | | | |
| 45 | -3500,00 | RS 2.004,94 | RS 1.340,17 | RS 3.738,28 | RS 25.744,61 | RS8.230,04 | RS4.730 | RS481,76 | 2,35 | 4,37% | 13,62% | | | | | |
| 46 | -3500,00 | RS 2.046,40 | RS 1.386,39 | RS 4.150,70 | RS 27.085,23 | RS8.678,80 | RS5.179 | RS527,47 | 2,48 | 4,65% | 13,97% | | | | | |
| 47 | -3500,00 | RS 2.023,05 | RS 1.439,52 | RS 4.049,34 | RS 26.310,93 | RS8.491,57 | RS4.992 | RS508,40 | 2,43 | 4,53% | 13,84% | | | | | |
| 48 | -3500,00 | RS 1.953,90 | RS 1.408,45 | RS 4.199,91 | RS 28.605,93 | RS8.978,21 | RS5.478 | RS557,97 | 2,57 | 4,82% | 14,15% | | | | | |
| 49 | -3500,00 | RS 1.993,05 | RS 1.419,68 | RS 3.738,62 | RS 24.170,77 | RS7.917,62 | RS4.418 | RS449,94 | 2,26 | 4,17% | 13,39% | | | | | |
| 50 | -3500,00 | RS 2.065,19 | RS 1.406,14 | RS 4.120,49 | RS 27.628,11 | RS8.804,45 | RS5.304 | RS540,27 | 2,52 | 4,72% | 14,06% | | | | | |
| 51 | -3500,00 | RS 2.044,14 | RS 1.505,02 | RS 4.488,95 | RS 30.473,20 | RS9.550,30 | RS6.050 | RS616,24 | 2,73 | 5,15% | 14,57% | | | | | |
| 52 | -3500,00 | RS 1.929,29 | RS 1.414,05 | RS 4.032,98 | RS 25.725,09 | RS8.300,34 | RS4.800 | RS488,92 | 2,37 | 4,41% | 13,67% | | | | | |
| 53 | -3500,00 | RS 1.987,56 | RS 1.290,99 | RS 3.762,85 | RS 25.157,36 | RS8.082,29 | RS4.582 | RS466,72 | 2,31 | 4,27% | 13,50% | | | | | |
| 54 | -3500,00 | RS 1.880,76 | RS 1.288,73 | RS 3.491,30 | RS 24.546,58 | RS7.813,39 | RS4.313 | RS439,33 | 2,23 | 4,10% | 13,25% | | | | | |
| 55 | -3500,00 | RS 2.037,65 | RS 1.438,71 | RS 4.229,31 | RS 26.941,69 | RS8.687,00 | RS5.187 | RS528,31 | 2,48 | 4,65% | 13,99% | | | | | |
| 56 | -3500,00 | RS 1.917,98 | RS 1.249,35 | RS 3.738,94 | RS 26.084,37 | RS8.220,07 | RS4.720 | RS480,75 | 2,35 | 4,36% | 13,57% | | | | | |
| 57 | -3500,00 | RS 1.983,21 | RS 1.391,95 | RS 4.054,81 | RS 28.114,56 | RS8.839,72 | RS5.340 | RS543,86 | 2,53 | 4,74% | 14,06% | | | | | |
| 58 | -3500,00 | RS 1.917,34 | RS 1.345,09 | RS 4.011,05 | RS 26.930,37 | RS8.518,68 | RS5.019 | RS511,16 | 2,43 | 4,55% | 13,81% | | | | | |
| 59 | -3500,00 | RS 2.040,39 | RS 1.352,00 | RS 3.762,41 | RS 25.021,29 | RS8.105,74 | RS4.606 | RS469,11 | 2,32 | 4,29% | 13,54% | | | | | |
| 60 | -3500,00 | RS 2.021,98 | RS 1.480,11 | RS 4.447,44 | RS 28.485,73 | RS9.089,91 | RS5.590 | RS569,34 | 2,60 | 4,89% | 14,26% | | | | | |
| 61 | -3500,00 | RS 1.951,84 | RS 1.258,29 | RS 3.509,38 | RS 23.185,08 | RS7.552,88 | RS4.053 | RS412,79 | 2,16 | 3,92% | 13,07% | | | | | |
| 62 | -3500,00 | RS 2.148,71 | RS 1.481,11 | RS 4.441,74 | RS 29.437,74 | RS9.361,36 | RS5.861 | RS596,99 | 2,67 | 5,04% | 14,48% | | | | | |
| 63 | -3500,00 | RS 1.934,94 | RS 1.407,82 | RS 4.228,44 | RS 28.638,61 | RS8.983,06 | RS5.483 | RS558,46 | 2,57 | 4,83% | 14,14% | | | | | |
| 64 | -3500,00 | RS 2.046,47 | RS 1.450,41 | RS 4.160,66 | RS 28.702,43 | RS9.054,13 | RS5.554 | RS565,70 | 2,59 | 4,87% | 14,23% | | | | | |
| 65 | -3500,00 | RS 2.078,50 | RS 1.409,08 | RS 4.030,78 | RS 26.728,58 | RS8.593,63 | RS5.094 | RS518,80 | 2,46 | 4,59% | 13,92% | | | | | |
| 66 | -3500,00 | RS 1.934,01 | RS 1.290,01 | RS 3.618,07 | RS 24.719,19 | RS7.916,70 | RS4.417 | RS449,85 | 2,26 | 4,17% | 13,35% | | | | | |
| 67 | -3500,00 | RS 2.067,78 | RS 1.434,86 | RS 3.999,21 | RS 25.557,67 | RS8.337,64 | RS4.838 | RS492,72 | 2,38 | 4,44% | 13,74% | | | | | |
| 68 | -3500,00 | RS 1.977,52 | RS 1.409,85 | RS 4.114,09 | RS 26.763,50 | RS8.571,19 | RS5.071 | RS516,51 | 2,45 | 4,58% | 13,88% | | | | | |
| 69 | -3500,00 | RS 1.863,23 | RS 1.310,72 | RS 3.717,81 | RS 25.391,92 | RS8.060,14 | RS4.560 | RS464,46 | 2,30 | 4,26% | 13,44% | | | | | |
| 70 | -3500,00 | RS 1.878,09 | RS 1.291,76 | RS 3.782,12 | RS 25.372,34 | RS8.075,21 | RS4.575 | RS465,99 | 2,31 | 4,27% | 13,46% | | | | | |
| 71 | -3500,00 | RS 2.097,85 | RS 1.488,17 | RS 4.313,17 | RS 30.573,44 | RS9.542,82 | RS6.043 | RS615,48 | 2,73 | 5,14% | 14,57% | | | | | |
| 72 | -3500,00 | RS 2.045,77 | RS 1.477,83 | RS 4.471,20 | RS 30.515,38 | RS9.544,25 | RS6.044 | RS615,62 | 2,73 | 5,14% | 14,56% | | | | | |
| 73 | -3500,00 | RS 1.916,04 | RS 1.391,73 | RS 4.083,06 | RS 27.382,54 | RS8.654,53 | RS5.155 | RS525,00 | 2,47 | 4,63% | 13,91% | | | | | |
| 74 | -3500,00 | RS 2.044,28 | RS 1.368,07 | RS 3.968,23 | RS 26.428,49 | RS8.476,21 | RS4.976 | RS506,84 | 2,42 | 4,52% | 13,82% | | | | | |
| 75 | -3500,00 | RS 2.019,94 | RS 1.439,50 | RS 4.081,37 | RS 26.604,99 | RS8.562,32 | RS5.062 | RS515,61 | 2,45 | 4,57% | 13,89% | | | | | |
| 76 | -3500,00 | RS 1.989,68 | RS 1.292,53 | RS 3.584,41 | RS 24.646,01 | RS7.922,26 | RS4.422 | RS450,42 | 2,26 | 4,17% | 13,37% | | | | | |
| 77 | -3500,00 | RS 1.984,99 | RS 1.414,52 | RS 3.746,95 | RS 25.150,48 | RS8.123,84 | RS4.624 | RS470,95 | 2,32 | 4,30% | 13,54% | | | | | |
| 78 | -3500,00 | RS 1.981,33 | RS 1.395,38 | RS 3.788,67 | RS 24.998,67 | RS8.093,88 | RS4.594 | RS467,90 | 2,31 | 4,28% | 13,52% | | | | | |
| 79 | -3500,00 | RS 2.026,79 | RS 1.426,39 | RS 3.897,46 | RS 25.550,09 | RS8.280,81 | RS4.781 | RS486,94 | 2,37 | 4,40% | 13,68% | | | | | |
| 80 | -3500,00 | RS 1.916,52 | RS 1.327,98 | RS 3.825,52 | RS 25.721,27 | RS8.197,88 | RS4.698 | RS478,49 | 2,34 | 4,35% | 13,57% | | | | | |
| 81 | -3500,00 | RS 1.892,44 | RS 1.310,73 | RS 3.760,86 | RS 26.164,93 | RS8.254,34 | RS4.754 | RS484,24 | 2,36 | 4,38% | 13,60% | | | | | |
| 82 | -3500,00 | | | | | | | | | | | | | | | |