

## Levantamento detalhado de solos de áreas de produção florestal no Município de Ponte Serrada, oeste catarinense



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Florestas  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

## **Documentos 249**

# **Levantamento detalhado de solos de área de produção florestal no Município de Ponte Serrada, oeste catarinense**

João Bosco Vasconcellos Gomes  
Itamar Antonio Bognola  
Lorena Stolle  
Petrúcio Novaes de Barros

Embrapa Florestas  
Colombo, PR  
2013

## **Embrapa Florestas**

Estrada da Ribeira, Km 111, Guaraituba,

83411-000, Colombo, PR - Brasil

Caixa Postal: 319

Fone/Fax: (41) 3675-5600

[www.cnpf.embrapa.br](http://www.cnpf.embrapa.br)

[cnpf.sac@embrapa.br](mailto:cnpf.sac@embrapa.br)

## **Comitê Local de Publicações**

Presidente: Patrícia Póvoa de Mattos

Secretária-Executiva: Elisabete Marques Oaida

Membros: Alvaro Figueredo dos Santos, Claudia Maria Branco de Freitas Maia, Elenice Fritzsos, Guilherme Schnell e Schuhli, Jorge Ribaski, Luis Claudio Maranhão Froufe, Maria Izabel Radomski, Susete do Rocio Chiarello Penteadó

Supervisão editorial: Patrícia Póvoa de Mattos

Revisão de texto: Patrícia Póvoa de Mattos

Normalização bibliográfica: Francisca Rasche

Editoração eletrônica: Rafele Crisostomo Pereira

Fotos da capa: João Bosco Vasconcellos Gomes

## **1ª edição**

Versão digital (2013)

### **Todos os direitos reservados**

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

### **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

#### **Embrapa Florestas**

---

Levantamento detalhado de solos de área de produção florestal no Município de Ponte

Serrada, oeste catarinense [recurso eletrônico] / João Bosco Vasconcellos Gomes... [et al.]. Dados eletrônicos - Colombo : Embrapa Florestas, 2013. (Documentos / Embrapa Florestas, ISSN 1980-3958 ; 249)

Inclui mapa detalhado de solo da Fazenda Cristo Rei Celulose Irani S.A.

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web.

<<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/item/221>>

Título da página da web (acesso em 27 dez. 2013).

1. Solo florestal. 2. Análise do solo. 3. Classificação do solo. 4. Santa Catarina. I. Gomes, João Bosco Vasconcellos. II. Bognola, Itamar Antonio. III. Stolle, Lorena. IV. Barros, Petrócio Novaes de. V. Série.

# **Autores**

**João Bosco Vasconcellos Gomes**

Engenheiro-agrônomo, Doutor  
Pesquisador da Embrapa Florestas  
joao.bv.gomes@embrapa.br

**Itamar Antonio Bognola**

Engenheiro-agrônomo, Doutor  
Pesquisador da Embrapa Florestas  
itamar.bognola@embrapa.br

**Lorena Stolle**

Engenheira Florestal, Mestre  
Professora da Universidade Federal do Mato  
Grosso do Sul, Campus de Chapadão do Sul

**Petrúcio Novaes de Barros**

Engenheiro Florestal,  
Analista da Irani Celulose S.A.



# Apresentação

O setor de florestas plantadas (eucalipto e pinus) apresenta grande relevância no cenário nacional, gerando empregos que atingem mais de 5% da população economicamente ativa do Brasil. Santa Catarina é o quarto estado em área plantada do país segundo números do Anuário Estatístico da ABRAF de 2009, o que mostra a pujança da atividade no estado, com mais de 600.000 ha de plantios de eucalipto e pinus.

O setor é dos que mais valoriza a estratificação de ambientes no meio rural, sendo comum o uso da informação da cartografia de solos (mapa de solos) no planejamento de uso das terras envolvidas na atividade e nas suas áreas de expansão.

O mapeamento detalhado de solos de uma área de produção florestal no Município de Ponte Serrada é uma pequena contribuição ao conhecimento de solos do oeste catarinense com a densidade de informações que permita o planejamento em nível de propriedade e, ou, empresa.

Assim, este trabalho, fruto de uma parceria entre a Embrapa Florestas e a Irani Celulose S.A., permitirá a construção de modelos de planejamento para a produção de pinus e de

eucalipto da área estudada. Também servirá para especialistas que apresentem estudos de solos na região, mostrando padrões de distribuição de solos que fogem ao propagado nos levantamentos generalizados existentes. A área de estudo corresponde a Fazenda Cristo Rei e essa publicação envolve sua parte descritiva e o mapa de solos, ambos em formato PDF.

Sergio Gaiad  
Chefe de Pesquisa e Desenvolvimento

# Sumário

<b>Introdução</b> .....	<b>9</b>
Material.....	10
Levantamento de solos .....	12
Metodologia de trabalho .....	12
Resultados do mapeamento de solos.....	14
Legenda do mapeamento de solos .....	14
Classes de solo (definidas conforme Santos et al., 2006) ...	14
Latosolos Brunos (LB) .....	14
Nitossolos Brunos (LB) .....	23
Cambissolos Húmicos (CH) .....	28
Neossolos Litólicos (RL), Neossolos Regolíticos (RR) e afloramentos de rocha (AR) .....	33
Gleissolos Melânicos.....	38
<b>Considerações finais</b> .....	<b>39</b>
<b>Referências</b> .....	<b>42</b>
<b>Anexo - mapa detalhado de solo da Fazenda Cristo Rei, Celulose Irani S.A.</b> .....	<b>43</b>





# **Levantamento detalhado de solos de área de produção florestal no Município de Ponte Serrada, oeste catarinense**

*João Bosco Vasconcellos Gomes*

*Itamar Antonio Bognola*

*Lorena Stolle*

*Petrúcio Novaes de Barros*

## **Introdução**

O Município de Ponte Serrada apresenta a totalidade de suas terras associada ao derrame de rochas efusivas da Formação Serra Geral, de idade Mesozóica. Predomina uma litotipia de rochas de composição basáltica, de coloração cinza-escura a negra, com intercalações de efusivas ácidas e intermediárias, representadas por dacitos, riodacitos felsíticos e riolitos (SCHEIBE, 1986; CARTA..., 2004). Boa parte das terras do município estão estabelecidas em altitudes em torno dos 1.000 m, com relevo predominantemente dissecado, vales profundos e encostas em patamares. Essa formatação da paisagem gera uma grande quantidade de terras inaptas ou marginais ao uso agrícola intensivo, mas boa parte delas com potencial para a produção de florestas plantadas, sendo região tradicional para o plantio de pinus (EPAGRI, 1999).

O levantamento de solos é a mais utilizada informação espacial para estratificação de ambientes em nível local (RESENDE et al., 2007), necessitando para o planejamento em nível de empresa (ou propriedade) de um elevado grau de detalhamento. No Brasil, a grande maioria do território está coberta por

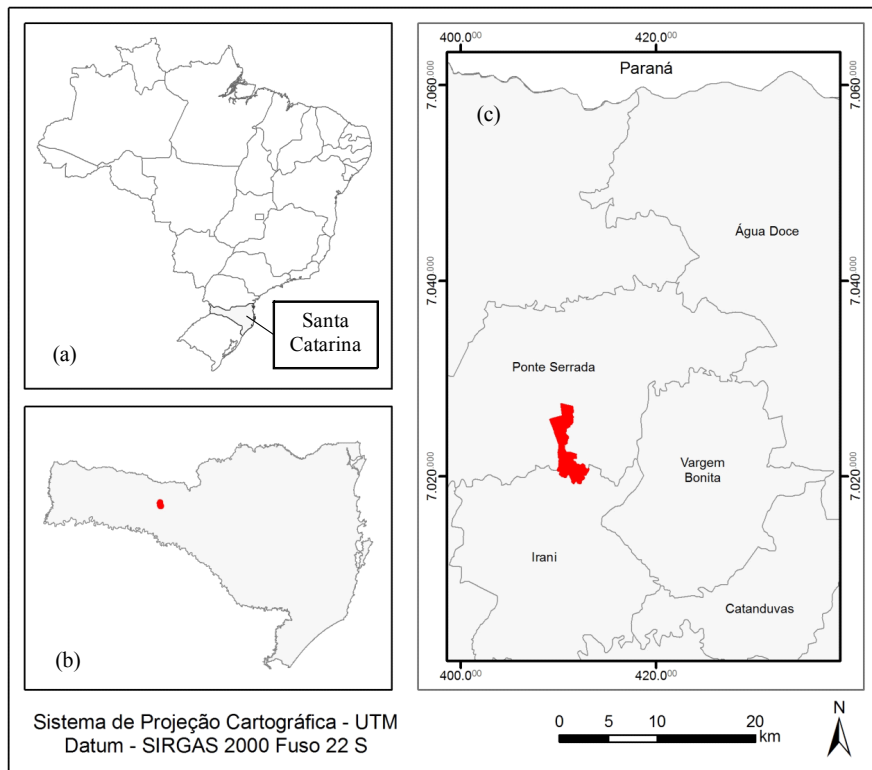
levantamentos de solos de reconhecimento (DEMATTE et al., 2004), não atendendo, portanto, às necessidades exigidas para um adequado planejamento local de uso da terra (COSTA et al., 2009). Este é o caso do Estado de Santa Catarina, que possui levantamento de reconhecimento de solos na escala 1:250.000 (SOLOS..., 2004).

Para a atividade florestal, a interpretação do levantamento de solos pode auxiliar na localização e no desenho experimental dos estudos de campo para seleção de espécies, ganhos de biomassa, qualidade de madeira, resposta à adubação e práticas de manejo (GONÇALVES et al., 2012), além de permitir a construção de unidades de manejo, como as definidas em Costa et al. (2009) para áreas de cultivo de eucalipto no Rio Grande do Sul.

Este trabalho teve por objetivo a execução do levantamento detalhado de solos na escala de trabalho aproximada de 1:10.000, em uma área-piloto no Município de Ponte Serrada, oeste catarinense. Essa área-piloto corresponde a área útil da Fazenda Cristo Rei (excluindo suas áreas de preservação e, ou, reserva), com 660,8 ha, fazendo parte de um conjunto maior de terras utilizadas na produção florestal pela Celulose Irani S.A. O trabalho é parte integrante de uma parceria de cooperação técnica estabelecida entre a empresa Celulose Irani S.A., a Embrapa Florestas – executora técnica - e a FUNPAR – administradora dos recursos.

## Material

A Fazenda Cristo Rei está localizada no oeste do Estado de Santa Catarina, entre as coordenadas UTM (zona 22J) 7.027.200 e 7.020.675 sul e 408.799 e 413.036 este, com altitude média aproximada de 1.066 m (variando entre 1.013 m e 1.140 m para os pontos observados), possuindo 660,8 ha de extensão territorial (Figura 1).



**Figura 1.** Mapas de localização: Estado de Santa Catarina no Brasil (a); localização da Fazenda no Estado de Santa Catarina (b); e Fazenda Cristo Rei, no Município de Ponte Serrada.

O clima local é temperado quente (classificação de Köppen), com grande número de horas de frio acumuladas no inverno (média de 431,83 horas entre maio e setembro, e média de 383,86 horas entre maio e agosto). Apresenta precipitação pluviométrica anual média de 2.030,5 mm para a estação de Irani, com a boa distribuição anual de chuvas, que tornam ocasionais os períodos secos, com diferenças sempre positivas entre as médias mensais de precipitação pluviométrica e evapotranspiração potencial (WREGG et al., 2011). O risco de geada é alto em decorrência da posição meridional e da altitude local (SANTA CATARINA, 1958).

A geologia está associada as rochas vulcânicas intermediárias a básicas da Formação Serra Geral, de idade Mesozóica (CARTA..., 2004). De forma pontual, podem ocorrer áreas sob influência de rochas vulcânicas ácidas (SCHEIBE, 1986). Essa litologia predominante é responsável pela formação de extensas áreas de solos argilosos, de coloração bruna, devido às condições de latitude e altitude, e com teores de ferro total intermediários a altos (SOLOS..., 2004).

## **Levantamento de solos**

### **Metodologia de trabalho**

A base cartográfica da fazenda foi fornecida pela empresa, com curvas de nível distanciadas de 5 m, na projeção cartográfica universal transversa de mercator (UTM), fuso 22. Em uma primeira versão, utilizada no mapeamento de campo, a base apresentou datum SAD-69 (SOUTH AMERICAN DATUM, 1969). Na sua versão final condizente para a escala de trabalho (1:10.000), a base foi gerada a partir de datum SIRGAS 2000. Esta última base é a que deu forma ao mapeamento, sendo utilizada para gerar os mapas produtos do estudo. As bases possuem informações de rios, rodovias, áreas construídas, estradas internas da fazenda e delimitação das áreas de produção.

O mapeamento de campo foi realizado através de prospecção intensiva das diferentes unidades fisiográficas, delimitadas pela interpretação do material básico, procurando-se prospectar os solos do vale ao topo das elevações. Nessas prospecções, os solos locais foram examinados através de barrancos, pequenas trincheiras e tradagens, sendo descritos conforme Santos et al. (2005). Em todos os pontos de observação, georreferenciados através de GPS de navegação, os solos foram classificados conforme Santos et al. (2006). Amostras de solo foram coletadas, geralmente amostrando-se o horizonte superficial e o subsuperficial, entre 60 cm e 100 cm de profundidade.

Ao longo do mapeamento de campo, foram delineados os polígonos preliminares das unidades de mapeamento de solos, pelos modelados do terreno a partir das curvas de nível de 5 m em 5 m das cartas topográficas (escala de trabalho 1:10.000). Os ajustes finais dos polígonos se deram pelas correlações e modelos criados a partir do conhecimento global da área de estudo, principalmente pelo conjunto dos pontos de prospecção e resultados de análises de solos.

Foram 82 pontos de observação espalhados pelos 660,8 ha da Fazenda Cristo Rei, o que se traduz em uma densidade de uma observação a cada 7,6 ha, condizente com a escala de trabalho detalhada. Foram analisadas 32 amostras de solo.

O mapeamento de campo e o conhecimento do padrão de repetibilidade das feições de paisagens e dos solos permitiu a construção gradativa da legenda do mapa de solos.

Após o levantamento de campo, as cartas topológicas com a delimitação das unidades cartográficas foram escanerizadas na resolução de 300 DPI, registradas segundo a base cartográfica e digitalizadas na escala 1:10.000 para delimitação dos polígonos das unidades de mapeamento de solos pelo software de geoprocessamento.

As amostras de solos coletadas foram secas ao ar, destorroadas e passadas em peneiras de malha 2 mm para confecção da terra fina seca ao ar (TFSA) e analisadas nos laboratórios da Embrapa Florestas e da Universidade Federal do Paraná - UFPR. Na TFSA foram feitas as determinações granulométricas e químicas [pH  $\text{CaCl}_2$ ; cátions do complexo sortivo – Ca, Mg, K, Al e H; C orgânico (CO) e P assimilável (P)], conforme Claessen (1997). Por cálculo, foram determinados a soma de bases (SB), a capacidade de troca catiônica (CTC), a saturação por bases (V), a saturação por Al (m), a atividade da argila, a relação Ca/Mg e a relação (Ca + Mg)/Al.

O caráter férrico, que define o terceiro nível de classificação dos solos, foi inferido a partir de correlação da morfologia de campo e dos resultados de ataque sulfúrico (CLAESSEN, 1997) realizados para solos similares mapeados em fazendas da região para o mesmo projeto (dados não apresentados).

## **Resultados do mapeamento de solos**

O relevo das encostas apresenta, predominantemente, baixo a médio grau de dissecação. Deve-se considerar que muitas áreas mais dissecadas da fazenda não foram mapeadas, sendo que já foram separadas pela empresa como áreas de reserva. Além das variações do grau de dissecação, foi importante delimitar as variações no grau de desenvolvimento dos solos. Na descrição das classes de solo procurou-se apresentar, além das definições constantes em Santos et al. (2006), as características locais que definem o universo dos solos estudados em relação ao global da classe.

## **Legenda do mapeamento de solos**

A legenda das unidades de mapeamento estão relacionadas na Tabela 1. A Tabela 2 apresenta as inclusões em cada unidade de mapeamento e na Tabela 3 são apresentadas as áreas ocupadas e respectivas porcentagens para cada unidade de mapeamento.

## **Classes de solo (definidas conforme Santos et al., 2006)** **Latossolos Brunos (LB)**

- **Latossolos** - solo constituído por material mineral, apresentando horizonte B latossólico imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte A, dentro de 200 cm da superfície do solo ou dentro de 300 cm, se o horizonte A apresenta mais que 150 cm de espessura.

- **Latossolo Bruno (LB)** – solo com matiz 4YR (da carta de cores de Munsell) ou mais amarelo no horizonte BA ou em todo o horizonte B, em concomitância com valor úmido igual ou inferior a 4 e croma inferior a 6, apresentando horizonte A húmico ou teores de C orgânico superiores a 1% até 70 cm ou mais

de profundidade. Apresentam alta capacidade de retração de volume com perda de umidade, evidenciada pelo fendilhamento acentuado em cortes de barrancos expostos ao sol por curto espaço de tempo, formando uma estrutura do tipo prismática.

- **LB Distroférrico (LBdf)** – solos com saturação por bases baixa ( $V < 50\%$ ) e teores de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (pelo  $\text{H}_2\text{SO}_4$ )  $\geq 18$  e  $< 36$  dag  $\text{kg}^{-1}$  na maior parte dos primeiros 100 cm de horizonte B (inclusive BA).

- **LBdf nitossólico** – solo intermediário para Nitossolo.

Na Tabela 4 são apresentadas as principais características dos LBd locais. O material de origem (rochas eruptivas intermediárias a básicas), define, além da textura, o teor elevado de óxidos de Fe, influenciando também outras características morfológicas, químicas e físicas (Tabela 5). Materiais de horizontes Bw (ou BA) variaram de 62 dag  $\text{kg}^{-1}$  a 72 dag  $\text{kg}^{-1}$  de teor de argila, todos muito argilosos.

Todos os LB são álicos, podendo alcançar, em partes da paisagem, o critério de ocorrência do caráter aluminico (inclusões). A presença de horizonte A húmico é predominante, não sendo raro se observar valores de carbono orgânico (CO) superiores a 1,0 dag  $\text{kg}^{-1}$  até a profundidade de 1,3 m, já na profundidade do horizonte Bw (SOLOS..., 2004). Em toda a área mapeada, apenas uma unidade de mapeamento apresentou horizonte A moderado (LBd2, ponto RI7, com apenas um polígono no mapa, devido à espessura menor que 20 cm). Essa conjunção de elevados teores de CO (mínimo de 2,85 dag  $\text{kg}^{-1}$ ) e de Al (mínimo de 3,1  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) abrandam a toxidez de Al para as plantas cultivadas. O maior problema está na disponibilidade de bases trocáveis. A saturação por bases (V) não ultrapassou 22% no horizonte superficial. Também existe um desequilíbrio na relação Ca/Mg (média de 8,7). O P apresenta teores baixos e sua disponibilidade é muito dependente de formas orgânicas. Deve-se considerar que existem limites claros na absorção do elemento



por formas orgânicas e o aumento da produção de matéria seca pelas plantas cultivadas é dependente da disponibilidade de fósforo inorgânico, indicando que produtividades satisfatórias são dependentes do aumento da disponibilidade de P e da reposição dos teores absorvidos pela adição de fertilizantes fosfatados (GATIBONI, 2003).

A CTC é dominada pela acidez extraível e apresenta relações com o clima de altitude (ameno e com chuvas bem distribuídas, com forte lixiviação de bases) e a mineralogia. Essa última também é influenciada pelo clima e, principalmente, pelo material de origem. A rocha básica fornece um teor elevado de óxidos de Fe, que apresenta-se no solo preferencialmente na forma de goethita. Isso é ainda mais evidente nos horizontes superficiais, onde a atividade biológica diminui a atividade do Fe, favorecendo a formação de goethita, e explica a ocorrência de uma zona bruno-amarelada subjacente à camada de maior acúmulo de matéria orgânica, enquanto nos horizontes inferiores, principalmente no horizonte C, os teores de hematita, ainda que baixos, já se fazem suficientes para avermelhar levemente os materiais de solo (PÖTTER; KÄMPF, 1981). Difrações de raios-X de LBd mostram uma mineralogia de argila dominada pela caulinita/haloisita, vermiculita clorotizada, óxidos de Fe (goethita e, em segundo plano, hematita), gibsita e materiais amorfos (PÖTTER; KÄMPF, 1981; PALMIERI, 1986; KER, 1988; BOGNOLA, 1995).

Tabela 1. Legenda de identificação das unidades de mapeamento de solo da Fazenda Cristo Rei, Celulose Irani S. A.

Unidade de mapeamento	Componente	Ordem	Sub-ordem <sup>1</sup>	Grande grupo <sup>2</sup>	Subgrupo	Horizonte A	Textura <sup>3</sup>	Relevo <sup>4</sup>	Caráter extraordinário/ substrato	Drenagem <sup>5</sup>	Espessura do horizonte superficial (cm)	Profundidade efetiva (cm)	Posição de paisagem	% do componente na unidade
CHaf1	Simplex	Cambissolo	H	af	gleissólico	húmico	r	pl	substrato rochas efusivas básicas	mo-im	≥ 20	> 100	terço inferior	95
CHaf2	Simplex	Cambissolo	H	af	saprolítico	húmico	rr	pl	substrato rochas efusivas básicas	be-mo	≥ 20	> 100	terço médio-inferior	95
CHaf3	Simplex	Cambissolo	H	af	léptico	húmico	r-rr	pl-so	substrato rochas efusivas básicas	be-mo	≥ 25	> 100	terço médio	90
CHaf4	Primeiro	Cambissolo	H	af	léptico	húmico	r-rr	on	substrato rochas efusivas básicas	be-mo	≥ 30	< 100	terço médio	70
Segundo	Cambissolo	H	af	saprolítico	húmico	rr	on	substrato rochas efusivas básicas	be-mo	≥ 30	> 100	terço médio	25	
GMa	Primeiro	Gleissolo	M	a	cambissólico	húmico	r	pl	-	m-mm	≥ 30	> 100	abaciado	65
GMa	Segundo	Gleissolo	M	a	organossólico	histico	r	pl	-	m-mm	≥ 30	> 100	abaciado	30
LBdf1	Simplex	Latossolo	B	df	típico	húmico	rr	pl-so	-	be	≥ 20	> 100	terço médio	95
LBdf2	Primeiro	Latossolo	B	df	nitossólico	moderado	rr	so-pl	-	be	≥ 15	> 100	terço médio	65
Segundo	Latossolo	B	df	típico	moderado	rr	so-pl	-	be	≥ 15	> 100	> 100	terço médio	30
LBdf3	Primeiro	Latossolo	B	df	típico	húmico	rr	on	-	be	≥ 25	> 100	terço médio	45
Segundo	Latossolo	B	df	nitossólico	húmico	rr	on	on	-	be	≥ 25	> 100	terço médio	40

<sup>1</sup>Subordem - B = Bruno; H = Húmico; L = Litólico; M = Melânico; R = Regolítico; <sup>2</sup>Grande grupo - df = Distrófico; h = Húmico; a = Aluminico; af = Alumioférico. <sup>3</sup>Textura - r = argila; rr = muito argilosa. <sup>4</sup>Relevo - pl = plano; so = suave ondulado; on = ondulado; fo = forte ondulado; mo = montanhoso. <sup>5</sup>Drenagem - be = bem drenado; mo = moderadamente drenado; im = imperfeitamente drenado; m = mal drenado; mm = muito mal drenado.

Tabela 1. Continuação.

Unidade de mapeamento	Componente	Ordem	Sub-ordem <sup>1</sup>	Grande grupo <sup>2</sup>	Subgrupo	Horizonte A	Textura <sup>3</sup>	Relevo <sup>4</sup>	Caráter extraordinário/ substrato	Drenagem <sup>5</sup>	Espessura do horizonte superficial (cm)	Profundidade efetiva (cm)	Posição de paisagem	% do componente na unidade
RLh1	Primeiro	Neossolo	L	h	fragmentário	húmido	r	pl-on	fase pedregosa e rochosa; substrato rochas efusivas básicas	be-mo	≥ 25	< 50	topo-terço inferior	40
	Segundo	Neossolo	R	h	léptico	húmido	r-rr	pl-on	fase pedregosa e rochosa; substrato rochas efusivas básicas	be-mo	≥ 25	< 50	topo-terço inferior	35
	Terceiro	Afloramento de rocha	-	-	-	-	-	pl-on	-	-	-	-	topo-terço inferior	20
RLh2	Primeiro	Neossolo	L	h	fragmentário	húmido	r	fo-mo	fase pedregosa e rochosa; substrato rochas efusivas básicas	be	≥ 20	< 50	topo-terço inferior	50
	Segundo	Neossolo	R	h	léptico	húmido	r-rr	fo-mo	fase pedregosa e rochosa; substrato rochas efusivas básicas	be	≥ 20	< 50	topo-terço inferior	25
	Terceiro	Afloramento de rocha	-	-	-	-	-	fo-mo	-	-	-	-	topo-terço inferior	20
RRh	Primeiro	Neossolo	R	h	típico	húmido	r-rr	fo-mo	fase pedregosa e rochosa; substrato rochas efusivas básicas	be-mo	≥ 50	< 100	terço médio-inferior	45
	Segundo	Cambissolo	H	af	saprolítico	húmido	r-rr	fo-mo	fase pedregosa; substrato rochas efusivas básicas	be-mo	≥ 50	> 100	terço médio-inferior	35

<sup>1</sup>Subordem - B = Bruno; H = Húmido; L = Litólico; M = Melânico; R = Regolítico. <sup>2</sup>Grande grupo - df = Distrófico; h = Húmido; a = Aluminófero; af = Aluminófero. <sup>3</sup>Textura - r = argila; rr = muito argilosa. <sup>4</sup>Relevo - pl = plano; so = suave ondulado; on = ondulado; fo = forte ondulado; mo = montanhoso. <sup>5</sup>Drenagem - be = bem drenado; mo = moderadamente drenado; im = imperfeitamente drenado; m = mal drenado; mm = muito mal drenado.

Tabela 1. Continuação.

Unidade de mapeamento	Componente	Ordem	Sub-ordem <sup>1</sup>	Grande grupo <sup>2</sup>	Subgrupo	Horizonte A	Textura <sup>3</sup>	Relevo <sup>4</sup>	Caráter extraordinário/substrato	Drenagem <sup>5</sup>	Espessura do horizonte superficial (cm)	Profundidade efetiva (cm)	Posição de paisagem	% do componente na unidade
NBaf1	Primeiro	Nitossolo	B	af	húmico	húmico	rr	so-on	-	be	≥ 30	> 100	terço médio - inferior	45
	Segundo	Nitossolo	B	sf	cambissólico	húmico	rr	so-on	-	be	≥ 30	> 100	terço médio - inferior	35
NBaf2	Primeiro	Nitossolo	B	af	cambissólico	húmico	rr	on-fo	-	be	≥ 20	> 100	topo - terço inferior	45
	Segundo	Nitossolo	B	af	húmico	húmico	rr	on-fo	-	be	≥ 20	> 100	topo - terço inferior	35

<sup>1</sup>Subordem - B = Bruno; H = Húmico; L = Litólico; M = Melânico; R = Regolítico. <sup>2</sup>Grande grupo - df = Distroférico; h = Húmico; a = Aluminico; af = Aluminoférico. <sup>3</sup>Textura - r = argila; rr = muito argilosa. <sup>4</sup>Relevo - pl = plano; so = suave ondulado; on = ondulado; fo = forte ondulado; mo = montanhoso. <sup>5</sup>Drenagem - be = bem drenado; mo = moderadamente drenado; im = imperfeitamente drenado; m = mal drenado; mm = muito mal drenado.

**Tabela 2.** Inclusões relativas à legenda de identificação das unidades de mapeamento de solo da Fazenda Cristo Rei, Celulose Irani S. A.

Unidade de mapeamento	% de inclusões	Inclusões <sup>1</sup>			
		1	2	3	4
CHaf1	5	LBaf-n	GMal-o	-	-
CHaf2	5	CHaf-w	OXs-e	-	-
CHaf3	10	CHaf-s	relevo ondulado patamarizado	-	-
CHaf4	5	OXs-e relevo plano	-	-	-
GMa	5	CHaf-g	-	-	-
LBdf1	5	LBdf-n	NBaf-w	LBaf-c	GMa-c
LBdf2	5	LBaf-n	LBdf-t	-	-
LBdf3	15	NBaf-w	LVAa-n	-	-
RLh1	5	RRh-t	CHaf-l	-	-
RLh2	5	RRh-t	CHaf-l	CXbd-t	-
RRh	20	RRh-l	RLh-f	NBaf-c	relevo ondulado
NBaf1	20	NBaf-t	LBaf-n	NBaf-g	RRh-t
NBaf2	20	NBaf-t	NBaf-c	CHaf-n	RRh-t

<sup>1</sup>Inclusões. Ordem (primeira letra maiúscula do símbolo): C = Cambissolo; G = Gleissolo; L = Latossolo; N = Nitossolo; O = Organossolo; R = Neossolo. Subordem (segunda e, quando existir, terceira letra maiúscula do símbolo): B = Bruno; H = Húmico; L = Litólico; M = Melânico; R = Regolítico; VA = Vermelho-Amarelo; X = Háptico. Grande Grupo (letra minúscula antes do hífen): a = Aluminico; al = Alítico; af = Aluminoférrico; bd = Tb Distrófico; df = Distroférrico; h = Húmico; s = Sáprico. Subgrupo (letra minúscula após o hífen): c = cambissólico; e = térrico; f = fragmentário; g = gleissólico; l = léptico; w = latossólico; n = nitossólico; o = organossólico; s = saprolítico; t = típico.

**Tabela 3.** Área das unidades de mapeamento de solo da Fazenda Cristo Rei, Celulose Irani S.A. Descrição completa da legenda nas Tabela 1 e 2

Unidade de mapeamento	Tipo de unidade de mapeamento <sup>1</sup>	Área	
		ha	% da fazenda
CHaf1	Simples	10,7	1,6
CHaf2	Simples	35,8	5,4
CHaf3	Simples	102,9	15,6
CHaf4	Associação (2)	15,7	2,4
GMa	Associação (2)	1,2	0,2
LBdf1	Simples	260,7	39,5
LBdf2	Associação (2)	5,7	0,9
LBdf3	Associação (2)	34,7	5,2
RLh1	Associação (3)	40,2	6,1
RLh2	Associação (3)	64,0	9,7
RRh	Associação (2)	20,4	3,1
NBaf1	Associação (2)	33,1	5,0
NBaf2	Associação (2)	35,9	5,4
<b>Total</b>		<b>660,8</b>	<b>100,0</b>

<sup>1</sup>Número entre parênteses = número de componentes da associação.

**Tabela 4.** Características gerais dos Latossolos Brunos e de suas paisagens, Fazenda Cristo Rei, Celulose Irani S.A.

<b>Característica ou atributo</b>	<b>Descrição</b>
Cronologia e litologia	Mesozóico, rochas efusivas intermediárias a básicas da Formação Serra Geral
Relevo	plano, ondulado, suave ondulado
Drenagem	bem drenado
Vegetação primária	Floresta Ombrófila Mista (subtropical com araucária)
Uso atual (predominante)	plantio de pinus
Classe de 4º nível	nitossólico, típico
Tipo de horizonte A	húmico com inclusões de A proeminente (e em menor ocorrência, moderado)
Textura	muito argilosa
Cores do horizonte Bw (ou BA)	bruno-avermelhado-escuro a bruno-avermelhado, em matiz 5YR
Estrutura dos horizontes	horizonte A com fraça pequena a média granular e bloco subangular; horizonte Bw com fraça a moderada pequena média bloco subangular que se desfaz em forte pequena granular
Consistência seca	ligeiramente dura a dura, podendo ficar muito dura a extremamente dura nos horizontes superficiais e no topo do horizonte B por conta da compactação pelo uso de maquinário pesado
Consistência úmida	friável a muito friável
Consistência molhada	muito plástica e muito pegajosa

**Tabela 5.** Média e desvio padrão da granulometria e de algumas características químicas de materiais de solo do horizontes A (0 – 20 cm) e Bw (50 - 70 cm) dos Latossolos Brunos Distroféricos da Fazenda Cristo Rei, Celulose Irani S.A.

Variável	Unidade	Horizonte					
		Ap, 0-20 cm, n = 11 <sup>1</sup>			Bw, ou BA, n = 9		
		Média	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo
areia	dag kg <sup>-1</sup>	9	6	11	7	5	11
silte	dag kg <sup>-1</sup>	28	23	34	26	17	32
argila	dag kg <sup>-1</sup>	63	58	68	67	62	72
P	mg dm <sup>-3</sup>	4,1	2,7	5,8	2,1	0,9	5,8
C orgânico	dag dm <sup>-3</sup>	5,07	2,85	6,97	2,25	1,15	4,33
pH em CaCl <sub>2</sub>	-	3,6	3,5	3,9	3,8	3,7	3,9
K	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	0,10	0,07	0,15	0,05	0,03	0,06
Ca	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	1,70	1,30	2,60	1,30	1,20	1,50
Mg	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	0,30	0,10	0,90	0,17	0,10	0,30
Al	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	4,69	3,10	5,80	3,53	2,40	4,70
H+Al	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	13,32	9,70	22,50	8,33	5,00	11,30
Soma de bases	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	2,10	1,47	3,27	1,52	1,33	1,75
Capacidade de troca catiônica	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	15,41	12,10	24,69	9,85	6,36	12,96
Saturação por bases	%	14	8	22	16	13	21
Saturação por Al	%	69	49	78	70	64	74
Atividade da argila	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	24,35	18,33	37,41	14,74	9,09	18,51
Relação Ca/Mg	-	8,7	2,4	20,0	9,0	4,3	14,0
Relação (Ca+Mg)/Al	-	0,5	0,3	1,0	0,4	0,3	0,5

<sup>1</sup>Uma amostra do horizonte Ap, do ponto RI43, foi considerada *outlier*, com uma elevada soma de bases = 13,61 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, sendo excluída dos resultados.



A presença comum de vermiculita clorotizada, um argilomineral 2:1, nesses Latossolos, impõe aos mesmos uma CTC próximo ao teto da classe. Nesse caso, o clima de altitude e chuvoso contribui para estabilizar as vermiculitas com hidróxi entrecamadas, favorecendo a lixiviação de bases e a saturação do complexo de troca com a acidez extraível (RESENDE et al., 1988).

**Paisagem de ocorrência** - Os LBdf dominam as elevações das vertentes convexas pouco dobradas e de solum mais profundo, indo desde o topo até boa parte da encosta.

Algumas das elevações, uma minoria, cujo topo é dominado pela presença de afloramentos de rocha associados à solos pouco desenvolvidos (Neossolos Litólicos e Regolíticos), apresenta, à jusante, uma vertente longa e suave que pode, em seu terço médio, mostrar áreas de LBdf.

**Potencial de uso florestal** - Por conjugarem boa profundidade, relevo plano a quase plano, ausência de longos períodos de déficit hídrico (clima local), são solos com boas qualidades para a atividade florestal. Sua principal limitação é a baixa fertilidade. A textura muito argilosa também deve ser uma preocupação, principalmente do manejo mecanizado, com os solos apresentando elevado índice de deformação quanto mais úmidos se apresentem, aspecto em parte minimizado pelos elevados teores de matéria orgânica dos horizontes superficiais.

### **Nitossolos Brunos (LB)**

- **Nitossolo** – solo com  $350 \text{ dag kg}^{-1}$  ou mais de argila, inclusive no horizonte A, constituídos por material mineral que apresentam horizonte B nítico abaixo do horizonte A, com argila de atividade baixa ou caráter alítico na maior parte do horizonte B, dentro de 150 cm da superfície do solo. Os Nitossolos praticamente não apresentam policromia acentuada no perfil e devem satisfazer certos critérios referentes a este aspecto (SANTOS et al., 2006).

- **Nitossolo Bruno (NB)** – solo com matiz 4YR ou mais amarelo na maior parte dos primeiros 100 cm de horizonte B (exclusivo BA).
- **NB Aluminoférrico (NBaf)** – solo com caráter alumínico e teores de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (pelo  $\text{H}_2\text{SO}_4$ )  $\geq 15$  e  $< 36$  dag  $\text{kg}^{-1}$  na maior parte dos primeiros 100 cm de horizonte B (inclusive BA).
- **NBaf húmico** – solo que apresenta horizonte A húmico.
- **NBaf cambissólico** – solo intermediário para Cambissolo.

Os NBaf da Fazenda Cristo Rei são química e mineralogicamente semelhantes aos LB que lá ocorrem e já descritos. Razão do grau de desenvolvimento dos solos da classe e do material de origem comum (rochas efusivas básicas). Os NB apresentam, em relação aos LB, solum (soma dos horizontes A + B) ligeiramente menos espesso, argila de atividade um pouco maior (mas ainda de atividade baixa), estrutura em blocos mais desenvolvida e relevo mais acentuado. A Tabela 6 apresenta as suas principais características gerais. A Tabela 7 apresenta os resultados de granulometria e químicos de materiais de horizontes A e Bt.

A espessura mínima do solum (horizonte A + B) dos NBaf, menor que a dos LBdf, fica próxima dos 100 cm, quando intermediários para Cambissolos (NBaf cambissólicos). O raciocínio inverso serve para os Nitossolos intermediários para Latossolo (NBaf latossólicos), que podem alcançar espessuras maiores que 250 cm e que ocorrem como inclusão de unidade de mapeamento encabeçada por Latossolos. Essas variações de espessura e de grau de desenvolvimento dos NB, muito associados à posição de paisagem e ao tipo de elevação, também se refletem na atividade da argila, que varia de baixa à média (mais próxima ao limite para a atividade alta (Tabela 7).

**Tabela 6.** Características gerais dos Nitossolos Brunos e de suas paisagens, Fazenda Cristo Rei, Celulose Irani S.A.

<b>Característica ou atributo</b>	<b>Descrição</b>
Cronologia e litologia	Mesozóico, rochas eruptivas intermediárias a básicas
Relevo	suave ondulado, ondulado, forte ondulado
Drenagem	bem drenado, moderadamente drenado
Vegetação primária	Floresta Ombrófila Mista (subtropical com araucária)
Uso atual (predominante)	plantio de pinus
Classe de 4º nível	húmico, cambissólico (e em menor ocorrência, latossólico)
Tipo de horizonte A	húmico com inclusões de A proeminente
Textura	muito argilosa
Cores do horizonte Bt (ou BA)	bruno-avermelhado, em matiz 5YR
Estrutura dos horizontes	horizonte A - fraca pequena a média blocos subangulares que se desfaz em moderada a forte granular; horizonte Bt – prismática que se desfaz em moderada média a grande blocos subangulares
Cerosidade	fraca e pouca
Consistência seca	ligeiramente dura a dura no horizonte Bt, podendo ficar muito dura a extremamente dura nos horizontes superficiais e no topo do horizonte B por conta da compactação pelo uso de maquinário pesado
Consistência úmida	friável a firme
Consistência molhada	muito plástica e muito pegajosa

**Tabela 7.** Granulometria e algumas características químicas de materiais de solo do horizonte Ap (0 – 20 cm, n = 2) e Bt (60-80 cm, n = 1) de Nitossolos Brunos Aluminoférricos da Fazenda Cristo Rei, Celulose Irani S.A.

Variável	Unidade	Horizonte		
		Ap		Bt
		NBaf húmico	NBaf cambissólico	NBaf húmico
areia	dag kg <sup>-1</sup>	8	13	11
silte	dag kg <sup>-1</sup>	28,1	25,5	19,1
argila	dag kg <sup>-1</sup>	64,0	62,0	70,0
P	mg dm <sup>-3</sup>	4,4	5,6	1,8
C orgânico	dag dm <sup>-3</sup>	4,0	4,5	2,9
pH em CaCl <sub>2</sub>	-	3,50	3,60	3,70
K	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	0,09	0,12	0,07
Ca	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	1,3	2,3	1,6
Mg	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	0,1	0,5	0,3
Al	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	5,6	5,4	5,5
H+Al	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	12,10	13,10	10,50
Soma de bases	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	1,49	2,92	1,97
Capacidade de troca catiônica	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	13,59	16,02	12,47
Saturação por bases	%	11	18	16
Saturação por Al	%	79	65	74
Atividade da argila	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	21,23	25,84	17,81
Relação Ca/Mg	-	13,0	4,6	5,3
Relação (Ca+Mg)/Al	-	0,3	0,5	0,3

Em relação à mineralogia, repetem-se os comentários realizados para os LBdf, ressaltando que os teores de vermiculita com hidróxi entrecamadas e, conseqüentemente, o grau de fendilhamento e estruturação em prismas do material do solo são ligeiramente superiores (PALMIERI, 1986; KER, 1988).

**Paisagem de ocorrência** - nas elevações com relevo patamarizado (pedentes formando degraus), por vezes os NBaf ocorrem à jusante das superfícies de inflexão (partes mais íngremes), em posição proximal à essas.

Paisagens com grau de dissecação suficiente para apresentarem dominância de relevos ondulado e forte ondulado, de vertentes curtas a medianas, independente da presença de relevo patamarizado, são as preferidas para a ocorrência dos NBaf.

Nas elevações convexadas de vertentes suaves e alongadas, dominadas por LBdf, os NBaf podem aparecer em faixas do terço inferior de encosta.

**Potencial de uso florestal** - relativamente aos LBdf, os NBaf apresentam maior suscetibilidade à erosão, não apenas por razões intrínsecas ao corpo do solo (estrutura em blocos mais desenvolvida, que representa menor velocidade de infiltração de água, e menor desenvolvimento, que representa menor espessura do solum), mas, principalmente, por estarem associados às classes de relevo mais declivosas. Essa maior declividade da paisagem também dificulta o uso de máquinas.

As características de maiores suscetibilidade à erosão e impedimentos ao manejo (mecanização, o que acaba dificultando o manejo de adubação) e, muitas vezes, a posição no entorno de áreas de preservação permanente fluviais (quando não coincidente com elas), faz com que o uso florestal dos NB tenha um custo/benefício mais complexo, comparativamente aos LB.

A deficiência de fertilidade também é forte, embora levemente menos limitante que nos LB.

Um aspecto positivo, principalmente nas elevações convexas, onde os NB aparecem em zonas de convergência hídrica (por vezes no entorno de cabeceiras de drenagem), é a menor deficiência de água. Além da posição de paisagem, os NB, relativamente aos LB, retém mais água devido a estrutura em blocos mais desenvolvida.

Servem aqui os mesmos comentários feitos para os LB sobre problemas com compactação pelo uso de maquinário pesado em solos de textura muito argilosa.

### **Cambissolos Húmicos (CH)**

- **Cambissolo** – solo constituído por material mineral com horizonte B incipiente subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial, exceto hístico com 40 cm ou mais de espessura, ou horizonte A chernozêmico, quando o B incipiente apresentar argila de atividade alta e saturação por bases alta. Plintita e petroplintita, horizonte glei e horizonte vértico, se presentes, não satisfazem os requisitos para Plintossolos, Gleissolos e Vertissolos, respectivamente.

- **Cambissolo Húmico (CH)** – solo com horizonte A húmico ou hístico.

- **CH Aluminoférrico (CHaf)** – solo com caráter aluminico e teores de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (pelo  $\text{H}_2\text{SO}_4$ )  $\geq 15$  e  $< 36$  dag  $\text{kg}^{-1}$  na maior parte dos primeiros 100 cm de horizonte B (inclusive BA).

- **CHaf saprolítico** – solo com horizonte Cr (brando ou muito fendilhado, com mistura de material do solum) dentro de 100 cm da superfície do solo e sem contato lítico dentro de 150 cm da superfície do solo.

- **CHaf léptico** – solo com contato lítico entre 50 cm e 100 cm da superfície do solo.

- **CHaf gleissólico** – solo com horizonte glei abaixo do horizonte B incipiente, dentro de 120 cm da superfície do solo.

Embora mantenham o material de origem comum (rochas efusivas intermediárias a básicas) aos LBdf e NBaf, por serem menos desenvolvidos os Cambissolos apresentam, em média, menor espessura de solum e maior atividade de argila. A Tabela 8 apresenta as suas principais características gerais. A Tabela 9 apresenta as características de granulometria e químicas de três materiais de horizonte A e dois materiais de horizonte Bi.

São quatro unidades de mapeamento de CHaf, que englobam três subgrupos: gleissólico, saprolítico e léptico. O subgrupo gleissólico apresenta relevo plano a quase plano e drenagem moderada a imperfeita, com morfologia influenciada pelo excesso de água em subsuperfície (mosqueado). O horizonte A húmico costuma ser muito espesso (por vezes, > 100 cm) nessas condições. O subgrupo saprolítico é intermediário para Neossolo Regolítico e muito comum em toda a região.

A mineralogia deve repetir os comentários realizados para os NBaf, incrementando os teores de vermiculita com hidróxi entrecamadas, o que também se reflete na maior atividade de argila da classe.

**Tabela 8.** Características gerais dos Cambissolos Húmicos e de suas paisagens, Fazenda Cristo Rei, Celulose Irani S.A.

<b>Característica ou atributo</b>	<b>Descrição</b>
Cronologia e litologia	Mesozóico, rochas eruptivas intermediárias a básicas
Relevo	plano, suave ondulado e ondulado (inclusão de forte ondulado)
Drenagem	bem a moderadamente drenado e moderada a imperfeitamente drenado
Vegetação primária	Floresta Ombrófila Mista (subtropical com araucária)
Uso atual (predominante)	plantio de pinus
Classe de 4º nível	gleissólico, saprolítico, léptico
Tipo de horizonte A	húmico com inclusões de A proeminente
Textura	muito argilosa (com inclusão de argilosa)
Cores do horizonte Bi (ou BA)	bruno-avermelhado, em matiz 5YR, e bruno a bruno-escuro, em matizes 8YR a 10YR
Estrutura dos horizontes	horizonte A - fraca pequena a média blocos subangulares que se desfaz em moderada a forte granular; horizonte Bt –moderada a fraca média a grande blocos subangulares
Cerosidade	fraca e pouca
Consistência seca	ligeiramente dura a dura no horizonte Bi, podendo ficar muito dura a extremamente dura nos horizontes superficiais e no topo do horizonte B por conta da compactação pelo uso de maquinário pesado
Consistência úmida	friável a firme
Consistência molhada	muito plástica e muito pegajosa

**Paisagem de ocorrência** - os CHaf gleissólicos estão basicamente restritos aos terços inferiores de encosta, sob relevo plano a suave ondulado. O CHaf saprolítico está associado ao terço médio-inferior de encosta, também em relevo plano a suave ondulado. Os CHaf léptico estão associados às elevações com relevo patamarizado, nos locais de relevo mais suave, a jusante das rampas de inflexão. Também ocorrem em elevações que apresentam uma predominância de solos menos desenvolvidos, mesmo sob relevos suaves (plano a suave ondulado).



**Tabela 9.** Granulometria e algumas características químicas de materiais de solo do horizonte Ap (0–20 cm, n = 3) e Bi (40-70 cm, n = 2) de Cambissolos Húmicos Aluminoférricos da Fazenda Cristo Rei, Celulose Irani S.A.

Variável	Unidade	Horizonte				
		Ap			Bi	
		CHaf léptico	CHaf léptico	CHaf saprólítico	CHaf léptico	CHaf saprólítico
areia	dag kg <sup>-1</sup>	15	13	15	11	9
silte	dag kg <sup>-1</sup>	25,2	25,3	22,7	27,0	20,6
argila	dag kg <sup>-1</sup>	60,0	62,0	62,0	62,0	70,0
P	mg dm <sup>-3</sup>	6,1	5,4	4,4	1,2	0,9
C orgânico	dag dm <sup>-3</sup>	5,6	5,9	4,1	4,2	1,5
pH em CaCl <sub>2</sub>	-	3,70	3,60	3,70	3,70	3,70
K	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	0,11	0,12	0,22	0,05	0,08
Ca	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	2,1	1,2	1,9	1,2	1,5
Mg	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	0,3	0,2	0,5	0,1	0,1
Al	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	4,7	5,0	5,9	4,9	7,0
H+Al	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	11,70	14,40	11,30	11,30	15,20
Soma de bases	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	2,51	1,52	2,62	1,35	1,68
Capacidade de troca catiônica	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	14,21	15,92	13,92	12,65	16,88
Saturação por bases	%	18	10	19	11	10
Saturação por Al	%	65	77	69	78	81
Atividade da argila	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	23,68	25,68	22,45	20,40	24,11
Relação Ca/Mg	-	7,0	6,0	3,8	12,0	15,0
Relação (Ca+Mg)/Al	-	0,5	0,3	0,4	0,3	0,2

**Potencial de uso florestal** - os CHaf gleissólicos ocorrem em relevo plano a quase plano e apresentam um regime de umidade isento de períodos de déficit hídrico. Podem apresentar algum período de excesso de água na região das raízes. De forma geral, podem ser considerados de bom potencial para a atividade de reflorestamento, embora a ocorrência absoluta seja muito restrita.

O maior problema dos CHaf está na espessura do solum do subgrupo léptico (entre 50 cm e 100 cm). Os CHaf saprolíticos, quando não muito próximos do limite para a classe dos Neossolos Regolíticos, ainda apresentam uma espessura de solum considerada pouco limitante para a atividade florestal.

Os problemas com deficiência de fertilidade se repetem (como nos LBdf e NBaf), com elevada acidez e baixa saturação de bases. A maior atividade de argila e, conseqüentemente de CTC, possibilita maiores valores absolutos de bases.

Assim, os CHaf (saprolíticos e lépticos) apresentam como principal fator limitante os impedimentos ao manejo (problemas com desenvolvimento de raízes e mecanização). Como os NBaf, os CHaf podem estar no entorno de áreas de preservação permanente fluviais, o que requer ainda maiores cuidados no planejamento e condução dos povoamentos florestais. Em alguns casos podem ocorrer também dentro das áreas de preservação permanente.

Aplicam-se aqui os mesmos comentários feitos para os LB e NB sobre problemas com compactação pelo uso de maquinário pesado em solos de textura muito argilosa.

## **Neossolos Litólicos (RL), Neossolos Regolíticos (RR) e afloramentos de rocha (AR)**

- **Neossolo** – solo pouco evoluído constituído por material mineral, ou por material orgânico (com menos de 20 cm de espessura), não apresentando qualquer tipo de horizonte B diagnóstico. Horizonte glei, plíntico, vértico e A chernozêmico, quando presentes, não ocorrem em condição diagnóstica para as classes Gleissolos, Plintossolos, Vertissolos e Chernossolos, respectivamente.

- **Neossolo Litólico (RL)** – solo com horizonte A ou hístico, assentes diretamente sobre a rocha ou sobre um horizonte C, ou Cr, ou sobre material com 90% (por volume) ou mais de sua massa constituída por fragmentos de rocha com diâmetro > 2 mm (cascalhos, calhaus e matacões), que apresentam contato lítico típico ou fragmentário dentro de 50 cm da superfície do solo. Admite um horizonte B em início de formação, cuja espessura não satisfaz a qualquer tipo de horizonte B diagnóstico.

- **Neossolo Regolítico (RR)** – solo com contato lítico a uma profundidade maior que 50 cm e horizonte A sobrejacente a horizonte C ou Cr, admitindo horizonte Bi com menos de 10 cm de espessura. Apresenta um dos seguintes requisitos: a) 4% ou mais de minerais primários alteráveis (menos resistentes ao intemperismo) na fração areia total e/ou, cascalho, porém referidos a 100 g de TFSA, em algum horizonte dentro de 150 cm da superfície do solo; b) 5% ou mais do volume da massa do horizonte C ou Cr, dentro de 150 cm de profundidade, apresentando fragmentos de rocha semi-intemperizada, saprolito ou fragmentos formados por restos da estrutura orientada da rocha (pseudomorfos) que originou o solo.

- **RL Húmico e RR Húmico** – solo com horizonte A húmico.
- **RLh fragmentário** – solo com contato lítico fragmentário.
- **RRh léptico** – solo com contato lítico entre 50 cm e 100 cm da superfície do solo.

**Afloramentos de rocha** – exposição da rocha inalterada ou semi-alterada na superfície das paisagens.

Para as duas subordens de Neossolo (RL e RR) é comum a presença de pedras e matacões na superfície, principalmente dos RL, sempre associados aos AR. Além disso, apresentam cascalhos e calhaus de material de rocha semi-alterada no corpo do solo. A baixa profundidade efetiva, principalmente dos RLh, é abrandada para ambas as subordens, devido a característica fragmentada da rocha de origem (contato lítico fragmentário), que permite maior penetração de raízes e movimento de água. As Tabelas 10 e 11 apresentam as principais características e resultados analíticos dessas duas classes.

**Tabela 10.** Características gerais dos Neossolos Litólicos e Neossolos Regolíticos e de suas paisagens, Fazenda Cristo Rei, Celulose Irani S.A.

<b>Característica ou atributo</b>	<b>Descrição</b>
Cronologia e litologia	Mesozóico, rochas eruptivas intermediárias a básicas
Relevo	plano, suave ondulado, ondulado, forte ondulado e montanhoso
Drenagem	bem a moderadamente drenado
Vegetação primária	Floresta Ombrófila Mista (subtropical com araucária)
Uso atual (predominante)	plantio de pinus
Classe de 4º nível	fragmentário, para RLh; típico ou léptico, para RRh
Tipo de horizonte A	húmico
Textura	argila (RLh) e muito argilosa (RRh)
Fases	pedregosa e rochosa
Cores do horizonte Ap	bruno-escuro, bruno acinzentado escuro e bruno acinzentado-muito escuro, em matizes 6YR a 9YR
Estrutura dos horizontes	horizonte A - moderada a forte pequena muito pequena granular, podendo ocorrer fraca pequena a média blocos subangulares na parte inferior do horizonte
Consistência seca	macia, podendo ficar muito dura por conta da compactação pelo uso de maquinário pesado
Consistência úmida	friável
Consistência molhada	plástica e ligeiramente pegajosa a pegajosa

**Tabela 11.** Granulometria e algumas características químicas de materiais de solo do horizonte Ap (0–20 cm, n = 3) de Neossolos Litólicos e Neossolos Regolíticos, ambos Húmicos, da Fazenda Cristo Rei, Celulose Irani S.A.

Variável		Horizonte Ap		
		RLh fragmentário		RRh léptico
areia	dag kg <sup>-1</sup>	20	20	15
silte	dag kg <sup>-1</sup>	22	30	23
argila	dag kg <sup>-1</sup>	58	50	62
P	mg dm <sup>-3</sup>	4,5	7,2	3,9
C orgânico	dag dm <sup>-3</sup>	5,5	4,3	4,6
pH em CaCl <sub>2</sub>	-	3,7	3,8	3,6
K	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	0,08	0,14	0,13
Ca	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	1,3	3,3	1,4
Mg	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	0,1	0,7	0,2
Al	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	4,4	2,9	5,0
H+Al	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	12,1	8,4	11,3
Soma de bases	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	1,48	4,14	1,73
Capacidade de troca catiônica	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	13,58	12,54	13,03
Saturação por bases	%	11	33	13
Saturação por Al	%	75	41	74
Atividade da argila	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	23,41	25,08	21,02
Relação Ca/Mg	-	13,0	4,7	7,0
Relação (Ca+Mg)/Al	-	0,3	1,4	0,3

Por serem solos que se encontram em contínuo processo de rejuvenescimento e devido à proximidade do material de origem, possuem uma elevada percentagem de minerais pouco resistentes ao intemperismo, pequenos fragmentos de rocha, assim como relação Ki elevada (SOLOS..., 2004), propiciando a dominância das fases rochosa e, principalmente, epi- e endopedregosa. A atividade de argila é média, mais próxima do limite para alta nos RLh (Tabela 10).

Todos são distróficos, quase sempre álicos (um dos RLh apresentou  $m < 50\%$ , provavelmente influenciado por alguma adubação e correção de acidez).

**Distribuição dos solos na paisagem** - ambas as subordens ocorrem em elevações de relevo patamarizado, boa parte com elevado grau de dissecação, de topo muito estreito e pendentes montanhosas a forte onduladas. Também ocorrem em elevações mais suaves (relevo plano a ondulado) de pendentes curtas. A ação de remontes erosivos expressivos nas paisagens de Neossolos permitem a ocorrência comum de AR.

Os Neossolos ocupam, por vezes, a totalidade da elevação, porém, mais comumente, ocupam posições de topo e as partes inflexivas das encostas. As superfícies de inflexão são fruto das quebras abruptas de declive, sempre seguidas por superfícies de deflexão, estas com relevos mais abrandados, onde podem ocorrer solos mais desenvolvidos que os Neossolos.

**Potencial de uso florestal** - a presença de solos pouco desenvolvidos, rasos, em relevos vigorosos (forte ondulado a escarpado) – muito suscetíveis à erosão - torna essas terras marginais ao uso florestal. Parte das elevações montanhosas já estão enquadradas como reserva natural. Nas suas parte sob uso, os impedimentos ao manejo são muito fortes, com dificuldades que vão do relevo muito dissecado à presença abundante de

pedras e matacões, tanto em superfície como na massa do solo. A elevada taxa de erosão natural é outro problema desses solos.

A maior reserva de nutrientes dos Neossolos relativamente as outras classes de ocorrência pode ser considerada. Mas os Neossolos locais também apresentam baixa saturação por bases.

Pode-se considerar que os RRh, relativamente aos RLh, suportem maior expectativa de produtividade, devido, principalmente, à maior profundidade efetiva do solo.

Do ponto de vista do planejamento, áreas de RLh e RRh podem ter papel importante na adequação ambiental das terras da empresa. Pelo potencial agrícola marginal, elas devem ser uma opção prioritária na necessidade de serem criadas áreas de Reserva Legal dentro dos limites da empresa.

### **Gleissolos Melânicos**

- **Gleissolo** – solo constituído por material mineral com horizonte glei iniciando-se dentro dos primeiros 150 cm da superfície, imediatamente abaixo do horizonte A ou E, ou de horizonte hístico com espessura insuficiente para definir a classe dos Organossolos, não apresentando horizonte vértico ou horizonte B textural com mudança textural abrupta acima ou coincidente com horizonte glei, tampouco qualquer outro tipo de horizonte B diagnóstico acima do horizonte glei, ou textura exclusivamente areia ou areia franca em todos os horizontes até a profundidade de 150 cm a partir da superfície do solo ou até um contato lítico. Horizonte plíntico, se presente, deve estar à profundidade superior a 200 cm da superfície do solo.

- **Gleissolo Melânico (GM)** – solo com horizonte H hístico com menos de 40 cm de espessura, ou horizonte A húmico, proeminente ou chernozêmico.



- **GM Alumínico (GMa)** – solo com caráter alumínico na maior parte dos primeiros 100 cm a partir da superfície do solo.
- **GMa cambissólico** – solo intermediário para Cambissolo, ou seja, com horizonte B incipiente coincidente com horizonte glei.
- **GMa organossólico** – solo com horizonte H hístico.

São apenas dois polígonos de Gleissolos mapeáveis, localizados em um banhado e em área abaciada situada em terço inferior de encosta. Não se deve esquecer que os Gleissolos das planícies de inundação estão fora da área mapeável da fazenda, por serem áreas de proteção permanente associadas aos corpos de água e protegidos pela legislação ambiental. Os Gleissolos ocorrem, ainda, como inclusão em unidades de mapeamento que apresentam relevo plano a quase plano. Solos da classe não foram amostrados, exatamente em razão da baixa abrangência geográfica. A Tabela 12 apresenta as características dos GMa locais.

**Distribuição dos solos na paisagem** - os Gleissolos estão restritos a pequenas áreas de várzea situadas em partes abaciadas da paisagem.

**Potencial de uso florestal** - o principal problema dos Gleissolos é o excesso de água (deficiência de oxigênio). Essa característica converte suas áreas de ocorrência em áreas de risco para a atividade florestal.

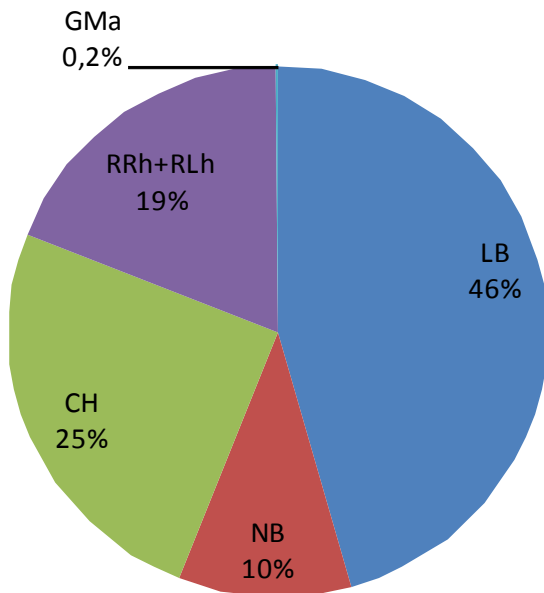
**Tabela 12.** Características gerais dos Gleissolos Melânicos Alumínicos e de suas paisagens, Fazenda Cristo Rei, Celulose Irani S.A.

<b>Característica ou atributo</b>	<b>Descrição</b>
Cronologia e litologia	Sedimentos recentes
Relevo	plano, suave ondulado abaciado
Drenagem	mal a muito mal drenado
Vegetação primária	Floresta Ombrófila Mista (subtropical de ou com araucária) e campestre
Uso atual (predominante)	remanescente de vegetação nativa e plantio de pinus
Tipo de horizonte superficial	A húmico, hístico (<40 cm de espessura)
Textura	muito argilosa
Cores do solo	horizonte Ap ou O hístico - preta, cinzenta muito escura, bruna-acinzentada muito escura; Horizonte Big ou Cg - cinzenta, cinzenta escura ou bruno-acinzentada escura, com ou sem mosqueados
Estrutura dos horizontes	horizonte Ap ou O hístico - moderada a forte pequena muito pequena granular, podendo ocorrer fraca pequena a média blocos subangulares na parte inferior do horizonte Horizonte Big ou Cg – aspecto maciço, fraca grande prismática
Consistência seca	macia no horizonte superficial, dura a muito dura no horizonte glei
Consistência úmida	friável no horizonte superficial, firme a muito firme no horizonte glei
Consistência molhada	muito plástica e muito pegajosa no horizonte glei

## Considerações finais

Comentários sobre o potencial de uso dos solos da área útil da Fazenda Cristo Rei foram realizados na descrição das classes de solo que compõem a legenda de mapeamento. Discussões mais sistemáticas sobre esses aspectos estarão presentes quando da definição das unidades de manejo para plantios florestais da área de estudo.

A área de ocorrência das unidades de mapeamento (Figura 2) mostram uma predominância de solos com um elevado grau de desenvolvimento (Latosolos e Nitossolos), seguido por solos com grau de desenvolvimento intermediário (Cambissolos). Boa parte das áreas não mapeadas (reservas) correspondem às elevações de topos muito curtos e encostas muito íngremes, com predominância de Neossolos (Litólicos e Regolíticos) associados aos afloramentos de rochas.



**Figura 2.** Quantitativos das classes de solo que dominam as unidades de mapeamento, Fazenda Cristo Rei. LB = Latossolo Bruno; NB = Nitossolo Bruno; CH = Cambissolo Húmico; RRh = Neossolo Regolítico; RL = Neossolo Litólico e GM = Gleissolo Melânico. Total de área mapeada na fazenda = 660,8 ha.

## Referências

BOGNOLA, I. A. **Caracterização química, física e mineralógica de solos intermediários entre latossolos brunos e latossolos roxos.** 1995. 205 f. Dissertação (Magister Scientiae) - Universidade Federal de Viçosa, MG.

CARTA geológica do Brasil ao milionésimo: Sistema de Informações Geográficas - SIG - folha SG.21 Asuncion; folha SG. 22 Curitiba. Brasília, DF: CPRM, 2004.

CLAESSEN, M. E. C. (Org.). **Manual de métodos de análise de solo.** 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1997. 212 p. (EMBRAPA-CNPS. Documentos, 1).

COSTA, A. M.; CURI, N.; ARAÚJO, E. F.; MARQUES, J. J.; MENEZES, M. D. Unidades de manejo para o cultivo de eucalipto em quatro regiões fisiográficas do Rio Grande do Sul. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 37, p. 465-473, 2009.

DEMATTÊ, J. A. M.; GENÚ, A. M.; FIORIO, P. R.; ORTIZ, J. L.; MAZZA, J. A.; LEONARDO, H. C. L. Comparação entre mapas de solos obtidos por sensoriamento remoto espectral e pelo método convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 39, p. 1219-1229, 2004.

EPAGRI. **Zoneamento agroecológico e socioeconômico do Estado de Santa Catarina.** Florianópolis: EPAGRI/CIRAM, 1999.

GATIBONI, L. C. **Disponibilidade de formas de fósforo as plantas.** 2003. 231 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.

GONÇALVES, J. L. de M.; ALVARES, C. A.; GONÇALVES, T. D.; MOREIRA, R. M.; MENDES, J. C. T.; GAVA, J. L. Mapeamento de solos e da produtividade de plantações de *Eucalyptus grandis*, com uso de sistema de informação geográfica. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 40, p. 187-201, 2012.

KER, J. C. **Caracterização química, física, mineralógica e micromorfológica de solos brunos subtropicais**. 1988. 149 f. Dissertação (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

PALMIERI, F. **A study of a climosequence of soil derived from volcanic rock parent material in Santa Catarina and Rio Grande do Sul states, Brazil**. 1986. 259 f. Tesis (Doctorate em Philosophy) - Purdue University, West Lafayette.

PÖTTER, R. O.; KÄMPF, N. Argilo-minerais e óxidos de ferro em Cambissolos e Latossolos sob regime climático térmico údico no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, SP, v. 5, p. 153-159, 1981.

RESENDE, M.; CURI, N.; SANTANA, D. P. **Pedologia e fertilidade do solo: interações e aplicações**. Piracicaba: MEC/ESAL/POTAFÓS, 1988. 83 p.

RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S. B.; CORRÊA, G. F. **Pedologia: base para distinção de ambientes**. 5. ed. Lavras: Ed. da UFLA, 2007. 322 p.

SANTA CATARINA. Departamento Estadual de Geografia e Cartografia. **Atlas geográfico de Santa Catarina**. [Florianópolis], 1958. Não paginado.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; OLIVEIRA, J. B. de; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. (Ed.). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C.; SANTOS, H. G.; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 5. ed. Viçosa, MG: SBCS, 2005. 100 p.

SCHEIBE, L. F. A geologia de Santa Catarina: sinopse provisória. **Geosul**, Florianópolis, v. 1, p. 7-38, 1986.

SOLOS do Estado de Santa Catarina. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004. (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, n. 46).

WREGGE, M. S.; STENMETZ, S.; REISSER JÚNIOR, C.; ALMEIDA, I. R. (Ed.). **Atlas climático da região sul do Brasil**: Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Colombo: Embrapa Florestas, 2011. 333 p.

**Embrapa**

---

**Florestas**

Ministério da  
**Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento**

GOVERNO FEDERAL  
**BRASIL**  
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA

CGPE 10967