



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

PECCA

FELIPE MAZURKI PERUCIO

Análise econômica da adubação e calagem do *Pinus taeda* na região de Arapoti –
Paraná – Brasil.

CURITIBA
2015



FELIPE MAZURKI PERUCIO

PECCA

Análise econômica da adubação e calagem do *Pinus taeda* na região de Arapoti – Paraná – Brasil.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no Curso de Pós Graduação em Gestão Florestal da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do grau de Gestor Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Carlos Vargas Motta.

CURITIBA
2015

RESUMO

A adubação e calagem não é uma prática usual para pinus no Brasil, dada à ausência de informações precisas sobre resposta na produtividade e economicidade. O objetivo do presente estudo foi avaliar a razão do benefício x custo da adubação e calagem em *Pinus taeda* com baixo crescimento em solo de baixa fertilidade. Em novembro de 2008 foi instalado experimento no município de Arapoti -PR, um talhão de *Pinus taeda* com oito anos de idade. Sete tratamentos foram utilizados seguindo a técnica de diagnose por subtração: 1. Completo: macro [N, P e K] + micro [B, Cu e Zn] + calagem [Ca e Mg]; 2. Menos macro; 3. Menos micro; 4. Menos K; 5. Menos Zn; 6. Menos calcário; 7. Testemunha. Em novembro de 2014, fez-se o corte e medições para obtenção das variáveis de produtividade e foi calculado o valor monetário da produção obtida e o lucro líquido. No geral, a adubação propiciou aumento na altura de fuste e não alterando o DAP. Aumento expressivo do volume comercial e no número de árvores com maior diâmetro (sortimento) foi obtido com adubação. Maior volume comercial foi obtido no tratamento menos calagem (216,2 m³ ha). Os resultados indicam que a relação do custo x benefício do uso da adubação foi *negativa* tendo como base VPL e TIR. Pinus adulto crescendo em solo pobre e com baixo crescimento pode responder positivamente a adubação e apresentar retorno econômico.

Palavras-chave: *Pinus taeda*, DAP, adubação, análise econômica

Lista de tabelas

Tabela 1. Efeito da aplicação de fertilizantes e corretivos em <i>Pinus</i> spp., diferentes condições.....	11
Tabela 2. Efeito da aplicação de resíduos orgânicos em <i>Pinus</i> ssp.....	12
Tabela 3. Demonstrativo dos tratamentos aplicados em <i>P. taeda</i> em setes áreas experimentais da região de Arapoti – Paraná.....	16
Tabela 4. Análise química do solo do talhão do talhão de <i>Pinus taeda</i> utilizado no experimento de diagnose por subtração em Arapoti – PR.....	17
Tabela 5. Classificação da cor do solos pela carta de cores de Munsell.....	17
Tabela 6. Preços e quantidades dos insumos utilizados nos tratamentos do experimento de adubação e calagem de <i>Pinus taeda</i> no experimento de diagnose por subtração em Arapoti - PR.....	19
Tabela 7. Efeito da aplicação dos adubos e corretivos na produtividade em plantio de <i>Pinus taeda</i> L. em Arapoti - PR.....	21
Tabela 8. Valores da relação Benefício x Custo dos tratamentos.....	28

Lista de Figuras

Figura 1. Croqui da área experimental, cada célula corresponde à um grupo de 2 x 2 árvores de <i>Pinus taeda</i> L.....	16
Figura 2. Esquema de retirada dos discos e das amostras de tronco de <i>Pinus taeda</i> L. Fonte: Bellote e Silva, 2000 (adaptado).	18
Figura 3. Distribuição das classes de diâmetro e altura sobre <i>Pinus taeda</i> , após 7 anos do uso de adubo e calcário, em Arapoti - PR.....	22
Figura 4. Volume comercial em metros cúbicos por hectare para os tratamentos estudados sobre <i>Pinus taeda</i> , após 7 anos do uso de adubo e calcário, em Arapoti - PR.....	23
Figura 5. Lucro líquido por hectare sobre <i>Pinus taeda</i> , após 7 anos do uso de adubo e calcário, em Arapoti – PR.	25
Figura 6. Porcentagem de sortimento por tratamento sobre <i>Pinus taeda</i> , após 7 anos do uso de adubo e calcário, em Arapoti – PR.	26
Figura 7. Comparativo entre VPL e TIR para os tratamentos sobre <i>Pinus taeda</i> , após 7 anos do uso de adubo e calcário, em Arapoti – PR.	27

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2. OBJETIVOS	14
2.1 OBJETIVO GERAL.....	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	15
3.1 ÁREA DE ESTUDO	15
3.2 METODOLOGIA UTILIZADA.....	15
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
5 CONCLUSÕES	29
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30

1 INTRODUÇÃO

As florestas plantadas vêm crescendo em área e ganhando cada vez mais importância, tanto do ponto de vista ecológico como do industrial, pensando na matéria prima que abastece as grandes indústrias do setor. Estima-se que atualmente no território nacional estão plantados 7,7 milhões de hectares em florestas comerciais. A cultura do eucalipto detém a maior parte desta área com 72%, seguido do *Pinus spp* com 20,7% (1,57 milhões de hectares) e ainda outras árvores como acácia, teca e seringueira com 7,3%. A região Sul se destaca com 87% de toda a área plantada com *Pinus*, com destaque para o estado do Paraná com cerca 673 mil hectares, que possui mais de 40% da área total nacional (IBÁ, 2014).

O gênero *Pinus* reúne mais de 100 espécies, tendo como origem as regiões árticas e sub-árticas da Europa, Ásia, América do Norte e América Central, principalmente. No Brasil, os *Pinus* vêm sendo plantados há mais de um século, tendo sido, inicialmente, introduzidos para fins ornamentais. Somente a partir de 1950 é que teve início no país o plantio de *Pinus* em escala comercial, para produção de madeira para uso industrial. (Florestar, 2014).

Inicialmente, os plantios mais extensos foram estabelecidos nas Regiões Sul e Sudeste, com as espécies *P. taeda* para produção de matéria-prima para as indústrias de celulose e papel e *P. elliottii* para madeira serrada e extração de resina. Era uma época em que o abastecimento de madeira para diversas finalidades era suprido com a exploração do pinheiro brasileiro, a *Araucaria angustifolia*.

Outras espécies, como o *Pinus caribaea* e suas variedades, *Pinus patula* e *Pinus oocarpa*, relacionada a clima tropical tornou o cultivo viável em diversas regiões do Brasil, destacando-se também em Minas Gerais e Bahia (Florestar, 2014).

Em geral, as áreas escolhidas para o plantio de florestas *Pinus* são os sítios de pior qualidade, sendo normalmente de baixa fertilidade (elevada acidez e baixa disponibilidade de nutrientes). Apesar desta condição do solo a produtividades obtidas no Brasil, estão entre as maiores do mundo.

A elevada produtividade relativa a outros países induz a falta impressão de que todos os plantios no Brasil apresentam elevada produtividade. Mas, ao mesmo

tempo plantios comerciais de Pinus com baixa produtividade como 15 a 20 m³/ha.ano e muito longe do potencial produtivo, são bons quando comparado a outros países. Tal fato, deixa na zona de conforto aos técnicos e investidores, bem como a pesquisa por melhoria.

A elevada produção média do Brasil pode estar associada principalmente a questão do solo utilizado, ao clima e ao manejo. O manejo dos plantios do Pinus no Brasil é mais intensivo que os países onde o mesmo é nativo, como os países da América do Norte e Europa. Em muitos países a floresta tem a regeneração natural como principal forma de manejo. O clima subtropical ou temperado de altitude do sul do Brasil, não apresenta os extremos de temperatura de calor e frio, que limite o crescimento do Pinus. Ainda, a maioria da região sul apresenta precipitação elevada e regulamente distribuída, ou seja, sem déficit hídrico (Motta et al., 2014).

Os solos destinados ao plantio de *Pinus taeda* e *elliottii* no Sul do Brasil, embora pobres quimicamente, são em geral melhores que os encontrados no sudeste do EUA, local de origem de ambas as espécies. Muitas das áreas com Pinus no sul dos EUA, por exemplo, foram anteriormente utilizadas para o plantio de algodão no início do século XX, quando o uso de adubação e conservação eram fatores secundários. O plantio de Pinus ocorreu em áreas anteriormente ocupadas por vegetação de floresta subtropical e campo de subtropical de altitude no sul do Brasil, em geral, sem ou com baixo período de uso (Motta et al., 2014).

Em geral, os solos utilizados para Pinus, especialmente os mais pobres em termo químico, são profundos garantindo boa disponibilidade de água e nutrientes para exploração das raízes. É também incomum o plantio em áreas com acúmulo de água ou camadas de impedimento com plintita ou petroplintita, que limite o crescimento radicular (Motta et al., 2014).

Outro fator importante é que os solos onde foi plantado Pinus no sul do Brasil apresentam teores de matéria orgânica de médio a alto, o que determina um alto potencial de disponibilização de N e S. Tal fato é especialmente verdadeiro para solos em altitudes superiores ou iguais a 800 m. Em adição, mesmo em condição onde foi realizada a retirada de horizonte A, o Pinus não tem apresentado sintomas de carência de N desde que ocorra a manutenção da acícula na superfície do solo. Logo, é provável que possa estar ocorrendo acumulação e manutenção de N no sistema (Motta et al., 2014).

Os aspectos nutricionais do Pinus são contemplados como baixa exigência nutricional. No Brasil, é possível observar indivíduos destas espécies que estabelecem em cortes de estrada, sem penetração de raízes no horizonte A e que, apesar disto, mostram capacidade de sobrevivem e em alguns casos obtêm-se crescimento razoável.

A adaptabilidade das espécies de Pinus às condições de baixa disponibilidade de nutrientes, embora positiva sob um determinado ponto de vista, produziu uma expectativa que se mostrou negativa no sentido do manejo nutricional das plantações no Sul do Brasil, por ocasião de sua introdução nos anos 60. Ou seja, acreditava-se o Pinus não requeria adubação, e por isso desde sua introdução praticamente totalidade dos plantios de Pinus não vem recebendo adubo e corretivo, contrapondo ao que ocorre com eucalipto.

De um lado, plantas de Pinus que crescem em condições desfavoráveis (corte de estrada), como indicados anteriormente, sem apresentar sintomas aparentes de deficiência nutricional, a não ser pelo baixo crescimento. Planta com altura de dois metros e idade de 10 anos (Reissmann, C. B. dados não publicados), ou seja muito abaixo do padrão de normalidade dos plantios comerciais na mesma região. Tal fato indica que limitações de diferentes ordens podem levar a baixo crescimento do Pinus sem que ocorram sintomas claros de deficiência.

De outro lado, em alguns casos o Pinus tem apresentado sintomas nutricionais em suas acículas atreladas à baixo crescimento e morte das plantas (Chaves & Corrêa 2003), em plantio comerciais.

No estado do Paraná, mais especificamente no 2º Planalto Paranaense, os ambientes utilizados para o plantio do Pinus foram os campos nativos e constituídos de solos muito pobres, desenvolvidos sobre arenitos. Naquelas condições, o crescimento rápido e a ausência de sintomas de deficiência, especialmente durante as primeiras rotações, induziram à expectativa geral de que o Pinus dispensaria a adubação (Reissmann & Wisniewski, 1999).

Todavia, plantio de Pinus em alguns solos pobres tendo como arenito Furnas e Itararé, com baixa reserva de nutrientes tem-se observado, ao longo de muitos anos, o crescimento e ocupação do *Pinus taeda* com sintomas visuais de deficiências. Aliando ao pequeno crescimento das árvores nestas condições. Nas circunstâncias acima citadas, a expectativa de produtividade encontra-se muito

abaixo do satisfatório e do potencial da espécie. No entanto, demonstra uma alta capacidade das plantas na utilização dos poucos recursos nutricionais existentes naqueles sítios (PAIM, 2007).

A possibilidade de aumento da resposta à adubação tende a crescer em função do esgotamento dos solos pobres e com baixa reserva com ciclo sucessivo de plantio sem reposição. Ainda, a seleção genética de novas cultivares com maior potencial produtivo e possivelmente mais exigentes impulsiona para intensificação da resposta.

Na Austrália, a fertilização de florestas do gênero *Pinus* é particularmente importante durante a fase de estabelecimento, no plantio, em que o sistema radicular não está totalmente desenvolvido, sofrendo concorrência das plantas daninhas e tipo de preparo do local (Flinn, 1985).

Conforme Barros *et al.* (2000), para se definir a fertilização mineral para qualquer cultura, há que se dimensionar a demanda de nutrientes da planta para atingir a produção esperada e a quantidade de nutrientes que pode ser suprida pelo solo. Quando a demanda da planta é maior do que o solo pode ofertar, fertilizantes devem ser adicionados para obter-se a produção esperada. De acordo com esses autores, a aplicação de fertilizantes requer a adoção de alguns critérios, como quais nutrientes aplicar, em que doses, épocas e modo de localização em relação à planta. Portanto, para a boa nutrição das árvores, tem-se que balancear a sua demanda com a oferta de nutrientes, no tempo e no espaço, constituindo tarefa bem mais difícil, comparado com as culturas de ciclo curto.

Como todo e qualquer investimento, a análise de viabilidade econômica é uma ferramenta essencial para avaliar se o investimento que será feito trará retornos financeiros atraentes e significativos para gerar renda a quem está investindo.

A nutrição em si demanda uma sistemática muito bem afinada para que os recursos não sejam desperdiçados, sendo eles análise de solo, ajustes de dosagem para cada caso, avaliação da resposta da floresta a esta nutrição e ainda uso ideal de material de origem. O material de origem pode ter fontes minerais ou orgânicas, havendo disponibilidade de material é um diferencial.

As respostas ao uso de corretivo no *Pinus* são raras em função da elevada resistência da cultura a acidez. Contudo, o uso do corretivo pode ser utilizada com fonte mais barata de Ca e Mg.

O uso de nutrientes tem apresentado resposta variada desde ausência a grandes incrementos, em função do solo, clima e época de aplicação. Revisão de Motta *et al.* (2014) indicou acréscimo entre 3,5 a 93 % na resposta da planta em parâmetros de crescimento e produção com uso de adubo (Tabela 1).

Tabela 1. Efeito da aplicação de fertilizantes e corretivos em *Pinus* spp., diferentes condições.

Espécie/idade ¹	Local	Sítios	Clima	Avaliação (Anos)	Tratamento	Varição (%) ²	Atributo	Referência
<i>P. taeda</i> 8 anos	Carolina do Norte-EUA	1	Cfa	13	N-P-K-Ca-Mg-S-B	73	Área basal	Albaugh <i>et al.</i> (2008)
<i>P. taeda</i> 7 anos	Louisiana-EUA	1	Cfa	10	N-P-K	27	Produção de madeira	Sayer <i>et al.</i> (2004)
<i>P. taeda</i> *	Geórgia-EUA	1	Cfa	4	N-P-K	14	Produção de madeira	Samuelson <i>et al.</i> (2004)
<i>P. taeda</i> 2 anos	Califórnia e Carolina do Sul-EUA	2	Cfa	1	N N-Ca	14 4	Tortuosidade do caule	Espinoza <i>et al.</i> (2012)
<i>P. elliotii</i> 5 anos	Geórgia e Flórida-EUA	14	Cfa	21	N-P-K	33	Produção de madeira	Zhao <i>et al.</i> (2009)
<i>P. elliotii</i> 9-11 anos	Geórgia e Flórida-EUA	3	Cfa	1-8	N-P	3,5	Incremento anual	Albaugh <i>et al.</i> (2012)
<i>P. elliotii</i> *	Geórgia e Flórida-EUA	28	Cfa	3	N-P-K	25	Altura	Pritchett & Smith (1972)
<i>P. elliotii</i> ~1 anos	Geórgia e Flórida-EUA	8	Cfa	3-5	P	18	Altura	Pritchett & Llewellyn (1966)
<i>P. sylvestris</i> 33 anos	Amli-Noruega	1	Dfb	4	Ca-Mg	20	Incremento anual	Rosberg <i>et al.</i> (2006)
<i>P. sylvestris</i> *	Brandenburg, -Alemanha	3	Cfb	56-65	K-Mg	26-93	Produção de madeira	Uebel & Heinsdorf (1997)
<i>P. pinaster</i> 5 anos	Gironde-França	1	Cfb	4	N-P-K-Ca-Mg-S-B-Mn-Cu-Zn P	22 17	Produção de madeira	Trichet <i>et al.</i> (2008)
<i>P. oocarpa</i> *	São Paulo-Brasil	1	Cwa	3	N-P-K-Ca-Mg	13	Diâmetro do tronco	Lopes <i>et al.</i> (1983)
<i>P. caribaea</i> *	São Paulo-Brasil	1	Aw	2	N K	10 22	Produção de madeira	Simões <i>et al.</i> (1970)
<i>P. patula</i> *	Usutu-Suazilândia	1	Cwa	7	P-K	18	Produção de madeira	Crous <i>et al.</i> (2007)
<i>P. taeda</i>	Santa Catarina				NPK			Moro (2013)

¹ Idade das plantas quando os tratamentos foram aplicados; * indica adubação no plantio. ² Varição em relação ao tratamento controle. Aw = tropical com inverno seco; Cfa = subtropical úmido com verão quente; Cfb = subtropical úmido com verão temperado; Cwa = subtropical úmido com verão quente e inverno seco; Dfb = temperado frio.

Motta *et al.* (2014) indicou ainda que as maiores respostas tem sido observada pelo uso de resíduos possivelmente associadas a aplicação conjunta de mais de um nutrientes e em quantidade elevada. Estudo realizado por Rodrigues (2004) na região do polo florestal de Jaguariaiva, constatou incremento de 2 vezes com aplicação de 80 t/há de resíduos da indústria de celulose.

Tabela 2. Efeito da aplicação de resíduos orgânicos em *Pinus ssp.*

Espécie/ idade ¹	Local	Sítios	Clima	Avaliação (Anos)	Tratamento	Variação (%) ²	Atributo	Referência
<i>P. palustre</i>	Carolina do Norte-USA	1		2	Cama de frango	17	Área Basal	Allan
<i>P. taeda</i> *	Santa Catarina-Brasil	1	Cfb	7	Resíduo celulósico 8 Mg ha ⁻¹	24	Produção de madeira	Paim (2007)
<i>P. taeda</i> *	Paraná-Brasil	1	Cfb	7	Resíduo celulósico 80 Mg ha ⁻¹ 40 Mg ha ⁻¹ 20 Mg ha ⁻¹	147,2 111,1 79,9	Produção de madeira	Rodrigues (2004)
<i>P. taeda</i> 8 anos	Missisipi-EUA	1	Cfa	4	Cama de frango 23 Mg ha ⁻¹	46	Produção de madeira	Roberts <i>et al.</i> (2006)
<i>P. taeda</i> 9 anos	Missisipi-EUA	1	Cfa	5	Cama de frango 18,6 Mg ha ⁻¹	16	Área basal	Friend <i>et al.</i> (2006)
<i>P. radiata</i> 10 anos	Santiago-Espanha	1	Cfb	5	Biossólidos 21,6 Mg ha ⁻¹	60	Produção de madeira	Omil-Ignacio <i>et al.</i> (2004)
<i>P. taeda</i> 10 anos	Carolina do Sul-EUA	1	Cfa	7	Biossólidos 22,8 Mg ha ⁻¹	37-38	Volume	Dickens <i>et al.</i> (2010)

¹ Idade das plantas quando os tratamentos foram aplicados; * indica adubação no plantio. ² Variação em relação ao tratamento controle. Cfa = subtropical úmido com verão quente; Cfb = subtropical úmido com verão temperado.

Poucos trabalhos relatam ou apresentam avaliação econômica da adubação, sendo por isso difícil estabelecer uma recomendação com base custo benefício. Dickens *et al.* (2010) indicou aumento de U\$ 555 a 595 por acre com uso de biossólido, mostrando altamente lucrativo, após 7 anos de uso.

Já o manejo sustentável das florestas envolve as atividades relacionadas a implantação, crescimento, manutenção, colheita e comercialização da produção. Portanto, para se obter sucesso nesse manejo, é necessário o conhecimento das forças econômicas, ecológicas, sociais e políticas que determinam o uso racional dos recursos florestais (SILVA *et al.*, 2005).

Silva *et al.* (2005) complementam seu estudo argumentando que a avaliação dos projetos florestais deve-se basear em seu fluxo de caixa, que consiste nos

custos e nas receitas distribuídos ao longo da vida útil do empreendimento. Se as receitas forem maiores que os custos, então tem-se um projeto com viabilidade econômica.

Para Rezende & Oliveira (2001), o fluxo de caixa é considerado uma sequência de números reais X_j , que representa a receita líquida obtida em cada período j , sendo que j varia de 0 a n períodos. Silva *et al.* (2005) citam que existem vários métodos de avaliação de um projeto florestal. Cada um toma como base determinadas premissas, e não há consenso de qual método é mais indicado. Para os autores, no grupo dos critérios que consideram a variação do capital no tempo, são relacionados o Valor Presente Líquido (VPL), a Razão Benefício/Custo (B/C), a Taxa Interna de Retorno (TIR) e o Valor Periódico Equivalente (VPE). Pode ser usado, ainda, o Valor Esperado da Terra (VET) ou Valor Esperado do Solo (VES) como indicador da viabilidade de um projeto florestal.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Estabelecer relação custo x benefício do uso de adubo e calagem na cultura do *Pinus taeda* no polo florestal de Jaguariaíva-PR.

2.2 Objetivos específicos

- Avaliar respostas de adubação em *Pinus taeda* para diferentes nutrientes;
- Analisar TIR (Taxa interna de retorno);
- Analisar VPL (Valor presente líquido).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

O experimento faz parte das áreas florestais da empresa Florestal Vale do Corisco S/A e estão localizados no município de Arapoti, pertencente ao polo florestal de Jaguariaíva - PR, que se encontra no segundo planalto Paranaense com altitude entre 900 a 1320m. O material de origem predominante na região é o arenito Furnas e Itararé, que se caracterizam pela baixa fertilidade, elevada acidez e ainda com baixos teores de Ca, Mg, K e P.

De acordo com Köppen o clima é considerado em área de transição entre subtropical (Cfa) e temperado (Cfb), com precipitações anuais médias de 1400 a 1600 mm, temperaturas médias de 17° a 19°C, umidade relativa média de 75% e apresenta, em média, cerca de 10 a 25 geadas no ano.

3.2 Metodologia utilizada

Na última semana de novembro de 2008 foi selecionada uma área dentro de um maciço florestal cujo inventário indicava baixa produtividade. Na ocasião, o referido plantio possuía a idade de oito anos e o espaçamento entre plantas de 3 x 2 m.

Dentro da área foram criadas 28 parcelas, dispostas em quatro blocos de sete parcelas cada. Cada parcela conta com no mínimo 16 árvores úteis (centrais) e uma bordadura representada por duas linhas de plantas. Utilizou se delineamento de blocos ao acaso; sete tratamentos distribuídos ao longo dos quatro blocos supra descritos. Os galhos abaixo de 1,50 m foram cortados com uso de serrote, rente ao tronco. Posteriormente os galhos foram enfileirados no centro da rua.

Foram aplicados os seguintes tratamentos

1. Completo: macro [N, P e K] + micro [B, Cu, Zn, Mo] + calagem [Ca e Mg];
2. – Macro: micro [B, Cu, Zn e Mo] + calagem [Ca e Mg];
3. – Micro: macro [N, P e K] + calagem [Ca e Mg];
4. – K: macro [N e P] + micro [B, Cu, Zn e Mo] + calagem [Ca e Mg];
5. – Zn: macro [N, P e K] + micro [B, Cu e Mo] + calagem [Ca e Mg];
6. – Calcário: macro [N, P e K] + micro [B, Cu, Zn e Mo]
7. Testemunha.

T6	Completo	1	1	1	1	1	1	1	1
----	----------	---	---	---	---	---	---	---	---

Obs. Os "0" significam que não foi aplicado o nutriente da coluna no tratamento da linha, o "1" significa que foi feita a aplicação.

Coletou-se então três amostras de solos representando cada bloco, para identificar a caracterização da fertilidade nas profundidades 0 - 20, 20-40cm e 40-60cm, resultando na tabela 04 e 05.

Tabela 4. Análise química do solo do talhão de *Pinus taeda* utilizado no experimento de diagnose por subtração em Arapoti – PR.

Camada	pH	pH	Al	H + Al	Ca	Mg	K	SB	CTC efetiva	CTC	P	C	m	V
										pH 7,0				
cm	CaCl ₂	SMP	----- cmol _c dm ³ -----			-----			mg dm ³	g dm ³	-- %-			
0-20	3,9	5,7	1,3	6,5	0,15	0,06	0,03	0,2	1,5	6,7	0,4	17,7	84	4
20-40	4,0	5,9	0,9	5,5	0,15	0,10	0,02	0,3	1,1	5,8	0,2	13,8	77	5
40-60	4,1	5,9	0,8	5,3	0,14	0,08	0,02	0,2	1,0	5,5	0,1	13,9	75	4

Tabela 5. Classificação da cor do solo pela carta de cores de Munsell.

0-20	7,5YR 2,5/3	7,5YR 2,5/3
20-40	7,5YR 2,5/3	7,5YR 2,5/3
40-60	7,5YR 3/3	7,5YR 2,5/3

De acordo com as Normas de Classificação Brasileira de solos, a área experimental foi classificada como *Cambissolo Háplico / Tb distrófico / Típico / Textura média*.

Por ocasião da implantação do experimento, foram medidos DAP e altura de todas as árvores de cada parcela em todos os tratamentos (apenas para comparar cada parcela com ela mesma na situação de coleta de resultados finais). A coleta de dados em campo foi planejada para cada tratamento. Cada tratamento de cada bloco se tornou um Estrato de Medição ou um Estrato de Inventário. Ou seja, em cada um dos Estratos de Inventário (ou tratamentos) foram coletados todos os CAP's (circunferência a altura do peito = 1,3 m) e 20% das alturas totais de todas as árvores vivas cadastradas. Os dados de campo foram importados na solução de

processamento de dados de Inventário Florestal denominada FLOREXCEL. Esta solução demanda algumas configurações adicionais para que o processamento possa ser completo, dentre elas, informar os coeficientes do Modelo de Sortimento (Polinomial de 5º grau) que irá calcular o volume de madeira por sortimento. A soma dos sortimentos será o volume comercial calculado para cada tratamento. Estes coeficientes foram ajustados através do banco de cubagem disponibilizado pela empresa. Outra configuração necessária foi informar os sortimentos ou produtos florestais. Uma vez configurados todos os parâmetros realizou-se o processamento dos dados. Durante o processamento, foram ajustados cinco modelos hipsométricos, para estimar a altura total das árvores que não foram medidas em campo. O próprio sistema realiza a regressão linear de cada uma dos cinco modelos e escolhe o modelo que apresentou maior R² ajustado e automaticamente aplica a função hipsométrica escolhida nas árvores sem altura total medida em campo, utilizando apenas o CAP como variável dependente, obtendo assim a altura total da árvore. Ao final do processamento, todos os parâmetros Dendrométricos e Volumétricos de cada Estrato de Medição (tratamento) são disponibilizados para análise.

Em dezembro de 2014, realizou se a coleta do experimento para avaliar o efeito dos tratamentos. De cada parcela foram coletadas três arvores, que foram abatidas à nível do solo com auxílio de motosserra; as árvores foram então cubadas conforme figura 02.

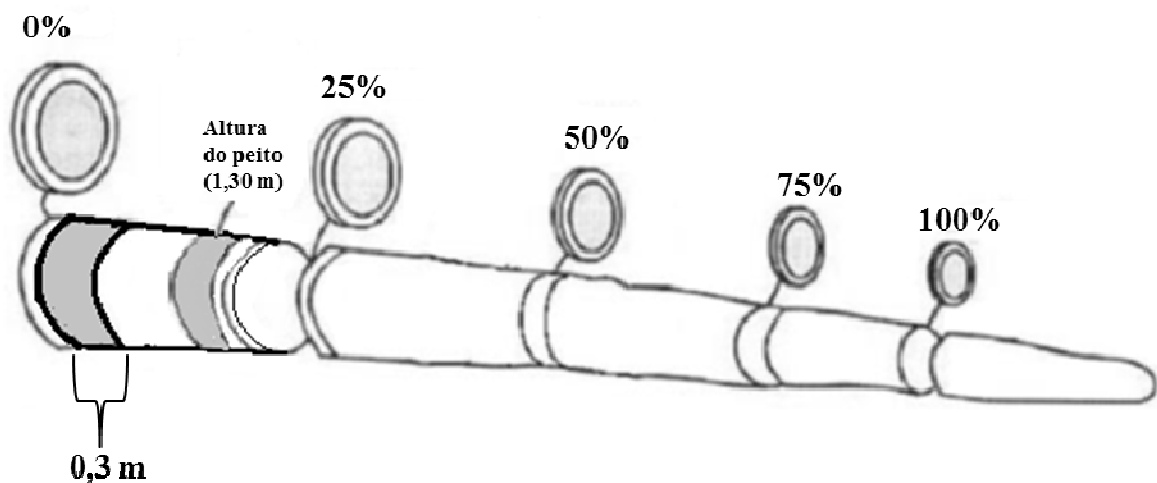


Figura 2. Esquema de retirada dos discos e das amostras de tronco de *Pinus taeda* L. Fonte: Bellote e Silva, 2000 (adaptado).

Das árvores remanescentes obteve-se os dados de DAP, assim foi possível, através de ajuste linear e significativo entre DAP e as demais variáveis (para os arvores cubadas), extrapolar todas as variáveis para as arvores remanescentes.

O volume comercial foi calculado através da fórmula: $VC = Vf \cdot (Fa \cdot Ah)$, sendo VC é o volume comercial por hectare ($m^3 \text{ ha}^{-1}$), Vf o volume por fuste (m^3) obtido através da supracitada regressão, Fa significa fuste por arvore em média e, Ah o numero de árvores por hectare (dependente única e exclusivamente do espaçamento). A contribuição por classe de diâmetro no volume comercial foi determinada somando se os volumes comerciais das arvores que se encaixavam em cada classe. O incremento foi calculado pela diferença entre a produtividade de 2008 (ocasião da implantação do experimento e aplicação dos insumos) – mensurada por inventário senso – e a produtividade obtida em 2015 (ocasião de coleta do experimento) – mensurada através do abate de arvores. A massa de C fixado foi calculada considerando se a densidade de $0,605 \text{ g cm}^3$ na madeira de Pinus (Ballarin *et al.*, 2003) e a concentração de 450 g kg^{-1} MS de C.

Os insumos utilizados estão explícitos na tabela 06 .

Tabela 6. Preços e quantidades dos insumos utilizados nos tratamentos do experimento de adubação e calagem de *Pinus taeda* no experimento de diagnose por subtração em Arapoti - PR.

Adubo Comercial	Componentes	Preço/100kg	R\$/kg	Qtde aplicada por etapa (kg e g)	Nutrientes	Qtde total	Custo total
Uréia	45 % N	74,50	1,49	40,00	N	80,00	119,20
Super triplo	41 % P ₂ O ₅	102,00	2,04	60,00	P ₂ O ₅	120,00	244,80
KCl	60 %K ₂ O	84,25	1,69	80,00	K ₂ O	160,00	269,60
ZnSO ₄	15 % Zn	79,25	1,59	3,00	Zn	6,00	9,51
Ulexita	10 % B	87,00	1,74	2,00	B	4,00	6,96
CuSO ₄	24 % Cu	73,00	1,46	2,00	Cu	4,00	5,84
Na ₂ MoO ₄	39 % Mo	48,3/kg	0,966	20 g	Mo	40,00 g	3,86
Calcário dolomítico	28,9% CaO 8% MgO	20,00/ton	20,0/ton,	1,3 ton.	CaO/MgO	2,3 ton.	46,00

Para avaliar o efeito dos insumos fornecidos os dados serão submetidos à análise estatística de contrastes (teste de Scheffé à 5% de probabilidade), serão analisados ao total 06 contrastes, sendo possível determinar o efeito de uma adubação completa (macronutrientes –NPK –, calcário e micronutrientes – B, Cu e Zn –), - NP, micro e calcário -, -Macro, B, Cu, Mo e calcário -, -macro e micronutrientes-, -macronutrientes e calcário-. Utilizou se o software SISVAR (Ferrera, 2011).

Para avaliar a parte econômica do referido trabalho plotou-se em tabelas de Excel todas as variáveis que compõe um fluxo de caixa de investimento para reflorestamento, mas sem valorar o preço da terra. Realizando-se Valor Presente Líquido VPL e Taxa Interna de Retorno TIR com Taxa Mínima de Atratividade de 8% a.a. em um ciclo de 15 anos para comprovar a viabilidade econômica do investimento. O benefício x custo foi avaliado através da razão entre o valor atual das receitas e o valor atual dos custos. De acordo com Rezende & Oliveira (2001), pode-se dizer que, de forma geral, quando a razão $B/C > 1$, o VPL é maior que 0 e a TIR é maior que a taxa do projeto. Para este trabalho adotou-se a taxa mínima de atratividade (TMA) de 8% a.a.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados na Tabela 7, indicaram que houve efeito da adubação e calagem em contraste com testemunha sobre todos os parâmetros avaliados (altura do fuste - H; DAP; Volume comercial, C fixado; incremento de volume, DAP e distribuição de classes de diâmetro). A técnica de diagnose por subtração ou omissão permitiu ainda identificar variações entre os tratamentos, pois, nem todos os contrastes foram significativos.

Tabela 7. Efeito da aplicação dos adubos e corretivos na produtividade em plantio de *Pinus taeda* L. em Arapoti - PR.

Contraste (nº)	Efeito	Volume comercial (m ³ ha ⁻¹)	Contribuição por classe (%)			Incremento em relação a 2008 (m ³ ha ⁻¹)	H fuste (m)	DAP (cm)	C* Mg ha ⁻¹
			35-23 cm	18-23 cm	<18 cm				
1	- Calcário	216,2*	29,51*	37,13 ^{ns}	33,36*	214,6*	8,99*	17,04*	82,58*
		118,9	8,03	38,96	53,52	116,4	6,98	19,32	49,64
2	- Potássio	191,1*	23,14 ^{ns}	51,87 ^{ns}	25,25*	185,0*	7,54 ^{ns}	19,08 ^{ns}	63,97*
		118,9	8,03	38,96	53,52	116,4	6,98	19,32	49,64
3	- Micro	197,6*	28,86*	36,96 ^{ns}	34,18*	196,5*	8,60*	18,32 ^{ns}	68,66*
		118,9	8,03	38,96	53,52	116,4	6,98	19,32	49,64
4	- Zinco	192,7*	27,93*	41,05 ^{ns}	31,03*	181,4*	8,59*	18,02 ^{ns}	78,18*
		118,9	8,03	38,96	53,52	116,4	6,98	19,32	49,64
5	- Macro	113,5 ^{ns}	6,02 ^{ns}	36,87 ^{ns}	57,61 ^{ns}	110,5 ^{ns}	6,68 ^{ns}	18,98 ^{ns}	44,10 ^{ns}
		118,9	8,03	38,96	53,52	116,4	6,98	19,32	49,64
6	Completa	199,1*	24,67*	44,10 ^{ns}	31,23*	199,1*	8,70*	20,09 ^{ns}	69,97*
		118,9	8,03	38,96	53,52	116,4	6,98	19,32	49,64

O DAP, variável comumente utilizada para estimar a produtividade de florestas, contrariando o esperado não se alterou com adição de nutrientes e gerou até decréscimo no tratamento com omissão de calcário. Já, a altura de fuste indicou efeito positivo com aumento de até 2 m em relação a testemunha, quando do uso de macro + micro e tratamento sem calcário. Contudo, no tratamento com omissão do K, o crescimento foi prejudicado não havendo diferença em relação à testemunha. Tal fato sugere que as plantas responderam a adição de nutrientes de forma equilibrada (fertilizante e calcário) e investiram em crescimento em altura em detrimento do diâmetro na altura do peito, conforme figura 03.

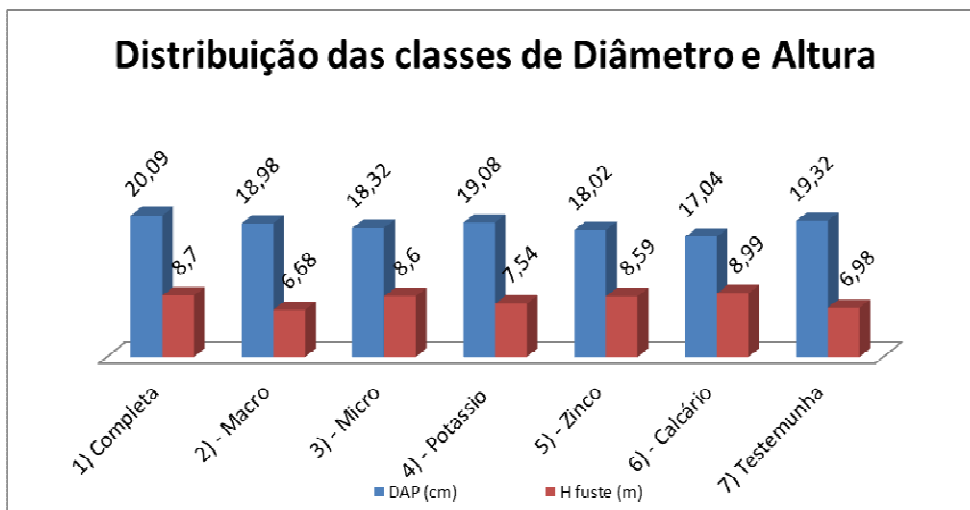


Figura 3. Distribuição das classes de diâmetro e altura sobre *Pinus taeda*, após 7 anos do uso de adubo e calcário, em Arapoti - PR

As mudanças de altura e fator de forma resultaram em aumento no volume comercial de madeira para todos os contrastes avaliados, com exceção da omissão de macronutrientes. A ausência de calcário, como fonte de Ca e Mg, resultou em maior aumento de produtividade, mesmo tendo o solo baixo teor dos nutrientes Ca e Mg. É importante observar que houve decréscimo no DAP em relação à testemunha, indicando a fragilidade do uso do DAP isolado na diagnose de resposta. É provável que o uso de calcário possa ter influenciado negativamente a ocorrência de micorriza na serapilheira como observado por Winagraski et al. (2013). Todavia, não deve se concluir que o calcário possui efeito deletério na produtividade florestal, visto que, outros estudos em andamento com os mesmos tratamentos indicam resposta positiva. Outra possibilidade é que adição de Ca e Mg possa interagir negativamente a frágil disponibilidade de K.

A ausência de macronutriente proporcionou a menor produtividade ($113,5 \text{ m}^3 \text{ ha}$), sendo até mesmo menor que testemunha ($118,9 \text{ m}^3 \text{ ha}$), sugerindo carência de N, P ou K. Como a omissão do K resultou em produtividade ($191,1 \text{ m}^3 \text{ ha}$) muito próxima ao tratamento completo ($199,1 \text{ m}^3 \text{ ha}$), é provável que este tenha pouca influencia sobre a produtividade, ou seja, atue em pequena proporção na limitação da produtividade, conforme Figura 04. De um lado, o elevado teor de matéria

orgânica do solo e baixo efeito residual normalmente observado para N, diminuiu ou eliminou a possibilidade de resposta associada ao mesmo. Do outro lado, a baixa disponibilidade de P observada no solo, aliada a baixo teor na acícula e elevada relação C/P tanto na acícula quanto na serapilheira constatada por Martins (2011) para o mesmo experimento indicam o P como limitante. Aspecto visual da planta, pequeno crescimento, baixo volume de copa e acículas curtas dão suporte para a carência de P. Logo, os resultados indicam para uma grande limitação no crescimento em função do P.

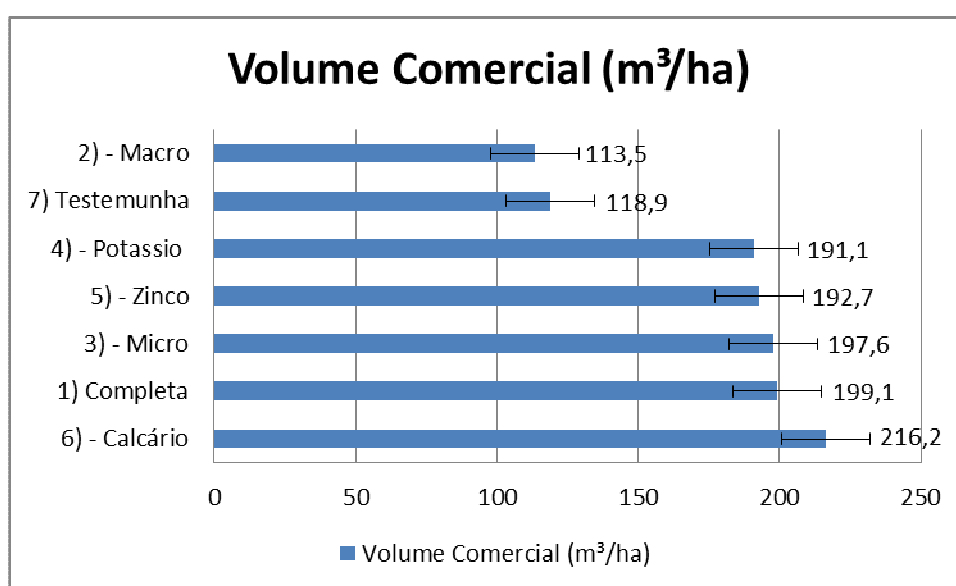


Figura 4. Volume comercial em metros cúbicos por hectare para os tratamentos estudados sobre *Pinus taeda*, após 7 anos do uso de adubo e calcário, em Arapoti - PR

A carência de P é de longa data reconhecida como principal fator limitante ao crescimento de plantas agrícola em regiões tropicais do Brasil e Américas. Resposta positiva, ausência e decréscimo no crescimento foi constatado por Muniz *et al.* (1972) na região de Curitiba quando da aplicação no plantio de P, K e N. Vogel *et al.* (2005) também observou maior resposta ao uso de P em relação ao K, e ausência de resposta ao N, para fase inicial de crescimento, até 19 meses, de *Pinus taeda* no Rio Grande do Sul. Corroborando com Vogel *et al.* (2005), Moro *et al.* (2014) constatou aumento no crescimento com em planta de uma ano com uso de P. Mas, em cultivo com cinco e nove anos o uso combinado de N, P e K, foi mais eficiente. O incremento médio resultante do uso dos tratamentos com adubo foi de 36, 13 e 26 % em relação a testemunha, respectivamente, para os plantios de 9, 5 e 1 ano.

A omissão de Zn como também resultou em alta produtividade, contrapondo os baixos teores no solo e a indicação de correlação direta entre concentração de Zn na acícula e crescimento do *Pinus taeda* (Reissmann *et al.* 2009). Schneider (2011) estudando o mesmo experimento constatou baixa concentração de Zn na acícula e baixa influencia do uso de Zn sobre teor foliar. Mas, elevado acréscimo na concentração de Zn na fração FH da serapilheira. De modo similar ao calcário, é provável que o uso de Zn possa resultar em baixa inoculação de micorriza em raízes localizadas na serapilheira como fora observado por Winagraski *et al.* (2013) em outro sitio onde foram aplicados os mesmos tratamentos. É importante indicar que diminuição da micorriza via calagem e Zn, pode comprometer o suprimento de P, dado a grande dependência da planta. Elevado acréscimo na concentração de Zn na serapilheira sugere que o mesmo fica adsorvido na matéria orgânica, dado sua alta afinidade pelos sítios de adsorção.

O incremento de produtividade (aumento de produtividade após a adubação) apresentou resultado muito similar ao observado para o Volume comercial, ainda, os valores observados para incremento são muito semelhantes aos observados para o Volume comercial (Volume de madeira produzida). Indicando que anteriormente à adubação o talhão apresentava um baixo volume de madeira, demonstrando que o talhão como um todo apresentou acréscimo de produtividade após a adubação. Tais resultados tenham sido mascarados pela proximidade das parcelas experimentais (4 linhas de plantas) aliado à grande distância horizontal que as raízes de *Pinus* alcançam podendo chegar em até 176 mil km/ha (Motta *et al.*, 2014), sendo assim, é provável que a adubação resultasse em acréscimos ainda superiores aos aqui observados.

O tratamento que apresentou maior lucro líquido por hectare após a venda da madeira foi o Tratamento Menos Calcário (- Calcário) com resultado de R\$ 5.406,71 aos 15 anos de idade, comparando com o testemunha que teve lucro de R\$ 2.500,10 (Figura 05).

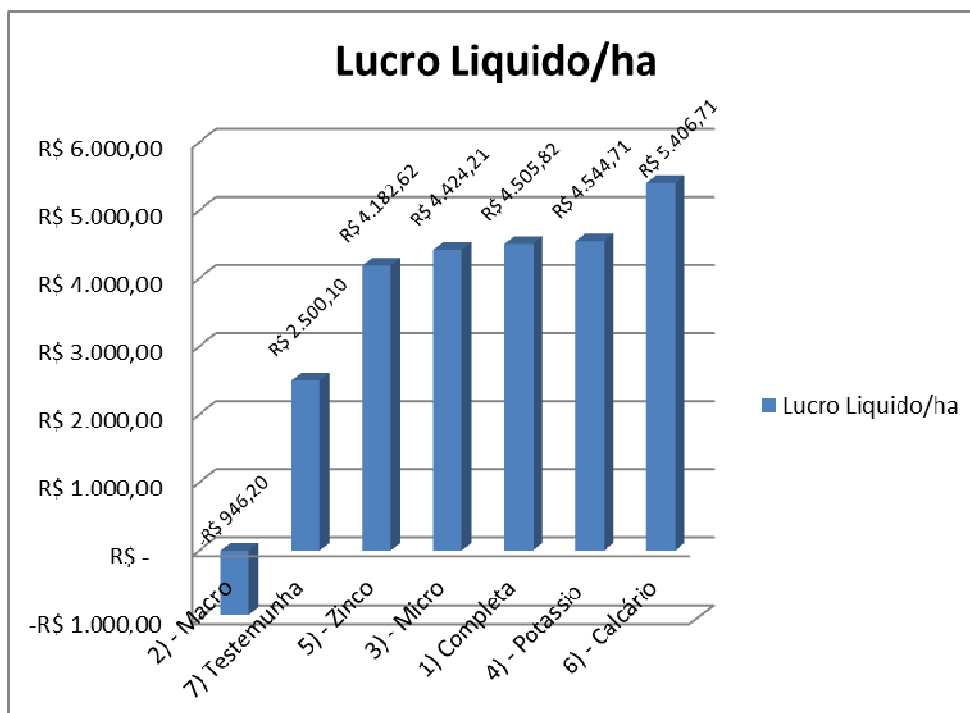


Figura 5. Lucro líquido por hectare sobre *Pinus taeda*, após 7 anos do uso de adubo e calcário, em Arapoti – PR.

Este resultado mostra o ganho obtido por realizar adubação, mas o ganho não foi somente cifras diretamente, o ganho mesmo deu-se pela variação de sortimento que o tratamento adubado proporcionou.

Efeito muito expressivo foi observado para a distribuição diamétrica das toras, onde adição de nutrientes resultou em aumento em mais de três vezes das classes de maior diâmetro (23-35 cm). Novamente, o tratamento que apresentou o melhor resultado foi com omissão de calcário, fazendo com que a contribuição da referida classe partisse de 8% para aproximadamente 30% do volume comercial de madeira produzida. Já, o tratamento com omissão de K só foi efetivo no decréscimo nas classes de menor diâmetro conforme o gráfico 06. A omissão de macronutrientes (N, P e K) apresentou comportamento semelhante a testemunha indicando a carência de um ou mais dos elementos aplicados. Tal fato tem grande relevância visto que o valor é diretamente associado ao valor das toras.

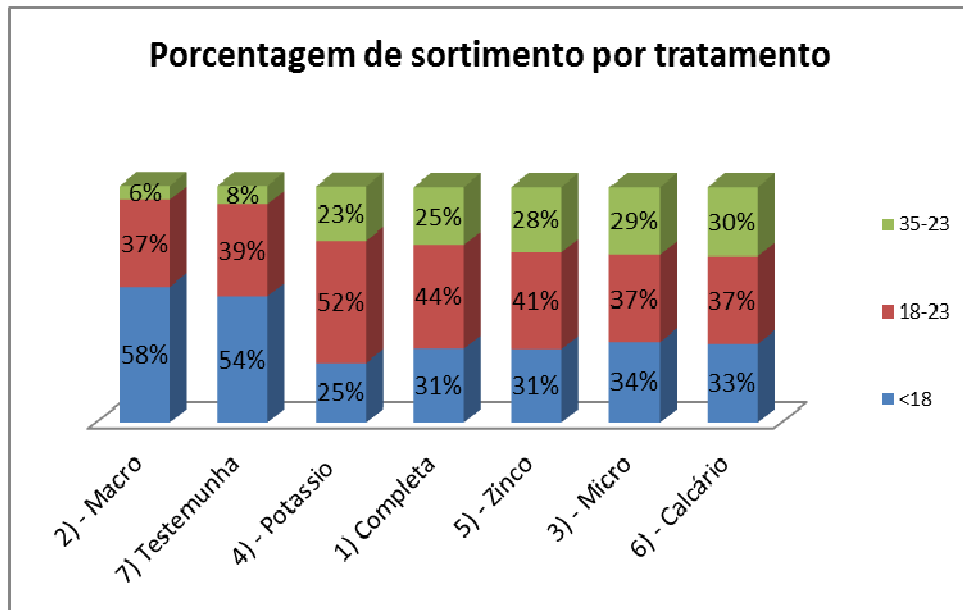


Figura 6. Porcentagem de sortimento por tratamento sobre *Pinus taeda*, após 7 anos do uso de adubo e calcário, em Arapoti – PR.

Na Figura 06 apresenta dados onde o sortimento de maior diâmetro (23 – 35cm) apresentou maior porcentagem no Tratamento Menos Calcário (- Calcário). Este tipo de sortimento possui valor mais alto; pois comumente é utilizado em serrarias para tabuas e vigas ou laminadoras, contribuindo para que o preço médio comercializado seja maior comparando com a testemunha que obteve apenas 8% para a mesma classe e ainda 58% de madeira de processo (< 18) que possui o valor mais baixo do mercado.

Utilizando as ferramentas (VPL) e (TIR) pode-se observar na Figura 7 que novamente o Tratamento Menos Calcário (- Calcário) apresentou melhores resultados. Para este cálculo foi utilizado uma Taxa Mínima de Atratividade (TMA) de 8% a.a. para um ciclo de 15 anos.

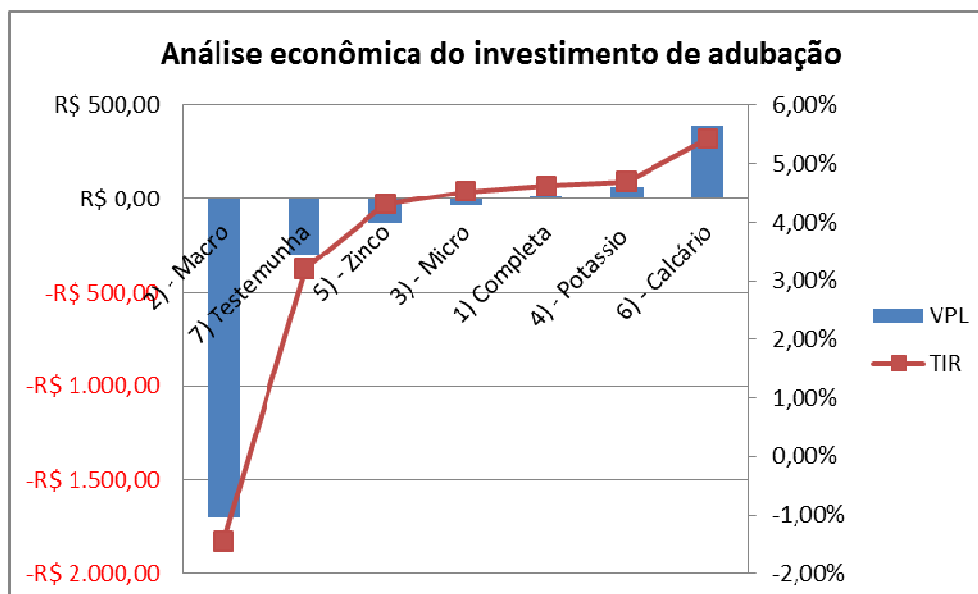


Figura 7. Comparativo entre VPL e TIR para os tratamentos sobre *Pinus taeda*, após 7 anos do uso de adubo e calcário, em Arapoti – PR.

O VPL positivo a uma taxa de juros de 8% a.a. comprova que o investimento é viável, pois a soma de receitas é maior que a soma de custos, como expressado para os tratamentos – Potássio e – Calcário.

Para os tratamentos – Macro e Testemunha o VPL resultou em valor negativo, ou seja, o investimento realizado foi maior do que a receita, mostrando que o incremento resultante não foi suficiente para gerar receita para cobrir os custos tanto da formação das florestas quanto na adubação.

Rezende e Oliveira (2001) mencionam que todo projeto, antes de ser implementado, deve ser submetido a um teste de viabilidade econômica, que consiste em verificar se as receitas inerentes ao projeto superam os custos necessários. Os autores concluem ainda que a relação custo benefício deve ser positiva $B/C > 1$ havendo o VPL positivo e a TIR maior que a TMA.

Analisando a TIR na Figura 7 é possível observar que a mesma ficou menor que a TMA até mesmo para o tratamento – Calcário que gerou maior renda líquida e VPL positivo comparando com a Testemunha que teve VPL e TIR negativo. Com este resultado seria mais adequado investir em outro tipo de cultura ou fundo que tenha ao menos a mesma taxa da TMA ou então manter em caderneta de poupança que é a base da TMA utilizada. Para o resultado do benefício x custo nenhum

tratamento teve relação maior que um, sendo então relação negativa, conforme Tabela 08.

Tabela 8. Valores da relação Benefício x Custo dos tratamentos.

Tratamentos	Relação C xB
1) Completa	0,37
2) - Macro	-0,16
3) - Micro	0,37
4) - Potássio	0,38
5) - Zinco	0,35
6) - Calcário	0,43
7) Testemunha	0,31

5 CONCLUSÕES

- ✓ Com base nos resultados expressos acima, pode-se concluir que a relação do benefício x custo do uso da adubação e calagem foi negativa, pois os custos foram maiores que as receitas e a TIR foi menor que a TMA. Para este sítio em questão, além de ser extremamente pobre de fertilidade, somente uma adubação pode ter sido insuficiente para que o resultado seja tão significativo que torne o investimento lucrativo e rentável.

- ✓ Pode-se verificar que o Pinus é capaz de responder a aplicação de adubo até mesmo quando adulto, havendo tempo para resposta até que seja realizado o corte raso. Contudo, esta resposta pode não ser suficiente para cobrir as despesas e dependerá de uma calibração mais afinada da nutrição para que a floresta obtenha resposta significativa.

- ✓ Utilizando as ferramentas de análise econômica TIR e VPL se pode observar os crescimentos de taxas quando aplica-se fertilizantes e corretivos para melhorar as condições do solo para o desenvolvimento da cultura.

Todavia, são necessários mais estudos para se inferir com relação à efeito, dose e indicativos utilizados para recomendar a aplicação do insumo.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBAUGH, T.J., ALLEN, H.L., FOX, T.R. Nutrient use and uptake in *Pinus taeda*. *Tree Physiology*, v. 28, p. 1083-1098, 2008.

ALBAUGH, T.J., STAPE, J.L., FOX, T.R., RUBILAR, R.A., ALLEN, H.L. Midrotation vegetation control and fertilization response in *Pinus taeda* and *Pinus elliottii* across the southeastern United States. *Southern Journal of Applied Forestry*, v. 36, p. 44-53, 2012.

BALLARIN, A. W. & HERNANDO A. L. P. Propriedades de resistência e rigidez da madeira juvenil e adulta de *Pinus taeda* L. *Revista Árvore*, v. 27(3), p.371-380, 2003.

BARROS, N.F.; NEVES, J.C.L.; NOVAIS, R.F. Recomendação de fertilizantes minerais em plantios de eucalipto. In: GONÇALVES, J.L.M. ; BENEDETTI, V. (Eds). *Nutrição e fertilização florestal*. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 135-165.

BELLOTE AFJ, SILVA HD. Técnicas de amostragem e avaliações nutricionais em plantios de *Eucalyptus* spp. In: Golçalves JLM, Benedetti V. *Nutrição e fertilização florestal*. Piracicaba: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestal; 2000. p. 105-134.

CHAVES, R de Q; CORRÊA, G F. Micronutrientes no sistema solo-*Pinus caribaea* Morelet em plantios apresentando amarelecimento das acículas e morte de plantas. *R. Árvore*, p. 769-778, 2003.

CROUS, J.W., MORRIS, A.R., SCHOLLES, M.C. The significance of residual phosphorus and potassium fertilizer in countering yield decline in a fourth rotation of *Pinus patula* in Swaziland. *Southern Hemisphere Forestry Journal*, v.69, p.1-8, 2007.

DICKENS, E.D., McELVANY, B.C., MOORHEAD, D.J. Effect of lime stabilized biosolids and inorganic fertilizer applications on a thinned longleaf stand – ten year results. In: *Proceedings... 14th biennial southern silvicultural research conference*.

Asheville, NC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station. 2010.

ESPINOZA, J.A., ALLEN, H.L., McKEAND, S.E., DOUGHERTY, P.M. Stem sinuosity in loblolly pine with nitrogen and calcium additions. *Forest Ecology and Management*, v.265, p.55-61, 2012.

FERREIRA D F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*. 2011;35(6), 1039-1042.

FLINN, D.W. Practical aspects of the nutrition of exotic conifer plantations and native eucalypt forests in Australia. *Research for Forest Management*. Mel Bourne: CSIRO, 1985. 296 p.

FLORESTAR. Informações gerais, Pinus – Origens e aplicações. Disponível em <http://www.floresta.org.br/index.php?interna=textos/pinus&grupo=4>. Acesso em 27/08/2015.

IBA. Anuário estatístico 2015 ano base 2014. Brasília: 2015. 29 p.

GARCÍA, A. Application of limed sewage sludge to a Young *Pinus radiata* plantation on acid soil. In: *Proceedings... International Congress on Silvopastoralism and sustainable land management held in Lugo, Spain*. CAB Publishing. 2004.

MORO, L., REISSMANN, C. B., SILVA, H. D., FERREIRA, C. A., LAVORANTI, O. J. Modelos matemáticos para estimativa de exportação de nutrientes em povoamentos. *Floresta*, v.37, p.223-230, 2007

MOTTA, A. C. V.; Barbosa, J. Z.; CONSALTER, R.; REISSMANN, C. B. Nutrição e adubação da cultura de *Pinus*. In: *Nutrição e adubação de espécies florestais e palmeiras*. 1ed. Jaboticabal: FUNEP, 2014, v. 15, p. 383-426.

OMIL-IGNACIO, B., MOSQUERA-LOSADA, M.R., RIGUEIRO-RODRIGUEZ, A., MERINO-FRIEND, A.L., ROBERTS, S.D., SCHOENHOLTZ, S.H., MOBLEY, J.A., GERARD, P.D. Poultry litter application to loblolly pine forests: growth and nutrient containment. *Journal Environmental Quality*, v.35, p.837-848, 2006.

PAIM, R.M. Efeito do uso de lama de cal e cloreto de potássio no solo, estado nutricional e crescimento do *Pinus taeda* L., sobre latossolo. Curitiba: Universidade Federal do Paraná (Tese de doutorado), 2007, 123 p.

PRITCHETT, W.L., LLEWELLYN, W.R. Response of slash pine (*Pinus elliottii* Engelm. Var. *elliottii*) to phosphorus in sandy soils. *Soil Science Society American Proceedings*, v.30, p.509-512, 1966.

PRITCHETT, W.L., SMITH, W.H. Fertilizer responses in young pine plantations. *Soil Science Society American Proceedings*, v.36, p.660-664, 1972.

REZENDE, J. L. P.; OLIVEIRA, A. D. **Análise Econômica e Social de Projetos Florestais**. Viçosa, MG: UFV, 2001. 389 p.

ROBERTS, S.D., FRIEND, A.L., SCHOENHOLTZ, S.H. Growth of precommercially thinned loblolly pine 4 years following application of poultry litter. In: *Proceedings... 13th biennial southern silvicultural research conference*. Asheville, NC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station. 2006.

SCHNEIDER, Thays. Crescimento e teores de B, Cu, Mn, Fe e Zn em *Pinus taeda* L., como resultado da adubação e calagem sob a técnica da omissão de nutrientes. 2012.

REISSMANN, C.B, WISNIEWSKI, C. Aspectos nutricionais de plantios de *Pinus*. 1999.

REZENDE, J. L. P.; OLIVEIRA, A. D. **Análise Econômica e Social de Projetos Florestais**. Viçosa,

MG: UFV, 2001. 389 p.

RODRIGUES, C. M. Efeito da aplicação de resíduo da indústria de papel e celulose nos atributos químicos, físicos e biológicos do solo, na nutrição e biomassa do *Pinus taeda* L. Curitiba: Universidade Federal do Paraná (Dissertação de Mestrado), 2004, 109p.

ROSBURG, I., FRANK, J., STUANES, A. Effects of liming and fertilization on tree growth and nutrient cycling in a Scots pine ecosystem in Norway. *Forest Ecology and Management*, v.237, p.191-207, 2006.

SAMUELSON, L.S., JOHNSEN, K., STOKES, T. Production, allocation, and stemwood growth efficiency of *Pinus taeda* L. stands in response to 6 years of intensive management. *Forest Ecology and Management*, v.192, p.59-70, 2004.

SAYER, M. A., GOELZ, J.C.G., CHAMBERS, J.L., TANG, Z., DEAN, T.J., HAYWOOD, J.D., LEDUC, D.J. Long-term trends in loblolly pine productivity and stand characteristics in response to thinning and fertilization in the West Gulf region. *Forest Ecology and Management*, v.192, p.71-96, 2004.

SILVA, M. L.; JACOVINE, L. A. G.; VALVERDE, S. R. *Economia florestal*. 2 ed. Viçosa, MG: UFV, 2005. 178 p.

SIMÕES, J.W., MELLO, H.A., MACARENHAS SOBRINHO, J., COUTO, H. T. Z. A adubação acelera o desenvolvimento de plantações de *Pinus caribaea* var. bahamensis. *IPEF*, n.1, p.59-80, 1970.

TRICHET, P., LOUSTAU, D., LAMBROT, C., LINDER, S. Manipulating nutrient and water availability in a maritime pine plantation: effects on growth, production, and biomass allocation at canopy closure. *Annals of Forest Science*, v.65, p.814, 2008.

UEBEL, E., HEINSDORF, D. Results of long-term K and Mg fertilizer experiments in afforestation. *Forest Ecology and Management*, v.91, p.47-52, 1997.

WINAGRASKI E., REISSMANN, C., B., AUER, C. G., MOTTA, A. C. V., OLIVA, E. V. DE, MONTEIRO, P. H. R. Variação na presença de ectomicorrizas em serapilheira de *Pinus taeda* submetido a teste de omissão de nutrientes em Jaguariaiva, PR. Anais... XXXIV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Florianópolis, 2013.

ZHAO, D., KANE, M., BORDERS, B., HARRISON, M. Long-term effects of site preparation treatments, complete competition control, and repeated fertilization on growth of slash pine plantations in the Flatwoods of the Southeastern United States. *Forest Science*, v.55, p. 403-410, 2009.