



**10**

**A geografia de solos e  
suas interpretações para  
o cultivo do eucalipto no  
Brasil**

João Bosco Vasconcellos Gomes

Itamar Antonio Bognola

Nilton Curi

Thays Schneider

Raphael David dos Santos



## Introdução

Os anos 50 marcaram o início da espacialização de solos para interpretações de multipropósitos no Brasil, quando Mendes e colaboradores realizaram o mapeamento de solos de uma área do Ministério da Agricultura (município de Itaguaí, Estado do Rio de Janeiro). De lá para cá, nesses mais de 60 anos, a história dos mapeamentos de solos no Brasil e as interpretações desses mapeamentos para diferentes aplicações de uso da terra (principalmente as agrícolas) flutuaram entre períodos de significativos avanços e de uma quase total paralisação, reflexo de crises econômicas sazonais e do demérito com que os governantes brasileiros sempre trataram as ferramentas de planejamento de uso da terra (Santos, 1995). Para além desse rápido histórico sobre a geografia de solos no Brasil, pode-se afirmar, sem dúvida, que o setor florestal brasileiro, em especial a silvicultura do eucalipto, valorizou e muito o uso das informações de solos e clima nas suas ações de planejamento de plantio e no seu operacional, em níveis apenas comparáveis à cadeia produtiva da cana-de-açúcar.

Um aspecto importante nos estudos espaciais - e que por vezes gera certa confusão na utilização da informação - diz respeito à escala de trabalho. O planejamento regional utiliza informações generalizadas, em escalas médias a pequenas e muito variadas. No caso das informações da geografia de solos, trata-se de escalas menores que 1:50.000, mas que podem alcançar escalas ainda menores (p.e. 1:1.000.000). No Brasil, o maior exemplo desses estudos diz respeito à coleção da “Aptidão agrícola das terras” da antiga Suplan para os estados brasileiros, capitaneados por Antônio Ramalho Filho e colaboradores ao longo das décadas de 1970 e 1980. Já os estudos com escalas grandes (maiores que 1:50.000) são direcionados a objetivos específicos. Evidentemente que os estudos de aptidão das terras para o cultivo de florestas podem atender a uma grande região (um estado ou um município como exemplos de escalas pequenas) ou uma área específica (áreas de produção de empresas como exemplo de escalas grandes). As grandes empresas florestais, principalmente as ligadas à cadeia produtiva de celulose, alavancaram as metodologias de aptidão das terras para o cultivo de florestas (eucalipto). O planejamento das áreas de produção dessas empresas de forma usual envolve escalas maiores que 1:25.000, com uma confiabilidade mínima de mapeamentos de solos semidetalhados.

Outro aspecto filosófico dos estudos de avaliação da aptidão das terras é o conceito de aproximações da realidade. Quando se faz uma interpretação espacial da qualidade das terras para o cultivo do eucalipto (raciocínio que vale para qualquer outra atividade agrícola), essa interpretação é baseada em um estado da arte dos conhecimentos sobre a resposta do crescimento das árvores, em função das qualidades do sítio florestal e dos insumos utilizados. O ciclo longo da atividade (nem tão longo para uma árvore) faz o modelo gerado (crescimento versus oferta ambiental de solos e clima e sistema de manejo) girar vagarosamente e os estudos de validação desses modelos ainda são

incipientes, sendo um raro exemplar dessa validação aquela realizada por Carvalho Filho et al. (2013), para a produção de eucalipto nos Tabuleiros Costeiros brasileiros.

Quando se objetiva avaliar a aptidão agrícola das terras para o cultivo do eucalipto, em nível de empresas (ou propriedades), existe a necessidade de um maior detalhamento das qualidades dos solos, aliando essas informações com a oferta climática e o sistema de manejo local (nível tecnológico da atividade), o que inclui todos os insumos silviculturais, em especial o conhecimento das diferentes espécies e clones de eucalipto e o seu comportamento em diferentes condições ambientais (Carmo et al., 1990; Bognola et al., 2009; Pissinin; Schneider, 2017).

Os plantios florestais, de forma geral, apresentam plasticidade suficiente para suportar terras com restrições bem mais fortes que aquelas qualificadas para o plantio de grãos e outros cultivos anuais. Os solos florestais podem ser, até certo ponto, declivosos, ácidos, rochosos, esqueléticos e, até mesmo, de difícil acesso (Miller; Donahue, 1990). O relativo baixo número de intervenções ao longo do ciclo, o tamanho do ciclo (aproximadamente sete anos para celulose e energia) e a flexibilidade do momento de colheita, entre outros aspectos, ajudam a explicar porque uma interpretação para fins de cultivo do eucalipto, mais do que desqualificar, deve informar - por meio de suas classes de aptidão - o gradiente de risco que um polígono de terras representa para a atividade. Abstraindo-se a plasticidade ambiental do eucalipto e de qualquer outra árvore de crescimento acelerado, a disponibilidade de água no solo é um fator essencial para que sua produtividade não seja comprometida. Nos zoneamentos agrícolas (fatores climáticos) de grandes regiões, as variações pluviométricas têm maior interferência no crescimento e desenvolvimento do eucalipto que as variações de radiação e temperatura (Carvalho Filho et al., 2013), o que só não se verifica quando o cultivo se dá em áreas com riscos de geadas eminentes (Wrege et al., 2018).

O presente capítulo reúne informações sobre trabalhos envolvendo o mapeamento de solos em áreas florestais, as interpretações desses mapeamentos para o cultivo do eucalipto e, principalmente, discute o desenvolvimento dessas metodologias de interpretação e sua importância para a cadeia produtiva de povoamentos florestais. O grupo de pesquisadores que atua nessa linha de pesquisa envolve várias instituições entre Universidades e Institutos de Pesquisa do País e, nesse grupo, vários pesquisadores da Embrapa apresentam longo histórico de contribuição.

## O desenvolvimento de metodologias de aptidão das terras e de unidades de manejo para o cultivo de povoamentos florestais

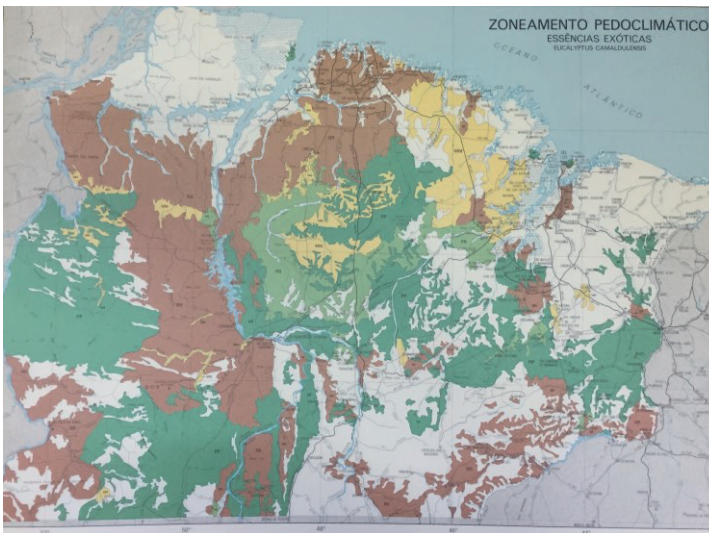
Os estudos envolvendo a distinção de ambientes para uma atividade agrícola específica, como a atividade florestal, utilizam metodologias próprias. No Brasil, na maioria das vezes, são adaptados princípios básicos de duas metodologias originais, em maior grau do sistema de aptidão das terras FAO/Brasileiro, mas também utilizam elementos do sistema de capacidade de uso das terras.

O sistema FAO/Brasileiro de aptidão agrícola (Bennema; Camargo, 1964; Bennema et al., 1965; Ramalho Filho et al., 1983; Ramalho Filho; Beek, 1995) mudou o patamar das interpretações de levantamentos de solos para o uso das terras com lavouras, pastagens e florestas no Brasil. Com conceitos inovadores, o sistema foi e ainda é de grande aplicação aos estudos de planejamento regional no País e nele a atividade florestal está inserida em uma interpretação multipropósito. O sistema considera: a avaliação de cinco fatores de limitação, que são qualidades do ambiente tidas como básicas para uma exploração agrícola (deficiência de fertilidade/nutrientes, deficiência de oxigênio/excesso de água, deficiência de água, suscetibilidade à erosão e impedimentos à mecanização); o nível de manejo/tecnológico da atividade (que varia da quase ausência até uma elevada aplicação de insumos); e, por último, dependendo do nível de manejo do produtor ou da atividade, a viabilidade de redução dos fatores de limitação (problemas) por meio do uso de insumos e, ou intervenções, o que, em última análise, depende do capital e da técnica disponível. No sistema de aptidão das terras FAO/Brasileiro a silvicultura vem em uma escala de intensidade de uso abaixo da pastagem plantada, com um nível tecnológico sempre “intermediário”, chamado de nível de manejo “B”. Essa visão de uma modesta aplicação de fertilizantes e corretivos e outros insumos na atividade florestal foi uma constante nos estudos regionais por muitos anos.

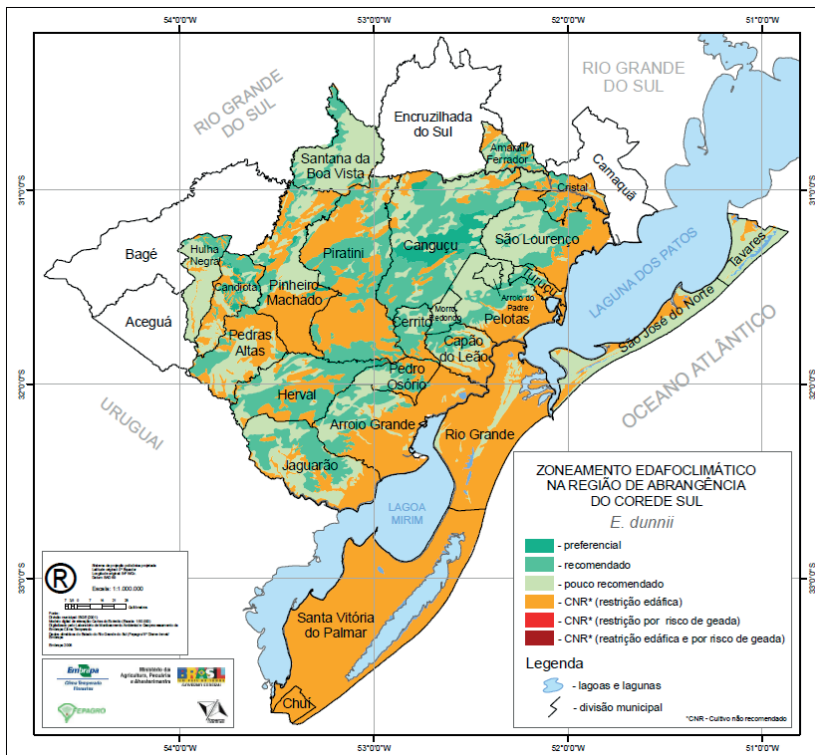
O sistema de classificação da capacidade de uso das terras proposto por Lepsch et al. (1991; 2015) foi adaptado das condições dos Estados Unidos (Serviço de Conservação do Solo), onde os usuários possuem total acesso aos levantamentos de solos detalhados, algo muito longe da realidade brasileira e que muito dificultou a sua aplicação para as condições do País. Alguns elementos desse sistema ganharam importância nos estudos de aptidão das terras para cultivos específicos (pedoclimáticos por cultura). No caso da aptidão das terras para o cultivo do eucalipto, as metodologias puderam adaptar de forma mais eficiente o uso de atributos do solo específicos (profundidade efetiva, textura, etc.) na definição e na simbologia das classes dos mapas. Essa influência ficou ainda mais nítida com os mapeamentos de solos mais detalhados das áreas de produção de empresas florestais.

Com as avaliações pedoclimáticas por cultura ganhando expressão nos estudos regionais, alguns trabalhos começaram a gerar informações específicas para a atividade florestal. As metodologias, muitas vezes, agregam a aptidão pedológica com a aptidão climática das terras. Mais antigamente, antes das ferramentas de geotecnologias serem predominantes, eram comuns as publicações de mapas em encartes, como atlas, caso dos estudos pedoclimáticos por cultura da região de Carajás (Ramalho Filho et al., 1984) (Figura 1). Mais recentemente, é comum a disponibilização dos mapas em arquivos *shapefile* ou de suas artes finais em arquivos pdf, gerados a partir de sistemas de informação geográfica (SIG) (Carneiro et al., 2006; Garrastazu et al., 2009; Souza et al., 2015). Um exemplo dessa sequência de procedimentos em SIG foi realizada no zoneamento edafoclimático para o eucalipto na região do Corede Sul – RS (os Coredes são uma divisão regional de planejamento do estado), onde um zoneamento climático para espécies de eucalipto (Wrege et al., 2009) e um zoneamento pedológico para o eucalipto (Flores et al., 2009) geraram zoneamentos “edafoclimáticos” para diferentes espécies de eucalipto (Garrastazu et al., 2009) (Figura 2).

Os mapeamentos de solos de áreas de produção de eucalipto em escalas grandes (geralmente > 1:25.000) tornaram-se comuns a partir da década de 1980. As empresas buscavam ações que ajudassem a certificação florestal (mercado internacional) e a sustentabilidade da atividade e encontraram, na estratificação espacial do ambiente produtivo pelo solo, uma ferramenta eficaz. Naquele momento, as metodologias de aptidão das terras para o cultivo de eucalipto passaram a contar com um nível de

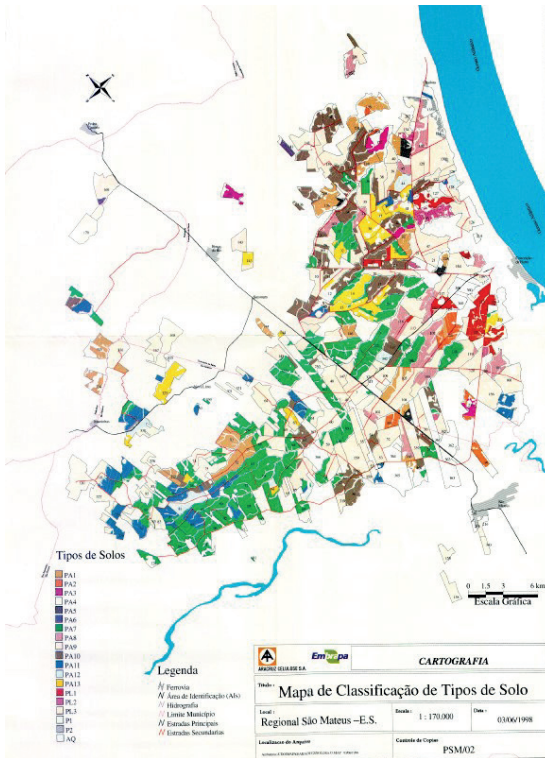


**Figura 1.** Imagem do mapa do zoneamento pedoclimático – espécies introduzidas (*Eucalyptus camaldulensis*) – Programa Grande Carajás (Brasil, 1984).



**Figura 2.** Imagem do mapa do zoneamento pedoclimático de *Eucalyptus dunnii* na região do Corede Sul, RS (Garrastazu et al., 2009).

densidade de informações bem maior do que o existente nos estudos predominantes mais generalizados de planejamento regional. A escala mais detalhada dos mapeamentos de solos e as particularidades - ambientais e do sistema manejo - de cada empresa possibilitaram o desenvolvimento de várias metodologias de interpretação e amadureceram o conceito de unidades de manejo florestal. Essas interpretações, entre outros aspectos, trabalham realinhando/reclassificando um grande número de unidades de mapeamento de solos para um número de unidades de manejo florestal exequível para o operacional das empresas. É difícil saber quando a expressão foi utilizada pela primeira vez, representando a classe de aptidão de uma faixa de terra para o cultivo florestal. As áreas de produção da então Aracruz Celulose S.A., englobando aproximadamente 125.000 ha de terras distribuídas entre o Espírito Santo e o sul da Bahia, certamente foram uma das primeiras a terem unidades de manejo com esse sentido (Levantamento..., 2000) (Figura 3). A parceria da empresa com a Embrapa Solos ainda foi a responsável por iniciar a longa trajetória do pedólogo Raphael David dos Santos (ver Nota) com as empresas florestais. A partir dessa época, vários mapeamentos de



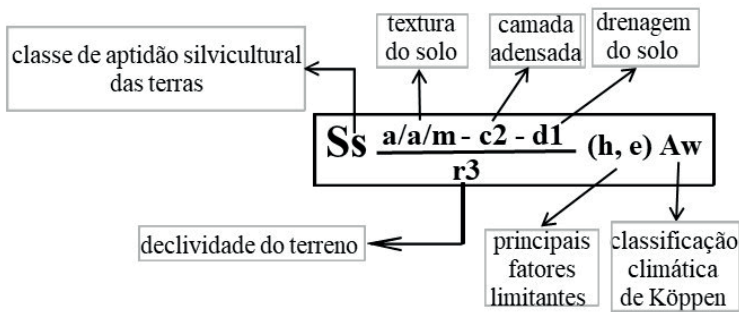
**Figura 3.** Imagem do mapa de solos de áreas de produção da antiga Aracruz Celulose, Regional São Mateus (Embrapa, 2000).

solos de áreas de produção de eucalipto geraram novas metodologias de unidades de manejo florestal (Gomes; Curi, 2001, 2008; Curi; Ker, 2004; Bognola et al., 2009; Costa et al., 2009; Curi; Silva, 2011; Curi et al., 2014, 2019; Gomes et al., 2014), muitas presentes apenas em publicações de circulação restrita.

Por outro lado, a importância da cadeia produtiva do eucalipto no País, com 5,7 milhões de ha de área plantada (IBÁ, 2017), tem demandado, além da construção de unidades de manejo florestal, novas metodologias específicas de aptidão das terras para o cultivo do eucalipto, voltadas também para estudos regionais. Carmo et al. (1990) fizeram uma discussão filosófica ampla sobre o papel do solo na distinção de ambientes para a produção de eucalipto. Carvalho Filho et al. (2013) propuseram uma metodologia de aptidão das terras para o cultivo do eucalipto, na região dos Tabuleiros Costeiros do Brasil (Figura 4). O sistema criado inclui dois níveis de manejo, “SB” e “SC”, que refletem, respectivamente, níveis tecnológicos menos e mais elevados.

Além das interpretações do setor produtivo, metodologias também foram desenvolvidas para a recomposição da cobertura florestal (Gomes et al., 2004, 2005), sem outro intuito que não o da adequação ambiental de áreas antropizadas. Em linha de ação próxima, Santos et al. (2004) realizaram o mapeamento de solos das reservas





**Figura 4.** Exemplo de símbolo das classes de aptidão silvicultural (eucalipto) em Carvalho Filho et al. (2013). Duas primeiras letras: Ss = classe de aptidão silvicultural Adequada no nível de manejo Intermediário e Regular no nível de manejo Avançado. Numerador da fração: a/a/m = textura arenosa de 0-20 cm e 20-50 cm e textura média de 50-80 cm de profundidade; c2 = presença de camada adensada de 50-80 cm de profundidade; d1 = boa drenagem interna do solo. Denominador da fração: r3 = relevo com 8% a 13% de declividade. Texto entre parênteses: (h-e) = fatores limitantes ao cultivo do eucalipto na classe - deficiência de água (h) e suscetibilidade à erosão (e). Duas últimas letras: classificação climática de Köppen = Aw.

florestais dos municípios de Linhares e Sooretama, no estado do Espírito Santo, como apoio às ações de manejo florestal e aos vários estudos de flora realizados nestas reservas.

## O futuro das avaliações de terras para o cultivo florestal

A grande tradição no uso da informação da geografia de solos, por parte das empresas florestais, possibilitou um avanço nas metodologias de avaliação de terras, para o cultivo florestal no Brasil.

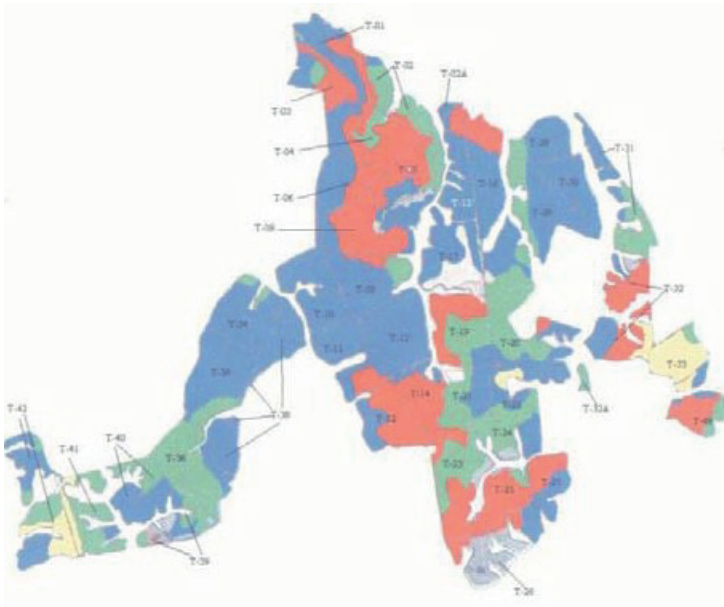
Nos estudos regionais, que auxiliam a definição de políticas de macroplanejamento, é importante entender que os mapeamentos de solos predominantes no Brasil impõem limites de escala para novos objetivos, principalmente no nível do planejamento municipal e da legislação ambiental. Existe uma inconsistência entre o grau de confiabilidade da informação disponível e o problema a ser abordado. Isso serve para qualquer objetivo de planejamento de uso da terra e, evidentemente, também para o macroplanejamento da cadeia produtiva do eucalipto.

Nos estudos de escalas maiores, a incorporação de novas áreas de produção de eucalipto ainda podem gerar demandas por novos levantamentos de solos mais detalhados e de avaliações de classes de unidades de manejo florestal. Porém, principalmente para o Sul e o Sudeste do Brasil, essa ampliação já não é uma constante.

Nesse momento, é preciso entender que o mapeamento de solos, respeitando o nível de confiabilidade em que foi executado (a escala), é uma informação perene que exige, ao longo do tempo, apenas atualizações de legenda, em função de alterações nos Sistemas de Classificação de Solos. Porém, classificações técnicas, como avaliação de terras, são efêmeras, pois envolvem variáveis que rapidamente podem ser alteradas pela incorporação de novas técnicas (clones, máquinas etc.). Assim, a avaliação de terras para o cultivo do eucalipto, principalmente a definição das unidades de manejo florestal em áreas de empresas, deve ser refeita em ciclos de tempo que dependem de mudanças de objetivos corporativos ou operacionais.

Além das classes de aptidão das terras para o plantio de eucalipto e das unidades de manejo florestal tradicionais, as espacializações tendem a se tornar mais estratégicas quando consideram o dinamismo dos atributos climáticos. Esses últimos, ao interagirem com aspectos pedológicos e do sistema de produção, geram cenários espaciais de deficiência hídrica (Francelino et al., 2012), tráfego de máquinas (Milde et al., 2010) (Figura 5), de produtividade (Gonçalves et al., 2012) e outros que podem ser de interesse em uma região ou empresa.

Como já mencionado anteriormente, é necessário avançar nos estudos de validação dos modelos gerados pelas interpretações espaciais, conflitando as classes de aptidão/unidades de manejo com o histórico de produtividade florestal. Para as empresas que



**Figura 5.** Imagem de mapa das unidades de colheita na Fazenda Santa Rosa, São Miguel Arcanjo, SP. Dias de repouso após uma chuva até a colheita: cor verde = até 2 dias; cor amarela = de 2,1 a 5 dias; cor azul = de 5,1 a 8 dias; e cor vermelha = de 8,1 a 10 dias (Milde et al., 2010).

já realizam seus inventários, esse tipo de iniciativa fica facilitado. Para os estudos regionais, nas regiões de relevância da cadeia produtiva do eucalipto, é importante projetar o estabelecimento de sítios de referência (de produção de eucalipto), à semelhança das “Major Land Resource Areas” dos Estados Unidos (Brejda et al., 2000). A existência dessa rede de sítios permitirá correlacionar sistemas de produção, crescimento de árvores, presença de estresses bióticos (nutrição, doenças e pragas) e oferta ambiental de solos e clima. Os dados gerados garantem uma validação das avaliações espaciais das terras e também a modelagem espacial da produtividade do eucalipto, a partir dos polígonos dos mapas de solos.

Outro passo importante nos estudos espaciais, porém mais complexo, é o diálogo com os modelos de crescimento, como o 3PGIS – Physiological Processes Predicting Growth in Geographic Information System, utilizado para áreas de produção da então Aracruz Celulose S.A., por Almeida et al. (2010). Esses modelos, de forma geral, procuram se basear nos processos vitais para o crescimento das árvores, englobando aspectos lumínicos, térmicos, hídricos, nutricionais e biológicos (Landsberg; Gower, 1997), ou seja, pretendem gerar modelos menos reducionistas.

Dessa exposição sobre os resultados obtidos nos trabalhos de aptidão das terras para o cultivo de eucalipto e de unidades de manejo florestal, ficam os benefícios históricos e potenciais relativos aos pesquisadores e empresas florestais, envolvendo distinções espaciais que auxiliam o planejamento de longo prazo e do operacional da atividade, com definições acerca de profundidade de preparo do solo, tráfego de máquinas em função do teor de água no solo (risco de compactação), tipo de controle da erosão considerando tipos de solos diferentes versus declividades semelhantes, manejo de resíduos da colheita (deficiência de saturação de C), recomendação de adubação (na manutenção, considerando a reserva de nutrientes do solo), planejamento ambiental (indicação de áreas destinadas à preservação/conservação), capacidade de extrapolação de comportamento de materiais genéticos (interação genótipo x ambiente), parâmetros de crescimento e testes clonais.

## Referências

ALMEIDA, A. C.; SIGGINS, A.; BATISTA, T. R.; BEADLE, C.; FONSECA, S.; LOOS, R. Mapping the effect of spatial and temporal variation in climate and soils on Eucalyptus plantation production with 3-PG, a process-based growth model. **Forest Ecology and Management**, v. 259, p. 1730-1740, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.10.008>.

BENNEMA, J.; BEEK, K. J.; CAMARGO, M. N. **Interpretação de levantamentos de solos no Brasil: primeiro esboço: um sistema de classificação da capacidade de aptidão de uso da terra para levantamentos de reconhecimento de solos**. Rio de Janeiro: DPFS/DPEA/MA/FAO, 1965. 51 p.

- BENNEMA, J.; CAMARGO, M. N. **Segundo esboço parcial de classificação de solos brasileiros**: subsídio à VI reunião técnica de levantamento de solos. Rio de Janeiro: DPEA/DPFS, 1964. 45 p.
- BOGNOLA, I. A.; GAVA, J. L.; FASOLO, P. J.; STOLLE, L. Proposição de uma metodologia para identificação de unidades de manejo produtivas em plantios de *Eucalyptus*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 59, p. 27-36, 2009. DOI: <https://doi.org/10.4336/2009.pfb.59.27>.
- BREJDA, J. J.; MOORMAN, T. B.; KARLEN, D. L.; DAO, T. H. Identification of regional soil quality factors and indicators: I. Central and Southern High Plains. **Soil Science Society of America Journal**, v. 64, p. 2115-2124, 2000. DOI: <https://doi.org/10.2136/sssaj2000.6462115x>.
- CARMO, D. N.; RESENDE, M.; SILVA, T. C. A. Avaliação da aptidão das terras para eucalipto. In: BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F. (Ed.). **Relação solo-eucalipto**. Viçosa, MG: UFV, 1990. p. 187-235.
- CARNEIRO, M. A.; DANIEL, O.; VITORINO, A. C. T.; COMUNELLO, E. Aptidão da bacia do rio Dourados para o cultivo de algumas espécies de eucaliptos. **Floresta**, v. 36, n. 3, p. 331-342, 2006.
- CARVALHO FILHO, A.; CURTI, N.; FONSECA, S. **Avaliação informatizada e validada da aptidão silvicultural das terras dos tabuleiros costeiros Brasileiros para Eucalipto**. Lavras: Ed. da UFLA, 2013. 138 p.
- COSTA, A. M.; CURTI, 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**, v. 37, n. 84, p. 465-473, 2009.
- CURTI, N.; KER, J. C. **Levantamento pedológico de áreas da Aracruz Celulose S.A. nos estados da Bahia, Espírito Santo e Minas Gerais e sua interpretação para o cultivo de eucalipto e para o ambiente em geral**. Lavras: UFLA, 2004. 105 p.
- CURTI, N.; SILVA, S. H. G. **Levantamento pedológico semidetalhado de 5.850 ha de áreas de plantio da FIBRIA Celulose S.A. e estabelecimento de unidades de manejo para o cultivo de eucalipto**. Lavras: DCS-UFLA, 2019.
- CURTI, N.; SILVA, S. H. G. **Mapas de solos provenientes de levantamento pedológico semidetalhado de 14.200 ha de áreas da Celulose Riograndense S.A. e estabelecimento de unidades de manejo para o cultivo de eucalipto**. Lavras: DCS-UFLA, 2011.
- CURTI, N.; SILVA, S. H. G.; POGGERE, G. C. **Levantamento pedológico semidetalhado de 21.252 ha de áreas da Ferbasa no Estado da Bahia e estabelecimento de unidades de manejo para o cultivo de eucalipto**. Lavras: DCS-UFLA, 2014. 22 p.
- FLORES, C. A.; GARRASTAZU, M. C.; MATTEI, V. L. Zoneamento edáfico para eucalipto na região do Corede Sul – RS. In: FLORES, C. A.; ALBA, J. M. F.; WREGGE, M. S. **Zoneamento agroclimático do eucalipto para o Estado do Rio Grande do Sul e edafoclimático na Região do Corede Sul – RS**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009. p. 65-67.
- FRANCELINO, M. R.; REZENDE, E. M. C.; SILVA, L. D. B. Proposta de metodologia para zoneamento ambiental de plantio de eucalipto. **Cerne**, v. 8, n. 2, p. 275-283, 2012.
- GARRASTAZU, M. C.; FLORES, C. A.; WREGGE, M. S.; ALBA, J. M. F. Zoneamento edafoclimático para o eucalipto na região do Corede Sul – RS. In: FLORES, C. A.; ALBA, J. M. F.; WREGGE, M. S. **Zoneamento agroclimático do eucalipto para o Estado do Rio Grande do Sul e edafoclimático na Região do Corede Sul – RS**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009. p. 69-78.

GOMES, J. B. V.; CURI, N. **Proposição de redefinição das unidades de manejo da Aracruz Celulose S.A.** Lavras: Departamento de Ciência do Solo, Universidade Federal de Lavras, 2001. 12 p.

GOMES, J. B. V.; CURI, N. **Unidades de manejo da Bahia Pulp-Copener, áreas de projeto, cadastro 2008.** Lavras: Departamento de Ciência do Solo, Universidade Federal de Lavras, 2008. 20 p.

GOMES, J. B. V.; LUMBRERAS, J. F.; OLIVEIRA, R. P.; BHERING, S. B.; ZARONI, M. J.; ANDRADE, A. G.; CALDERANO, S. B. Aptidão para reflorestamento das sub-bacias dos canais do Mangue e do Cunha, município do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, p. 459-466, 2005.

GOMES, J. B. V.; LUMBRERAS, J. F.; ZARONI, M. J.; ANDRADE, A. G.; OLIVEIRA, R. P.; BHERING, S. B.; AGLIO, M. L. D. Aptidão para reflorestamento e olericultura das terras do município do Rio de Janeiro, RJ. In: LUMBRERAS, J. F.; GOMES, J. B. V. **Mapeamento pedológico e interpretações úteis ao planejamento ambiental do Município do Rio de Janeiro.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos; Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2004. p. 303-326.

GONÇALVES, J. L. 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**, v. 40, n. 94, p. 187-201, 2012.

IBÁ. Indústria Brasileira de Árvores. **Relatório 2017.** São Paulo, 2017. 78 p.

LANDSBERG, J. J.; WARING, R. H. A generalised model of forest productivity using simplified concepts of radiation-use efficiency, carbon balance and partitioning. **Forest Ecology Management**, v. 95, p. 209–228, 1997. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(97\)00026-1](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(97)00026-1).

LEVANTAMENTO generalizado e semidetalhado de solos da Aracruz Celulose S.A. no Estado do Espírito Santo e no extremo sul do Estado da Bahia e sua aplicação aos plantios de eucalipto. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000. 93 p. (EMBRAPA-CNPS. Boletim de pesquisa, 1).

LEPSCH, I. F.; BELLINAZZI JUNIOR, R.; BERTOLINI, D.; ESPÍNDOLA, C. R. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso: 4ª Aproximação.** 2. ed. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1991. 175 p.

LEPSCH, I. F.; ESPÍNDOLA, C. R.; VISCHI FILHO, O. J.; HERNANI, L. C.; SIQUEIRA, D. S. (ed.). **Manual para levantamento utilitário e classificação de terras no sistema de capacidade de uso.** Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 2015. 170 p.

MILDE, G. A.; DEDECEK, R. A.; GAVA, J. L. Unidades de colheita: estratégias para evitar a compactação dos solos florestais. **Revista Árvore**, v. 34, p. 1075-1083, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622010000600013>.

MILLER, R. W.; DONAHUE, R. L. **Soils: an introduction to soils and plant growth.** Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1990. 768 p.

PISSININ, L. Z.; SCHNEIDER, P. R. Tendências de crescimento em altura dominante de dois clones de *Eucalyptus saligna* Smith implantados em distintas condições de solo. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 1, p. 263-275, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/1980509826465>.

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras.** 3. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1995. 65 p.

RAMALHO FILHO, A.; HIRANO, C.; DINIZ, T. D. A. S. **Aptidão pedoclimática**: zoneamento por produto. Região do Programa Grande Carajás. [Brasília, DF]: Ministério da Agricultura - Coordenadoria de Assuntos Econômicos; [Rio de Janeiro]: EMBRAPA-SNLCS; [Belém]: EMBRAPA-CPATU, 1984. 1 v.

RAMALHO FILHO, A.; PEREIRA, E. G.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 2. ed. Brasília, DF: SUPLAN; Rio de Janeiro: EMBRAPA-SNLCS, 1983. 57 p.

SANTOS, H. G. The country reports: Brazil. In: ZINCK, J. A. **Soil survey**: perspectives and strategies for the 21st Century. Rome: ITC-FAO, 1995. p. 57-63.

SANTOS, R. D.; BARRETO, W. O.; SILVA, E. F.; ARAÚJO, W. S.; CLAESSEN, M. E. C.; PAULA, J. L.; SOUZA, J. L. R.; PÉREZ, D. V.; SOUZA, J. S. **Levantamento expedito dos solos das reservas florestais de Linhares e Sooretama no Estado do Espírito Santo**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004. 68 p. (Embrapa Solos. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 49).

SOUZA, O. M. M.; COLLICCHIO, E.; PEREIRA, E. Q.; AZEVEDO, M. I. R. Edapho-climatic zoning for *Eucalyptus urograndis* in the state of Tocantins, Brazil. **Journal of Bioenergy and Food Science**, v. 2, n. 2, p. 62-71, 2015.

WREGE, M. S.; FRITZSONS, E.; SOARES, M. T. S.; PRELA-PÂNTANO, A.; STEINMETZ, S.; CARAMORI, P. H.; RADIN, B.; PANDOLFO, C. Risco de ocorrência de geada na região centro-sul do Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 22, p. 524-553, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v22i0.57306>.

WREGE, M. S.; HIGA, R. C. V.; GARRASTAZU, M. C.; FLORES, C. A.; STEINMETZ, S.; REISSER J. C.; RADIN, B. Zoneamento agroclimático para o eucalipto no Estado do Rio Grande do Sul. In: FLORES, C. A.; ALBA, J. M. F.; WREGE, M. S. **Zoneamento agroclimático do eucalipto para o Estado do Rio Grande do Sul e edafoclimático na Região do Corede Sul – RS**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009. p. 57-63.

## Apêndice

### Raphael David dos Santos Um pedólogo da Embrapa com muita história nas áreas de produção de eucalipto do Brasil

Chamado de Raphael ou Raphael David pelos colegas mais antigos, Dr Raphael David pelos mais jovens, no que todos concordam, é o carisma e a elegância do trato. O pedólogo experiente sempre dividiu espaço com uma verve espirituosa, o que hoje talvez chamemos de “inteligência emocional”. Quando irrompe com seu bordão preferido “Meu filho!”, pode-se esperar as tiradas e os conselhos que deixam muita saudade nos companheiros de campo, afinal chegou a hora de aposentar trado, faca, chibanquinha, martelo pedológico e até banquinho de campo. Agora é a hora de descansar na sua residência, ao lado da esposa. Mas ele também confessa (por telefone) a saudade que sente do agito do trabalho, das viagens de campo, das discussões!

Raphael David dos Santos (Figuras 6, 7, 8 e 9) é um dos pedólogos que mais mapeou áreas de povoamentos florestais no Brasil. Mais que isso, foi o seu pioneirismo na região dos Tabuleiros Costeiros, apesar de muitas opiniões desanimadoras na época, que alavancou os mapeamentos de solos voltados para as empresas florestais e as interpretações desses mapeamentos na formação das chamadas “unidades de manejo florestal”. Valeu e muito a sua vasta experiência em pedologia e sua visão prática incomum.

Foto: Raphael David dos Santos



**Figura 6.** Retirando água de um Organossolo, década de 1970.

Foto: Raphael David dos Santos



**Figura 7.** Apresentando perfil de solo durante Excursão Técnica sobre solos dos Tabuleiros Costeiros, em 1998.

Foto: Raphael David dos Santos



**Figura 8.** Nosso querido Raphael visitando as pegadas fossilizadas do Souzaitan, junto com o grupo da RCC do Nordeste, em 1998, Vale dos Dinossauros, Souza, PB.

Foto: Raphael David dos Santos



**Figura 9.** Raphael David e o banquinho de campo, por ele eternizado, RCC do Pantanal, em 2012.

Nascido em 21 de abril de 1929, Raphael está com 90 anos. A pedologia só perde em espaço e tempo na sua vida quando o assunto é a companheira de 65 anos de vida, a senhora Marilda Heloísa de Araújo dos Santos. Nas viagens de campo, na volta para o hotel, tinha o horário de ligar para a esposa, um ritual que ele sempre avisava aos colegas: “Meus filhos, vou subir para o quarto, pois está na hora de ligar para a esposa!”. Que essa relação de companheirismo entre Raphael e a esposa fique de exemplo para os mais novos!

Entrou no Ministério da Agricultura em 1954. Lá se iniciaram os trabalhos com levantamentos de solos e a formação como pedólogo. Os primeiros trabalhos de campo foram no Estado do Rio de Janeiro e o primeiro trabalho publicado em equipe foi o “Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo”, em 1960. Nos locais mais ermos, eram tempos de romper as estradas de chão em jeeps com um tambor de gasolina na capota de lona. E a alimentação e os hotéis eram, para dizer o mínimo, improvisados, quando comparados com as condições atuais.

No antigo Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos da Embrapa (atual Embrapa Solos) teve sua parceria mais longa, o projeto de parceria com a então Aracruz Celulose S.A. A parceria se iniciou em 1987 e findou em 1994. Foram 8 anos de intensa convivência com as paisagens dos Tabuleiros Costeiros do Espírito Santo e do sul da Bahia.

Esse projeto ainda possibilitou o ressurgimento das viagens de Correlação no Brasil. A IV RCC (RCCs são reuniões de classificação e correlação de solos, realizadas pelos pedólogos no campo, para discutir a uniformização/padronização de conceitos em termos de



território nacional). Ela foi realizada nos Tabuleiros Costeiros e veio depois de 12 anos da III RCC, realizada em 1982, iniciando um novo ciclo das RCCs que vêm até os dias de hoje.

Ao se aposentar da Embrapa Solos, em 2001, a parceria com as empresas florestais, iniciada com a então Aracruz Celulose S.A., tomou conta de sua vida profissional. Foram anos a fio mapeando solos em áreas de produção e interpretando esses mapeamentos para a atividade florestal: Bahia Sul, Suzano, Veracel, Riocell, Votorantim, Celmar e Klabin. Com excelentes serviços prestados à essa coleção de empresas, não é preciso dizer mais nada.

Raphael David é um orgulho para nós, pedólogos, por sua atuação no conhecimento dos solos do Brasil, e para os muitos colegas e companheiros de Embrapa, Universidades e empresas florestais que têm na memória os seus ensinamentos e o prazer de ter trabalhado na sua companhia.

Nosso muito obrigado ao grande pedólogo e colega Raphael David.

*Nilton Curi*

*João Bosco Vasconcellos Gomes*

*Itamar Antonio Bognola*

## **Depoimentos de colegas que conviveram com Raphael David em sua atuação profissional junto às empresas florestais**

“A simplicidade, honestidade, paixão pelo trabalho e o pragmatismo caracterizam bem o incansável Dr. Raphael. Na convivência por mais de uma década aprendi muito com esse grande mestre. Raphael David compartilhou conhecimentos de pedologia de grande utilidade para o setor florestal. Um exemplo de sucesso do seu trabalho junto das empresas florestais aconteceu nos anos noventa, com a elaboração de mapas de solos aplicados ao manejo das plantações de eucalipto, nos Tabuleiros Costeiros do Espírito Santo e Sul da Bahia. Muitos outros mapeamentos se sucederam e o conhecimento detalhado do meio físico tem sido fundamental ao desenvolvimento da silvicultura de precisão. Temos muito que agradecer ao Raphael pelos seus ensinamentos.”

*Sebastião Fonseca*

Consultor Sênior, conviveu de forma intensa com Raphael no desenvolvimento de suas pesquisas nos Tabuleiros Costeiros do Espírito Santo e sul da Bahia, quando atuava na área de pesquisa da então Aracruz Celulose

“Conheci o Dr. Raphael David em 1995, ainda começando como engenheiro na Bahia Sul Celulose, quando ele foi realizar o trabalho de mapeamento e classificação de solos na empresa. Tive a grande honra de poder acompanhá-lo nas saídas de campo, podendo aprender de perto com uma das maiores referências na ciência do solo, no Brasil. Sempre paciente, trabalhando do seu jeito único, com qualidade e confiança. Sempre com toda a paciência comigo e com as equipes de campo, ensinando não só os conhecimentos técnicos de solos, mas compartilhando toda uma experiência ímpar de vida. Obrigado Professor Raphael pela amizade, paciência e apoio sempre. Grande abraço.”

*Elias Frank de Araújo*  
Celulose Riograndense

“Mesmo não sendo um “Professor” de ofício, esse sempre foi o título que usamos para retribuir-lhe o nosso carinho e respeito, chamando-o de Prof. Raphael. Pessoa e profissional íntegro, de caráter, moral ilibada e de bons costumes, ensinou-nos sobre os diferentes horizontes da vida. Sempre prestativo e atencioso, exerceu com sabedoria e primazia, por meio de suas aulas, a transferência do conhecimento da pedologia em ciência prática, perpetuando o bom manejo silvicultural.”

*Equipe da Suzano*

Aguinaldo, Atus, Marcos Marinho e Cleber Miranda

Raphael conviveu com a equipe no sul da Bahia entre 1997 e 2010

“Cidadão brasileiro, carioca, pai de família exemplar, pedólogo renomado, pesquisador da Embrapa e torcedor do Vasco da Gama. Durante mais de 60 anos percorreu os mais distantes rincões do nosso país, estudando e mapeando solos, tendo como companhia a sua inseparável caderneta de campo e o trado. O meu primeiro contato com Raphael aconteceu por volta de 2001, logo percebi que estava diante de um dos maiores especialistas em classificação de solos do Brasil. Foi o início de uma longa amizade que resultou da orientação e liderança do Raphael na retomada do mapeamento das áreas florestais da empresa Klabin, no Rio Grande do Sul, o mapeamento em Santa Catarina e também a retomada do mapeamento no Paraná. A dedicação e o comprometimento do Raphael nos trabalhos de campo, o rigor científico usado na interpretação das análises de solo, elaboração dos mapas e na redação e apresentação dos relatórios que, somados a sua cordialidade e habilidade para fazer amigos e manter laços de amizade, conquistaram o respeito de todos. A sua competência para agrupar centenas de classes de solos em simples e compreensíveis unidades de manejo, muito contribuíram para o desenvolvimento da conservação, fertilidade do solo, e nutrição de plantas no setor florestal. Raphael sempre será lembrado e fará parte da galeria dos ilustres profissionais que, nas últimas décadas, foram responsáveis pelo notável desenvolvimento alcançado em nível mundial, pelos setores agrícola e florestal brasileiro.”

*Djalma Miler Chaves*

trabalhou por muitos anos na Klabin, onde continua atuando  
como consultor nas áreas de solos e silvicultura

