

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CAMPUS DE CURITIBANOS
DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA, BIODIVERSIDADE E FLORESTAS
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL

Thaís Fernandes Ronsani

**Caracterização química do solo e aporte de serapilheira em plantios de *Araucaria
angustifolia* (Bertol.) Kuntze**

Curitibanos, SC

2023

Thaís Fernandes Ronsani

**Caracterização química do solo e aporte de serapilheira em plantios de *Araucaria
angustifolia* (Bertol.) Kuntze**

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Florestal do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal.

Orientadora: Profª. Sônia Purin da Cruz, Ph.D

Coorientador: Prof. Tancredo Augusto de Souza, Dr.

Curitiba, SC

2023

Fernandes Ronsani, Thaís

Caracterização química do solo e aporte de serapilheira em plantios de Araucaria angustifolia (Bertol.) Kuntze / Thaís Fernandes Ronsani ; orientador, Sônia Purin da Cruz, coorientador, Tancredo Augusto de Souza, 2023.

34 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Curitibanos, Graduação em Engenharia Florestal, Curitibanos, 2023.

Inclui referências.

1. Engenharia Florestal. 2. Fertilidade. 3. Crescimento. 4. Manejo. 5. Solo. I. Purin da Cruz, Sônia . II. Augusto de Souza, Tancredo . III. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Engenharia Florestal. IV. Título.

Thaís Fernandes Ronsani

Caracterização química do solo e aporte de serapilheira em plantios de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze

Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de “Bacharel em Engenharia Florestal” e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia Florestal

Curitiba, 24 de maio de 2023.



Documento assinado digitalmente
MARCELO BONAZZA
Data: 13/06/2023 16:55:13-0300
CPF: ***.641.899-**
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof. Dr. Marcelo Bonazza
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:



Documento assinado digitalmente
Sonia Purin
Data: 12/06/2023 08:55:34-0300
CPF: ***.293.969-**
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof^a. Sônia Purin da Cruz, *Ph.D.*
Orientadora
Universidade Federal de Santa Catarina



Documento assinado digitalmente
DJALMA EUGENIO SCHMITT
Data: 13/06/2023 15:05:36-0300
CPF: ***.180.539-**
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof. Dr. Djalma Eugênio Schmitt
Membro da banca examinadora



Documento assinado digitalmente
Tancredo Augusto Feitosa de Souza
Data: 11/06/2023 12:31:12-0300
CPF: ***.287.284-**
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof. Dr. Tancredo Augusto Feitosa de Souza
Membro da banca examinadora

Este trabalho é dedicado ao meu pai Paulo Rubens Ronsani (em memória) e minha mãe Marta Fernandes Ronsani.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pelo o dom da vida, estando comigo em todos os momentos, guiando e iluminando o meu caminho.

À toda a minha família, especialmente os meus pais Marta Fernandes Ronsani e Paulo Rubens Ronsani (em memória), que mesmo com dificuldades não mediram esforços para que a sua filha tivesse acesso a um ensino superior e buscasse realizar seus sonhos.

Aos colegas pela amizade e por todos os momentos de agonia, tristeza e felicidade compartilhados, momentos esses que agora mais do que nunca temos certeza que valeram a pena.

A todos os servidores da UFSC Campus Curitibanos que direta ou indiretamente fizeram parte desta caminhada, sempre fazendo o possível para que tudo ocorresse da melhor forma.

À toda equipe da empresa Florestal Gateados, que sempre disponibilizavam funcionário para nos auxiliar durante toda a pesquisa.

A todos os mestres que tive a felicidade de conhecer pela competência, dedicação e conhecimento passado durante esses anos dentro e fora da sala de aula. Em especial o Dr. Mário Dobner Júnior e o meu coorientador Prof. Dr. Tancredo Augusto Feitosa de Souza, por todo o conhecimento passado, dedicação, incentivo e a oportunidade de realizar essa pesquisa juntos.

A prof. Dra. Sônia Purin da Cruz, que em uma situação delicada, aceitou ser a minha orientadora, me acolhendo e me tornando membro de um grupo de estudos, o Gmicro, onde tive oportunidade de obter muito conhecimento e ajudando em experimento de colegas. A ela devo muito que sei até agora, e agradeço pela confiança dada a mim.

Obrigada!

“O verde das árvores traz a mais profunda paz para quem sabe apreciar. ”
(Mayara Benatti)

RESUMO

No Brasil, a Floresta Ombrófila Mista, tem sua principal representante a *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze., sua ocorrência é principalmente nos estados do Sul, com segmentos dispersos no sudeste do país. A *A. angustifolia*, é conhecida popularmente como Pinheiro-Brasileiro ou Pinheiro-Paraná, pertence à família Araucariaceae, é uma conífera, dióica, contendo tronco cilíndrico e reto. A espécie apresenta madeira leve e de fácil manuseio, fazendo com que sua exploração fosse intensiva em meados do século XIX, ganhando forças no século XX, principalmente nos estados de Santa Catarina e Paraná. Atualmente a *A. angustifolia* encontra-se na lista oficial de espécies ameaçadas de extinção. O trabalho teve como objetivo avaliar as características químicas do solo e aporte de serapilheira de plantios de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, no planalto sul de Santa Catarina. Foram selecionados 11 plantios com idades entre 20-40 anos para caracterizar um gradiente de qualidade de sítio, determinada em termos de altura dominante. As propriedades químicas da serapilheira foram observadas, tendo variação significativa entre os três sítios (alto, médio e baixo), destacando-se quatro elementos químicos no sítio de alta qualidade, que é o potássio K (1,11 g kg⁻¹), cálcio Ca (19,5 g kg⁻¹), magnésio Mg (3,60 g kg⁻¹) e carbono C (384 g kg⁻¹). Nos sítios de alta qualidade das propriedades químicas do solo, foram observados os maiores valores médios de potássio K (108,0 mg kg⁻¹), fósforo P (12,4 mg kg⁻¹), cálcio Ca²⁺ (8,74 cmol_c kg⁻¹), pH em H₂O (5,56), CTC (21,4 cmol_c kg⁻¹), V% (54,6) e matéria orgânica do solo MOS (7,36%). A dificuldade do desenvolvimento da *A. angustifolia* em função de fatores como a qualidade química do solo e serapilheira, tem como consequência plantas com porte pequeno, produtividade baixa e crescimento estagnado.

Palavras-chave: Fertilidade. Crescimento. Manejo. Solo. Produtividade.

ABSTRACT

In Brazil, the Mixed Ombrophylous Forest has *Araucaria angustifolia* (Bertol) Kuntze., as its main representative. its occurrence is mainly in the southern states, with scattered segments in the southeast of the country. *A. angustifolia*, popularly known as Pinheiro-Brasileiro or Pinheiro-Paraná, belongs to the Araucariaceae family, is a conifer, dioecious, with a cylindrical and straight trunk. The species presents light and easy-to-handle wood, making its exploration intensive in the middle of the 19th century, gaining strength in the 20th century, mainly in the states of Santa Catarina and Paraná. Currently, *A. angustifolia* is on the official list of endangered species. The objective of this work was to evaluate the chemical characteristics of the soil and the contribution of litter from *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, plantations, in the southern plateau of Santa Catarina. Eleven plantations aged 20-40 years were selected to characterize a site quality gradient, determined in terms of dominant height. The chemical properties of the litter were observed, with significant variation between the three sites (high, medium and low), highlighting four chemical elements in the high quality site, which is potassium K (1.11 g kg^{-1}), calcium Ca (19.5 g kg^{-1}), magnesium Mg (3.60 g kg^{-1}) and carbon C (384 g kg^{-1}). In sites with high quality soil chemical properties, the highest mean values of potassium K (108.0 mg kg^{-1}), phosphorus P (12.4 mg kg^{-1}), calcium Ca^{2+} ($8.74 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$), pH in H_2O (5.56), CEC ($21.4 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$), V% (54.6) and soil organic matter MOS (7.36%). The difficulty of the development of *A. angustifolia* due to factors such as the chemical quality of the soil and litter, results in small plants, low productivity and stagnant growth.

Keywords: Fertility. Growth. Management. Ground. Productivity.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Ilustração de <i>Araucaria Angustifolia</i> (BERTOL.) O. KUNTZE Erro! Indicador não definido.	
Figura 2 – Esquema experimental do estudo de campo em plantios de <i>Araucaria angustifolia</i> , na empresa Florestal Gateados	21
Figura 3 – Serapilheira secando em estufa antes do tritramento.....	22
Figura 4 – Coleta de solo com auxílio de uma pá nos plantios de <i>Araucaria angustifolia</i> , na empresa Gateados	23
Figura 5 – Matriz de correlação de Pearson entre características da serapilheira e do solo. “X” indica relação não significativa entre as variáveis.....	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características da *A. angustifolia* (idade e altura) em cada sítio de qualidade³⁰

Tabela 2 – Propriedades químicas da serapilheira (média \pm sd) em sítios de *A. angustifolia* de baixa, média e alta qualidade³⁰

Tabela 3 – Propriedades químicas do solo (média \pm sd) em sítios de *A. angustifolia* de baixa, média e alta qualidade³⁰

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	OBJETIVOS	14
1.1.1	Objetivo Geral	14
1.1.2	Objetivos Específicos	14
2	REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1	<i>Araucaria angustifolia</i> (BERTOL.) O. KUNTZE	15
2.2	REFLORESTAMENTO DE <i>Araucaria angustifolia</i> (BERTOL.) O. KUNTZE	16
2.3	CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS EM SOLO DE <i>Araucaria angustifolia</i> (BERTOL.) O. KUNTZE	17
2.4	APORTE DE SERAPILHEIRA COMO FATOR DE MELHORIA DA QUALIDADE DO SOLO	18
3	METODOLOGIA	20
3.1	ÁREA DE ESTUDO	20
3.2	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	20
3.3	AMOSTRAGEM DO SOLO	22
3.4	CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DO SOLO E DA SERAPILHEIRA	23
3.5	ANÁLISE ESTATÍSTICA	24
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
5	CONCLUSÃO	30
	REFERÊNCIAS	31

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a Floresta Ombrófila Mista, tem sua principal representante a *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze., sua ocorrência é principalmente nos estados do Sul (RS, SC e PR), com segmentos dispersos nos estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais (MARCHIORO *et al.*, 2019). Essa floresta já foi muito explorada no passado, tanto para o interesse madeireiro e exportação, como para o interesse de aumentar áreas agricultáveis. Todo esse processo fez ela sofrer redução populacional muito severa ao longo do último século, tornando-a ameaçada de extinção (CNCFLORA, 2012).

A dificuldade do desenvolvimento da *A. angustifolia* em função de fatores como a qualidade química do solo e serapilheira, tem como consequência plantas com porte pequeno, produtividade baixa e crescimento estagnado. Apesar dos incentivos de cultivo, feitas nas décadas passadas, atualmente o mercado madeireiro tem poucos plantios existentes, como o principal fornecedor de madeira de *A. angustifolia*. Acredita-se que a explicação para existir poucas áreas reflorestadas, é a falta de conhecimento das exigências silviculturais da araucária, em relação há qualidade do solo. Também podemos considerar que técnicas de plantio e manejo adequado podem favorecer o desenvolvimento dessa espécie arbórea a campo (BARBOSA, 2017).

O crescimento e desenvolvimento da araucária é dependente de adequadas condições químicas do solo por ser uma planta altamente exigente em nutrientes. Segundo Schumacher *et al.*, (2004), a deposição de serapilheira em povoamentos formados por espécies nativas, como a *A. angustifolia*, é um dos aspectos primordiais a serem estudados na avaliação da nutrição mineral e ciclagem de nutrientes nessas florestas, com vistas ao planejamento do uso destas espécies para recuperação de áreas degradadas ou para produção de madeiras nobres.

Desta maneira, em áreas com boas condições químicas podem ocorrer incrementos significativos na qualidade da madeira. Além disso, a qualidade do solo está ligada ao caráter de preservação ambiental dessa espécie, devido seu emprego em reflorestamentos com fins comerciais (GERHARDT *et al.* 2001). Além disso, o estudo da relação entre a capacidade produtiva de povoamentos florestais e atributos do solo, torna-se essencial quando se tem como objetivo o manejo racional da floresta e dos recursos indiretos por ela mantidos, o qual evita a exaustão e a degradação do solo, e visa uma produtividade sustentável (JONAS, 2003). Nesse contexto, o presente trabalho terá como objetivo avaliar as características químicas do

solo e aporte de serapilheira em ecossistemas de *A. angustifolia* com idades de 20-40 anos, na cidade de Campo Belo do Sul – SC, em três condições de qualidade do solo.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Avaliar as características químicas do solo e aporte de serapilheira de plantio monoespecífico de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, no planalto sul de Santa Catarina.

1.1.2 Objetivos Específicos

Caracterizar os teores de N, P, K, Ca, Mg, S e C, da serapilheira (g/m^2), com alta, média e baixa produtividade de plantios de *A. angustifolia*.

Caracterizar quimicamente o solo em áreas com alta, média e baixa produtividade de *A. angustifolia*.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 *ARAUCARIA ANGUSTIFOLIA* (BERTOL.) O. KUNTZE

Dentro do Bioma Mata Atlântica, a Floresta Ombrófila Mista, é uma das mais características da região sul do Brasil e está presente também em algumas áreas da região sudeste. Nele, destaca-se a presença da *A. angustifolia*, conhecida popularmente como pinheiro-brasileiro, pinheiro-paraná ou até mesmo como araucária, essa espécie é a única do gênero *Araucaria* nativa (OLIVEIRA; SHIMIZU, 1981; WENDLING; ZANETTE, 2017).

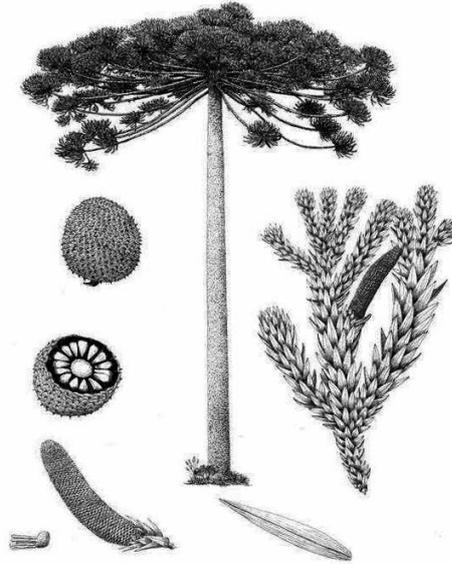
É uma conífera, dióica, gimnosperma, pertence à família Araucariaceae, contendo tronco cilíndrico e reto, com diâmetros de 90-180 cm e sua altura podendo chegar a 50 metros (LORENZI, 1992; FERRI, 2019). As *A. angustifolia* fêmeas tem o seu florescimento o ano todo, produzindo pinhas (Figura 1), com média de 20 cm de diâmetro, sendo que cada uma pode chegar até 150 pinhões. As plantas macho produzem cones alongados (Figura 1) que podem chegar até 15 cm de comprimento e 4 cm de diâmetro, florescendo entre os meses de agosto e janeiro, este cone é responsável pela produção do pólen. Aos 20 meses depois da polinização, entre os meses de abril e julho, as pinhas maduras soltam pinhões saborosos, ricas em reservas energética e em aminoácidos que são fonte de alimento para animais, como aves e mamíferos (REMADE, 2023).

Uma característica marcante para diferenciar a fase juvenil da adulta é a forma da copa, árvores jovens apresentam copa em forma piramidal bem diferente da adulta, que é em forma de taça (LORENZI, 1992; EMBRAPA, 2014). A espécie apresenta madeira leve, fácil manuseio, alta qualidade e valor comercial, essas características, fizeram com que a sua exploração fosse intensiva em meados do século XIX, ganhando forças no século XX, principalmente nos estados de Santa Catarina e Paraná, onde o principal interesse era madeireiro, exportação e o aumento das áreas agricultáveis (CLEBSCH, 2004; OLIVEIRA *et al.*, 2011; WENDLING; ZANETTE, 2017).

Originalmente as florestas de araucária propagaram-se cerca de 200.000 Km² (OLIVEIRA; SHIMIZU, 1981). Porém, 98% das florestas de araucária foram derrubadas, levando quase a extinção da espécie no fim da década de 80 (WENDLING; ZANETTE, 2017). Atualmente o cenário de exploração da *A. angustifolia*, ainda está presente em forma

ilegal da madeira, para obter maiores áreas agrícolas e reflorestamento de espécies exóticas, aumentando ainda mais a insularização dos remanescentes (FERRI, 2019), tornando a espécie listada oficialmente nas espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção (ICMBIO, 2022) e incluída na Red List na categoria crítica (IUCN, 2022).

Figura 1 – Ilustração de *Araucaria Angustifolia* (BERTOL.) O. KUNTZE



Fonte: Pinterest (2023)

2.2 PLANTIO DE *ARAUCARIA ANGUSTIFOLIA* (BERTOL.) O. KUNTZE

Com a implantação do novo código florestal na década de 60, as atividades de reflorestamentos nas áreas desmatadas e devastadas, foram feitas com gêneros exóticos, como *Pinus*, *Eucalyptus* e outros que prometiam maior produtividade que as espécies nativas (BREPOHL, 1980). Para a *A. angustifolia* foi reservada legalmente uma certa porcentagem de áreas, mas por desconhecimentos ecológicos e do desinteresse econômico, foram cometidos erros nos reflorestamentos e no manejo que causaram danos irreparáveis, aumentando ainda mais o desinteresse comercial por essa espécie (NUTTO, 2001; OLIVEIRA; SHIMIZU, 1981).

No Brasil existem 10 FLONAS, localizadas dentro da FOM com plantios de araucária, a soma delas totaliza aproximadamente 4 mil hectares de área plantada. São áreas destinadas à pesquisa, entretanto sem metas claras em relação aos objetivos pretendidos para

os plantios ali estabelecidos. O cenário era de florestas superestocadas, com crescimento estagnado (CURTO, 2015). Sabe-se que existem reflorestamentos e florestamentos de *A. angustifolia* em empresas no sul do país, porém por falta de dados divulgados, não é possível quantificar e saber o destino dessas áreas. A legislação florestal é restritiva quanto ao aproveitamento das árvores nativas, contribuindo fortemente para a falta de interesse dos proprietários rurais com a *A. angustifolia* (GERHARDT *et al.*, 2001).

Em Santa Catarina o Instituto do Meio Ambiente (IMA), é responsável por administrar as Unidades de Conservação (UCs), que é dividido em duas categorias, parque e reserva. São sete na categoria parque, com flexibilidade quanto aos usos das áreas e com acesso para o público e três na categoria reserva, com acesso permitido apenas a pesquisadores, infelizmente o manejo ambiental dessas áreas é bastante restrito (IMA, 2020).

Em 2012, foram contabilizadas 72 Unidades de Conservação (UCs) federais e estaduais de domínio público localizadas na área de ocorrência da Floresta com Araucária no Brasil, totalizando 8.858,58 km², e esse total engloba também campos não cobertos pelas florestas (DANNER *et al.*, 2012).

2.3 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS EM SOLO DE *ARAUCARIA ANGUSTIFOLIA* (BERTOL.) O. KUNTZE

A *A. angustifolia*, é muito exigente no quesito solo, quando se refere a fertilidade, quanto a profundidade, Silva *et al.* (2001), observou maiores crescimentos, em volume, associados a uma maior sobrevivência, quando a espécie se encontrava em solos profundos, uma média de 20 m³ ha⁻¹, em comparação ao crescimento em solos pedregosos que obteve 16,6 m³/ ha⁻¹ e solos rasos com a média de 12,2 m³ ha⁻¹. A compactação, contribui para ser um dos aspectos problemáticos para o florestamento da mesma (AQUINO, 2005). Segundo Sanquetta *et al.* (2000), quando essa espécie é plantada em solos de baixa fertilidade, o resultado será um crescimento irregular e lento e, a madeira obtida será de qualidade inferior a 15 m³. Para ter uma comparação de produção, de acordo com Aquino (2005), nos plantios de araucária da Fazenda Florestal Gateados, situada no município de Campo Belo do Sul (SC), foram constatados incrementos médios anual de 8 m³ ha⁻¹ a 15 m³ ha⁻¹ em solos de baixa e alta fertilidade, respectivamente.

Segundo Embrapa (2001), na Serra da Mantiqueira – MG, dentro da mesma propriedade, foi possível identificar plantios bons em solos de vegetação natural, com uma

produção estimada de 18 m³ ha⁻¹ e plantios ruins em solos de campo, com uma produção estimada de 3m³ ha⁻¹. Nos dois casos que os especialistas acompanharam o desenvolvimento dos plantios, acreditam-se que a causa dessa variação de produção, seja condições de fertilidade química do solo, a profundidade e compactação.

A qualidade do sítio expressa pelo crescimento em altura da araucária é correlacionada positivamente com os teores de fosfato total, nitrogênio total, potássio, cálcio, Magnésio trocável, soma das bases e saturação com alumínio no complexo de absorção do solo (SILVA *et al.*, 2001).

Conforme Embrapa (2001), os solos mais adequados para o plantio da araucária são os Latossolos Roxos Distróficos do oeste e sudeste do Paraná e do oeste de Santa Catarina, especialmente aqueles em que a floresta nativa foi recentemente derrubada, e com pH menor de 6,0. Porém, estudos realizados na região Sul do Brasil, o desenvolvimento da espécie varia significativamente em função dos atributos e condições dos solos e do manejo estabelecido. Na região de São Joaquim-SC, caracterizada por maiores altitudes, relevo forte ondulado e predominância da associação de Neossolos Litólicos e Cambissolos originados de rochas básicas da Formação Serra Geral, Minatti (2015), relata incremento médio de 0,340 cm ano, positivamente correlacionado com teores trocáveis de Ca, Al, soma de bases e matéria orgânica. Já no município de Painel-SC, é uma região de relevo suave ondulado, ocorrência de Neossolos Litólicos + Cambissolos Háplicos e com incremento médio de 0,903 cm ano, Minatti (2015) verificou correlação positiva apenas com a CTC efetiva. Em plantios estabelecidos em diferentes locais das regiões Sul e Sudeste do País, Iceri e Bellote (2008) também verificaram a exigência da espécie por P, K, Ca e Mg.

2.4 APORTE DE SERAPILHEIRA COMO FATOR DE MELHORIA DA QUALIDADE DO SOLO

A serapilheira acumulada sobre os solos florestais é determinada por vários fatores, como a formação do dossel, tipo de floresta, diversidade de espécies, regeneração florestal, agentes climáticos, época do ano, incêndios, concentração de microrganismos, características do material depositado, ataque de pragas e intervenções antrópicas, entre outros (OLIVEIRA, 2010).

A produção de serapilheira e a devolução de nutrientes em ecossistemas florestais constituem a via mais importante do ciclo biogeoquímico (fluxo de nutrientes no sistema solo-planta-solo). Este ciclo, juntamente com o bioquímico (circulação de nutrientes no interior da planta), permite que as árvores da floresta possam sintetizar a matéria orgânica através da fotossíntese, reciclando principalmente os nutrientes em solos altamente intemperizados, onde a biomassa vegetal é o seu principal reservatório de nutrientes essenciais às plantas (SCHUMACHER *et al.*, 2004).

Segundo Schumacher *et al.* (2004), a produção seguida da decomposição da serapilheira é o principal meio de transferência dos nutrientes para o solo, possibilitando a sua reabsorção pelos vegetais vivos. Assim, a serapilheira se torna um dos mais intensos sítios de interação entre a ciclagem de elementos químicos inorgânicos e a transferência de energia. A razão destes no complexo do solo condiciona a capacidade de produção primária líquida do ecossistema. A ação dos microrganismos através da decomposição da serapilheira, associações micorrízicas e aceleração da ciclagem de nutrientes também auxilia no aumento da oferta de nutrientes para a araucária (SILVA *et al.*, 2001).

Em um estudo feito por Schumacher *et al.* (2004), que observou a concentração média anual de nutrientes nas frações galhos e acículas da serapilheira amostrada no povoamento de *A. angustifolia*, em Pinhal Grande-RS. A fração acículas apresentou mais rica em nutrientes do que a fração galhos, exceto para o K. Quanto ao N, a diferença entre a sua concentração nas duas frações foi grande, demonstrando ocorrer nos galhos um baixo teor do elemento. O cálcio foi o nutriente mais frequente em ambas frações, com concentrações superiores aos dos demais elementos.

3 METODOLOGIA

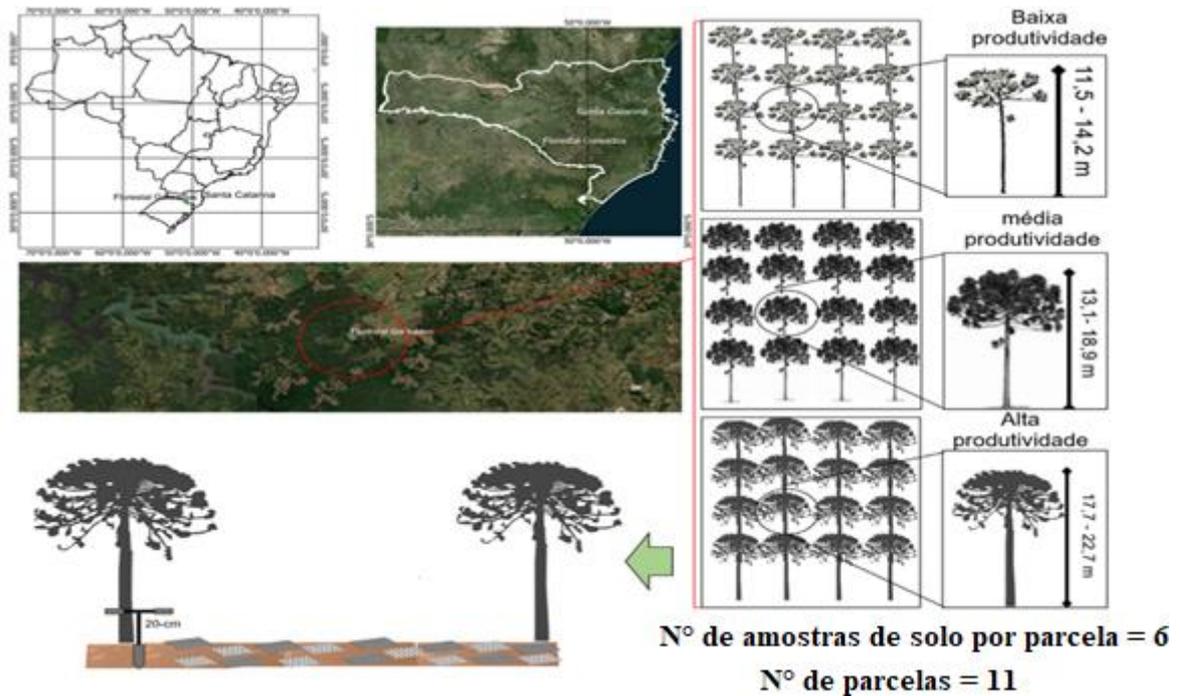
3.1 ÁREA DE ESTUDO

Foi realizado o estudo em plantios de *A. angustifolia* na empresa Florestal Gateados. Sendo selecionados 11 plantios com idades entre 20-40 anos para caracterizar um gradiente de qualidade de sítio, determinada em termos de altura dominante. A empresa Florestal Gateados, está localizada no Planalto Sul de Santa Catarina. Os limites geográficos das propriedades da empresa se situam entre as coordenadas 50°45' e 51°05' Longitude Oeste e 27°35' e 28°05' Latitude Sul. A temperatura média anual da área é de +15 °C e recebe uma precipitação média anual de 1750 mm. O solo na área experimental foi classificado como Cambissolo com sedimentos silte-argiloso como material de origem (SOUZA *et al.*, 2021). Segundo a classificação de Köppen o clima da área experimental é subtropical úmido (Cfb) (SOUZA *et al.*, 2021).

3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O experimento foi implantado utilizando métodos de amostragem aleatória contínua sistemática. Os tratamentos selecionados com o auxílio do inventário contínuo da empresa, foram 11 sítios no total, divididas em 5 parcelas de alta produtividade, 4 parcelas de média produtividade e de 2 parcelas de baixa produtividade (Figura 2). Utilizando o método de Bonferroni, para corrigir o balanceamento dos tratamentos.

Figura 2 – Esquema experimental do estudo de campo em plantios de *Araucaria angustifolia*, na empresa Florestal Gateados.



Fonte: Lucas Rodrigues (2022)

Cada parcela possui perímetro circular de 500 m² de área. As parcelas foram localizadas ao longo de um gradiente considerando a altura das plantas adultas com valores mínimos e máximos de 5 e 25 m, respectivamente. Cada parcela foi considerada como uma unidade experimental independente. Na Tabela 1 são apresentados valores médios de idade e altura por sítio de qualidade (baixo, médio e alto).

Tabela 1 – Características da *A. angustifolia* (idade e altura) em cada sítio de qualidade

Nível de qualidade do sítio	Idade	Altura h ₁₀₀ (m)
Baixo	27,5 ± 4,00	12,8 ± 1,91
Médio	29,0 ± 6,00	16,0 ± 2,83
Alto	33,0 ± 6,00	20,9 ± 1,91

Fonte: Tancredo Souza (2023)

3.3 AMOSTRAGEM DA SERAPILHEIRA E DO SOLO

Para avaliar a serapilheira, foi utilizado um gabarito de 1×1 m, e lançado em um ponto aleatório de cada parcela. Todo o material seco que estava presente no gabarito foi pesado (folhas, galhos, flores, frutos, sementes), evitando coleta de matéria viva e solo, armazenando em sacos com capacidade de 5 kg. Em seguida o material foi seco em estufa em 60°C por 48h, virando o material duas vezes por dia para que a secagem fosse homogênea (Figura 3), após esses dias foi feito a trituração, embalado e mandado para laboratório.

Figura 3 – Serapilheira secando em estufa antes do trituramento.



Fonte: Autora (2021)

Para avaliação do solo, foi utilizado uma pá na camada de 0-20 cm no solo, realizando duas coletas de três cilindros de 200 g, no início e no fim do experimento, que teve duração de um ano. Esse procedimento foi realizado em todas as parcelas experimentais, sendo que os três

pontos de coletas foram distribuídos dentro do mesmo gabarito de 1 m² utilizado na coleta da serapilheira (Figura 4). Todas as amostras de solo foram secas ao ar.

Figura 4 – Coleta de solo com auxílio de uma pá nos plantios de *Araucaria angustifolia*, na empresa Gateados.



Fonte: Autora (2021)

3.4 CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DA SERAPILHEIRA E DO SOLO

O material de serapilheira seco, triturado e embalado foi encaminhado para o laboratório na cidade de Campos Novos- SC para ser realizado as análises. O peso obtido em g/m² foi convertido em t/ha. A análise química do solo foi realizada com a coleta de três cilindros de solo, o material coletado e homogeneizado, foi encaminhado para laboratório na cidade de Campos Novos-SC para análise de pH em água, carbono orgânico, nitrogênio total e fósforo disponível.

3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Foi aplicado o teste Shapiro-Wilk, para análise de normalidade, o teste de Bartlett, para avaliar a homogeneidade de variâncias, teste de Bonferroni, com ANAVA de F, para análise de variância comparada em cada experimento e a matriz de correlação de Pearson entre características da serapilheira e do solo. Desta forma, atendido os pressupostos, com a análise de variância e teste de comparação de médias para avaliar se os locais e o tempo de coleta afetam, as propriedades químicas do solo em condições de campo e a produtividade da *A. angustifolia*. Todas as funções estatísticas e análises serão realizadas no Software R 3.4.0.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi observada variação significativa entre os sítios (Tabela 2), destacando-se quatro elementos químicos com seus respectivos valores no sítio de alta qualidade, que são potássio K ($1,11 \text{ g kg}^{-1}$), cálcio Ca ($19,5 \text{ g kg}^{-1}$), magnésio Mg ($3,60 \text{ g kg}^{-1}$) e carbono C (384 g kg^{-1}). Os demais elementos analisados nas amostras, como nitrogênio (N), fósforo (P) e enxofre (S) não apresentaram diferenças significativas segundo a ANOVA.

Tabela 2 – Teores de nutrientes da serapilheira (média \pm sd) em sítios de *A. angustifolia* de baixa, média e alta qualidade.

Propriedades Químicas	Baixa qualidade	Média qualidade	Alta qualidade	Valor-p
	Serapilheira			
N (g kg^{-1})	$8,97 \pm 1,73$ a	$10,5 \pm 3,03$ a	$10,5 \pm 1,73$ a	0,80 ^{ns}
P (g kg^{-1})	$0,69 \pm 0,12$ a	$0,74 \pm 0,11$ a	$0,82 \pm 0,18$ a	0,69 ^{ns}
K (g kg^{-1})	$0,56 \pm 0,02$ c	$0,93 \pm 0,20$ b	$1,11 \pm 0,40$ a	21,8 ^{***}
Ca (g kg^{-1})	$15,7 \pm 5,06$ b	$17,2 \pm 3,63$ a	$19,5 \pm 1,98$ a	8,90 [*]
Mg (g kg^{-1})	$2,00 \pm 0,69$ b	$2,49 \pm 0,35$ b	$3,60 \pm 1,27$ a	7,50 [*]
S (g kg^{-1})	$2,09 \pm 0,57$ a	$2,43 \pm 0,36$ a	$2,44 \pm 0,78$ a	0,53 ^{ns}
C (g kg^{-1})	$369,0 \pm 4,14$ b	$384,0 \pm 4,24$ a	$384,0 \pm 4,14$ a	18,4 ^{***}

Fonte: Tancredo Souza (2023)

Um estudo realizado em Pinhal Grande – RS, com acículas dos povoamentos de *A. angustifolia* aos 17 anos de idade, obteve média anual dos seguintes nutrientes (g/kg), K (1,45), Ca (28,16) e Mg (1,24), comparando os valores obtidos no sítio de alta qualidade do

presente estudo com a do autor, observa-se que K (1,11) está próximo ao valor encontrado, Ca (19,5) está bem inferior ao resultado que o autor encontrou e o Mg (3,60) no presente estudo foi superior. Os teores de nutrientes encontrados na serapilheira variam para a mesma espécie, por características de cada planta, do próprio elemento e do sítio, sendo assim um desafio a comparação entre diferentes povoamentos (SCHUMACHER, *et al.*, 2004).

No experimento de Koehler *et al.* (1987), em plantio de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze, aos 15 anos de idade no município da Lapa - PR, os teores médios de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio, nas acículas de serapilheira, foram de 4,0; 0,2; 0,6; 5,2 e 0,8 kg ha⁻¹. Os valores verificados na presente pesquisa para estes nutrientes, mostraram-se superiores em relação ao trabalho de Koehler (1987).

Os níveis adequados da concentração de macronutrientes (g kg⁻¹) em essências florestais são: N (12 a 35); P (1,0 a 2,3); K (10 a 15); Ca (3 a 12); Mg (1,5 a 5,0); S (1,4 a 2,0) (MALAVOLTA *et al.*, 1997). Comparando os valores obtidos no estudo com o do autor, o elemento K está abaixo do esperado para o tratamento de alta qualidade. O potássio é um nutriente mineral fundamental, embora não possua função estrutural no tecido vegetal, apresenta grande importância para planta pois colabora para regulação de inúmeros processos celulares. Esse elemento está intimamente relacionando aos processos osmóticos, da síntese de proteínas, da abertura e fechamento de estômatos no transporte de açúcares e água e na síntese de proteínas e amido (PRAJAPATI; MODI, 2012). Se observamos os outros macronutrientes, o Ca está acima do valor citado pelo autor e o Mg está entre a média citada.

Segundo Schumacher (2004), a concentração de cálcio pode ser explicada pelo fato deste elemento apresentar baixa mobilidade no tecido vegetal e estar associado à lignificação e constituição de paredes celulares. O valor médio de carbono foi maior no sítio de alta qualidade, e esse acúmulo de carbono no solo está diretamente relacionado a quantidade de resíduos orgânicos que são depositados no solo, bem como da velocidade de decomposição desse material (PRIMIERY *et al.*, 2017).

Em estudo comparativo entre *Pinus* spp. e *Araucaria angustifolia*, concluiu-se que para um bom desenvolvimento a araucária necessita absorver nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e boro em quantidades superiores às espécies de *Pinus*. O autor indica a deficiência de nitrogênio como o fator que mais afeta o crescimento, mas se observamos o nitrogênio na tabela 2, não foi significativo, seguido de fósforo, potássio, cálcio, cobre e boro (BLUM, 1977). De acordo com Silva *et al.*, (2013) e Carducci *et al.*, (2017), fatores

ambientais como baixas temperaturas e alta umidade relativa do ar são propícios ao acúmulo de material orgânico, principalmente na camada mais superficial.

Nos sítios de alta qualidade das propriedades químicas do solo (tabela 3), foram observados os maiores valores médios de potássio K (108,0), fósforo P (12,4), cálcio Ca²⁺ (8,74), pH (5,56), CTC (21,4), V% (54,6) e MOS (7,36), e esses valores diferiram estatisticamente entre si, das demais qualidades do solo avaliadas (baixa e média).

Tabela 3 - Propriedades químicas do solo (média ± sd) em sítios de *A. angustifolia* de baixa, média e alta qualidade.

	Solo			
	29,5 ± 3,54 a	27,6 ± 5,94 a	31,5 ± 5,80 a	0,53 ^{ns}
Argila (g kg ⁻¹)	29,5 ± 3,54 a	27,6 ± 5,94 a	31,5 ± 5,80 a	0,53 ^{ns}
pH	5,30 ± 0,42 b	4,97 ± 0,17 c	5,56 ± 0,87 a	9,05 ^{**}
P (mg kg ⁻¹)	9,72 ± 1,31 b	10,9 ± 3,25 a	12,4 ± 4,22 a	8,6 [*]
K (mg kg ⁻¹)	44,0 ± 1,27 b	113,0 ± 4,21 a	108,0 ± 5,10 a	18,46 ^{***}
S-SO ₄ ²⁻ (mg kg ⁻¹)	20,6 ± 1,29 a	18,9 ± 0,81 b	16,2 ± 0,43 c	13,41 ^{**}
Al ³⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	0,40 ± 0,05 b	1,5 ± 1,12 a	0,38 ± 0,12 b	12,32 ^{**}
Ca ²⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	5,60 ± 0,28 b	4,60 ± 2,73 b	8,74 ± 2,86 a	12,96 ^{**}
Mg ²⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	2,4 ± 0,56 a	1,48 ± 0,49 c	1,7 ± 0,62 b	17,79 ^{***}
H ⁺ +Al ³⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	9,5 ± 5,52 c	14,9 ± 5,60 a	10,7 ± 7,88 b	15,18 ^{***}
CTC (cmol _c kg ⁻¹)	17,6 ± 4,74 b	21,3 ± 6,13 a	21,4 ± 5,84 a	13,54 ^{**}
V (%)	48,5 ± 1,77 b	30,2 ± 1,34 c	54,6 ± 2,48 a	16,34 ^{***}
m (%)	5,0 ± 0,70 b	22,2 ± 1,97 a	4,2 ± 0,63 b	22,34 ^{***}
MOS (%)	5,85 ± 0,14 b	5,70 ± 0,12 b	7,36 ± 0,12 a	22,44 ^{***}

Fonte: Tancredo Souza (2023)

Legenda: Letras minúsculas diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas pelo teste de Bonferroni em $p < 0,05$. ***, **, *, ns, representam significativos a 0,1%, 1%, 5% e não significativos por ANOVA de uma via, respectivamente.

Barbosa (2017), realizou um estudo caracterizando a fertilidade do solo, realizadas através das análises químicas na camada de 0-0,15 m de profundidade, com os seguintes resultado pH H₂O (6,14), P (3,99), K (115,95), Ca⁺² (7,29), CTC (17,09), V% (66,22). Comparando com o presente estudo observa-se que os sítios de alta qualidade, que não sofreram calagem, possuem naturalmente um solo pouco ácido com um pH 5,56, tendo ótimas resposta da *A. angustifolia*. Em relação ao P desse estudo, obteve valores maiores que do autor citado, e o Ca⁺² obteve um valor próximo. Esses dois elementos observou um aumento nas medias, da baixa para alta qualidade. Koehler e Reissmann (1992) relataram que o principal

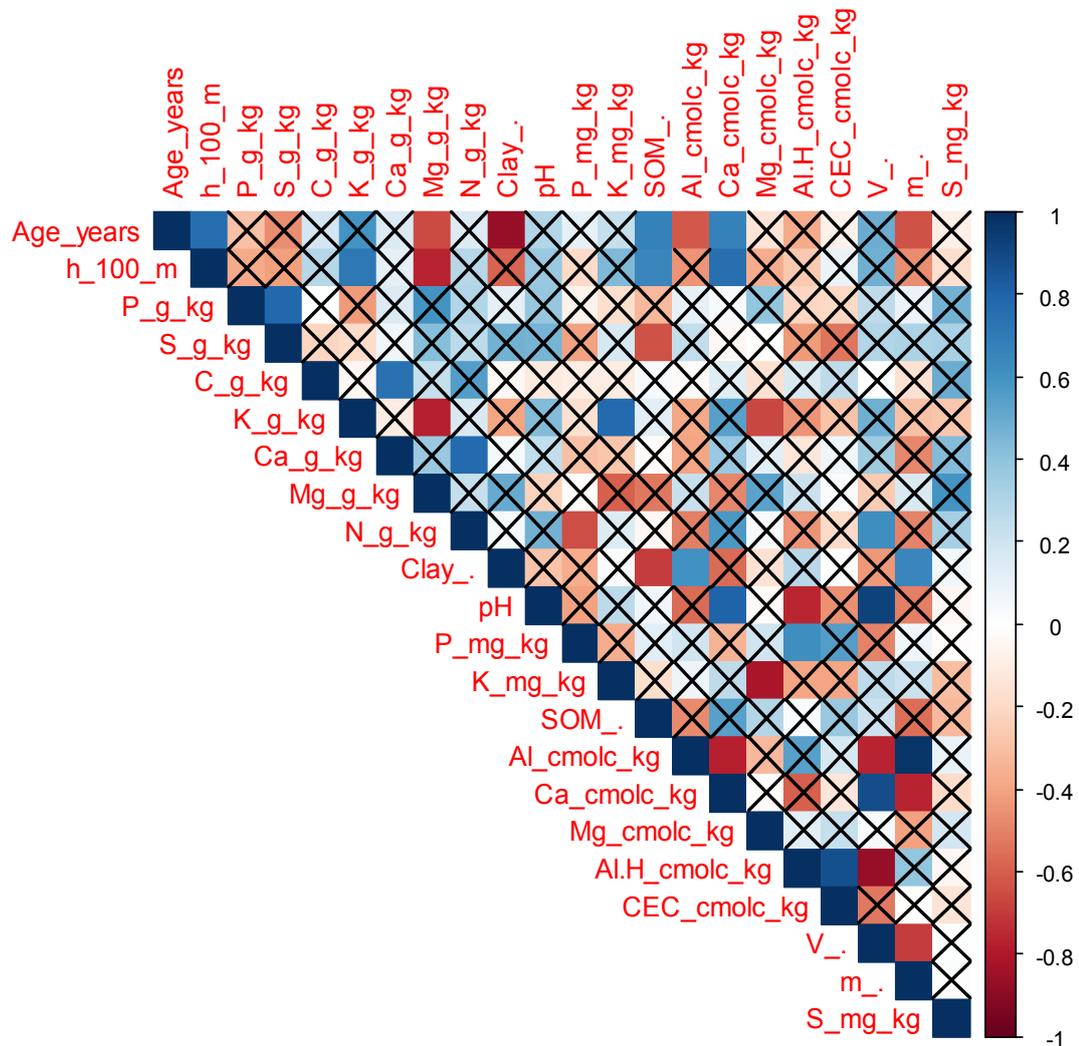
elemento retornado ao solo via serapilheira de araucária foi o Ca, seguido pelo N. Backes *et al.*, (2000) relataram que a quantidade de nutrientes retornados à solo via serapilheira foi de 302,4 kg/ha em floresta nativa e 298,4 kg/ha em floresta plantada de araucária, com 45 anos de idade. O elemento K, as médias dos dois tratamentos (média e alta), são iguais, estando muito perto do valor encontrado pelo o autor.

Ao realizar a caracterização química do solo, na camada 0-20 cm de profundidade, em áreas de reflorestamento de *A. angustifolia*. Baretta (2007) encontrou P (3,7), K (2,2), Ca^{+2} (1,4) e V% (2,7), comparando com o presente estudo que tem valores maiores que os citados. O CTC (175,3) encontrado pela autora, foi superior ao do estudo realizado. Nesse estudo, observa-se um valor médio maior que 50% de saturação por bases (V%), considerando um solo fértil. Os demais elementos analisados nas amostras, como argila e o fósforo (P) não foram estatisticamente diferentes.

Os teores de alumínio trocável foram mais elevados no sítio de média produtividade, o que confere maior acidez. Sabendo-se que o aumento da concentração de alumínio trocável (Al^{+3}) e a baixa saturação de bases contribuem para a diminuição do pH, como observado na tabela 3, pode estar ocorrendo elevação da acidez devido aos processos de decomposição da matéria orgânica. Para Silva *et al.*, (2008), o principal atributo que se relaciona ao teor de carbono orgânico é argila, ambos atuam na elevação da CTC do solo e adsorção de nutrientes, contribuindo para melhorias na fertilidade do solo como pode ser observado na cota alta deste trabalho.

A matriz de correlação de Pearson, mostra valores de correlação entre solo e serapilheira de ecossistemas de *A. angustifolia* (Figura 5), essa matriz mede o grau de relação linear entre cada par de variável. Os valores de correlação podem variar entre -1 e +1. Se as duas variáveis tendem a aumentar e diminuir juntas, o valor de correlação é positivo. Se uma variável aumenta enquanto a outra variável diminui, o valor de correlação é negativo.

Figura 5 – Matriz de correlação de Pearson entre características da serapilheira e do solo. “X” indica relação não significativa entre as variáveis.



Fonte: Tancredo Souza (2023)

Observa-se na figura 5 correlações positivas entre os seguintes atributos:

Idade e altura das árvores, fósforo da serapilheira e enxofre da serapilheira, altura das árvores e potássio da serapilheira, carbono da serapilheira e cálcio da serapilheira, cálcio da serapilheira e nitrogênio da serapilheira, potássio da serapilheira com o potássio do solo, MOS do solo, idade e altura, argila do solo e alumínio do solo, cálcio do solo e idade, cálcio do solo e altura, cálcio do solo e pH do solo, alumínio do solo e fósforo do solo, alumínio do solo e CTC, V% do solo e nitrogênio da serapilheira, pH do solo e V% do solo, Cálcio do solo e V% do solo, M% do solo e argila do solo, M% do solo e alumínio do solo.

Correlação negativa para os seguintes atributos:

Idade das árvores e magnésio da serapilheira, altura e magnésio da serapilheira, potássio da serapilheira e magnésio na serapilheira, idade e teor de argila do solo, nitrogênio da serapilheira e fósforo do solo, MOS do solo e enxofre da serapilheira, argila do solo e matéria orgânica do solo, idade e alumínio do solo, alumínio do solo e cálcio do solo, magnésio do solo e potássio da serapilheira, magnésio do solo e potássio do solo, alumínio do solo e pH do solo, alumínio e V% do solo, Al. H do solo e V% do solo, m% do solo e idade, m% do solo e Cálcio do solo, m% do solo e V% do solo.

A deposição de material orgânico, que constitui a serapilheira, é uma das principais formas de transferência de nutrientes que ocorrem no ecossistema florestal. A concentração de nutrientes na serapilheira provém de um processo que envolve vários fatores, desde a água da chuva que lava a copa carregando nas gotas alguns nutrientes para a manta para, posteriormente, se distribuir nas partículas do solo, auxiliando na decomposição desta (Scheeren, *et al.*, 2000)

5 CONCLUSÃO

- A qualidade do solo está relacionada com a produtividade da espécie *A. angustifolia*, mostra como essa espécie é exigente na questão de nutrientes encontrados no solo.
- A qualidade química do solo está relacionada com a deposição de serapilheira em termos de quantidade e qualidade, elementos químicos como nitrogênio e carbono encontrado na serapilheira “alimentam” o solo.
- A decomposição da serapilheira vai levar uma alta fertilidade e qualidade do solo, podemos observar no sítio de alta qualidade, a concentração de cálcio apresentar baixa mobilidade no tecido vegetal e estar associado à lignificação e constituição de paredes celulares e o acúmulo de carbono no solo está diretamente relacionado a quantidade de resíduos orgânicos que são depositados no solo, bem como da velocidade de decomposição desse material.

REFERÊNCIAS

- ANDREZZA, R. *et al.* Ocorrência de associação micorrízica em seis essências florestais nativas do estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 18, n. 3, p. 339-346, 2008.
- AQUINO, F. M. Cultivo da *Araucaria angustifolia*: Viabilidade econômico-financeira e alternativas de incentivo. **Banco Regional de Desenvolvimento do Extremo Sul**, Florianópolis, p. 1- 53, 2005.
- BARBOSA, J. Z. *et al.* Fertilidade do solo afeta distribuição de elementos em acículas da conífera *Araucaria angustifolia*: um estudo microanalítico. **Cerne**, Curitiba, v.23, n. 2, p. 257-266, 2017.
- BARBOSA, J.S. **Atributos físicos e químicos do solo e sua relação no crescimento da *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze sob um teste de progênes de segunda geração.** 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Catarina, Curitiba, 2017.
- BARETTA, D. *et al.* Análise multivariada de atributos microbiológicos e químicos do solo em florestas com *Araucaria angustifolia*. **Revista Brasil Ciência do Solo**, v. 32, p. 2683-2691, 2008, Número Especial.
- BARETTA, C.R.D.M. **Diversidade microbiana em solos sob florestas de *Araucaria angustifolia*.** 2007. Tese (Doutorado em agronomia) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.
- BREPOHL, D. O reflorestamento com incentivos fiscais no Estado do Paraná. **Floresta**, Curitiba, v. 11, n. 1, p. 62-66, 1980.
- BRISTOT, D. **O efeito na substituição da floresta com araucária por monoculturas florestais sobre a deposição de serrapilheira e a ciclagem de nutrientes.** 2008. Dissertação (Mestrado em Biologia) – Universidade do Vale Do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2008.
- BRITEZ, R. M. *et al.* **Deposição estacional de serrapilheira e macronutrientes em uma floresta de Araucária, São Mateus do Sul, Paraná.** Anais, Congresso Nacional sobre Essências Nativas, 1992.
- CALDEIRA, M. V. W. *et al.* Biomassa e carbono orgânico em povoamentos de *Araucaria angustifolia* (bertol.) kuntze. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 4, p. 1027-1034, 2015.
- CLEBSCH, C. C. **Efeitos interativos das disponibilidades de luz e nutrientes no desenvolvimento inicial de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze.** 2004. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Biológicas) –Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.
- CURTO, R. A. **Avaliação do crescimento e potencial de manejo em plantio superestocado de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze,** 2015. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

CURTO, R. A. *et al.* **Critérios para o manejo de plantios de araucária para a produção madeireira.** 2017. Colombo, Paraná: Embrapa floresta, 2017.

DANNER, M. A. *et al.* O cultivo da araucária para produção de pinhões como ferramenta para a conservação. **Pesquisa Florestal Brasileira.** Colombo, v. 32, n. 72, p. 441-451, 2012.

EISFELD, R. L. **Pesquisa, legislação, plantio e manejo de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) O. Kuntze: perspectivas e soluções.** 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2020.

FERRI, G. K. *Araucaria angustifolia*: descrição botânica. APREMAVI, Atalanta, 2019.

GERHARDT, E. J. *et al.* Contribuição da análise multivariada na classificação de sítios em povoamentos de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze., baseada nos fatores físicos e morfológicos do solo e no conteúdo de nutrientes da serapilheira. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 11, n. 2, p. 41-57, 2001.

HESS, A. F. e SCHNEIDER, P.R. Crescimento em volume de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze em três regiões do Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 1, p. 107-122, 2010.

HIGA, A. R. *et al.* Pomar de sementes por mudas: um método para conservação genética "ex-situ" de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. 1992. Anais - 2º Congresso Nacional sobre Essências Nativas, 1992.

HOPPE, J. M. e CALDEIRA, M. V. W. Correlações entre o crescimento de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, plantada na floresta nacional de Passo Fundo, RS com as características químicas do solo. **Revista Acadêmica: ciências agrárias e ambientais**, Curitiba, v.1, n. 4, p. 33-40, 2003.

IBDF. Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal. **Inventário Florestal Contínuo da Floresta Nacional de São Francisco de Paula.** Brasília: Ed. Gráfica brasiliense, 1983. 95p.

ICMBIO. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Reserva Particular do Patrimônio Natural Grande Florestal das Araucárias.** Bom Retiro, 2017.

IUCN. Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da IUCN, Pinheiro Paraná, 2022.

KOEHLER, C. W. e REISMANN, C. B. Macronutrientes retornados com a serapilheira de *Araucaria angustifolia* em função do sítio. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 4, pt. 2, p. 645-648, 1992. Edição dos Anais do 2º Congresso Nacional sobre Essências Nativas, 1992.

KOEHLER, C. W. *et al.* Deposição de resíduos orgânicos (serapilheira) e nutrientes em plantio de *Araucaria angustifolia* em função do sítio. **Revista Setor de Ciências Agrárias**, v. 9, p. 89-96, 1987.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de planta arbóreas nativas do Brasil**. Editora Plantarum, Nova Odessa, p. 352, 1992.

MACHOSKI, G.S. **Percepção popular sobre a legislação associada à *Araucaria angustifolia* (Bertol.) O. Kuntze**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

MARCHIORO, C.A. *et al.* Present and future of the critically endangered *Araucaria angustifolia* due to climate change and habitat loss. **Forestry**, v. 93, ed. 3, p. 1-10, 2020.

MAFRA, A. L. *et al.* Carbono orgânico e atributos químicos do solo em áreas florestais. R. **Árvore**, Viçosa-MG, v.32, n.2, p.217-224, 2008.

MATTOS, P. P. *et al.* **Caracterização física, química e anatômica da madeira de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze**. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2006. (Comunicado técnico, 160).

NESI, J. **Conservação produtiva da araucária no estado do paraná: proposta de plano de a o**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

OLIVEIRA, T. W. G. *et al.* Ajuste simultâneo na predic o de biomassa aérea em *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze. **BIOFIX Scientific Journal**, Curitiba, v. 3, n. 1, p. 137-144, 2018.

PEREIRA, J. M. *et al.* Fauna edáfica e suas rela es com atributos químicos, físicos e microbiológicos em floresta de Araucária. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 30, n. 1, p. 242-257, 2020.

RADOMSKI, M. I. *et al.* Sistemas de produ o com Araucária. **EMBRAPA**, Colômbia, p. 250-278, 2021. (Documento 12).

SANQUETTA, C. R. *et al.* Crescimento, mortalidade e recrutamento em duas florestas de Araucária (*Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze.) no Estado do Paraná, Brasil. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, Vol. 5, no 1, 2003.

SANQUETTA, C. R. *et al.* Dinâmica da composi o florística de um fragmento de floresta ombrófila mista no centro-sul do Paraná. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, Ano 1, n. 2, 2000.

SANQUETTA, C. R. *et al.* Rela es individuais de biomassa e conteúdo de carbono em planta es de *Araucaria angustifolia* e *Pinus taeda* no Sul do estado do Paraná, Brasil. **Revista Acadêmica: Ciências agrárias e ambientais**, Curitiba, v.1, n.3, p. 33-40, 2003

SCHEEREN, L. W. *et al.* Agrupamento de unidades amostrais de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze em fun o de variáveis do solo, da serapilheira e das acículas, na região de Canela, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 10, n. 2, p. 39-57, 2000.

SHIMIZU, J.Y. e OLIVEIRA, Y.M.M. Distribuição variação e usos dos recursos genéticos da araucária no sul do Brasil. **EMBRAPA**, Colômbia, p. 9, 1981. (EMBRAPA-URPFCS. Documentos, 04).

SCHUMACHER, M. V. *et al.* Produção de serapilheira em uma floresta de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze no município de Pinhal Grande- RS. **Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 1, p. 29-37, 2004.

SILVA, L. J. R. *et al.* Decomposition rate of organic residues and soil organisms' abundance in a subtropical *Pyrus pyrifolia* Field. **Agronomy**, Suíça, v.12, n.2, p- 1-15, 2022.

SILVA, H. D. *et al.* Recomendação de solos para *araucaria angustifolia* com base nas suas propriedades físicas e químicas. **Bol. Pesq. Fl.**, Colombo, n. 43, p. 61-74, 2001.

SOARES, M. T. S. *et al.* **Atributos dos solos em floresta com araucária**. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2021.

SOUZA, T. e LAURINDO, L. K. **Indicadores da qualidade do solo em sistemas agroflorestais e ecossistemas associados**. 1 ed. Curitiba: UFSC, 2020.

WENDLING, I. e ZANETTE, F. **Araucária, particularidades, propagação e manejo de plantios**. Brasília, DF: Embrapa floresta, 2017.

WRERE, M. S. Distribuição natural e habitat da araucária frente às mudanças climáticas globais. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 37, n. 91, p. 331-346, 2017.

ZANETTE, F. **Araucária não é peça de museu**. 1. ed. Curitiba: UFPR, 2016.