

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

**AVALIAÇÃO TÉCNICA E ECONÔMICA DE DOIS PROJETOS
FLORESTAIS COM EUCALIPTO PARA FINS ENERGÉTICOS.**

RAUL CÉSAR NOGUEIRA MELIDO

ORIENTADOR: Prof. Dr. ÁLVARO NOGUEIRA DE SOUZA

CO-ORIENTADOR: Dr. AILTON TEIXEIRA DO VALE

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

PUBLICAÇÃO:

BRASÍLIA/DF: 31 DE MAIO – 2012

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

**VIABILIDADE ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DE BIOMASSA DE
EUCALIPTO E DE CAPIM ELEFANTE PARA ENERGIA**

**AVALIAÇÃO TÉCNICA E ECONÔMICA DE DOIS PROJETOS
FLORESTAIS COM EUCALIPTO PARA FINS ENERGÉTICOS.**

RAUL CÉSAR NOGUEIRA MELIDO

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA A O DEPARTAMENTO
DE ENGENHARIA FLORESTAL DA FACULDADE DE TECNOLOGIA
DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, COMO PARTE DOS
REQUISITOS NECESSÁRIOS À OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE
EM ENGENHARIA FLORESTAL.**

APROVADO POR:

Prof. Dr. ÁLVARO NOGUEIRA DE SOUZA

(Departamento de Engenharia Florestal– UnB)
(Orientador)

Prof. Dr. AILTON TEIXEIRA DO VALE

(Departamento de Engenharia Florestal– UnB)
(Co-Orientador)

Prof. Dr. MAURO ELÓI NAPPO

(Departamento de Engenharia Florestal– UnB)
(Examinador Interno)

Dr. ABÍLIO PACHECO

(Embrapa Transferência de Tecnologia)
(Examinador Externo)

Prof. Dr. REGINALDO SÉRGIO PEREIRA

(Departamento de Engenharia Florestal– UnB)
(Suplente)

BRASÍLIA/DF, 31 DE MAIO DE 2012.

FICHA CATALOGRÁFICA

MELIDO, RAUL CÉSAR NOGUEIRA

Avaliação técnica e econômica de dois projetos florestais com eucalipto para fins energéticos. [Distrito Federal]. 2012

xiii, 113 p., 210 x 297 mm (EFL/FT/UnB, Mestre, Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia.

Departamento de Engenharia Florestal

1. Economia florestal

2. Eucalipto

3. Manejo florestal

4. Carvão Vegetal

I. EFL/FT/UnB

II. Título (série)

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

MELIDO, R. C. N.(2012).Avaliação técnica e econômica de dois projetos florestais com eucalipto para fins energéticos. Dissertação de Mestrado em Engenharia Florestal, Publicação _____ Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF,113 p.

CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: Raul César Nogueira Melido

TÍTULO: Avaliação técnica e econômica de dois projetos florestais com eucalipto para fins energéticos.

GRAU: Mestre

ANO: 2012

É concedido à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

Raul César Nogueira Melido
Fazenda Bom Sucesso Cx. Postal 04 – Vazante/MG.
CEP: 38780-000 – Votorantim Siderurgia.

Dedico

Aos meus pais Gabriel Ferreira Melido e Alaíde Nogueira Melido† por terem me ensinado o sentido da palavra amor em toda sua dimensão.

À minha esposa Cristina e aos meus filhos Cecília e Vítor por me fazerem mais feliz a cada dia que passa.

Aos meus irmãos Eliana Nogueira Melido†, Francisco Carlos Nogueira Melido† e Marcus Vinícius Nogueira Melido† que, apesar de não estarem mais presentes fisicamente entre nós, não saem do meu coração e aos meus sobrinhos Felipe do Carmo Melido e Gabriel Paiva Melido que amenizam essa dolorida ausência.

Ao meu irmão Evaldo Rui Nogueira Melido pelo constante incentivo.

AGRADECIMENTOS

A Deus.

À minha esposa pelas palavras de apoio e encorajamento e por sempre segurar a minha mão quando ela fraqueja.

Aos meus filhos pelo carinho e amor sempre demonstrados e por me fazerem querer permanecer vivo e ativo pelo maior tempo possível na face da terra.

Aos professores Álvaro Nogueira de Souza e Aílton Teixeira do Vale pela orientação, ensinamentos, paciência e companheirismo que permeou nossa relação durante esses dois anos.

Ao professor Hélio Garcia por todos os ensinamentos, conselhos e valiosa contribuição em parte deste trabalho.

À Votorantim siderurgia por todo o apoio em todas as fases do curso.

Aos funcionários da Votorantim Siderurgia Jefferson Nunes da Fonseca e Leandro Borges pela colaboração na coleta de dados em campo e em especial aos amigos engenheiros florestais Vicente de Paula Silveira e Fabiano Lourenço dos Santos p imensa contribuição a este trabalho.

Aos gerentes gerais Luciano Lage de Magalhães, Ary Fialho Vianna Júnior com os quais trabalhei e Antônio Lemos de Albuquerque Júnior com o qual trabalho atualmente por todos os ensinamentos e por todo o incentivo.

Aos professores do departamento de Engenharia Florestal da Universidade de Brasília do curso de mestrado em Ciências Florestais pelos ensinamentos e convivência durante esses dois anos.

Desistir? Eu já pensei seriamente nisso, mas nunca me levei realmente a sério. É que tem mais chão nos meus olhos do que cansaço nas minhas pernas, mais esperança nos meus passos do que tristeza nos meus ombros, mais estrada no meu coração do que medo em minha cabeça.

(Frase de Anna Lins dos Guimarães Peixoto Bretas – “Cora Coralina”)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	7
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
3	MATERIAL E MÉTODOS	13
3.1	CARACTERIZAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	13
3.2	CARACTERIZAÇÃO DOS MATERIAIS GENÉTICOS ESTUDADOS:.....	15
3.3	IMPLANTAÇÃO DOS PROJETOS ESTUDADOS.....	17
3.4	COLETA E AVALIAÇÃO DOS DADOS	17
3.4.1	Custos de Implantação e Manutenção Florestal.....	17
3.4.2	Crêterios de Avaliaçãõ Financeira.....	25
3.4.3	Produçãõ Florestal (Estimativas de Produtividade):	26
3.4.4	Determinaçãõ da densidade da madeira, do rendimento gravimétrico e da densidade aparente do carvão.	29
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	34
4.1.1	Análise técnica	34
4.1.2	Receitas Consideradas	36
4.1.3	Análise econômica.....	37
4.1.4	Densidade básica da madeira:.....	44
4.1.5	Rendimento Gravimétrico:	46
4.1.6	Densidade aparente:	48
4.1.7	Importância para a siderurgia.	50
5	CONCLUSÕES.....	53
6	RECOMENDAÇÕES	54
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	55
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56

RESUMO

AVALIAÇÃO TÉCNICA E ECONÔMICA DE DOIS PROJETOS FLORESTAIS COM EUCALIPTO PARA FINS ENERGÉTICOS.

Autor: Raul César Nogueira Melido

Orientador: Prof. Dr. Álvaro Nogueira de Souza

Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais

Brasília, maio de 2012

Os projetos, objetos desse estudo, foram implantados na Votorantim Siderurgia em sua fazenda Santa Rita no município de João Pinheiro MG em dezembro de 2007. Para compor os cálculos dos indicadores econômicos TIR (Taxa interna de retorno) e VPL (Valor presente líquido) avaliou-se a produtividade e os custos de implantação e manutenção dos projetos utilizando-se os seguintes materiais genéticos: clones 58 (híbrido natural de *Eucalyptus camaldulensis* X *Eucalyptus tereticornis*); 100 e 224 (híbridos naturais de *Eucalyptus urophylla* X *Eucalyptus grandis*). O espaçamento utilizado foi o de 9(nove) m²/planta e os dois arranjos espaciais 3,0 X 3,0 m e 6,0 X 1,5 m que totalizam 1111 plantas por hectare. Foram contabilizados os custos de implantação e manutenção ano a ano e orçados os valores necessários à manutenção dos projetos até a idade de corte que se dará em 2013, aos 6 anos de acordo com as três medições relativas ao inventário contínuo e prognose realizados. Para o segundo corte, com a condução da brotação, foi estimada uma queda de 10% no volume produzido. O arranjo de plantio influenciou diretamente nos custos de implantação sendo 24% maior para o arranjo 3,0 m X 3,0 m. Já o custo de manutenção florestal ficou 18 % maior no arranjo 6,0 X 1,5 m. O IMA (Incremento médio anual) aos 6 anos foi maior para todos os clones no arranjo 3,0 X 3,0 m. A maior receita, em função da maior produtividade, foi a do clone 224 no arranjo 3,0 X 3,0 m ocasionando assim uma maior TIR e maior VPL. Avaliou-se ainda a variabilidade existente nas características rendimento gravimétrico e densidade aparente do carvão produzido com a madeira dos três clones de *Eucalyptus* nos dois arranjos espaciais.. Foram utilizadas 05 árvores de cada clone escolhidas aleatoriamente em cada um dos dois arranjos espaciais, totalizando assim 30 carbonizações (3 clones X 2 arranjos espaciais X 05 árvores). A amostragem consistiu na retirada de 04 discos com 10 cm de espessura cada a partir da base do fuste obtido em cada uma das árvores abatidas. O material lenhoso foi seco até que sua unidade permanecesse constante, procedendo-se logo após o fracionamento dos discos em cunhas de 2,5 cm. A carbonização do material lenhoso foi realizada em forno elétrico do laboratório de carvão da fazenda Água Limpa da Universidade de Brasília. Como resultado observou-se que o rendimento gravimétrico e a densidade independem do arranjo espacial, sendo o rendimento gravimétrico maior para o clone 224 e menor para o 58. Já para densidade aparente sobressaiu o clone 100 nos dois arranjos espaciais.

Palavras chave: Arranjos espaciais, TIR, VPL, Carvão. Rendimento Gravimétrico. Densidade Aparente. Clones de Eucalipto.

ABSTRACT

TECHNICAL AND ECONOMICAL EVALUATION OF TWO FOREST PROJECTS WITH *EUCALYPTUS* FOR ENERGY PURPOSE.

Author: Raul César Nogueira Melido

Advisor: Doctor Álvaro Nogueira de Souza

Program of Masters Degree in Forest Sciences Brasília, April of 2012

The projects, objects of this study, were implanted in Votorantim Siderurgia in its farm Santa Rita in the district of João Pinheiro MG in December of 2007. To compose the calculations of the economical indicators TIR (Internal Rate of Return) and VPL (Net Present Value) it was evaluated the productivity and the implantation costs and maintenance of the projects being used the following genetic materials: clones 58 (hybrid natural of *Eucalyptuscamaldulensis* X *Eucalyptustereticornis*); 100 and 224 (hybrid natural of *Eucalyptusurophylla* X *Eucalyptusgrandis*). The used spacing was 9 (nine) m²/planta and the two space arrangements 3,0 X 3,0 m and 6,0 X 1,5 m that totals 1111 plants for hectare. The implantation costs and maintenance were counted year by year and estimated the necessary values for the maintenance of the projects until the cut age that will be done in 2013, at the age of 6, in agreement with the three relative measurements to the continuous inventory and prognosis accomplished. For the second cut, with the conduction of the budding, it was estimated a fall of 10% in the produced volume. The planting arrangement influenced directly in the implantation costs being 24% higher for the arrangement 3,0 m X 3, 0 m. The cost of forest maintenance was already 18% higher in the arrangement 6,0 X 1,5 m. The IMA (Annual Medium Increase) at the age of 6 was higher for all the clones in the arrangement 3,0 X 3,0 m. The highest revenue, because of the largest productivity, was the clone 224 in the arrangement 3,0 X 3,0 m making a higher TIR and VPL.

It was still evaluated the existent variability in the characteristics gravimetric revenue and apparent density of the coal produced with the wood of the three clones of *Eucalyptus* in the two spatial arrangements. 05 trees of each clone were used, chosen randomly, in each two spatial arrangements, totaling 30 carbonizations (3 clones X 2 spatial arrangements X 05 trees). The sampling consisted of retreating 04 disks with 10 cm of thickness each starting from the base of the shaft obtained in each one of the felled trees. The woody material was dried until its unit was constant, proceeding soon after the division of the disks in wedges of 2,5 cm (0,98 inches). The carbonization of the woody material was accomplished in electric oven of the coal laboratory in Água Limpa farm owned by Universidade de Brasília. As result, it was observed that the revenue gravimetric and the density do not depend on the spatial arrangement, being the gravimetric revenue larger for the clone 224 and smaller for the 58. But for the apparent density the clone 100 stands out in the two spatial arrangements.

Key words: Spatial arrangements, TIR, VPL, Coal. Gravimetric revenue. Apparent density. *Eucalyptus* Clones.

1 INTRODUÇÃO

Em 2008 o mundo era coberto por 4 bilhões de hectares de florestas correspondente a 30% de sua superfície sendo 95% de florestas nativas e apenas 5% de florestas plantadas. (INFORME AGROPECUÁRIO, 2008)

Atualmente com 62 % de seu território coberto por florestas, o Brasil é o terceiro maior produtor mundial de madeira destinada ao setor energético. Food And Agriculture Organization (FAO 2011). O gênero mais plantado no país é o *Eucalyptus* totalizando 4,75 milhões de hectares em 2010 dos quais 1,4 milhão se concentram no estado de Minas Gerais representando assim 29,4% do total plantado. Em 2009 o consumo de carvão vegetal no Brasil foi da ordem de 22 milhões de mdc (metros cúbicos de carvão) dos quais 12,1 milhões oriundos de florestas plantadas. Associação Brasileira de Produtores de florestas plantadas- (ABRAF 2011).

A destinação dos produtos divide a cadeia produtiva da madeira em dois grandes grupos: o primeiro integrado pelos setores da indústria de base florestal (serrados, painéis e polpas) e o outro a produção de madeira voltada para fins energéticos. O eucalipto tem sido amplamente utilizado para suprir a demanda de madeira para os dois grupos devido ao seu crescimento acelerado, variabilidade ao uso e principalmente pela adaptação a diferentes condições edafoclimáticas (INFORME AGROPECUÁRIO, 2008).

A economia florestal tem assumido importante papel nas pesquisas florestais em função de se constituir em uma das ferramentas mais utilizadas na definição da estratégia de manejo florestal a ser empregada na implantação e manutenção de florestas. Tornou-se, portanto a principal ferramenta gerencial para tomada de decisões face tanto à escassez de recursos naturais como pelas normas relativas à legislação ambiental e florestal (IMAÑA, 2011)

Em função dos intensos investimentos em pesquisa e desenvolvimento florestal várias empresas têm conseguido ganhos significativos em produtividade. Em 2010 as empresas associadas à ABRAF, tiveram seu IMA (Incremento médio anual) saindo de 36,7 para 41,3 m³/ha.ano nos últimos 05 anos. Em 2010 35,4% da produção madeireira no Brasil foram destinados ao setor energético (lenha, carvão e outros) sendo 98,7% desse volume consumidos no mercado interno ABRAF (2011).

Segundo a Associação Mineira de Silvicultura (AMS 2010), o Brasil consumiu em torno de 34 milhões de mdc, cuja demanda por esse produto está intrinsecamente ligada ao setor

siderúrgico responsável pela produção gusa, ferro ligas e aço silício. Há uma grande tendência da siderurgia em se utilizar cada vez mais carvão vegetal ao invés do carvão mineral coqueificado devido à uma série de vantagens ambientais e ao apelo cada vez maior da sociedade pela não utilização de combustíveis fósseis devido aos problemas ambientais associados ao uso intenso dos mesmos. Além disso, ainda segundo a AMS (2010), o valor do coque pode chegar a 19% maior do que o carvão vegetal sendo, portanto eventualmente mais competitivo.

Diante disso fica claro que a produção de carvão tem uma significativa importância na economia brasileira e principalmente na do Estado de Minas Gerais que detém o maior parque siderúrgico do país se destacando como o maior produtor e consumidor. A pesquisa acerca da qualidade potencial do carvão obtido pela transformação da madeira de *Eucalyptus* tem sido discutida em muitos encontros técnicos realizados nas áreas florestais de várias empresas do setor. Os objetivos principais desses encontros tem sido a busca pela otimização da produção e a obtenção de um produto com as características cada vez melhor e mais adequado para imprimir maior competitividade ao setor siderúrgico brasileiro em detrimento à invasão do aço importado com preços muito inferiores aos nacionais.

1.1. JUSTIFICATIVA

Dentre os espaçamentos mais utilizados para a cultura do *Eucalyptus* atualmente está o 9m²/planta. Entretanto não há registros de trabalhos científicos que apontem dentre os arranjos espaciais mais utilizados aqueles que permitam a obtenção da maior rentabilidade e do maior retorno sobre o investimento.

1.2. HIPÓTESES

Os indicadores econômicos Taxa Interna de Retorno (TIR) e Valor Presente Líquido (VPL), não diferem para dois projetos com o mesmo espaçamento de plantio (9 m²/planta) em dois arranjos espaciais diferentes.

Há diferença significativa entre o carvão produzido em cada arranjo espacial com relação a rendimento gravimétrico (RG) e densidade aparente (DA).

1.3. OBJETIVOS

O objetivo principal do presente estudo foi avaliar o efeito de dois arranjos espaciais (3,0 X 3,0 m e 6,0 X 1,5 m) em três materiais genéticos diferentes para um mesmo espaçamento (9,0

m² por planta), proporcionando assim uma densidade de plantio de 1111 plantas por hectare, em dois indicadores de análise econômica de projetos: TIR e VPL. Além disso, avaliar a influência do arranjo espacial e de três clones de *Eucalyptus* spp. na densidade da madeira, no rendimento gravimétrico e na densidade aparente do carvão obtido pela transformação da madeira produzida por cada um dos materiais genéticos nos dois arranjos espaciais.

Definir através dos indicadores econômicos TIR e VPL qual o melhor entre dois arranjos espaciais, para se adotar numa propriedade específica do noroeste mineiro.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os plantios realizados no Brasil pelas grandes empresas reflorestadoras, seja com fins energéticos ou para celulose, têm apresentado espaçamentos com área útil por planta variando entre 4 a 12 m² (BERNARDO et al., 1998; GONÇALVES et al., 2004; LEITE et al., 2006; NOGUEIRA et al., 2008)

Dentre os principais aspectos envolvidos no manejo florestal destaca-se a densidade de árvores por unidade de área, pois a mesma influencia sobremaneira tanto o crescimento individual quanto conjunto do povoamento implantado. Essa densidade é resultado da distância assumida entre as linhas de plantio e entre as plantas nessas mesmas linhas e é continuamente estudada devida á introdução de novas espécies, procedências e clones bem como em função da expansão de projetos florestais em novas fronteiras. (STAPE, 1995)

A produtividade florestal pode estar intrinsecamente relacionada à disponibilidade de água, profundidade do solo, temperatura, nutrientes e luz disponíveis durante o período de crescimento da planta e todo esse contexto pode ser afetado diretamente pelos espaçamentos e/ou arranjos espaciais adotados (STAPE, 2003). O melhor espaçamento é definido como aquele em que se permite que as plantas atinjam seu potencial produtivo com a obtenção do maior volume do produto florestal aliado à qualidade, sendo função do sítio, da espécie e do material genético utilizado (PATIÑO -VALERA, 1986). Os efeitos do espaçamento e arranjos espaciais nas variáveis volumétricas: altura, diâmetro, fator de forma, área basal e ainda nas operacionais: preparo de solo, plantio, tratos culturais, desbastes e colheitas devem ser considerados obrigatoriamente. (SMITH e STRUB, 1991).

Para um mesmo espaçamento há uma grande quantidade possível de arranjos espaciais seja com variações das distâncias entre as linhas e/ou entre plantas dos projetos implantados com *Eucalyptus* no Brasil. (STAPE, 1995). O aumento do espaçamento pode reduzir despesas com preparo de solo, número de mudas, quantidade de fertilizantes e nas operações de colheita, contudo pode implicar em aumento do custo de manutenção. Eventualmente espaçamentos menores são recomendados em função da qualidade da madeira pretendida devendo-se levar sempre em cota o custo de produção em relação ao valor de mercado que o produto deverá assumir na época da colheita (SCOLFORO, 1998; OLIVEIRA, 2005).

Até meados da década de 90 os arranjos espaciais mais comumente plantados no Brasil eram 2 X 2m ; 2,5 X 2 m ; 3 X 1,5 m ; 3 X 2 m e 3 X 2,5 m. A partir dali predomina-se a tendência de adoção de espaçamentos mais amplos com arranjos diversificados. Muitas organizações

têm testado diferentes densidades de plantios variando também os arranjos espaciais com o intuito de aumentar a produtividade florestal e diminuir os custos de produção (ASSIS et al., 1999). Mantendo-se a mesma densidade de plantio com variações nos arranjos pode-se identificar possibilidades de diminuição de custos de plantio e/ou manutenção florestal além de um melhor desenvolvimento das árvores em função da variação da competição por água, luz e nutrientes (BOTELHO, 1998). Segundo (ASSMANN, 1970) a utilização de plantios com menores espaçamentos atingem a capacidade de sítio mais rapidamente com diminuição das dimensões individuais da madeira produzida. Em idades mais avançadas as diferenças iniciais de produção vão se anulando chegando a uma produção equivalente em todos os espaçamentos. (BERGER et al., 2002).

A região dos cerrados de Minas Gerais tem predominância de solos com baixa fertilidade natural, o que torna de grande importância a definição de um espaçamento adequado, uma vez que os mais adensados ocasionam intensa competição em menor tempo e os mais abertos podem representar perda de área disponível ocasionando redução na produção florestal (BERNARDO, 1995; OLIVEIRA, 2005). O crescimento das plantas e conseqüentemente a produtividade podem ser afetados diretamente pela variação do arranjo das plantas no campo mesmo mantendo-se a mesma densidade de plantio (BOTELHO, 1998).

A densidade da madeira que é a quantidade de massa, expressa em peso, contida na unidade de volume é a característica que influencia diretamente o peso do carvão produzido através de sua combustão controlada. É afetada principalmente pela espécie/clone e idade da árvore. Quanto maior for a densidade da madeira, maior será a densidade do carvão e conseqüentemente a produção da (UPC) Unidade de produção de carvão, uma vez que para um mesmo volume dos fornos haverá uma maior produção em peso. Um carvão mais denso permite um maior peso de material enforado por volume de alto forno, permitindo assim maior tempo de contato gás-sólido e ainda como consequência maior taxa de redução indireta e economia do próprio redutor na produção de gusa (OLIVEIRA et al., 1986). A densidade do carvão vegetal é aproximadamente a metade da do coque por isso o volume ocupado no alto forno a carvão vegetal é alto. Utilizando-se carvão vegetal mais denso (BRAGA et al., 1989) encontraram uma redução de 12,5% do consumo específico de carvão e conseqüente aumento de 13,3% na produção de gusa em relação a carvão menos denso. O rendimento gravimétrico é o rendimento em carvão ao final do processo de queima controlada da madeira considerando a mesma como referência para o cálculo. Segundo (OLIVEIRA, 1988) o rendimento gravimétrico possui correlação positiva com a densidade básica da madeira, mas (SANTOS, 2010), alerta que a mesma de acordo com outros trabalhos pode também não ter

efeito sobre o rendimento gravimétrico. O carvão vegetal desejável à indústria produtora de ferro gusa deve apresentar alta densidade, elevado poder calorífico, pouca friabilidade, alto teor de carbono fixo e baixo teor de materiais voláteis e cinzas (FAO, 1983).

A definição de projeto pode ser um investimento de recursos financeiros durante certo período na expectativa de obtenção de produtos e/ou lucro em períodos subsequentes. Portanto só se faz sentido se analisar um projeto ou uma sequência de investimentos dentro de um período de tempo pré-determinado. No caso de projetos florestais além de se constituírem em uma inversão de capital relativamente intensivo são caracterizados pelo médio ou longo prazo, sendo sujeitos a riscos de produção e de volatilidade econômica do país (LIMA JÚNIOR, 1995).

A aplicação da análise econômica consiste na determinação comparativa das vantagens e desvantagens de um determinado investimento. A escolha da melhor alternativa é realizada através da aplicação de métodos e critérios de decisão que poderão indicar a opção de maior retorno (HESS et al., 1985).

O preço da madeira, a produtividade do sítio de implantação do povoamento e a taxa de desconto utilizada fazem parte primordialmente das informações que o economista florestal deve dispor para avaliar economicamente todo e qualquer investimento florestal (LIMA JÚNIOR et al., 1999).

Os critérios mais utilizados para se avaliar e selecionar as melhores alternativas de investimento são aqueles que consideram a variação do valor do capital ao longo do tempo tais como o VPL, a TIR, a Razão Benefício/Custo (B/C) e o Valor Esperado da Terra (VET) dentre alguns outros (FARO, 1979; REZENDE e OLIVEIRA, 1999). O VPL, que corresponde à soma algébrica dos valores descontados de um fluxo de caixa a uma determinada taxa de juros, é muito utilizado na avaliação econômica de projetos florestais em função de sua fácil aplicação e também devido à consistência de seus resultados (SMITH, 1989). Se a diferença entre o valor presente das receitas e dos custos for positiva a viabilidade econômica estará comprovada, e quanto maior for essa diferença maior será o retorno sobre o investimento. Entretanto se os projetos a serem analisados apresentarem horizontes de planejamento diferentes os valores de VPL não poderão ser comparados diretamente sem que haja a equiparação dos horizontes (REZENDE e OLIVEIRA, 2001). A TIR é a taxa de desconto que iguala o valor atual das receitas futuras ao valor atual dos custos futuros, a qual reflete o aumento de valor do investimento ao longo do tempo. Um projeto é melhor ou desejável quanto maior for sua TIR e ainda quanto maior for em relação à denominada taxa

de desconto, taxa alternativa do capital ou ainda taxa mínima de atratividade (FARO, 1979; REZENDE e OLIVEIRA, 1993).

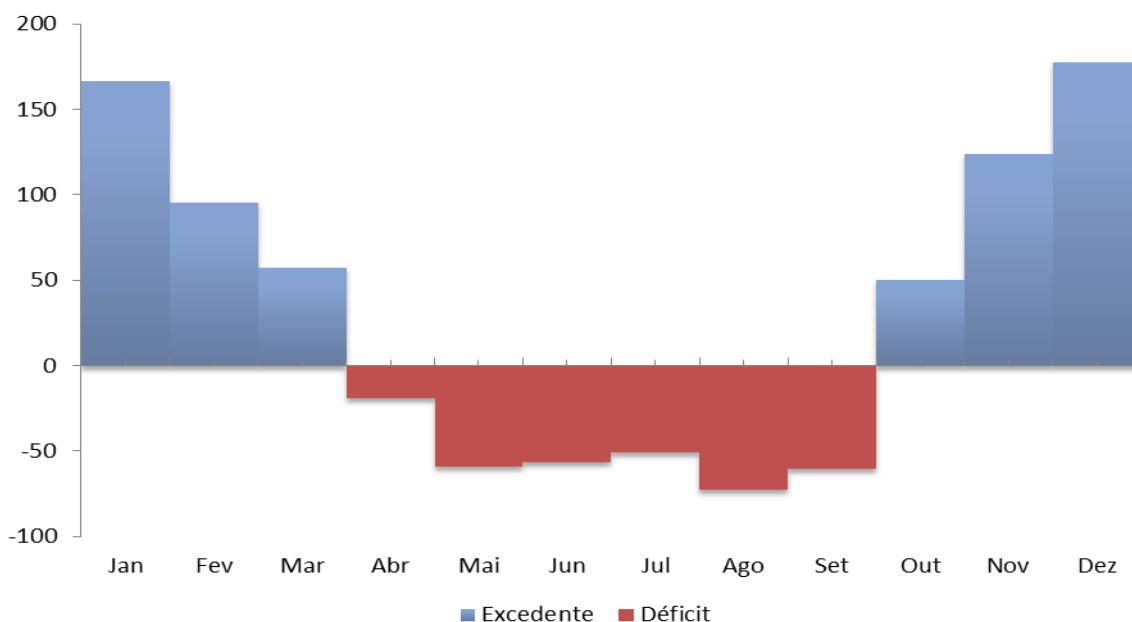
3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo está localizada na fazenda Santa Rita, município de João Pinheiro-MG de propriedade da Votorantim Siderurgia. A área total da propriedade é de 12.500 hectares sendo 3.500 hectares de povoamentos florestais e o restante de vegetação nativa. As florestas implantadas tem por finalidade o fornecimento de carvão vegetal para a produção de ferro gusa.

O clima da região, segundo classificação de Koopen, é do tipo AW apresentando sete meses úmidos e cinco meses secos, tropical com verão quente /chuvoso e inverno seco. A temperatura média do mês mais frio é superior a 15° C e a precipitação do mês mais seco inferior a 60 mm. A precipitação total da região varia de 1000 a 1500 mm. O solo predominante é o AQd4- Associação de areias quartzosas distróficas álicas. A fraco e moderado + latossolo vermelho amarelo distrófico álico A moderado textura média ambos fase cerrado e campo cerrado, relevo plano a suave ondulado (EMBRAPA SOLOS, 2006).

A vegetação natural é constituída por formações variadas do bioma cerrado.



Fonte: O autor.

Figura 1 – Balanço hídrico para o município de João Pinheiro – MG.

Balanço hídrico calculado segundo método proposto por THORNTHWAITE & MATHER (1955), para uma série de 1961 a 1990, capacidade de água disponível de 125mm, para o município de João Pinheiro, de coordenadas geográficas : latitude -17° 70' S , longitude 46° 17' W Gr. e 761,4 m de altitude. O total de precipitação normal anual considerado foi de 1441,5 mm, evapotranspiração potencial (ETP) de 1090 mm, evapotranspiração real (ETR) de 887 mm, deficiência hídrica (DEF) de 203 mm e um excesso hídrico (EXC) de 555 mm (BRASIL, 1992).



Fonte: Votorantim Siderurgia.

Figura 2 – Mapa de localização da Fazenda Santa Rita no município de João Pinheiro Minas Gerais.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DOS MATERIAIS GENÉTICOS ESTUDADOS:

Foram estudados 3 clones que são amplamente plantados no estado de Minas Gerais devido á boa adaptação dos mesmos às diferentes condições edafoclimáticas do estado.

“O 224 é um híbrido espontâneo entre as espécies *E. urophylla* e *E. grandis*, sendo *E. urophylla* o genitor feminino. Esse clone foi obtido por seleção massal em plantios feitos com sementes de uma Área Produtora de Sementes (APS) da Aperam Bioenergia (ex Acesita). Foram selecionadas na região de Itamarandiba – MG, árvores superiores em plantios comerciais de *E. urophylla* estabelecidos com sementes de uma APS de Turmalina – MG, cuja origem era Timor. As árvores selecionadas foram identificadas como sendo híbridos espontâneos, entre *E. urophylla* e *E. grandis*. Após a clonagem, os materiais genéticos foram estabelecidos em testes clonais, plantados em ambientes representativos da empresa, onde esse clone se sobressaiu, sendo um dos selecionados. A partir de então foi iniciado seu plantio comercial na região com excelentes resultados de produtividade. Atualmente, em virtude da alta capacidade de adaptação, crescimento, resistência à seca e a algumas doenças importantes, é um dos clones mais plantados, sendo utilizado em várias regiões do país.”¹.

Tabela 1 – Dados silviculturais do clone 224.

CLONE	IDADE (meses)	IMA m ³ /ha/ano	Resistência	
			Fatores abióticos	Fatores bióticos
224	84	43	Seca	Ferrugem e <i>Ceratocystis</i>

Fonte: (Informação pessoal)²

Tabela 2 – Dados de qualidade da madeira do clone 224.

CLONE	IDADE (meses)	Densidade Kg/m ³	IMA Peso ton/ha/ano
224	84	498	21,8

Fonte: (Informação pessoal)³.

Clone-100

O clone 100 tem o mesmo background genético do clone I-224, já que foi selecionado em plantios estabelecidos a partir de sementes, da mesma APS de *E. urophylla*, adquiridas da Aperam (ex Acesita). É, portanto, um híbrido espontâneo entre as espécies *E. urophylla* e

¹ Informação Pessoal de Teotônio Francisco de Assis (2012) consultor Assistech

² Idem.

³ Idem.

E. grandis. Esse clone também foi obtido por seleção massal em plantios feitos com essas sementes, estabelecidos na região de Três Marias - MG. Nesses plantios foram identificados indivíduos com expressiva superioridade em crescimento, os quais foram clonados e estabelecidos em testes clonais pela empresa Gerdau nessa mesma região. A partir dos testes clonais esse clone foi selecionado e plantado comercialmente nas áreas da empresa. Posteriormente esse clone foi disseminado por outras regiões do país devido à sua plasticidade e boa resistência à seca.⁴

Tabela 3 – Dados silviculturais disponíveis do clone 100.

CLONE	IDADE (meses)	IMA m ³ /ha/ano	Resistência	
			Fatores abióticos	Fatores bióticos
100	84	42	Seca	<i>Ceratocystis</i>

Fonte: (Informação pessoal)⁵

Tabela 4 – Dados de qualidade da madeira do clone 100.

Clone	IDADE (meses)	Densidade Kg/m ³	IMA Peso ton/ha/ano
100	84	510	21,4

Fonte: (Informação pessoal)⁶

Clone 58

O clone 58 foi selecionado em plantio estabelecido a partir de sementes, importadas da Austrália região de Pettford, implantados na década de 80 na fazenda Bom Sucesso da Votorantim Siderurgia em Vazante- MG. Vários indivíduos se destacaram em produção volumétrica na população, sendo um deles o 58. Foi caracterizado pelo professor Mário Ferreira como um híbrido natural de *E. camaldulensis* X *E. tereticornis*.

Tabela 5 – Dados silviculturais disponíveis do clone 58.

CLONE	IDADE (meses)	IMA m ³ /ha/ano	Resistência	
			Fatores abióticos	Fatores bióticos
58	84	30	Seca	<i>Ceratocystis</i> ,

Fonte: (Informação setor de planejamento Votorantim Siderurgia)

⁴ Informação Pessoal de Teotônio Francisco de Assis (2012) consultor Assistech.

⁵ Idem.

⁶ Idem.

Tabela 6 – Qualidade da madeira do clone 58.

Clone	IDADE (meses)	Densidade Kg/m³	IMA Peso ton/ha/ano
58	84	505	19,8

Fonte: (Informação setor de planejamento Votorantim Siderurgia)

3.3 IMPLANTAÇÃO DOS PROJETOS ESTUDADOS.

Os projetos foram implantados em dezembro de 2007. A área era anteriormente ocupada por povoamentos florestais seminais, caracterizando assim o que se denomina no meio florestal de reforma. Para correção do pH do solo e fornecimento de Ca e Mg á cultura foi aplicada 1,5 ton. de calcário dolomítico (PRNT 85%) elevando-se a saturação por bases à 50%. No preparo de solo utilizou-se um subsolador com adubação contínua no sulco de 400 kg/ha de fosfato natural reativo de Gafsa á profundidade de 40 cm. Na adubação de base, realizada concomitantemente ao plantio, foram aplicados manualmente 120 Kg de NPK 10-28-06 + 0,5% B + 0,6% Cu + 0,5% Zn + 4% S. Nas adubações de cobertura, realizadas mecanicamente aos 60, 300 e 360 dias após o plantio, aplicou-se 60,80 e 60 Kg de NPK- 20-00-20 + 2% B respectivamente.

Foram utilizadas, portanto, mudas clonais dos materiais genéticos 58, 100 e 224. O espaçamento definido foi o de 9,0 m²/planta nos arranjos 3,0 X 3,0 m e 6,0 X 1,5 m, definindo-se, portanto uma densidade de 1111 plantas por hectare.

3.4 COLETA E AVALIAÇÃO DOS DADOS

3.4.1 Custos de Implantação e Manutenção Florestal

Para realização da análise econômica de projetos foram coletados os dados econômicos necessários à produção tais como o valor da terra, a produtividade física que neste caso específico é a madeira, os coeficientes técnicos de utilização dos serviços necessários seja mecanizados ou manuais, valor da mão de obra e também os respectivos preços dos insumos e/ou produtos empregados. Em se tratando de projetos florestais, (DAVIS, 1966) considera a terra como capital básico de alto investimento e de relativa permanência na base de ativos do investidor, portanto de reconhecida relevância na relação dos custos de um projeto florestal (REZENDE e OLIVEIRA, 1993).

O ciclo de produção neste estudo compreende 12 anos em duas rotações. Realizar-se-á os cortes aos 06 e aos 12 anos.

A coleta de dados iniciou-se em agosto de 2006 com o detalhamento do planejamento das atividades de implantação dos povoamentos florestais. Posteriormente e até o 4º ano de idade, foram avaliados e contabilizados os respectivos custos dos insumos e das operações manuais e mecanizadas das diversas etapas de implantação e manutenção florestais. O valor da hora da mão-de-obra nos serviços manuais empregados nos projetos foi fornecido pelo setor de custos da unidade florestal conforme tabela 10. Os custos a partir do 5º ano foram considerados de acordo com o proposto pela projeção do setor de planejamento da Unidade Florestal da Votorantim Siderurgia. A análise dos custos coletados foi realizada através do fluxo de caixa.

Tabela 7 – Custos anuais do projeto arranjo 3,0 X 3,0 m.

Ano	Atividade	Valor	Unidade
0	Custo da Terra	90,00	R\$/ha
0	Planejamento / Projeto Florestal	7,00	R\$/ha
0	Serviços Topográficos / Plantas	7,00	R\$/ha
0	Licenciamentos	5,00	R\$/ha
0	Suporte Técnico	98,00	R\$/ha
0	1º Combate à Formigas	54,40	R\$/ha
0	Abertura de Estradas e Aceiros	27,50	R\$/ha
0	Acabamento de Estradas/Aceiros	27,50	R\$/ha
0	Encascalhamento carreador (25%)	78,30	R\$/ha
0	2º Combate à Formigas	25,78	R\$/ha
0	Distribuição de corretivos	67,91	R\$/ha
0	Subsolador adubador	280,60	R\$/ha
0	3º Combate à Formigas	19,58	R\$/ha
0	1ª Aplicação herbicida (pré-emergente)	311,00	R\$/ha
0	Plantio c/ plantadeira manual	400,15	R\$/ha
0	Irrigação - 4em 100% da área	433,07	R\$/ha
0	Abastecimento água p/ irrigação	72,00	R\$/ha
0	Adubação de plantio	206,26	R\$/ha
0	4º Combate à Formigas – repasse	5,48	R\$/ha
0	Replantio (1x)	20,46	R\$/ha
0	2ª Aplicação herbicida (pré-emergente)	89,60	R\$/ha
0	1ª Adubação de cobertura – manual	145,46	R\$/ha
0	Abastecimento água p/ herbicida (2x)	11,25	R\$/ha
Subtotal Ano 0		2.483,30	R\$/ha
1	Custo da Terra	90,00	R\$/ha
1	Suporte Técnico	98,00	R\$/ha
1	Capina química manual na linha 2x	220,79	R\$/ha
1	Capina química mec. na entre linha	102,20	R\$/ha

1	Conservação de aceiros	27,50	R\$/ha
1	Combate a Formigas	14,31	R\$/ha
1	2ª Adubação de cobertura	151,00	R\$/ha
Subtotal Ano 1		703,80	R\$/ha
2	Custo da Terra	90,00	R\$/ha
2	Suporte Técnico	42,00	R\$/ha
2	Conservação de Aceiros	27,50	R\$/ha
2	Combate a Formigas	14,31	R\$/ha
2	Capina Química manual na linha	115,07	R\$/ha
2	3ª Adubação de cobertura	112,00	R\$/ha
2	Inventário - Avaliação de crescimento	49,07	R\$/ha
Subtotal Ano 2		449,96	R\$/ha
3	Custo da Terra	90,00	R\$/ha
3	Suporte Técnico	42,00	R\$/ha
3	Conservação de Aceiros	27,50	R\$/ha
3	Combate a Formigas	14,31	R\$/ha
3	Inventário - Avaliação de Crescimento	49,07	R\$/ha
Subtotal Ano 3		222,89	R\$/ha
4	Custo da Terra	90,00	R\$/ha
4	Suporte Técnico	42,00	R\$/ha
4	Conservação de Aceiros	27,50	R\$/ha
4	Combate a Formigas	14,31	R\$/ha
4	Inventário - Avaliação de Crescimento	49,07	R\$/ha
Subtotal Ano 4		222,89	R\$/ha
5	Custo da Terra	90,00	R\$/ha
5	Suporte Técnico	42,00	R\$/ha
5	Conservação de Aceiros	27,50	R\$/ha
5	Combate a Formigas	14,31	R\$/ha
5	Inventário - Avaliação de Crescimento	49,07	R\$/ha
Subtotal Ano 5		222,89	R\$/ha
6	Custo da Terra	90,00	R\$/ha
6	Suporte Técnico	42,00	R\$/ha
6	Conservação de Aceiros	27,50	R\$/ha
6	Combate a Formigas	14,31	R\$/ha
6	Inventário - Colheita - Plano de Corte	49,07	R\$/ha
6	Herbicida pré corte - Condução brotação	93,32	R\$/ha
Subtotal Ano 6		316,21	R\$/ha
7	Custo da Terra	90,00	R\$/ha
7	Suporte Técnico	42,00	R\$/ha
7	Conservação de Aceiros	27,50	R\$/ha
7	Combate a Formigas	14,31	R\$/ha
7	Adubação de condução de brotação	437,00	R\$/ha
7	Capina química manual na linha	115,07	R\$/ha
7	Capina química mec. na entre linha	102,20	R\$/ha

Subtotal Ano 7		828,09	R\$/ha
8	Custo da Terra	90,00	R\$/ha
8	Suporte Técnico	98,00	R\$/ha
8	Desbrota	49,07	R\$/ha
8	Conservação de Aceiros	4,40	R\$/ha
8	Combate a Formigas	31,66	R\$/ha
8	Inventário - Colheita - Plano de Corte	49,07	R\$/ha
Subtotal Ano 8		322,21	R\$/ha
9	Custo da Terra	90,00	R\$/ha
9	Suporte Técnico	42,00	R\$/ha
9	Conservação de Aceiros	27,50	R\$/ha
9	Combate a Formigas	14,31	R\$/ha
9	Inventário - Avaliação de Crescimento	49,07	R\$/ha
Subtotal Ano 9		222,89	R\$/ha
10	Custo da Terra	90,00	R\$/ha
10	Suporte Técnico	42,00	R\$/ha
10	Conservação de Aceiros	27,50	R\$/ha
10	Combate a Formigas	14,31	R\$/ha
10	Inventário - Avaliação de Crescimento	49,07	R\$/ha
Subtotal Ano 10		222,89	R\$/ha
11	Custo da Terra	90,00	R\$/ha
11	Suporte Técnico	42,00	R\$/ha
11	Conservação de Aceiros	27,50	R\$/ha
11	Combate a Formigas	14,31	R\$/ha
11	Inventário - Avaliação de Crescimento	49,07	R\$/ha
Subtotal Ano 11		222,89	R\$/ha
12	Custo da Terra	90,00	R\$/ha
12	Suporte Técnico	42,00	R\$/ha
12	Conservação de Aceiros	27,50	R\$/ha
12	Combate a Formigas	14,31	R\$/há
12	Inventário - Colheita - Plano de Corte	49,07	R\$/ha
Subtotal Ano 12		222,89	R\$/ha

Tabela 8 – Custos anuais do projeto arranjo 6,0 X 1,5 m.

Ano	Atividade	Valor	Unidade
0	Custo da Terra	90,00	R\$/ha
0	Planejamento / Projeto Florestal	7,00	R\$/ha
0	Serviços Topográficos / Plantas	7,00	R\$/ha
0	Licenciamentos	5,00	R\$/ha
0	Suporte Técnico	98,00	R\$/ha
0	1º Combate à Formigas	54,40	R\$/ha
0	Abertura de Estradas e Aceiros	27,50	R\$/ha
0	Acabamento de Estradas/Aceiros	27,50	R\$/ha
0	Encascalhamento carreador (25%)	78,30	R\$/ha
0	2º Combate à Formigas	25,78	R\$/ha
0	Distribuição de corretivos	67,91	R\$/ha
0	Subsolador adubador	220,30	R\$/ha
0	3º Combate à Formigas	19,58	R\$/ha
0	1ª Aplicação herbicida (pré-emergente)	155,50	R\$/ha
0	Plantio c/ plantadeira manual	400,15	R\$/ha
0	Irrigação - 4em 100% da área	108,27	R\$/ha
0	Abastecimento água p/ irrigação	72,00	R\$/ha
0	Adubação de plantio	206,26	R\$/ha
0	4º Combate à Formigas – repasse	5,48	R\$/ha
0	Replantio (1x)	20,46	R\$/ha
0	2ª Aplicação herbicida (pré-emergente)	44,80	R\$/ha
0	1ª Adubação de cobertura – manual	145,46	R\$/ha
0	Abastecimento água p/ herbicida (2x)	5,625	R\$/ha
Subtotal Ano 0		1.892,27	R\$/ha
1	Custo da Terra	90,00	R\$/ha
1	Suporte Técnico	98,00	R\$/ha
1	Capina química manual na linha 2x	220,79	R\$/ha
1	Capina química mec. na entre linha 2x	204,40	R\$/ha
1	Conservação de aceiros	27,50	R\$/ha
1	Combate a Formigas	14,31	R\$/ha
1	2ª Adubação de cobertura	151,00	R\$/ha
Subtotal Ano 1		806,00	R\$/ha
2	Custo da Terra	90,00	R\$/ha
2	Suporte Técnico	42,00	R\$/ha
2	Conservação de Aceiros	27,50	R\$/ha
2	Combate a Formigas	14,31	R\$/ha
2	Capina Química manual na linha	115,07	R\$/ha
2	Capina química mec. na entre linha	102,20	R\$/ha
2	3ª Adubação de cobertura	112,00	R\$/ha
2	Inventário - Avaliação de crescimento	49,07	R\$/ha
Subtotal Ano 2		552,16	R\$/ha
3	Custo da Terra	90,00	R\$/ha
3	Suporte Técnico	42,00	R\$/ha
3	Conservação de Aceiros	27,50	R\$/ha
3	Combate a Formigas	14,31	R\$/ha

3	Capina química mec. na entre linha	102,20	R\$/ha
3	Inventário - Avaliação de Crescimento	49,07	R\$/ha
Subtotal Ano 3		325,09	R\$/ha
4	Custo da Terra	90,00	R\$/ha
4	Suporte Técnico	42,00	R\$/ha
4	Conservação de Aceiros	27,50	R\$/ha
4	Combate a Formigas	14,31	R\$/ha
4	Capina química mec. na entre linha	102,20	R\$/ha
4	Inventário - Avaliação de Crescimento	49,07	R\$/ha
Subtotal Ano 4		325,09	R\$/ha
5	Custo da Terra	90,00	R\$/ha
5	Suporte Técnico	42,00	R\$/ha
5	Conservação de Aceiros	27,50	R\$/ha
5	Combate a Formigas	14,31	R\$/ha
5	Capina química mec. na entre linha	102,20	R\$/ha
5	Inventário - Avaliação de Crescimento	49,07	R\$/ha
Subtotal Ano 5		325,09	R\$/ha
6	Custo da Terra	90,00	R\$/ha
6	Suporte Técnico	42,00	R\$/ha
6	Conservação de Aceiros	27,50	R\$/ha
6	Combate a Formigas	14,31	R\$/ha
6	Inventário - Avaliação de Crescimento	49,07	R\$/ha
6	Herbicida pré corte - Condução brotação	102,20	R\$/ha
Subtotal Ano 6		325,09	R\$/ha
7	Custo da Terra	90,00	R\$/ha
7	Suporte Técnico	42,00	R\$/ha
7	Conservação de Aceiros	27,50	R\$/ha
7	Combate a Formigas	14,31	R\$/ha
7	Adubação de condução de brotação	437,00	R\$/ha
7	Capina química manual na linha	115,07	R\$/ha
7	Capina química mec. na entre linha	102,20	R\$/ha
Subtotal Ano 7		828,09	R\$/ha
8	Custo da Terra	90,00	R\$/ha
8	Suporte Técnico	98,00	R\$/ha
8	Desbrota	49,07	R\$/ha
8	Conservação de Aceiros	4,40	R\$/ha
8	Combate a Formigas	31,66	R\$/ha
8	Capina química mec. na entre linha	102,20	R\$/ha
8	Inventário - Colheita - Plano de Corte	49,07	R\$/ha
Subtotal Ano 8		424,41	R\$/ha
9	Custo da Terra	90,00	R\$/ha
9	Suporte Técnico	42,00	R\$/ha
9	Conservação de Aceiros	27,50	R\$/ha
9	Combate a Formigas	14,31	R\$/ha
9	Capina química mec. na entre linha	102,20	R\$/ha
9	Inventário - Avaliação de Crescimento	49,07	R\$/ha

Subtotal Ano 9		325,09	R\$/ha
10	Custo da Terra	90,00	R\$/ha
10	Suporte Técnico	42,00	R\$/ha
10	Conservação de Aceiros	27,50	R\$/ha
10	Capina química mec. na entre linha	102,20	R\$/ha
10	Combate a Formigas	14,31	R\$/ha
10	Inventário - Avaliação de Crescimento	49,07	R\$/ha
Subtotal Ano 10		325,09	R\$/ha
11	Custo da Terra	90,00	R\$/ha
11	Suporte Técnico	42,00	R\$/ha
11	Conservação de Aceiros	27,50	R\$/ha
11	Combate a Formigas	14,31	R\$/ha
11	Capina química mec. na entre linha	102,20	R\$/ha
11	Inventário - Avaliação de Crescimento	49,07	R\$/ha
Subtotal Ano 11		325,09	R\$/ha
12	Custo da Terra	90,00	R\$/ha
12	Suporte Técnico	42,00	R\$/ha
12	Conservação de Aceiros	27,50	R\$/ha
12	Combate a Formigas	14,31	R\$/ha
12	Inventário - Colheita - Plano de Corte	49,07	R\$/ha
Subtotal Ano 12		222,89	R\$/ha

Tabela 9 – Resumo comparativo dos custos de implantação e manutenção florestal durante todo o ciclo dos projetos nos arranjos espaciais 3,0 X 3,0 m e 6,0 X 1,5 m.

Ano	Atividade	3,0 x 3,0		6,0 x 1,5	
		Valor (R\$/ha)	(%)	Valor (R\$/ha)	(%)
0	Implantação	2.483,30	37,27%	1.892,27	27,03%
1	1º Manutenção	703,80	10,56%	806,00	11,51%
2	2ª Manutenção	449,96	6,75%	552,16	7,89%
3	3º Manutenção	222,89	3,34%	325,09	4,64%
4	4º Manutenção	222,89	3,34%	325,09	4,64%
5	5º Manutenção	222,89	3,34%	325,09	4,64%
6	6ª Manutenção	316,21	4,75%	325,09	4,64%
7	7º Manutenção	828,09	12,43%	828,09	11,83%
8	8ª Manutenção	322,21	4,84%	424,41	6,06%
9	9º Manutenção	222,89	3,34%	325,09	4,64%
10	10ª Manutenção	222,89	3,34%	325,09	4,64%
11	11º Manutenção	222,89	3,34%	325,09	4,64%
12	12ª Manutenção	222,89	3,34%	222,89	3,18%
-	Implantação	2.483,30	37,27%	1.892,27	27,03%
-	Manutenção 1ª Rotação	2.138,62	32,09%	2.658,50	37,97%
-	Total 1º Rotação	4.621,92		4.550,77	
-	Manutenção 2ª Rotação	2.041,84	30,64%	2.450,64	35,00%
Total Geral		6.663,76	100,00%	7.001,41	100,00%

Como se vê nesta tabela 9 o custo de implantação no arranjo espacial 6,0 X 1,5m correspondeu à 27,03 % do total geral enquanto que para o arranjo 3,0 X 3,0 m 32,7%. Já para a manutenção florestal o arranjo 6,0 X 1,5 m demandou mais recursos financeiros, em torno de 72,97 % do total considerando as duas rotações enquanto para o 3,0 X 3,0 m fechou em 62,73%. O que influenciou sobremaneira essas diferenças foi o custo de preparo de solo que é menor no arranjo 6,0 X 1,5 em função do menor número de linhas a serem subsoladas, mas em contrapartida apresenta uma demanda maior de recursos na manutenção devido à alta incidência de mato-competição em função da facilidade de entrada de luz e consequente maior desenvolvimento de plantas invasoras.

Tabela 10 – Cálculo do custo da hora trabalhada de mão de obra braçal própria.

	Data base	abr-07
		Alojamento
Custo Total		1.042,81
	Percentual sobre salário nominal	2,93
Custo por dia (8,8 h trab.)		49,07
Custo da hora trabalhada		5,58
Salários e Encargos		653,62
Salário nominal (salário de carteira)		356,00
Horas In-tinere (22 horas/mês + 50%)		53,40
Provisões férias (salário nominal + 1/3 / 12 meses)		39,56
Provisões 13º salário (salário nominal / 12 meses)		29,67
Encargos sociais (INSS=28,8%, FGTS=8,5%)		158,61
Indenizações (Multa de 50% sobre FGTS)		16,39
Benefícios		22,14
Atestados (1,00% s/sn)		3,56
Seguro (0,72% s/sn)		2,56
Previdência (1,5% s/sn)		5,34
Assistência Médica (média de 2002 ou 2% s/sn)		7,12
Assistência Social (1% s/sn)		3,56
Alimentação		190,77
Desjejum		30,08
Marmita - almoço		75,50
Refeição - jantar		85,19
Segurança		20,39
Uniformes (2 ternos * R\$ 30,00 / ano)		5,50
Botina (3 pares x R\$ 27,50 / ano)		7,56
Garrafa térmica (01 peça x R\$ 14,82 / 3 anos)		0,45
Chapéu(02 peça x R\$ 15,50 / ano)		2,84
Peneiras (02 pares x R\$ 22,00 / ano)		4,03
Transporte		120,28
Deslocamento de funcionário		5,28
Transporte interno (hoje: >> 2.500km Mês/(40func*R\$1,84)		115,00
Administração (10% s/sn)		35,60

Fonte: Setor de Custos da Unidade Florestal da Votorantim Siderurgia.

3.4.2 Critérios de Avaliação Financeira

A avaliação financeira foi fundamentada na comparação das atividades produtivas dos dois arranjos considerados. Para essa comparação utilizou-se critérios que consideram a variação do capital no tempo, que neste caso teve o horizonte de 12 anos. No fluxo de caixa não se considerou os investimentos relativos à terra, uma vez que a propriedade já é da Votorantim Siderurgia, mas um valor de oportunidade de R\$90,00 /hectare/ano e todos os custos pertinentes à implantação e manutenção da floresta que se constitui basicamente em insumos, mecanização e mão de obra.

Após a obtenção dos volumes e conseqüentemente das receitas por hectare procedeu-se a apuração do Fluxo de Caixa e Análise Financeira dos projetos considerando uma taxa de atratividade de 10%. Os critérios utilizados foram o Valor Presente Líquido (VPL) e a Taxa Interna de Retorno (TIR) que, de acordo com (REZENDE & OLIVEIRA, 1993), são aqueles indicadores mais utilizados no setor florestal e que consideram o valor do capital no tempo, atribuindo assim diferentes ponderações às receitas líquidas ao longo de suas ocorrências temporais. Sendo:

$$VPL = \sum_{j=0}^n R_j(1+i)^{-j} - \sum_{j=0}^n C_j(1+i)^{-j}$$

R_j = receitas no final do ano ou do período de tempo j considerado;

C_j = custo no final do ano ou do período de tempo j considerado;

n = duração do projeto em anos ou em números de períodos de tempo;

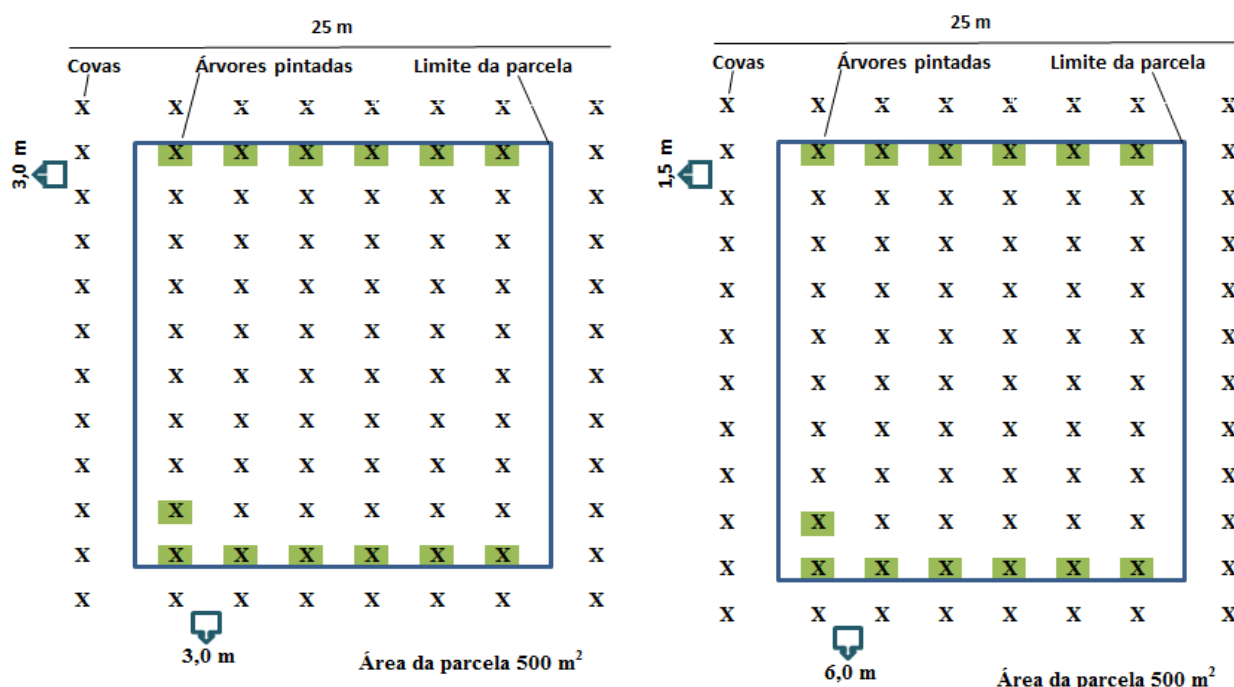
i = taxa anual de juros, expressa na forma unitária.

O critério VPL julga o potencial de geração de valor de um determinado investimento. Quando o mesmo é maior do que zero indica-se que o projeto de investimento fornece um valor adicional ao investidor considerando-se a devolução do capital empregado corrigido à taxa de atratividade considerada. Segundo FARO (1979) há uma grande dificuldade na determinação da taxa de desconto a ser utilizada no cálculo do VPL mas sua utilização é vantajosa por se tratar de um critério rigoroso e isento de falhas (FERREIRA, 2001). Para esse trabalho definiu-se a taxa de 10% a.a por ser aquela utilizada na análise econômica de projetos na unidade florestal da VS no ano de 2006.

Já a TIR corresponde à taxa anual de retorno do capital investido e é também a taxa de desconto que iguala o valor atual das receitas ao valor atual dos custos REZENDE E OLIVEIRA, (2001). É, portanto a taxa que anula o VPL (SILVA et al., 2005).

3.4.3 Produção Florestal (Estimativas de Produtividade):

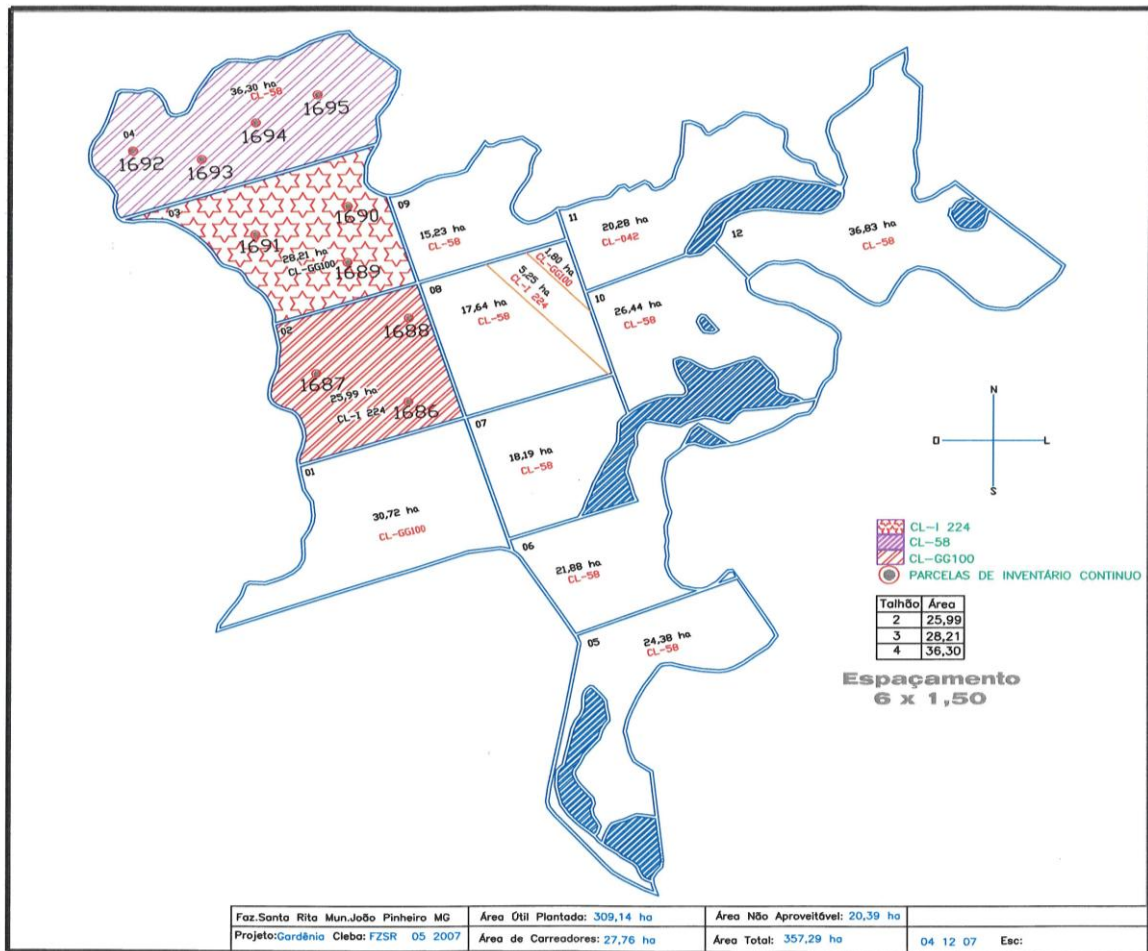
Para o cálculo do volume previsto nas idades de corte utilizou-se no inventário contínuo metodologia específica da Votorantim Siderurgia desenvolvida por (LEITE, 2006). Ao completar dois (02) anos foram lançadas parcelas permanentes na intensidade de 1: 10 (uma parcela para cada 10 hectares de área plantada) com medições anuais. As dimensões das parcelas são 25 metros de comprimento no sentido do plantio e 20 metros de largura nas entrelinhas, resultando assim em 500 m² de área conforme figura 3, abaixo para o arranjo espacial 3,0 X 3,0 m e 1,5 x 6,0 m.



Fonte: LEITE (2006).

Figura 3 – Esquema de alocação de parcelas cedido pela Votorantim Siderurgia para o arranjo espacial 3,0 X 3,0 m e 1,5 x 6,0 m.

A empresa tem apontado falhas de brotação seja pelos danos a cepas pelas máquinas de colheita ou pela época de corte ou ainda pelas próprias características do clone plantado. Neste trabalho para a segunda rotação, devido a essas possíveis falhas, considerou-se uma queda de 10% na produtividade conforme sugestão do setor de planejamento da VS, em virtude da experiência da empresa na condução de brotação em suas áreas.



Fonte: Setor de planejamento da Unidade Florestal da Votoratim Siderurgia.

Figura 4 – Projeto Gardênia com localização das parcelas de inventário contínuo, arranjo espacial 6,0 X 1,5 m.

Para cálculo da produtividade, de posse de três medições anuais consecutivas realizadas a partir de 2009, realizou-se a projeção através de modelagem de crescimento e produção. O volume projetado aos 6 anos em todos os arranjos espaciais foi calculado utilizando-se os modelos de Schumacher e de Clutter citados por CAMPOS & LEITE, (2006):

Tabela 11 – Parâmetros encontrados para Schumacher e Clutter.

MG	224	100	58	100	58	224
AE	6,0x1,5	6,0x1,5	6,0x1,5	3,0x3,0	3,0x3,0	3,0x3,0
Parâmetros	Clutter	Clutter	Schumacher	Clutter	Schumacher	Clutter
<i>a</i> 1	3,271209	-1,639423		-4,841091		7,468349
<i>a</i> 2	-0,004705	0,206999		0,322333		-0,156321
<i>b</i> 0	3,156624	0,770869	5,147999	1,852163	5,529688	1,704319
<i>b</i> 1	-28,563879	-28,241068	-36,577891	-49,297195	-46,589624	-23,700134
<i>b</i> 2	0,042162	0,050525		0,072496		0,018543
<i>b</i> 3	0,472885	0,920179		0,846138		1,187653
<i>r</i> ²	-	-	0,9692	-	0,8231	-

Fonte: Setor de planejamento da Unidade Florestal da Votorantim Siderurgia.

Modelo de Clutter:

$$\begin{aligned} \ln V_2 &= \beta_0 + \beta_1 \left(\frac{1}{I_2} \right) + \beta_2 S + \beta_3 \ln B_2 + \varepsilon \\ \ln B_2 &= \ln B_1 \left(\frac{I_1}{I_2} \right) + \alpha_1 \left(1 - \frac{I_1}{I_2} \right) + \alpha_2 \left(1 - \frac{I_1}{I_2} \right) S + \varepsilon \end{aligned}$$

em que:

V_2 = produção volumétrica futura, em m³/ha;

I_1 = idade presente, em meses;

I_2 = idade futura, em meses;

B_1 = área basal presente, em m²/ha;

B_2 = área basal futura, em m²/ha;

S = índice de sítio (m);

β_0 , β_1 e β_3 = parâmetros do modelo; e

α_1 , α_2 = parâmetros do modelo.

Modelo de Schumacher:

$$V = e^{(\beta_0 + \frac{\beta_1}{Idade})} + \varepsilon$$

em que:

V = produção volumétrica futura, em m³/ha;

$Idade$ = idade em meses;

β_0 e β_1 = parâmetros do modelo.

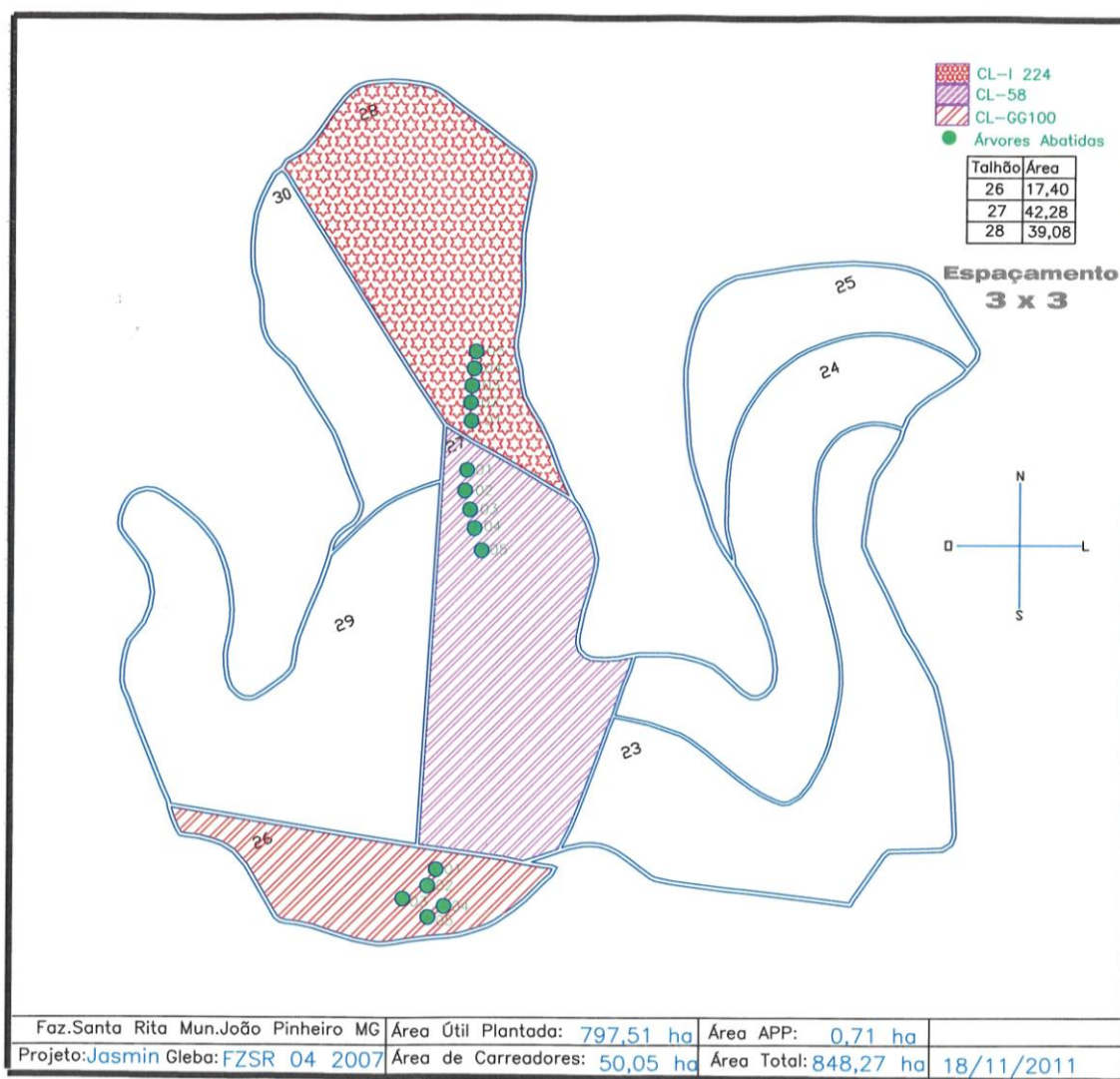
Tabela 12 – Resumo dos dados de prognose para os três clones nos dois arranjos espaciais.

FAZENDA	PROJETO	GLEBA	QUADRA	CLONE	Arranjo espacial	DESTINACÃO	AREA ESTRATO	IDADE ANOS	Volume Total (m ³) Projetado 6 anos	IMA 6 anos (m ³)
FZSR	GARDENIA	FZSR05-2007	FZSR05-2007-02	224	6,0 x 1,5	CONVENCIONAL	25,99	3,86	4.257,42	27,30
FZSR	GARDENIA	FZSR05-2007	FZSR05-2007-03	100	6,0 x 1,5	CONVENCIONAL	28,21	3,86	4.505,98	26,62
FZSR	GARDENIA	FZSR05-2007	FZSR05-2007-04	58	6,0 x 1,5	CONVENCIONAL	36,30	3,82	3.758,50	17,26
FZSR	JASMIM	FZSR04-2007	FZSR04-2007-28	224	3,0 x 3,0	CONVENCIONAL	39,08	4,09	9.257,66	39,48
FZSR	JASMIM	FZSR04-2007	FZSR04-2007-26	100	3,0 x 3,0	CONVENCIONAL	17,40	3,99	4.027,58	38,58
FZSR	JASMIM	FZSR04-2007	FZSR04-2007-27	58	3,0 x 3,0	CONVENCIONAL	42,28	3,76	5.087,13	20,05

Fonte: Setor de planejamento da Unidade Florestal da Votorantim Siderurgia.

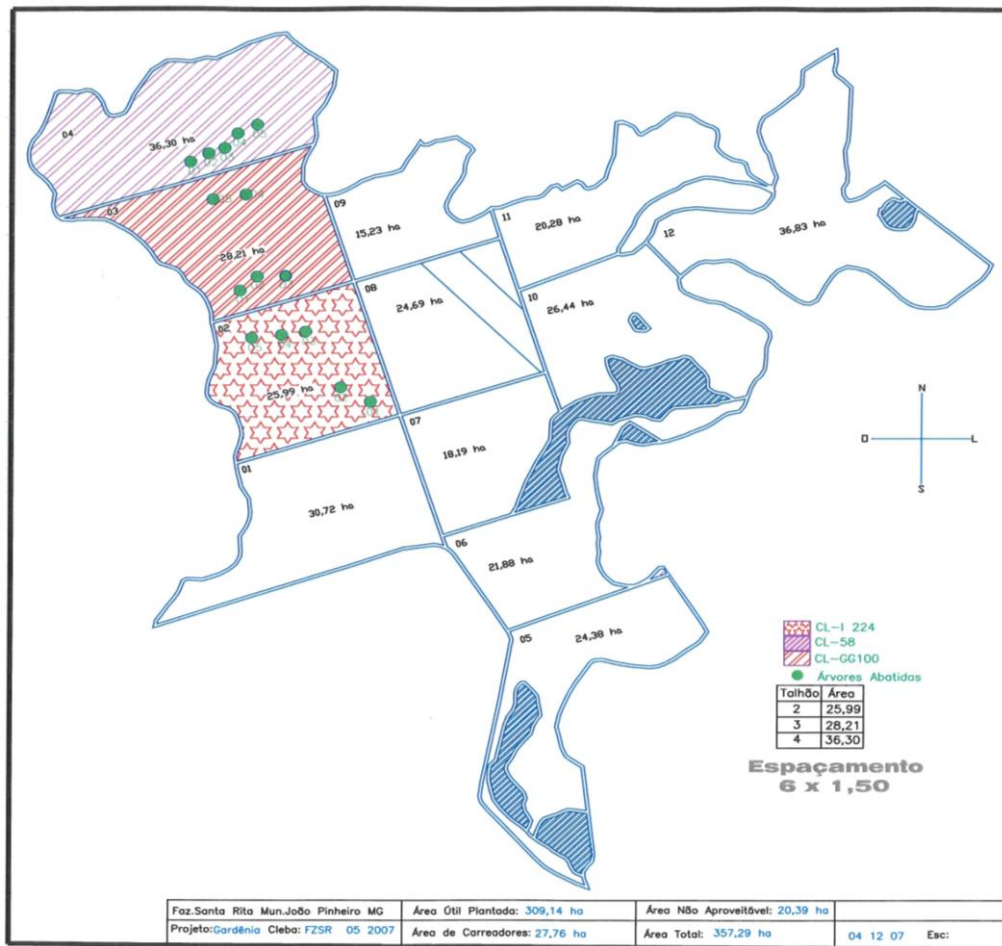
3.4.4 Determinação da densidade da madeira, do rendimento gravimétrico e da densidade aparente do carvão.

Para estas análises foram utilizadas amostras dos três clones. Abateu-se 05 árvores de cada clone determinadas aleatoriamente em cada arranjo espacial (3,0 X 3,0 m e 6,0 X 1,5 m) nos respectivos projetos Jasmim e Gardênia, conforme figuras 4 e 5.



Fonte: Setor de Planejamento da Unidade Florestal da Votorantim Siderurgia.

Figura 5 – Localização das árvores abatidas por clone para corpos de prova no projeto Jasmim.



Fonte: Setor de Planejamento da Unidade Florestal da Votorantim Siderurgia.

Figura 6 – Localização das árvores abatidas por clone para corpos de prova no projeto Gardênia.

Após o abate, as árvores permaneceram no campo para secagem ao sol por um período de 45 dias. Posteriormente retirou-se de cada uma delas 04 discos de 10 cm de espessura a partir da base.



Figura 7 – Mosaico ilustrativo do abate das árvores e preparação dos corpos de prova.

Os discos foram divididos em cunhas de 2,5 cm para retirada dos corpos de prova necessários à carbonização e transportados para o Laboratório de carvão vegetal da Fazenda Água Limpa da Universidade de Brasília. Primeiramente determinou-se a densidade básica da madeira de cada um dos materiais genéticos através de metodologia proposta por (VITAL 1984). Os corpos de prova foram dispostos em células de carbonização e as mesmas colocadas dentro de um tambor de 200 litros para carbonização em um forno elétrico ElektroTherm.



Figura 8: Mosaico: Preparação da madeira nas células para carbonização.

A taxa de aquecimento foi previamente programada no próprio equipamento procurando-se reproduzir os tempos e as temperaturas usualmente admitidas nos fornos RAC 220 utilizados pela Votorantim Siderurgia em suas fazendas no noroeste de Minas Gerais conforme figura 11. A temperatura inicial foi 100 ° C e a temperatura máxima 350 ° C, os incrementos foram de 50°C a cada hora. O período total de carbonização foi de 11 horas. Foram usados na grande maioria dos ensaios 1000 g de madeira, sendo o material previamente seco em estufa à temperatura de 105°C.

MAPA TÉRMICO vs TEMPO:

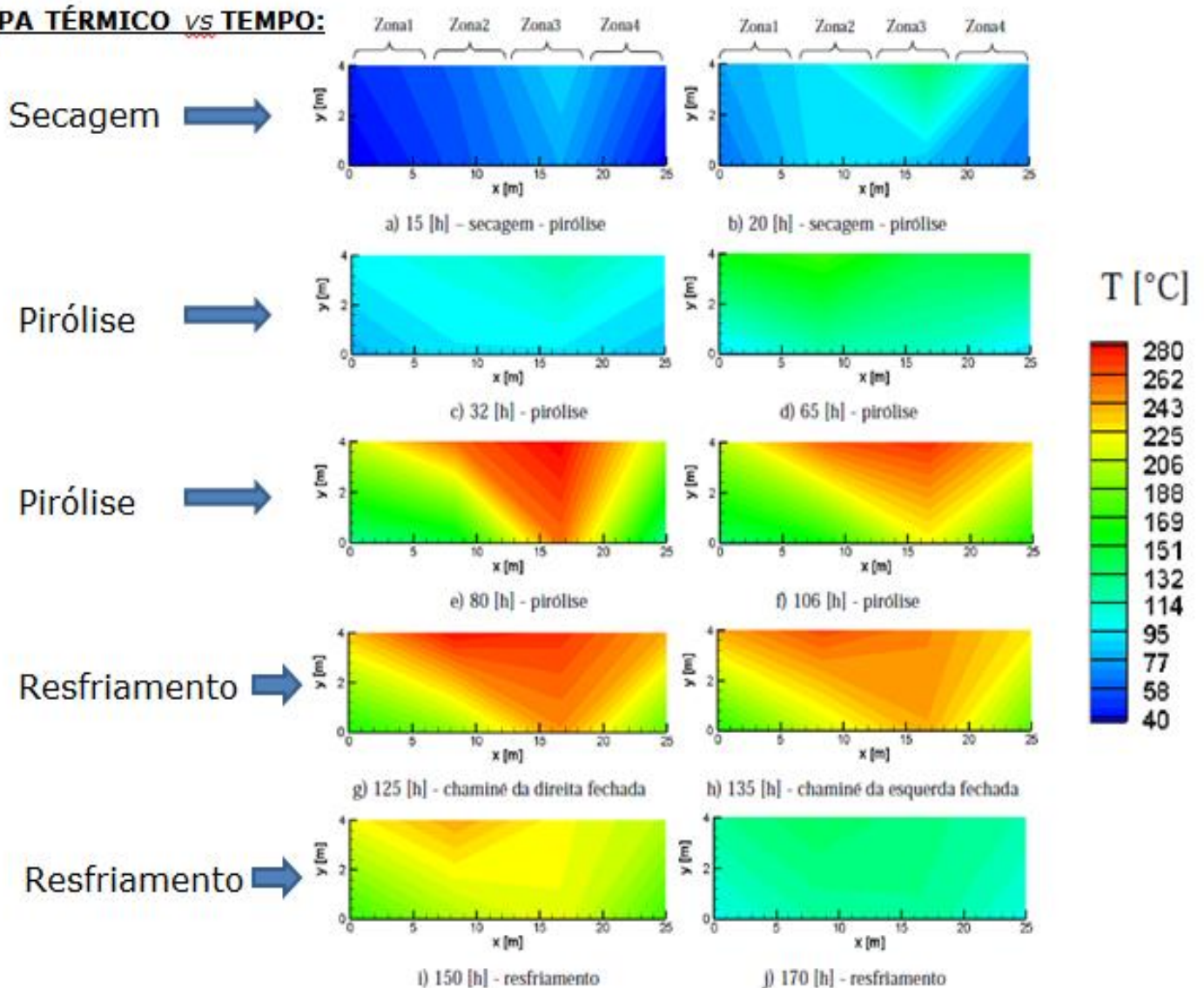


Figura 9 – Ilustração de um Mapa térmico obtido por instrumentação nos dos fornos RAC 220 da Votorantim Siderurgia.

Após a carbonização foi determinado o rendimento gravimétrico em carvão em relação à massa seca da madeira para cada arranjo espacial e para cada clone. Posteriormente

determinou-se a densidade aparente de acordo com a NBR 9165 da ABNT de Dez/1985 conforme figura 12.



Figura 10 – Mosaico: preparação para análise de densidade aparente.

Na avaliação do experimento utilizou-se análise de variância (ANOVA) para as médias obtidas para cada uma das características estudadas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1.1 Análise técnica

Observa-se apenas uma pequena diferença entre o IMA projetado aos 6 anos para os clones 224 e 100 sendo aproximadamente 2,5% no arranjo espacial 6,0 X 1,5 m e 2,2 % no 3,0 X 3,0 m. Para o clone 58 a diferença é considerável em relação aos outros dois, cerca de 37% no arranjo 6,0 X 1,5 m e 49,2 % no 3,0 X 3,0 m. Essa diferença tem importância fundamental, ao se levar em conta a densidade da madeira de cada um dos materiais genéticos, no cálculo final de produtividade (tonelada de carvão por hectare plantado) uma vez que há uma correlação positiva entre a densidade da madeira e a densidade do carvão obtido pela sua transformação.

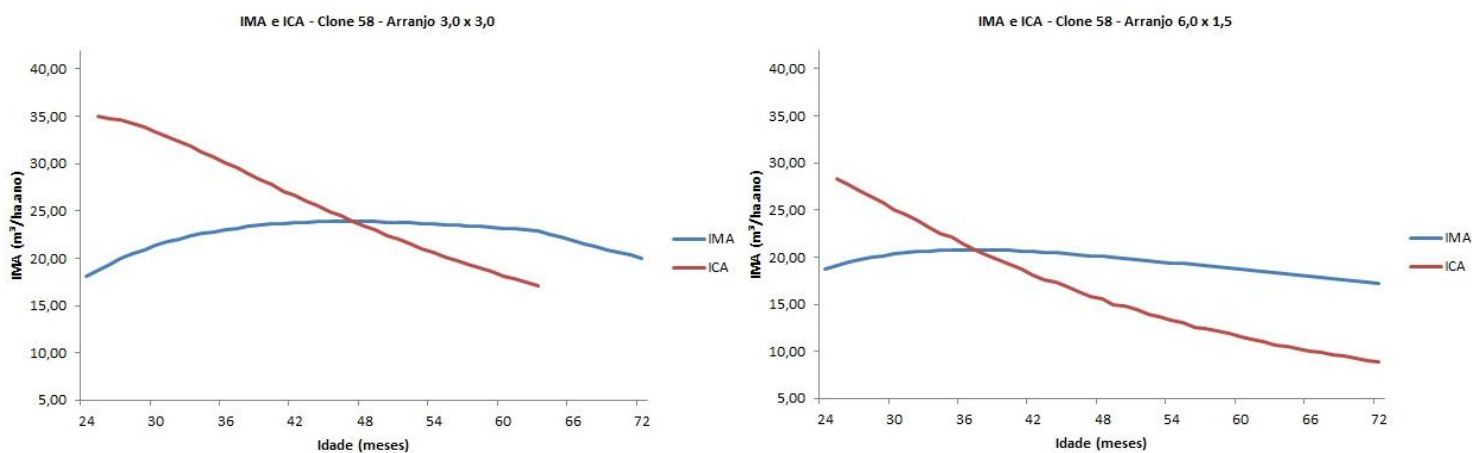


Figura 11 – ITC (Idade técnica de corte) para o clone 58 nos dois arranjos espaciais estudados.

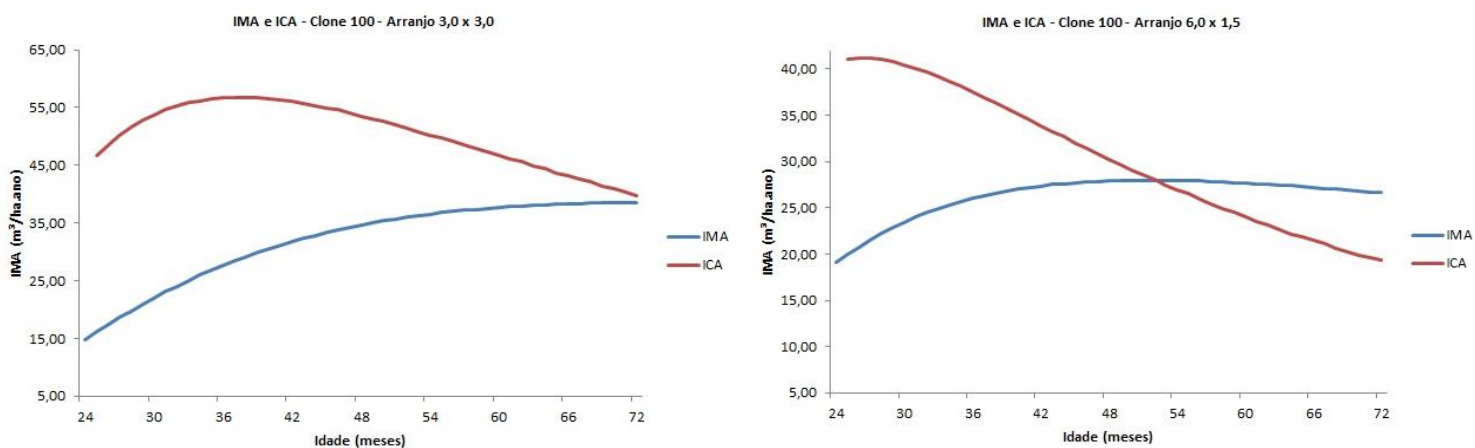


Figura 12 – ITC (Idade técnica de corte) para o clone 100 nos dois arranjos espaciais estudados.

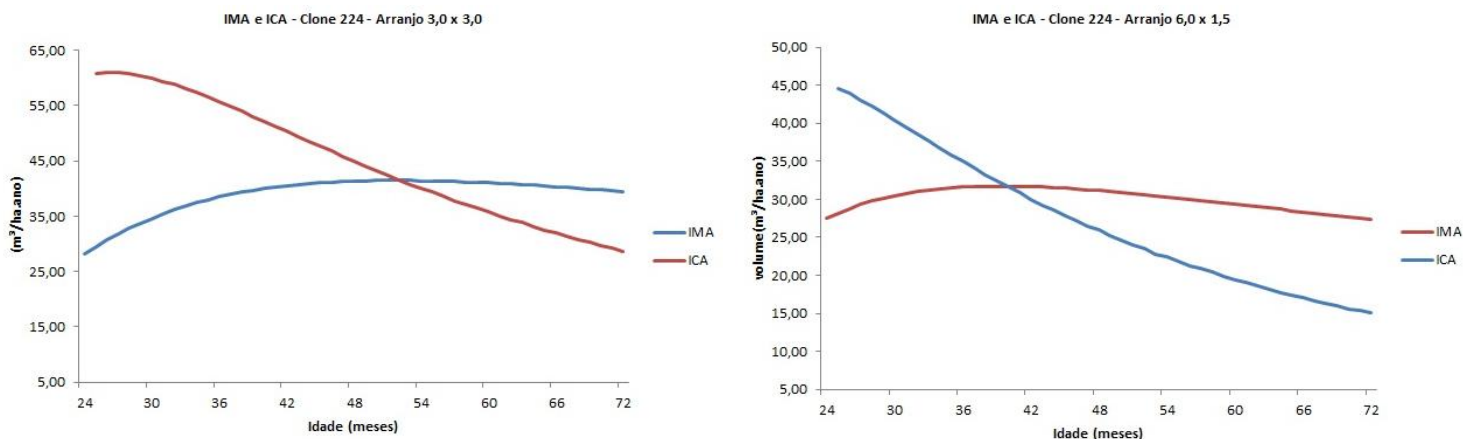


Figura 13 – ITC (Idade técnica de corte) para o clone 224 nos dois arranjos espaciais estudados.

A determinação com exatidão da rotação florestal, definida por DAVIS (1966), como sendo o tempo decorrido entre o plantio, estabelecimento e crescimento de um povoamento florestal até a sua colheita, pode ocasionar a maximização do lucro do investidor. Contudo nem sempre a idade técnica de corte coincide com a otimização das receitas obtidas com a colheita da floresta, por isso deve-se buscar um ponto de nivelamento entre os métodos silvicultural e econômico na determinação da idade em que uma floresta deva ser colhida.

Os silvicultores normalmente determinam a idade de corte de uma floresta quando o povoamento atinge o seu máximo IMA (Incremento médio anual), já os economistas a consideram quando se pode alcançar o resultado máximo (Receitas- Despesas). Naturalmente os pequenos e médios investidores em florestas optam pelo critério de avaliação econômica, entretanto para as empresas que demandam um grande volume de madeira, que dificilmente é totalmente ofertada pelo mercado, há necessidade de um planejamento florestal que atenda à uma demanda pré- estabelecida. Nesse caso as projeções de corte são definidas para as idades em que a rotação permita a colheita do maior volume possível atrelado às especificações técnicas da madeira necessárias ao seu bom uso. Se observarmos as ITC's (Idades técnica de corte) dos clones estudados nos dois arranjos espaciais vemos que para o clone 58 aponta-se para 3 anos no 6,0 X 1,5 m e 4 anos no 3,0 X 3,0 m, já para o clone 100 4,5 anos e 6 anos e para o 224 3,5 anos e 4,5 anos respectivamente. Contudo estrategicamente pode não ser a melhor idade para corte em função do planejamento florestal da empresa além da madeira oriunda desses projetos apresentarem densidades abaixo da requerida para o seu uso, nesse caso para produção de carvão vegetal para termo redução do minério de ferro e consequente

produção de gusa. Por isso utilizou-se neste trabalho os volumes projetados aos 6 anos para os três clones nos dois arranjos espaciais, conforme estabelecido no planejamento florestal da Votorantim Siderurgia, sendo o trabalho de prognose fundamental para a determinação do volume a ser colhido aos 6 anos, conforme figura 14.

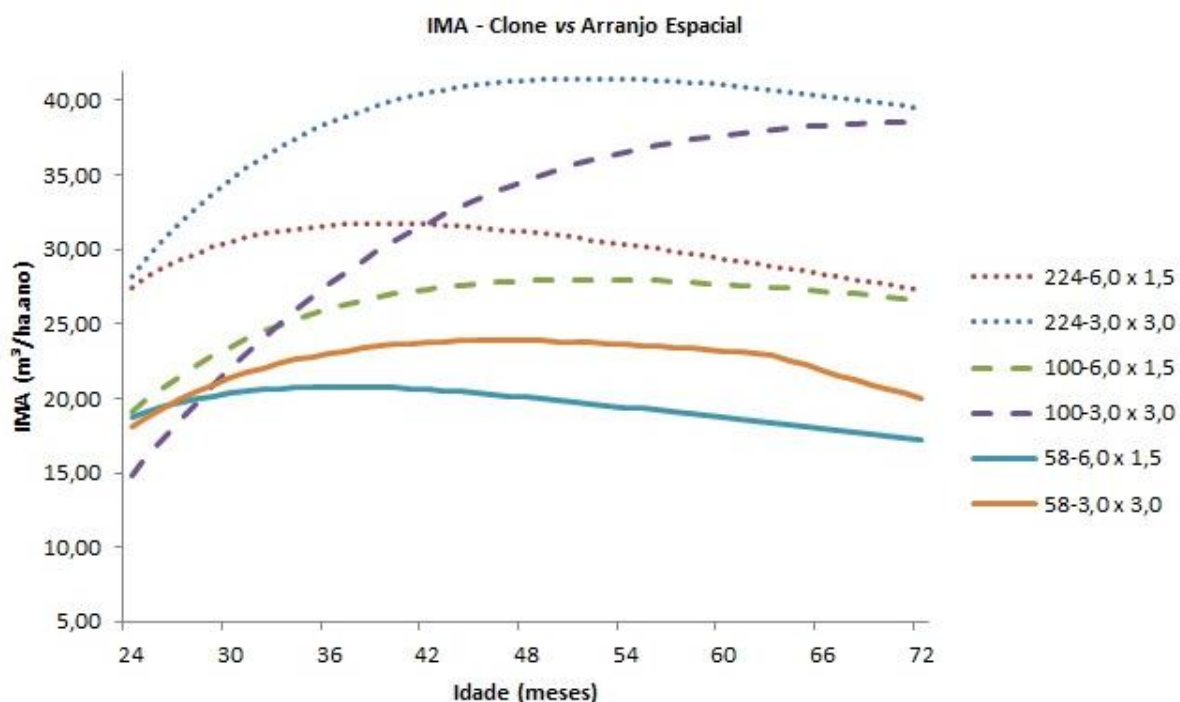


Figura 14 – Comparativo de IMA para todos os materiais genéticos nos dois arranjos espaciais estudados

Nota-se no gráfico acima que o IMA, para os clones 224 e 100 convergem para o mesmo ponto aos 72 meses de idade. Para o clone 58, obteve-se a menor prognose de IMA seja para o arranjo 6,0 X 1,5m ou 3,0 X 3,0 m. Fica também evidenciado no gráfico que o arranjo espacial quadrado (3,0 X 3,0 m) propiciou uma maior produtividade para todos os materiais genéticos em relação ao retangular (6,0 X 1,5 m).

4.1.2 Receitas Consideradas

RODRIGUEZ et al., (1997) consideram que a definição do preço da madeira é importante e às vezes de grande complexidade. Estes autores analisaram variáveis que influenciavam a rotação econômica de povoamentos florestais mostrando que variações nos preços da madeira proporcionavam grande sensibilidade nos resultados dos indicadores econômicos.

As receitas consideradas foram obtidas através do volume projetado na idade de corte para cada material genético em cada um dos arranjos espaciais multiplicado pelo valor de venda atual de madeira em pé praticado pelas empresas localizadas na região de João Pinheiro/MG.

Tabela 13 – Receitas provenientes da venda de madeira nos 6º e 12º anos para os três clones nos dois arranjos espaciais estudados.

Arranjo Espacial	Clone	Volume (m³)	Valor (R\$)	Receitas 1º e 2º cortes (R\$)
6X1,5m	58	196,76	R\$ 50,00	R\$ 9.838,20
	100	303,47		R\$ 15.173,40
	224	311,22		R\$ 15.561,00
3X3m	58	228,57	R\$ 50,00	R\$ 11.428,50
	100	439,81		R\$ 21.990,60
	224	450,07		R\$ 22.503,60

4.1.3 Análise econômica

O arranjo que proporcionou maior viabilidade econômica, com maiores TIR e VPL, foi o 3,0 X 3,0 m para todos os 3 clones avaliados. Obteve-se o maior retorno econômico com a utilização do clone 224 no arranjo espacial 3,0 X 3,0 m. O custo de implantação florestal foi 23,8% menor no arranjo espacial 6,0 X 1,5 m. Isto se deveu ao menor número de linhas a serem preparadas por hectare diminuindo assim o custo de subsolagem e também à atividade de irrigação que pôde ser totalmente mecanizada reduzindo-se assim o custo com mão de obra. Em contrapartida o custo de manutenção foi 18,1% maior no arranjo espacial 6,0 X 1,5 m em função do número de intervenções com aplicações de herbicida visando o controle principalmente de *Brachiaria*, que apresentou maior poder de infestação nesse arranjo espacial, conforme figura 15. Observou-se maior incremento para o clone 224 nos dois arranjos espaciais estudados, sendo maior no 3,0 X 3,0 m. Apenas os projetos para clone 58 nos dois arranjos estudados resultaram em inviabilidade econômica com a taxa interna de retorno menor que a atrativa de 10% considerada.



Figura 15 – Aspecto da Mato competição dos três materiais genéticos no arranjo espacial 6,0 X 1,5m.

Observa-se que há um melhor controle da mato competição para todos os clones no arranjo espacial 3,0 x 3,0. Conforme figura 16. Entretanto, para o clone 58, terceira foto á direita da figura 16, a invasora *Brachiaria brizantha* começa a repovoar o talhão. Dos materiais genéticos estudados, por ter uma arquitetura de copa que permite uma melhor passagem de luz solar em função de suas folhas orientadas verticalmente como é peculiar à espécie *Eucalyptus camaldulensis*, o clone 58 é o que apresenta florestas com maior probabilidade de ocorrência de plantas daninhas e conseqüentemente tendência de maior custo de controle.



Figura 16 – Aspecto da Mato competição das florestas dos três materiais genéticos no arranjo espacial 3,0 X 3,0 m.

Para uma boa avaliação de projetos é necessário um bom controle e/ou planejamento das despesas e receitas que, neste caso foram e ainda serão realizadas. Os fluxos de caixa abaixo, figuras 17 e 18 representam exemplos de resultados atingidos (clone 224 nos dois arranjos espaciais) entre as receitas menos as despesas realizadas e/ou projetadas para o período considerado (12 anos).

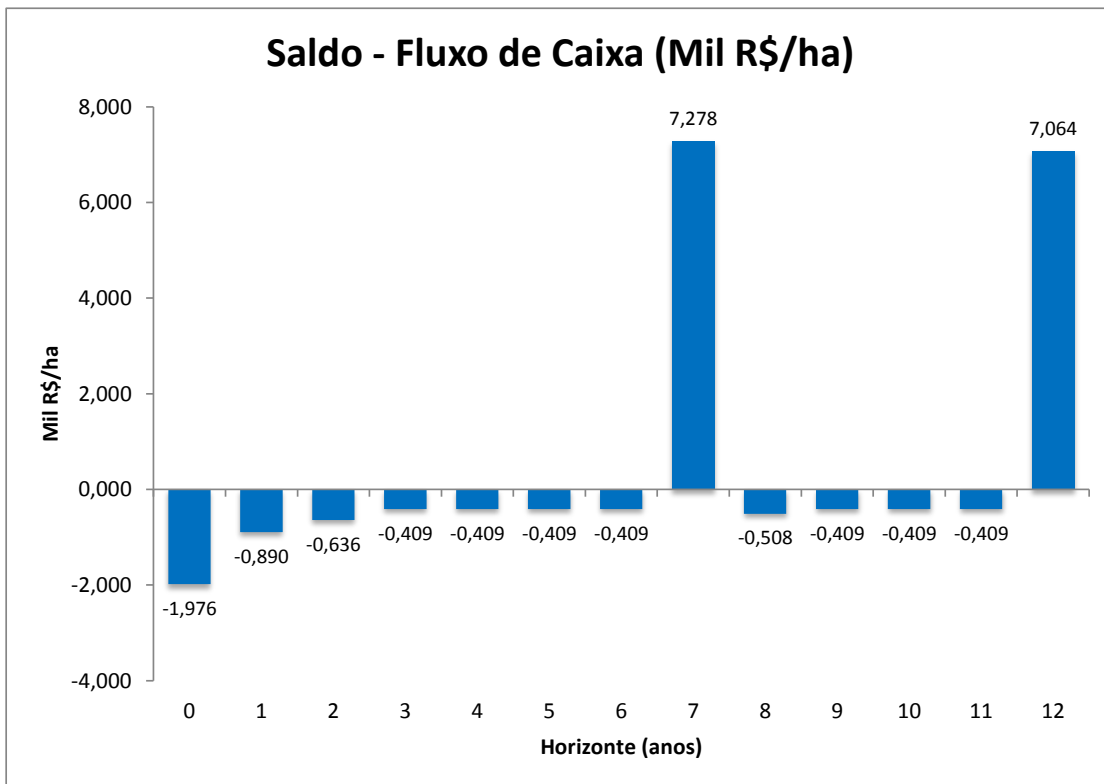


Figura 17 – Fluxo de caixa para o projeto com o clone 224 no arranjo espacial 6,0 X 1,5 m.

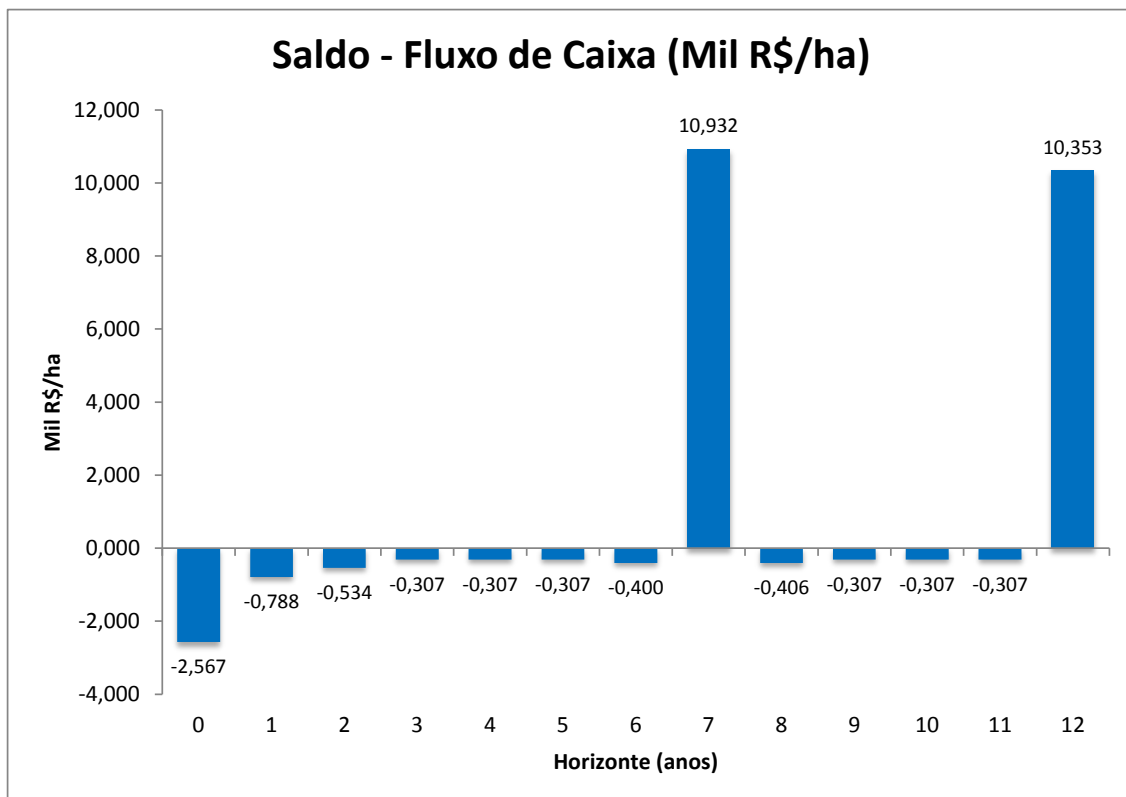


Figura 18 – Fluxo de caixa para o projeto com o clone 224 no arranjo espacial 3,0 X 3,0 m.

O VPL (Valor Presente Líquido) corresponde ao resultado da diferença entre valor presente das receitas e o valor presente dos custos aplicados a uma taxa de desconto definida de 10% para análise desses projetos. O maior valor de VPL foi obtido no projeto em que se utilizou o clone 224 no arranjo espacial 3,0 X 3,0 m e o menor para o clone 58 no arranjo 6,0 X 1,5 m. Vários trabalhos científicos apontam produtividades maiores para os arranjos espaciais quadrados e é exatamente o que ocorreu na presente apuração. Contudo esperava-se encontrar um custo menor de formação de florestas no arranjo espacial retangular o que neste caso não ocorreu, ocasionando assim um maior VPL para todos os materiais genéticos no arranjo espacial 3,0 X 3,0 m, conforme figura 19.

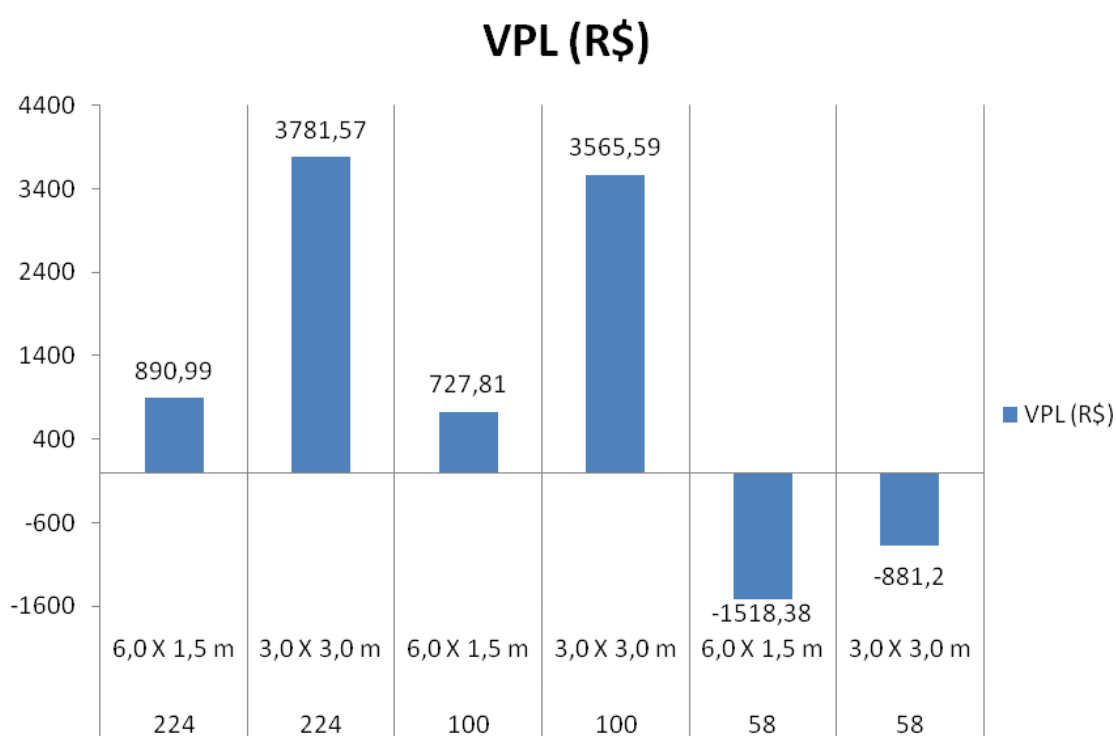


Figura 19 – Comparativo de VPL (Valor Presente Líquido) para todos os clones estudados nos dois arranjos espaciais.

A TIR (Taxa interna de retorno) consequentemente e tal qual o VPL foi maior para o clone 224 no arranjo espacial 3,0 X 3,0 m e menor que a taxa de atratividade (10%) para o clone 58 nos dois arranjos espaciais estudados.

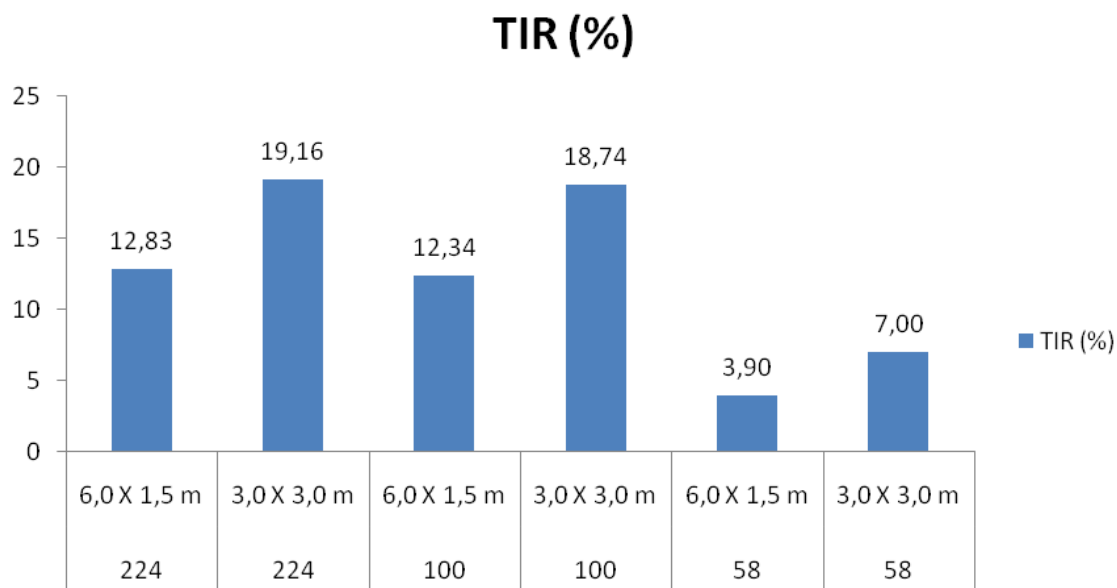


Figura 20 – comparativo de TIR para todos os clones estudados nos dois arranjos espaciais.

Muito utilizada pela contabilidade das empresas florestais, a exaustão florestal corresponde ao abatimento contábil do investimento necessário à formação dos recursos florestais na época da colheita. De acordo com o art. 328 do RIR/99 pode ser computada como custo à medida que ocorre sua utilização periódica. Para calculá-la apura-se o volume/percentual florestal exaurido em determinado período aplicando-o sobre o valor da floresta registrado no ativo biológico da organização.

Como se observa na tabela 09, os custos de formação florestal são uniformes para os arranjos espaciais estudados. Portanto, os materiais genéticos que apresentaram maior produtividade na prognose aos seis e doze anos apresentam menores valores de exaustão para cada m³ produzido. Isso indica que o componente madeira que compõe o custo do carvão produzido será menor para esses clones, desonerando assim o custo do carvão produzido. O custo de exaustão, nesse caso, foi calculado dividindo-se o valor acumulado para formação de cada hectare de floresta pelo volume produzido por cada clone em cada um dos dois arranjos espaciais estudados.

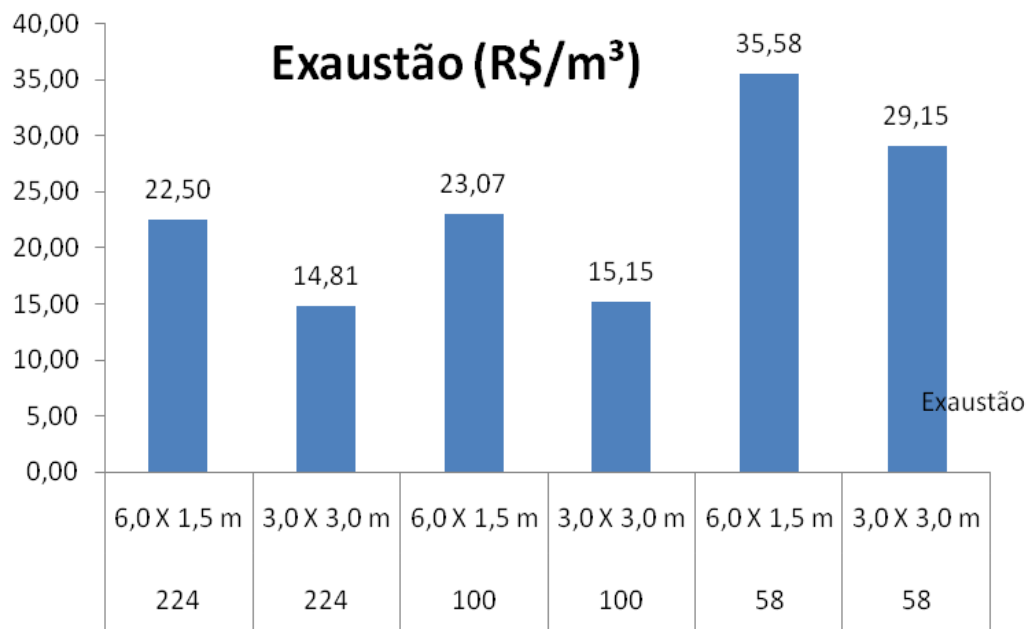


Figura 21 – Custo da madeira em pé para todos os clones estudados nos dois arranjos espaciais para fins de exaustão florestal.

Na tabela 14 o Spread (%) corresponde à diferença entre a TIR (Taxa interna de retorno) e a taxa de atratividade determinada para avaliação dos projetos e cálculo do VPL. É um indicador que mostra em percentagem o quanto o projeto remunera o capital acima da taxa de atratividade. Observa-se que somente para o clone 58 nos dois arranjos espaciais estudados obteve-se Spread negativos, indicando assim que a TIR nestes casos foi menor do que a taxa de atratividade.

Tabela 14 – Resumo dos dados de IMA (Incremento médio anual), volume de madeira a ser colhido nas duas rotações consideradas e os resultados dos indicadores econômicos para todos os clones nos dois arranjos espaciais estudados.

Clone	Arranjo Espacial	IMA(m ³ /ha/ano)	Vol.1 ^o e 2 ^o cortes (m ³ /ha)	Indicadores econômicos		
				TIR (%)	VPL (R\$)	SPREAD (%)
224	6,0 X 1,5 m	27,30	311,22	12,83	890,99	2,83
224	3,0 X 3,0 m	39,48	450,07	19,16	3781,57	9,16
100	6,0 X 1,5 m	26,62	303,47	12,34	727,81	2,34
100	3,0 X 3,0 m	38,58	439,81	18,74	3565,59	8,74
58	6,0 X 1,5 m	17,26	196,76	3,90	-1518,4	-6,1
58	3,0 X 3,0 m	20,05	228,57	7,00	-881,2	-3,00

Desta forma considerando os resultados de VPL, TIR, Exaustão Florestal e Spread o desempenho dos clones nos respectivos arranjos foi em ordem decrescente:

1. Clone 224 arranjo 3,0 x 3,0m;
2. Clone 100 arranjo 3,0 x 3,0m;
3. Clone 224 arranjo 6,0 x 1,5m;
4. Clone 100 arranjo 6,0 x 1,5m;
5. Clone 58 arranjo 3,0 x 3,0m;
6. Clone 58 arranjo 6,0 x 1,5m.

4.1.4 Densidade básica da madeira:

A madeira por ser anisotrópica apresenta muita heterogeneidade no que tange às suas propriedades físicas e mecânicas. Segundo TRUGILHO et. Al. (1996), a alta densidade básica associada a um bom teor de lignina está entre as principais características responsáveis pela qualidade e rendimento do carvão vegetal. Já MACHADO et al. (2010), a consideram o principal indicador de qualidade para produção de carvão seja na indústria de ferro gusa ou na de ligas especiais. De acordo com FOREST PRODUCTS LABORATORY (1974), os resultados expressos na tabela apontam para uma classificação “moderadamente pesada”. Contudo se considerarmos o intervalo de variação da densidade básica da madeira de *Eucalyptus* proposto por SILVA (2001), entre 0,40g/cm³ (para as mais leves) e 1,2g/cm³ (bastante pesadas) a classificação cai portanto para “leve”. Segundo RESENDE e ASSIS (2009) a densidade básica média para *Eucalyptus camaldulensis* é de 063 Kg/cm³, para *Eucalyptus urophylla* 0,56g/cm³ e *Eucalyptus grandis* 0,49 kg/m³. O clone 58 selecionado numa população seminal procedência Pettford deveria atingir valores

superiores aos clones 100 e 224 conhecidamente híbridos naturais de espécies que, portanto apresentam densidades básicas inferiores. Segundo o setor de planejamento da VS, vários outros clones selecionados na mesma população do clone 58, tais como o clone 6 e 7 da Votorantim Siderurgia apresentam densidades superiores a $0,61 \text{ g/cm}^3$ conforme análises realizadas no laboratório de painéis e energia da madeira da UFV. Isso sugere que há uma alta variação intra-específica nessa população originária da importação de sementes selvagens da Austrália. Observa-se também que a seleção dos clones 100 e 224 permitiu um ganho em densidade básica da madeira em relação à média das espécies que os originaram. Deve-se considerar que a amostragem se deu aos 4,5 anos de idade e que a densidade, segundo vários autores, varia com o passar do tempo. Entretanto resultados de análises realizadas a pedido da VS na UFV para os clones em questão, apresentaram médias muito parecidas com as encontradas nesse trabalho, sendo $0,45 \text{ g/cm}^3$ para o clone 100, $0,44 \text{ g/cm}^3$ para o clone 58 e $0,43 \text{ g/cm}^3$ para o clone 224. Conforme tabela 15 os clones 224 e 58 apresentaram médias ligeiramente maiores no arranjo espacial $6,0 \times 1,5 \text{ m}$ diferentemente do 100 que apresentou diferença considerável a maior no arranjo $3,0 \times 3,0 \text{ m}$. Além da densidade básica a produtividade em massa seca segundo TRUGILHO et al. (2001), deve ser considerada por estar intrinsecamente relacionada com a produção de carvão vegetal. Segundo BRITO et al. (1983) citado por CASTRO (2011), deve-se utilizar para carbonização madeira de *Eucalyptus* que apresentem densidade básica média, correspondente a pelo menos $0,54 \text{ g/cm}^3$, o que resulta em carvão com maiores densidades e resistência mecânica. Ainda Castro (2011), encontrou densidade acima desse valor para o clone 100 somente aos sete anos, sendo para 04 anos encontrado o valor aproximado de $0,45 \text{ g/cm}^3$ tal qual encontrado neste presente trabalho.

Observa-se a obtenção de uma maior densidade para o clone 100 nos dois arranjos espaciais, BRITO E BARRICHELLO (1980), encontraram uma alta correlação entre densidade básica da madeira e densidade aparente do carvão, tal qual encontrada neste trabalho e sendo extremamente importante para o uso siderúrgico.

Tabela 15 – Densidade básica da madeira dos três clones nos dois arranjos espaciais estudados.

Arranjo Espacial	Repetição (árvore)	Densidade básica da madeira (g/cm ³)		
		58	100	224
6X1,5m	1	0,44	0,46	0,45
	2	0,43	0,49	0,46
	3	0,44	0,46	0,45
	4	0,41	0,50	0,48
	5	0,45	0,44	0,43
	Média(CV)	0,43 (3,5)	0,47(5,2)	0,45 (4,0)
3X3m	1	0,43	0,55	0,46
	2	0,42	0,55	0,46
	3	0,42	0,52	0,42
	4	0,42	0,46	0,45
	5	0,43	0,47	0,42
	Média(CV)	0,42 (1,3)	0,51 (8,4)	0,44 (4,6)

4.1.5 Rendimento Gravimétrico:

É definido como sendo o rendimento em carvão ao final da carbonização considerando a madeira que o originou como referencial para realização do cálculo. Segundo (OLIVEIRA, 1988), possui correlações positivas com a densidade da madeira e com o teor de lignina total, ainda segundo o autor a temperatura máxima média e a taxa de aquecimento influenciam sobremaneira esse indicador. As análises dos mesmos materiais genéticos no laboratório da UFV mostraram valores abaixo dos encontrados neste trabalho, sendo: 34,69% para clone 100, 33,98% para o clone 58 e 37,03% para o clone 224 mantendo-se a tendência encontrada de maiores valores para os materiais genéticos 100 e 224. O rendimento gravimétrico independe do arranjo espacial, não havendo diferenças significativas. Os dois melhores clones para esse indicador são os clones 100 e 224. Os valores encontrados por TRUGILHO et al. (2001), foram 36,83% para clones de *Eucalyptus grandis* e 38,33 % para materiais genéticos originados de *Eucalyptus saligna*, sendo este último valor muito próximo dos encontrados neste presente trabalho para a variável em questão. Com o aumento da idade PEREIRA (2011), encontrou valores menores para rendimento gravimétrico e SANTOS (2010), encontrou valores médios que variaram entre 28,27% a 30,21% analisando carvão vegetal de madeira de clones colhidos aos sete anos. Já CASTRO (2011), não encontrou influência da idade no rendimento gravimétrico sendo que seus valores variaram de 32,98% a 34,96%, e BOTREL et al. (2007), trabalhando com clones híbridos de *Eucalyptus spp* encontraram rendimento gravimétrico em carvão de 35,03 %, ambos também inferiores aos encontrados nesse presente trabalho. Observa-se na tabela 17 gerada após análise de variância que neste

trabalho o rendimento gravimétrico independe do arranjo espacial, não havendo diferenças significativas.

Tabela 16 – Dados de rendimento gravimétrico para os três clones nos dois arranjos espaciais estudados.

Arranjo Espacial	Repetição (árvore)	Rendimento Gravimétrico (%)		
		58	100	224
6X1,5m	1	38,82	39,28	36,49
	2	39,79	38,22	40,98
	3	38,12	39,04	41,55
	4	37,69	37,92	41,06
	5	39,89	39,10	40,48
	Média(CV)	38,86 (2,5)	38,71 (1,5)	40,11 (5,0)
3X3m	1	37,50	39,41	39,72
	2	38,00	39,33	40,69
	3	38,39	38,58	38,91
	4	38,39	39,04	39,29
	5	37,96	38,16	38,82
	Média(CV)	38,05 (0,9)	38,9 (1,3)	39,49 (1,9)

Tabela 17 – Médias de rendimento gravimétrico (%)

Clone	6,0 x 1,5	3,0 x 3,0	Média
58	38,8608	38,0456	38.4532 a
224	40,1122	39,4841	39.7982 b
100	38,7111	38,9049	38.8080 ab
Média	39,2280	38,8115	39,0198

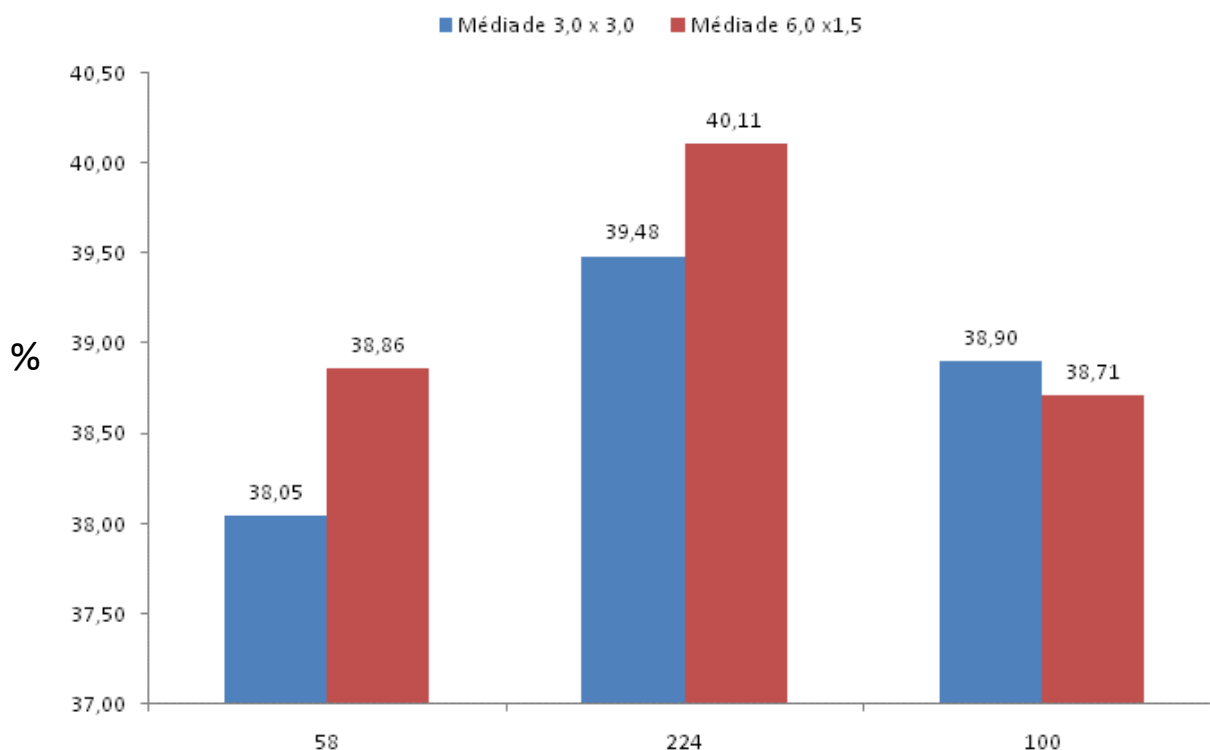


Figura 22 – Médias de Rendimento Gravimétrico (%) dos três clones nos dois arranjos espaciais.

4.1.6 Densidade aparente:

A análise de variância ANOVA, tabela 19, mostra um efeito não significativo para densidade aparente, portanto não foi observado efeito do arranjo espacial para essa variável neste estudo. Neste trabalho as amostras foram coletadas aos 4,5 anos de idade podendo apresentar diferenças em idades mais avançadas. Ao trabalhar com *E. benthamii* e *E. urophylla* aos 3, 5 e 7 anos de idade PEREIRA (2011) encontrou efeito significativo em densidade aparente do carvão para a espécie *E. benthamii* aos 07 anos sendo esta maior tal qual o aumento proporcional da densidade da madeira que o originou. Já para *e. urophylla* o autor também encontrou diferença significativa para essa variável, contudo maior aos 05 anos de idade em relação aos 07 anos contrariando assim sua expectativa. Seus resultados para *e. urophylla* apontam uma densidade aparente média aos 5 anos de 0,33 g/cm³, exatamente a encontrada neste trabalho para o clone 100 e próxima à do 224 de 0,30 g/cm³. Os dados deste trabalho também estão de acordo com os encontrados por CASTRO (2011) e SANTOS (2010), que obtiveram densidade aparente de clones, entre eles o 100, variando de 0,26 g/cm³ a 0,35 g/cm³. Os valores encontrados neste trabalho diferem do de alguns autores dentre eles TRUGILHO et. al. (2001), que ao trabalharem com clones de eucalipto aos sete anos de idade apresentaram densidade aparente variando entre 0,50 e 0,55

g/cm³. Segundo CASTRO (2011), essa variável é influenciada não só pela madeira que deu origem ao carvão como também pelo tempo e temperatura final de carbonização.

Tabela 18 – Densidade aparente do carvão produzido.

Arranjo Espacial	Repetição (árvore)	Densidade aparente do carvão (g/cm ³)		
		58	100	224
6,0 X 1,5m	1	0,32	0,32	0,27
	2	0,33	0,33	0,28
	3	0,33	0,35	0,30
	4	0,34	0,36	0,27
	5	0,33	0,31	0,26
	Média(CV)		0,33 (2,5)	0,33(5,1)
3,0 X 3,0m	1	0,25	0,33	0,30
	2	0,27	0,32	0,29
	3	0,32	0,34	0,25
	4	0,28	0,32	0,31
	5	0,32	0,32	0,33
	Média(CV)		0,28(10,9)	0,33(3,1)

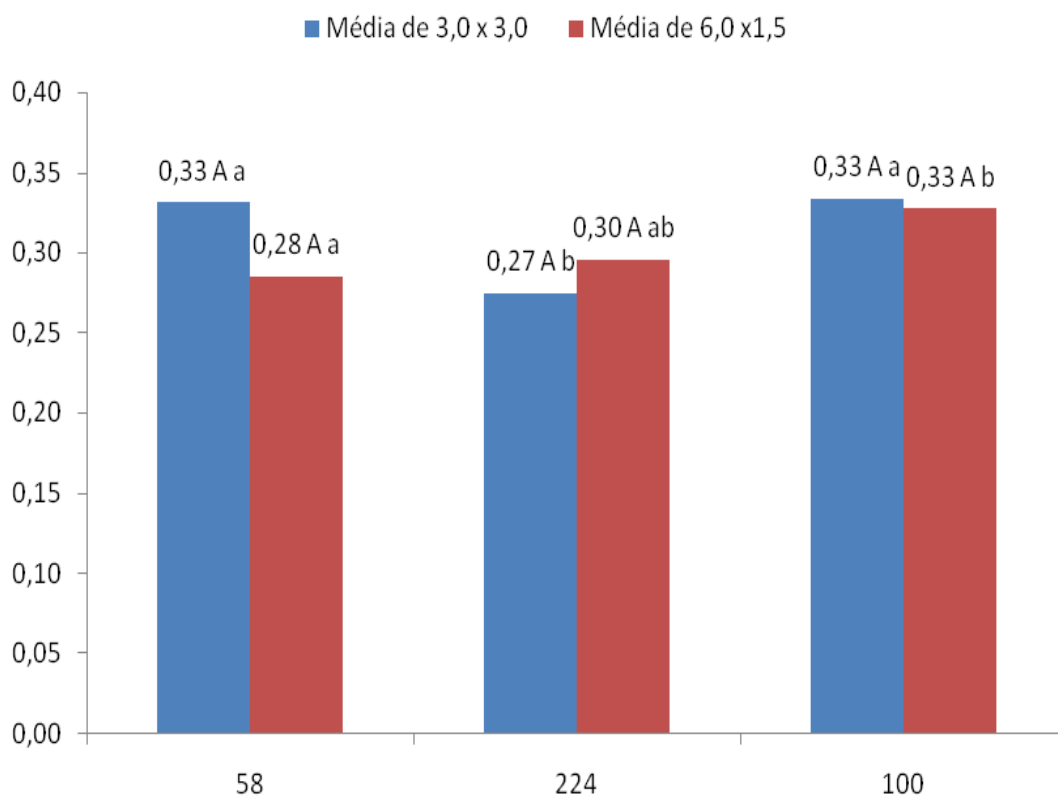


Figura 23 – Médias de Densidade Aparente (Da) para os três clones nos dois arranjos espaciais.

Tabela 19 – Análise de variância para $Y = m + \text{Clone}(C) + \text{Arranjo espacial}(AE) + C \times AE + \text{Erro}$

FV	GL	Rendimento gravimétrico				Densidade aparente			
		SQ	QM	F	p	SQ	QM	F	p
Intercept	1	45676,2902	45676,2902	41804,9573	0,0000	2,842615	2,842615	6294,8922	0,0000
Clone	2	9,7176	4,8588	4,4470	0,0228	0,010499	0,005250	11,6250	0,0003
ESP	1	1,3012	1,3012	1,1909	0,2860	0,000840	0,000840	1,8597	0,1853
Clone*AE	2	1,4406	0,7203	0,6593	0,5263	0,005701	0,002850	6,3119	0,0063
AE/058	1					0,005354	0,005354	11,8559	0,0021
AE/100	1					0,000100	0,000100	0,2210	0,6425
AE/224	1					0,001087	0,001087	2,4066	0,1339
CLO/6015	2					0,011249	0,005624	12,4549	0,0002
CLO/3030	2					0,004951	0,002476	5,4821	0,0109
Error	24					0,010838	0,000452		
Total	29	38,6819				0,027877			

Tabela 20 – Médias de densidade aparente.

Clone	6,0 x1,5	3,0 x 3,0	Média
58	0.3311 A a	0.2848 A a	0,3080
224	0.2744 A b	0.2953 A ab	0,2848
100	0.3338 A a	0.3275 A a	0,3307
Média	0,3131	0,3025	0,3078

Mesmas letras maiúsculas em cada linha indicam igualdade entre as médias estimadas para cada arranjo espacial, pelo teste F ($p > 0,05$). Mesmas letras minúsculas em cada coluna indicam igualdade entre médias estimadas para cada clone, pelo teste Tukey ($p > 0,05$).

4.1.7 Importância para a siderurgia.

A avaliação dos rendimentos obtidos na carbonização dos diferentes materiais genéticos disponíveis nas organizações florestais é de extrema importância uma vez que podem imprimir maior competitividade ao setor siderúrgico. GUIMARÃES et al. (1983), mostraram a importância da utilização de madeira mais densa que acarretou uma menor percentagem de finos (abaixo de 10mm) no carvão. Mas a principal vantagem do carvão mais denso reside na redução do consumo no alto forno siderúrgico. OLIVEIRA et al. (1986), testando o efeito de carvão de densidades diferentes (0,205 e 0,250 g/cm³) em altos-fornos encontraram uma diferença de 11% no custo relativo do carvão / tonelada de gusa produzida. Já BRAGA et al. (1989), encontraram uma diferença a menor para o mais denso de 12,5% de consumo específico em alto forno ao se comparar a utilização de dois tipos de carvão com diferença de 8% na densidade a granel depois do peneiramento. O preço do carvão vegetal, devido á crescente demanda, tem se tornado oneroso para as indústrias siderúrgicas levando às áreas

florestais o desafio de se reduzir o custo através da utilização de materiais genéticos superiores que além de uma maior produção em volume de madeira, permitam a obtenção de carvão vegetal mais denso e com o maior rendimento gravimétrico possível.

Na tabela 21 observa-se um cálculo de densidade a granel do carvão para os três materiais genéticos nos dois arranjos espaciais evidenciando a maior densidade para o clone 100, valendo ressaltar, contudo que a produtividade em volume de madeira é maior para o clone 224.

Tabela 21 – Potencial de produção de madeira e carvão aos 04 anos de idade para os clones nos dois arranjos espaciais estudados.

Arranjo espacial		Madeira			Carvão			
		IMA	Db	IMA	RG	IMA	Da	DG
Clone		(m ³ /ha/ano)	(Kg/m ³)	(t/ha/ano)	(%)	(tdc/ha/ano)	(g/cm ³)	Kg/MDC
3,0 X 3,0 m	58	20,05	420	8,4	38	3,19	0,28	172,37
	100	38,58	510	19,6	39	7,64	0,33	210,62
	224	39,48	440	17,3	39	6,75	0,30	180,87
6,0 x 1,5m	58	17,26	430	7,4	39	2,89	0,33	176,62
	100	26,62	470	12,5	39	4,88	0,33	193,62
	224	27,3	450	12,3	40	4,91	0,27	185,12

Na tabela 22 observa-se um custo no gusa do carvão produzido com cada um dos materiais genéticos nos dois arranjos espaciais. O clone 100 apresenta um custo bem inferior aos clones 58 e 224, considerando um preço de carvão uniforme de R\$100,00/m³ independente da densidade a granel.

Tabela 22 – Cálculo de participação do custo do carvão na tonelada de gusa produzida com cada um dos clones nos dois arranjos espaciais estudados.

Arranjo espacial		CARVÃO						
		Db	DG	C. F	Cons.CF/	Cons.	Preço carvão	Custo no
Clone		(Kg/m ³)		(%)	ton gusa	(m ³ /ton gusa)	(R\$)	gusa (R\$)
3,0 X 3,0 m	58	420	172,00	73		3,42		342,47
	100	510	210,00	73	430 Kg	2,80	100	280,50
	224	440	180,00	73		3,27		327,25
6,0 x 1,5m	58	430	176	73,0		3,35		334,68
	100	470	193	73,0	430Kg	3,05	100	305,20
	224	450	185	73,0		3,18		318,40

Na figura 24 mostra-se a diferença do custo de carbono fixo na tonelada de gusa ente os materiais genéticos nos dois arranjos espaciais nas duas rotações técnicas. Para esse cálculo considerou-se um teor de carbono fixo médio de 73% para todos os clones nos dois arranjos espaciais e também custo para formação de florestas no primeiro e segundo cortes, aos 6 e doze anos, para os três clones nos dois arranjos espaciais. O Clone 100 no arranjo espacial 3,0 X 3,0 m apresenta o menor custo nas duas rotações consideradas.

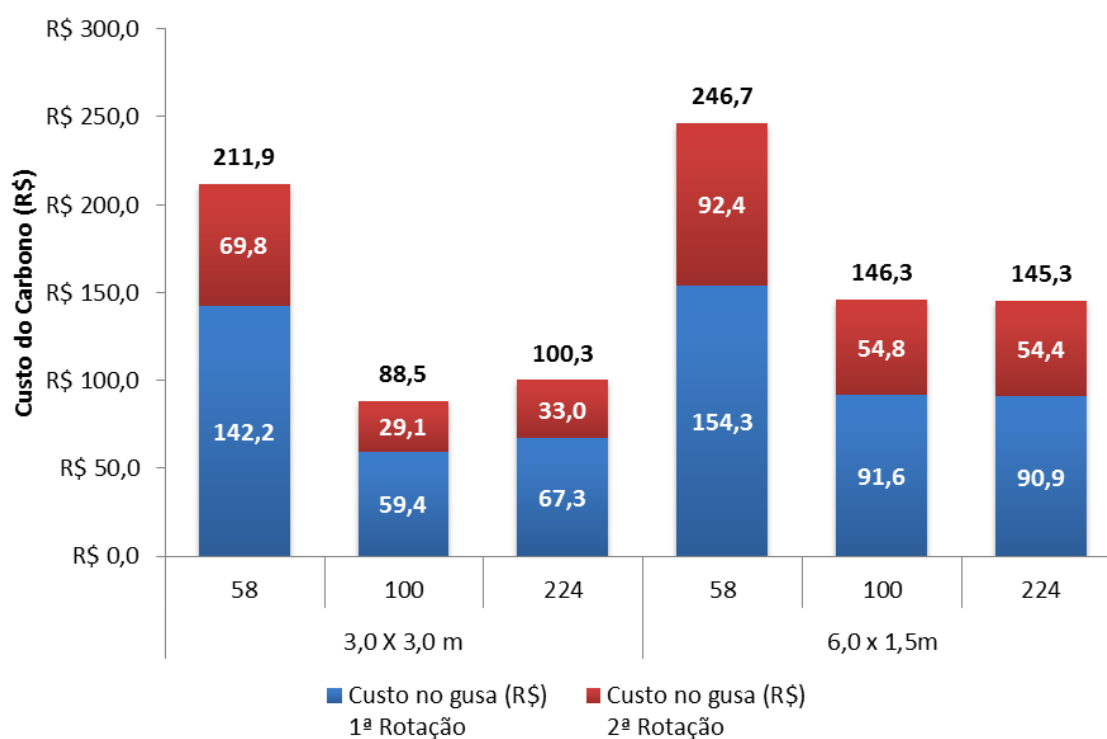


Figura 24 – Custo de carbono fixo por tonelada de gusa produzida com cada um dos materiais genéticos nos dois arranjos espaciais.

IMA Vol. (incremento médio anual encontrado na prognose); Db (Densidade básica da madeira); IMA tdc/ha/ano (Tonelada de madeira por hectare por ano); RG (rendimento gravimétrico %); IMA carvão (Tonelada de carvão por hectare por ano); Da (Densidade aparente); DG (Densidade a granel).

A densidade a granel do carvão foi calculada a partir da equação de regressão proposta por FONSECA et al.,(2010). $Y = 0,425x - 6,132$ $R^2 = 0,995$ onde y = peso a granel do carvão e x = densidade básica da madeira.

Observa-se no gráfico que ao se considerar o custo de exaustão de carbono fixo produzido por hectare o clone 100 apresenta o menor custo no arranjo 3,0 X3,0 m e geral, o clone 224 apresenta o menor custo de carbono fixo no arranjo 6,0 X1,5 m e o clone 58 o maior custo nos dois arranjos espaciais estudados.

5 CONCLUSÕES

A hipótese formulada para os indicadores econômicos TIR e VPL foi rejeitada, uma vez que houve diferenças consideráveis entre os dois arranjos espaciais estudados para os três materiais genéticos.

A hipótese formulada para o carvão vegetal produzido também foi rejeitada uma vez que não houve influência do arranjo espacial para os indicadores Rendimento gravimétrico (RG) e densidade aparente (DA).

6 RECOMENDAÇÕES

Recomenda-se a realização de novas avaliações econômicas e das características do carvão a ser produzido na idade de corte (6 anos);

Poder-se-á avaliar outras características do carvão na idade de corte tais como materiais voláteis, cinzas, carbono fixo para melhor avaliação da interação clone x arranjo espacial.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

- 1) Dos materiais genéticos estudados, o clone 100 é o mais indicado para ser plantado na fazenda Santa Rita, município de João Pinheiro, se o objetivo for carvão vegetal para siderurgia.
- 2) Se o objetivo for o venda de madeira em pé o clone mais indicado é o 224, pois apresenta maior produtividade nos dois arranjos espaciais estudados.
- 3) O arranjo espacial 3,0 X 3,0 m propiciou maior produtividade em relação ao 6,0 X 1,5 m para os três materiais genéticos estudados.
- 4) O arranjo 3,0 X 3,0 m apresentou custo maior de implantação florestal devido ao maior número de linhas de plantio a serem preparadas por hectare.
- 5) O arranjo 6X1,5m permitiu intensa entrada de luz solar ocasionando um maior desenvolvimento do sub-bosque com regeneração de cerrado e de *Brachiaria* exigindo assim um número muito maior de intervenções com aplicações de herbicidas para controle da mato competição onerando muito os custos de manutenção florestal;
- 6) A maior viabilidade econômica foi estabelecida no arranjo 3,0 X 3,0 m com o clone 224;
- 7) O clone 58 apresentou produtividades nos dois arranjos que ocasionaram TIR (Taxas Internas de Retorno) inferiores à taxa de atratividade (10%);
- 8) Recomenda-se não utilizar o clone 58 para sites com condições edafoclimáticas semelhantes às da Fazenda Santa Rita.
- 9) Os rendimentos gravimétricos e a densidade aparente do carvão vegetal obtido na carbonização da madeira de todos os materiais genéticos independem do arranjo espacial.
- 10) Para arranjo espacial 6,0 x 1,5, a densidade aparente do clone 58 difere da DA dos clones 100 e 224.
- 11) Os clones 100 e 224 apresentam melhor rendimento gravimétrico do que o clone 58 independentemente do arranjo espacial utilizado;
- 12) O clone 100 apresenta carvão com maior densidade aparente (DA) independente do arranjo espacial, como já se esperava em função da maior densidade de sua madeira nos dois arranjos espaciais .

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAF, **Anuário Estatístico da ABRAF 2011**. ano base 2010/ABRAF – Brasília 2011.
- AMS, **Anuário Estatístico da Associação Mineira de Silvicultura**. 2010, ano base 2009. Belo Horizonte: AMS. 2010.
- ASSMANN, E., **The principles of forest yield study**. New York: Pergamon Press, 1970 506p.
- ASSIS, R.L. de; FERREIRA, M.M., MORAIS, E.J. de; FERNANDES, L.A. **Produção de biomassa de Eucalyptusurophylla S.T. Blake sob diferentes espaçamentos na região de cerrado de Minas Gerais**. Revista Árvore, Viçosa, v. 23, n.2, p151-156, 1999.
- BERGER, R., SCHNEIDER, P.R., FINGER, C.A.G., HASELEIN, C.R. **Efeitodo espaçamento e da adubação no crescimento de um clone de Eucalyptussaligna Smith**. Ciência Florestal, Santa Maria, v.12, n.2, p 75-87, 2002.
- BERNARDO, A,L, et al. **Effect os spacing on growth and biomass distribution in Eucalyptuscamadulensis, E. pellita and urophylla plantations in southeastern Brazil**. Forest Ecologyand Management, v.104, n 1-3, p.1-13, 1998.
- BERNARDO, A.L. **Crescimento, produção de biomassa e eficiência nutricional de três espécies de Eucalyptus spp sob diferentes densidades populacionais na região de cerrado de Minas Gerais**. Viçosa, 1995. 88p. Tese (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
- BOTELHO, S.A. **Espaçamento**. In: SSOLFORO, J.R.S. Manejo florestal. Lavras: UFLA/FAEPE, 1998.
- BOTREL, Maria Carolina Gaspar; TRUGILHO, Paulo Fernando; ROSADO, Sebastião Carlos da Silva and SILVA, José Reinaldo Moreira da. **Melhoramento genético das propriedades do carvão vegetal de Eucalyptus**. Rev. Árvore [online]. 2007, vol.31, n.3
- BRAGA, R.N.B.; SOUZA, I.A.; SOUZA C.P.; SILVA M.A.M. **Efeito da densidade do carvão vegetal na operação do alto-forno 1 da CSBM, em Monlevade - Contribuição técnica ao XLIV Congresso Anual da ABM (Associação Brasileira de Metalurgia)- São Paulo**. Setembro 1989.
- BRASIL, Ministério da Agricultura e da reforma Agrária. **Departamento nacional de meteorologia**. Normas Climatológicas : 1961-1990. Brasília, DF, 1992. 84 p.
- BRITO, J.O.; BARRICHELO, L.E.G.; MIGLIORINI, A.J.; MORA, A.L.; SILVA,M.G.da **Avaliação do potencial de algumas espécies de Eucalyptus Boletim Informativo IPEF**, Piracicaba, v.8, n.26, p.49-53, 1980.

- BRITO, J.O.; BARRICHELO, L.E.G.; MIGLIORINI, A.J.; SEIXAS, F.; MURAMOTO, M.C. **Análise na produção energética e de carvão vegetal de espécies de Eucalipto**. IPEF, Piracicaba, n.23, p.53-56, 1983
- CAMPOS, J. C. C.; LEITE, H. G. **Mensuração florestal: perguntas e respostas**. 2.ed. Viçosa, MG: UFV, 2006. 407p.
- CASTRO, A. F.N.M. **Efeito da idade e de materiais genéticos de Eucalyptus sp.** Na madeira e carvão vegetal. Viçosa, UFV, 2011.86 pg. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 2011.
- DAVIS, K.P. **Forest management: regulation and valuation**. 2. Ed. New York, McGraw-Hill, 1966. 519p.
- FAO- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **State of the world's forests 2011**. Roma: FAO, 2011.
- FAO. **Métodos simples para fabricar carbón vegetal**. Roma, 1983. 154 p. (Estudio FAO: Montes,41).1983
- FARO, C. de. **Elementos de engenharia econômica**. 3. Ed. São Paulo: Atlas, 1979. 328 p.
- FERREIRA, T.C. **Análise econômica de plantios de eucalipto para a produção de celulose**. Lavras, UFLA, 2001 109 p.Dissertação (Mestrado) UFLA.
- FONSECA, S. M.; **Manual Prático de Melhoramento Genético do Eucalipto**. – Viçosa, MG, Ed. UFV, DFP. 2010.
- FOREST PRODUCTS LABORATORY. Washington - Wood handbook. 1974. 528p.
- GONÇALVES, J.L.M.; STAPE, J.L.; LACLAU, J.P.; SMETHURST, P.; GAVA, J.L. **Silvicultural effects Con the productivity and wood quality of eucalypt plantations**. Forest ecology and Management, Amsterdam, v.193, p 45-61, 2004.
- GUIMARÃES, D. P. **Avaliação Silvicultural, Dendrométrica e tecnológica de espécies de eucaliptos**. Boletim de pesquisa nº20. EMBRAPA, Planaltina, DF, Junho, 1983.
- HESS, G.; MARQUES, J.L.M.; PAES, L.C.M.R.; PUCCINI, A.L. **Engenharia econômica**. São Paulo: DIFEL, , 1985. 265p.
- IMAÑA, CHRISTIAN RAINIER, **A tributação na produção do carvão vegetal e do ferro gusa**. 2011. xviii, 96p., 210x297mm (EFL/FT/UnB, Mestre, Engenharia Floresta, 2011). Dissertação de mestrado – Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia Florestal.
- INFORME AGROPECUÁRIO, EPAMIG, Belo Horizonte, v.29, n.242, jan/fev. 2008.
- LEITE H.G.; NOGUEIRA, G.S.; MOREIRA, A.M. **Efeito do espaçamento e da idade sobre variáveis de povoamento de Pinus Taeda L**. Revista Árvore, v.30, n.4, p.603-612,2006.

- LIMA Jr., V. B.; REZENDE, J. L. P.; SILVA, M. L. **Os estágios de produção e a idade ótima de corte: diferença entre a teoria da produção instantânea e a preferência temporal na produção florestal.** Revista *Árvore*, v. 23, n. 4, p. 393-401, 1999.
- LIMA JÚNIOR, V.B. **Determinação da taxa de desconto para uso na avaliação de projetos de investimentos florestais.** 1995. 90p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1995.
- MACHADO M.A.A.C. **Minas, estado florestal.** *Silvicultura*, São Paulo, n. 61, pg 39-40, maio/jun,1995.
- NOGUEIRA, G.S. et al. **Influência do espaçamento inicial sobre a forma do fuste de árvores de Pinus Taeda L.** Revista *Árvore*, v.32, n.5, p.855—860,2008.
- OLIVEIRA T.K.; de. **Sistema Agrossilvipastoril com eucalipto e branquiárias sob diferentes arranjos estruturais em área de Cerrado.** Lavras: UFLA, 2005. 150p. (Tese – Doutorado).
- OLIVEIRA, C.A.; Filho W.S.; GOMES G.P.; JUVILLAR B. J.- **A densidade da madeira de Eucalyptus e seus efeitos na produção de gusa a carvão vegetal-Contribuição técnica ao XLI Congresso Anual da ABM (Associação Brasileira de Metalurgia)-Vol.1- 1986.**
- OLIVEIRA, E. de. 1988 **Correlação entre parâmetros de qualidade da madeira e de carvão de E. grandis (V.Hill ex. Maden) Viçosa Minas Gerais UFV.** 47 p. Tese mestrado.
- PATIÑO-VALERA, F. **Variación genética em progênies de Eucalyptus saligna Smith e sua interação com espaçamento.** Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1986. 192 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1986.
- PAULA, R.R.M. **Avaliação silvicultural de Eucalipto em monocultivo e em sistema agroflorestal com diferentes arranjos espaciais.** 2011.
- PEREIRA, B.C.S. **Propriedades da madeira e do carvão vegetal de Eucalyptus sp. em função da idade de corte.** 2011, 40 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal)- Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2011.
- REZENDE, J. L. P.; OLIVEIRA, A. D. **Avaliação de projetos florestais.** Viçosa, MG: UFV, Imprensa Universitária, 1993. 47 p.
- REZENDE, J.L.P. ; OLIVEIRA, A. D. **Análise econômica e social de projetos florestais,** 2ª ed-Viçosa: UFV, 2001.
- REZENDE, J.L.P.; PEREIRA, A.R.; OLIVEIRA, A.D. **Espaçamento ótimo para produção de madeira.** Revista *Árvore*, Viçosa, v.7, n.1, p.30-43
- RODRIGUEZ, L.C.E.; BUENO, A.R.S; RODRIGUES. F. **Rotações de eucaliptos mais**

longas: análise volumétrica e econômica. Scientia Florestalis, Piracicaba, n.51, p.15-28, jun. 1997.

SANTOS, R.C. **Parâmetros de qualidade da madeira e do carvão vegetal de clones de Eucalipto-** Lavras: UFLA, 2010.

SCOLFORO, J. S. R. **Modelagem do crescimento e da produção de florestas plantadas e nativas.** UFLA/FAEPE, Lavras, p. 451, 1998.

SILVA, J.C. **Caracterização da madeira de Eucalyptus grandis HILL ex.MAIDEN, de diversas idades, visando a sua utilização na indústria moveleira.**2001.160f. Tese doutorado em Ciência Florestal- Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

SILVA, M.L.; JACOVINE, L.A.G.;VALVERDE,S.R. **Economia Florestal** 2.ed.-Viçosa: UFV,2005.

SMITH, E. B. S. **Determinação da rotação econômica para Eucalyptus grandis (W. Hill ex Maiden) destinados à produção de carvão vegetal.** 1989. 69 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1989.

SMITH, W.D.; STRUB, M.R. **Initial spacing: how many trees to plant.** In: DURYE, M.L.; DOUGHERTY, P.M.; (eds.) Forest regeneration manual. Hetherlands: Kluwer Academic Publishers, 1991. 281-289.

STAPE, J.L. **Utilização de delineamento sistemático tipo “leque” no estudo de espaçamentos florestais.** 1995

STAPE, J.L. **Pesquisa busca maior retorno das áreas de reflorestamento.** Disponível em: <<http://www.ipef.br/servicos/clipping/007-2003.html>>. Acesso em: 10 de novembro 2011.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. **The water balance. Publications in Climatology.** New Jersey: Drexel Institute of Technology, 104p. 1955.

TRUGILHO, P.F.; LIMA, J. T.; MENDES, L.M. **Influência da idade nas características físico-químicas e anatômicas da madeira de Eucalyptus saligna.**Revista Cerne, Lavras, V.2, n.1, p 94-111, 1996.

TRUGILHO, P.F.; LIMA, J.T.; MORI, F.A; LINO, A.L. **Avaliação de clones de Eucalyptus para produção de carvão vegetal.** Cerne, Lavras, v.7, n.2, p.104-114, 2001.

VITAL, B.R. **Métodos de determinação da densidade da madeira.** Viçosa: Sociedade de Investigações Florestais, 1984. 21 p. (Boletim técnico, 1).