



IPNI
INTERNATIONAL
PLANT NUTRITION
INSTITUTE

MISSÃO

Desenvolver e promover informações científicas sobre o manejo responsável dos nutrientes das plantas para o benefício da família humana

INFORMAÇÕES AGRONÔMICAS

Nº 161 MARÇO/2018

ISSN 2311-5904

LEVANTAMENTO DA FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE SÃO PAULO

Luís Ignácio Prochnow¹
José Francisco da Cunha²
Lizandra Oliveira Jorgetto³

Heitor Cantarella⁴
Evandro Luís Lavorenti⁵
Dirceu Maximino Fernandes⁶

INTRODUÇÃO

Entre as possíveis formas de avaliação da fertilidade do solo, a análise química de amostras de terra coletadas na área de interesse é a preferida no Brasil. Outras técnicas, tais como avaliação do histórico da área, avaliação dos sintomas apresentados por culturas anteriores, análise de tecidos vegetais, experimentos com omissão ou doses de nutrientes, são utilizadas em nosso País como técnicas complementares para se identificar a situação do solo quanto ao fornecimento potencial de nutrientes às plantas ou, ainda, quanto às restrições para o desenvolvimento das mesmas. Por meio da análise de amostras de solo é possível transferir uma enorme quantidade de dados da pesquisa para a prática em forma de recomendações de manejo do solo, principalmente quanto à acidez e à necessidade de nutrientes.

O processo adequado para a realização de recomendações seguras deve seguir as seguintes etapas: (1) plano de amostragem da área de interesse, (2) coleta das amostras de solo, (3) análise laboratorial por meio de metodologia adequada para a região (envolve processos e estudos de correlação, calibração e curvas de respostas), (4) interpretação dos resultados, (5) recomendações agronômicas de calagem, gessagem e adubação e (6) aplicação dos insumos. É preciso se ter em mente que cada uma das etapas deve ser realizada

com o devido critério para que todo o processo seja bem-sucedido. De nada adianta, por exemplo, o processo ser bem feito se a amostra não representa de forma adequada a área em estudo ou se na aplicação de insumos não se adicionar as quantidades definidas pelos agrônomos como as necessárias para a cultura e área em questão.

No estado de São Paulo, as recomendações para correção da fertilidade do solo para diferentes culturas foram definidas e organizadas pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) por meio de pesquisas realizadas sob a liderança do renomado pesquisador Dr. Bernardo van Raij, resultando no “Boletim 100 – Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado de São Paulo”. Tal publicação serve de guia para o manejo adequado da fertilidade do solo e da nutrição de culturas comerciais. Destacam-se, nessas pesquisas, o ajuste e a viabilização do método da resina de troca iônica para a avaliação da disponibilidade de fósforo, cálcio, magnésio e potássio nos solos. É importante ainda destacar que o IAC coordena, há décadas, um programa de qualidade envolvendo os laboratórios de análise de solo que utilizam a metodologia prescrita pelo Instituto.

Em uma visão mais ampla, além dos objetivos específicos dos agricultores ao analisarem suas amostras de terra, é relativamente fácil concluir que, em conjunto, os dados obtidos por intermédio destes inúmeros laudos representa uma poderosa ferramenta

Abreviações: B = boro; Ca = cálcio; CTC = capacidade de troca de cátions; Cu = cobre; Fe = ferro; IAC = Instituto Agrônomo de Campinas; IPNI = International Plant Nutrition Institute; K = potássio; Mg = magnésio; MO = matéria orgânica; Mn = manganês; P = fósforo; S = enxofre; SB = soma de bases; V% = saturação por bases; Zn = zinco.

¹ Engenheiro Agrônomo, Dr., Diretor do IPNI Brasil; email: Lprochnow@ipni.net

² Engenheiro Agrônomo, Consultor Agrícola, TecFertil.

³ Aluna de Pós-Graduação, Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP, Botucatu, SP.

⁴ Engenheiro Agrônomo, Pesquisador e Diretor do Centro de Solos e Recursos Ambientais do Instituto Agrônomo - IAC, Campinas, SP.

⁵ Analista de Sistemas, IPNI Brasil, Piracicaba, SP.

⁶ Engenheiro Agrônomo, Livre Docente, Professor Adjunto da Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Estadual Paulista - UNESP, Botucatu, SP.

INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE - BRASIL

Avenida Independência, nº 350, Edifício Primus Center, salas 141 e 142 - Fone/Fax: (19) 3433-3254 - CEP 13419-160 - Piracicaba-SP, Brasil
Website: <http://brasil.ipni.net> - E-mail: jmachado@ipni.net - Twitter: [@IPNIBrasil](https://twitter.com/IPNIBrasil) - Facebook: <https://www.facebook.com/IPNIBrasil>

INFORMAÇÕES AGRONÔMICAS

Publicação trimestral gratuita do International Plant Nutrition Institute (IPNI), Programa Brasil. O jornal publica artigos técnico-científicos elaborados pela comunidade científica nacional e internacional visando o manejo responsável dos nutrientes das plantas.

ISSN 2311-5904

COMISSÃO EDITORIAL

Editor

Eros Artur Bohac Francisco

Editores Assistentes

Luís Ignácio Prochnow, Sílvia Regina Stipp

Gerente de Distribuição

Evandro Luis Lavorenti

INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE (IPNI)

Presidente do Conselho

Tony Will (CF Industries)

Vice-Presidente do Conselho

Svein Tore Holsether (Yara)

Tesoureiro

Joc O'Rourke (The Mosaic Company)

Presidente

Terry L. Roberts

Vice-Presidente, Coordenador do Grupo da Ásia e África

Kaushik Majumdar

Vice-Presidente, Coordenadora do Grupo do Oeste Europeu/Ásia Central e Oriente Médio

Svetlana Ivanova

Vice-Presidente Senior, Diretor de Pesquisa e Coordenador do Grupo das Américas e Oceania

Tom Bruulsema

PROGRAMA BRASIL

Diretor

Luís Ignácio Prochnow

Diretor Adjunto

Eros Artur Bohac Francisco

Publicações

Sílvia Regina Stipp

Analista de Sistemas e Coordenador Administrativo

Evandro Luis Lavorenti

Assistente Administrativa

Elisângela Toledo Lavorenti

Secretária

Jéssica Silva Machado

ASSINATURAS

Assinaturas gratuitas são concedidas mediante aprovação prévia da diretoria. O cadastramento pode ser realizado no site do IPNI:

<http://brasil.ipni.net>

Mudanças de endereço podem ser solicitadas por email para:

jmachado@ipni.net

Nº 161 MARÇO/2018

CONTEÚDO

Levantamento da fertilidade do solo no estado de São Paulo

Luís Ignácio Prochnow, José Francisco da Cunha, Lizandra Oliveira Jorgetto, Heitor Cantarella, Evandro Luis Lavorenti, Dirceu Maximino Fernandes 1

Benefícios e desafios da integração lavoura-pecuária na melhoria da qualidade dos solos do Cerrado

Miguel Marques Gontijo Neto, Emerson Borghi, Álvaro Vilela de Resende, Ramon Costa Alvarenga 9

Divulgando a Pesquisa 22

IPNI em Destaque 23

Painel Agrônomo 24

Evento do IPNI 25

Cursos, Simpósios e outros Eventos 26

Publicações Recentes 27

Ponto de Vista 28

NOTA DOS EDITORES

Todos os artigos publicados no Informações Agronômicas estão disponíveis em formato pdf no website do IPNI Brasil: <<http://brasil.ipni.net>>

Opiniões e conclusões expressas pelos autores nos artigos não refletem necessariamente as mesmas do IPNI ou dos editores deste jornal.

FOTO DESTAQUE



Dr. Luís Prochnow, Dr. Tom Bruulsema e Dr. Eros Francisco em visita à cultura de algodão em fazenda do Grupo CAP, em Primavera do Leste, MT.

para diversos fins. Tais dados, se organizados, classificados e interpretados de forma adequada, fornecem uma visão geral da situação da fertilidade do solo de certo estado ou região. Isto tem sido feito pelo International Plant Nutrition Institute (IPNI) na América do Norte a partir de resultados analíticos obtidos pelos laboratórios, e é denominado Levantamento da Fertilidade do Solo na América do Norte – *Soil test levels in North America* (IPNI, 2016). O estudo é realizado a cada cinco anos, e como exemplo do resultado obtido naquela região, a Figura 1 apresenta a variação dos valores da mediana das análises de potássio (K) por estado, entre os anos de 2010 e 2015. Esses dados fornecem uma ideia da amplitude de possibilidades geradas a partir desses levantamentos. Os dados obtidos podem ser utilizados por vários grupos de interesse, tais como: (1) ações dos laboratórios em campanhas para aumentar o uso da técnica em determinadas regiões, (2) planejamento estratégico com ações governamentais para se modificar situações preocupantes, (3) planejamento estratégico de empresas do setor e (4) definição de pesquisas necessárias.

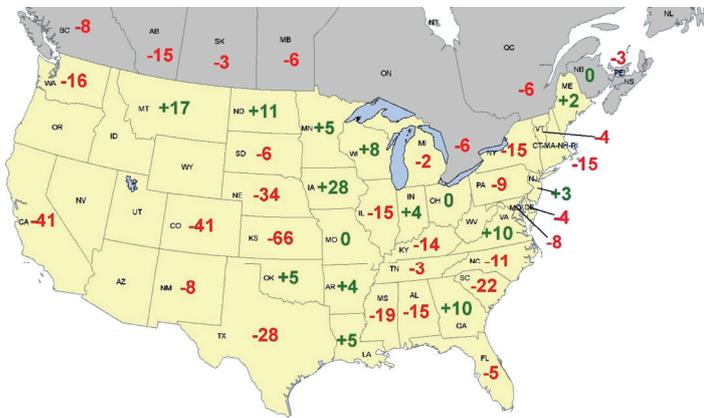


Figura 1. Variação dos valores da mediana das análises de potássio nos solos da América do Norte, no período de 2010 a 2015. Os números positivos (em verde) significam aumento nos valores da mediana enquanto os números negativos (em vermelho) significam diminuição no valor da mediana.

Baseado nesse contexto, o IPNI Brasil decidiu seguir o exemplo da matriz e reuniu esforços para iniciar um trabalho visando, ao final, a publicação de um levantamento da fertilidade do solo para o Brasil. Este trabalho foi iniciado no estado de São Paulo em 2017, tendo como base os resultados das análises realizadas no ano de 2015. Este artigo resume a metodologia adotada e os principais resultados obtidos.

METODOLOGIA DO TRABALHO

Durante as reuniões anuais do Programa de Controle de Qualidade das Análises de Solo, realizadas pelo IAC, os laboratórios presentes foram convidados a participar do estudo, o que seria viabilizado com o fornecimento, por cada um deles, do banco de dados das análises de solo realizadas no ano de 2015. Foi esclarecido por documentação apropriada, enviada posteriormente, que os dados necessários ao estudo se restringiam aos resultados analíticos dos parâmetros listados no Quadro 1, ou parte dos mesmos, correspondentes a cada município. Não havia interesse na identificação da propriedade ou do agricultor, o que preferencialmente deveria ser filtrado e excluído do material enviado ao IPNI. Desta forma, ficaria preservada a identidade dos clientes. O Quadro 2 apresenta a lista dos laboratórios que participaram deste estudo.

Quadro 1. Parâmetros requisitados aos laboratórios para o Levantamento da Fertilidade do Solo do Estado de São Paulo.

Localidade	Rotina	Cálculos	Micronutrientes
Município	pH CaCl ₂	Soma de bases (SB)	Fe - DTPA
	Matéria orgânica	Capacidade de troca de cátions (CTC pH 7,0)	Mn - DTPA
	P-Resina	Saturação por bases (V%)	Zn - DTPA
	K trocável		Cu - DTPA
	Ca trocável		B - H ₂ O quente
	Mg trocável		
	S-Sulfato (S-SO ₄ ²⁻)		
	Al trocável		
	H + Al		

Quadro 2. Relação dos laboratórios participantes do estudo.

Laboratório da Associação dos Fornecedoros de Cana da Região de Catanduva	Laboratório da Faculdade Dr. Francisco Maeda - FAFRAM
AgriLab - Laboratório de Análises Agrícolas e Ambientais	Laboratório da Faculdade de Ciências Agrárias de Botucatu
Agrimonte - Laboratório de Análises de Solo	Laboratório das Faculdades Integradas de Ourinhos
Agrolab - Laboratório de Análises Agropecuárias	Laboratório da Fundação Shunji Nishimura
Laboratório da Associação dos Plantadores de Cana do Médio Tietê – Ascana	Laboratório da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo - FZE
Laboratório da Associação dos Fornecedoros de Cana de Capivari	Labceler - Laboratório de Análises Agronômicas
Athenas - Consultoria Agrícola e Laboratório	Micellium - Análises Agrícolas e Biomoleculares de Plantas
Laboratório de Análises Agronômicas da Cooperativa Agrícola Mista de Adamantina - CAMDA	Laboratório da Usina Nardini
Ciência em Solo - Laboratório de Análises e Consultoria Agrícola e Ambiental	Laboratório do Sindicato Rural de Guairá
Laboratório da Cooperativa Agrícola de Pedrinhas Paulista	Laboratório da Universidade Federal de São Carlos
Laboratório da Cooperativa dos Plantadores de Cana do Oeste do Estado de São Paulo - Copercana	Laboratório da Universidade do Oeste Paulista - Unoeste
Laboratório da Estação Experimental de Citricultura de Bebedouro	Laboratório da Usina Colombo
Laboratório do Departamento de Ciência do Solo - ESALQ/USP	Laboratório da Usina Santa Adélia

Os bancos de dados enviados ao IPNI pelos laboratórios foram revisados e ajustados em relação às unidades e formatação. Os resultados incoerentes e suspeitos foram eliminados. Isto se fez necessário porque muitas vezes os clientes submetem ao laboratório

amostras de esterco, compostos ou substratos para serem analisadas como se fossem amostras de solo. Foram ainda descartadas as amostras sem identificação de município e as providas de outros estados. Em razão da desuniformidade na geração dos laudos pelos laboratórios, houve necessidade de criar algumas macros em cada planilha para padronização de cada resultado.

Após serem submetidos à filtragem e aprovação, os conjuntos de dados foram reunidos em um único arquivo, gerado em Excel, totalizando 94.904 amostras de solo (planilha mestre). Pelo fato de muitas dessas amostras não estarem acompanhadas de todos os resultados analíticos solicitados, o total de amostras considerado para cada parâmetro analisado foi distinto. Por exemplo, para a análise de pH CaCl₂ foram consideradas 86.496 amostras, enquanto para a análise de P foram consideradas 91.279 amostras.

Para cada parâmetro de análise foi criada uma planilha específica, na qual foi possível classificar os resultados segundo as classes de teores recomendadas no Boletim 100 do IAC. Para os resultados de matéria orgânica (MO) e CTC foram utilizadas como referência as tabelas de classes de teores preconizadas pela Comissão de Fertilidade do Solo de Minas Gerais (RIBEIRO et al., 1999). As Tabelas 1 a 4 resumem os limites das classes de teores para cada determinação ou parâmetro utilizado. As classes de teores foram adaptadas para que o conjunto de dados tivesse continuidade. Desta forma, por exemplo, a classe de teor baixo de P, que é de 7 a 15 mg dm⁻³ no Boletim 100, passou a ser considerada em nossa planilha como sendo de > 6 a 15 mg dm⁻³.

Tabela 1. Classes de teores para P, K, pH e V%.

Classe de teor	P mg dm ⁻³	K mmol _c dm ⁻³	pH	V %
Muito baixo	0-6	0,0-0,7	Até 4,3	0-25
Baixo	> 6-15	> 0,7-1,5	> 4,3-5,0	> 25-50
Médio	> 15-40	> 1,5-3,0	> 5,0-5,5	> 50-70
Alto	> 40-80	> 3,0-6,0	> 5,5-6,0	> 70-90
Muito alto	> 80	> 6,0	> 6,0	> 90

Fonte: Adaptada de Raij et al. (1996).

Tabela 2. Classes de teores para Ca, Mg e S-SO₄²⁻.

Classe de teor	Ca	Mg	S-SO ₄ ²⁻
	mmol _c dm ⁻³		mg dm ⁻³
Baixo	0-3	0-4	0-4
Médio	> 3-7	> 4-8	> 4-10
Alto	> 7	> 8	> 10

Fonte: Adaptada de Raij et al. (1996).

Tabela 3. Classes de teores para B, Cu, Fe, Mn e Zn.

Classe de teor	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	mg dm ⁻³				
Baixo	0-0,20	0-0,20	0-4	0-1,2	0-0,5
Médio	> 0,20-0,60	> 0,20-0,80	> 4-12	> 1,2-5,0	> 0,5-1,2
Alto	> 0,60	> 0,80	> 12	> 5,0	> 1,2

Fonte: Adaptada de Raij et al. (1996).

Tabela 4. Classes de teores para matéria orgânica e CTC.

Classe de teor	MO g dm ⁻³	CTC mmol _c dm ⁻³
Muito baixo	0-7	0 a 16
Baixo	> 7-20	> 16 a 43
Médio	> 20-40	> 43 a 86
Alto	> 40-70	> 86 a 150
Muito alto	> 70	> 150

Fonte: Adaptada de Ribeiro et al. (1999).

Partindo-se do princípio de que os teores de nutrientes com valores muito acima do esperado poderiam resultar em desvios importantes na interpretação dos dados, decidiu-se eliminar desse estudo os resultados com valores superiores aos da faixa considerada normal em solos agricultáveis. Esses valores poderiam ser provenientes, por exemplo, das amostras de materiais orgânicos encaminhadas ao laboratório para serem analisadas pela metodologia de análise de solo, como já comentado anteriormente. Após a realização de simulações, definiu-se, por exemplo, eliminar os resultados de P e K com valores acima de 400 mg dm⁻³ e 30 mmol_c dm⁻³, respectivamente.

Os procedimentos adotados nas planilhas permitiram classificar os resultados nas classes de teores muito baixo, baixo, médio, alto e muito alto para pH CaCl₂, P, K, V%, MO e CTC, e baixo, médio e alto para Ca, Mg, S-SO₄²⁻, B, Cu, Fe, Mn e Zn. É importante considerar que tal classificação é resultado de estudos de calibração, os quais se baseiam na relação entre os teores de nutrientes do solo e a produção das plantas (produção relativa obtida em solo sem adição do nutriente em relação à produção obtida em solo corrigido para produção máxima). No caso do estado de São Paulo, as classes para P e K, por exemplo, são definidas de acordo com as produções relativas correspondentes: 0 a 70% (= muito baixo), 71 a 90% (= baixo), 91 a 100% (= médio), teor correspondente a 100% e duas vezes este teor (= alto), e mais que duas vezes o teor necessário para produção relativa de 100% (= muito alto). A Figura 2 exemplifica conceitualmente os critérios adotados no estado de São Paulo para esses casos.

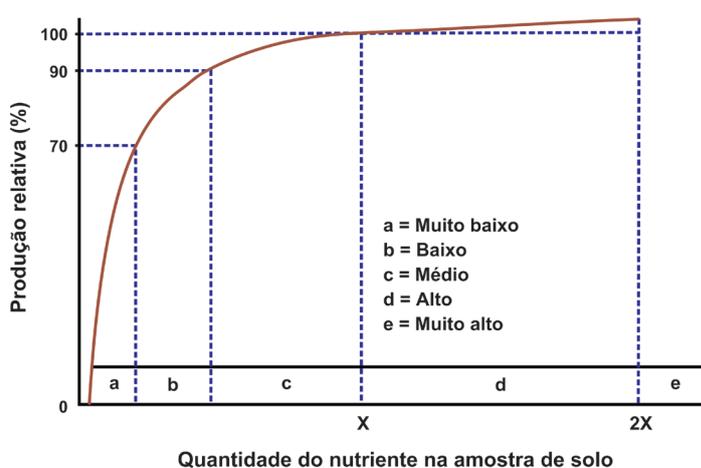


Figura 2. Critérios para divisão dos resultados analíticos de fósforo e potássio em classes de teores.

Essa classificação foi fundamental para a confecção dos mapas por município e para a classificação das amostras nas respectivas classes de teores. Os mapas foram confeccionados utilizando-se o software Arc View. Três tipos de mapas foram obtidos para MO, pH CaCl₂, P, K, V% e CTC a pH 7,0, quais sejam: (1) mapas de

percentual de amostras de solo nas classes de teores muito baixo, baixo e médio por município, (2) mapas de percentual de amostras de solo nas classes de teores alto e muito alto por município e (3) mapas de mediana por município. Para as demais determinações, os resultados foram calculados para percentual nas classes baixo, médio e alto.

RESULTADOS E MAPAS

O número de amostras coletadas em 2015 (94.904 amostras) foi baixo em relação ao total de amostras analisadas no estado de São Paulo, o qual, conservadoramente, estima-se estar por volta de 1.200.000 (Dr. Heitor Cantarella, comunicação pessoal). Muitos laboratórios não participaram desse estudo por motivos distintos, e a principal justificativa foi a impossibilidade de compartilhar os resultados devido à confidencialidade das informações. Com o tempo, espera-se que o número de amostras aumente, à medida que os laboratórios percebam a importância desse estudo.

De um total de 645 municípios do estado, o estudo considerou amostras de aproximadamente 500, havendo certa variação deste número de acordo com o parâmetro analisado. Os números exatos de municípios considerados para cada um dos parâmetros estudados encontram-se nas Tabelas 5 a 8.

As Tabelas 5 a 11 resumem os resultados obtidos no presente estudo. Embora tenham sido calculadas as médias e as medianas para cada caso, foi dada preferência à interpretação dos resultados pela mediana, pois ela é uma medida de tendência central e minimiza o efeito das análises discrepantes. Tome-se como exemplo o que ocorre com o P, para o qual a média foi de 21,6 mg dm⁻³ e a mediana de 12,0 mg dm⁻³. Na prática, a média indica que os solos do estado de São Paulo apresentam teores médios de P (16 a 40 mg dm⁻³), enquanto a mediana indica teores baixos de P (7 a 15 mg dm⁻³), com maior potencial de resposta ao nutriente. Para os parâmetros pH CaCl₂, P, K e V% as medianas foram 5,2, 12,0 mg dm⁻³, 1,6 mg dm⁻³ e 57%, respectivamente, ou seja, teor baixo de P e médios de acidez, K e V% em relação à classe de potencial de resposta à adubação. Ressalta-se, entretanto, que a mediana para K, embora esteja na faixa de valor médio (1,6 a 3,0 mmol_c dm⁻³), encontra-se muito próxima do limite da classe de baixa resposta (0,7 a 1,5 mmol_c dm⁻³).

Em geral, os resultados revelam que 62,3% das amostras de solo apresentam pH CaCl₂ abaixo de 5,5, o que indica, portanto, solos com potencial de resposta à aplicação de calcário. Em relação ao P e ao K, 87,8% e 81,3% das amostras de solo se enquadram na faixa de teores muito baixo, baixo ou médio, com grande potencial de resposta à aplicação desses elementos. Esses dados indicam claramente a situação ainda bastante deficiente dos solos do estado de São Paulo em relação à fertilidade.

Os resultados para B, Cu, Fe, Mn, Zn, MO e CTC a pH 7,0 estão classificados nas Tabelas 10 e 11. Para os micronutrientes, a distribuição apresenta-se apenas nas classes de teores baixo, médio e alto, tal como representadas no Boletim 100.

Com base no valor da mediana, os municípios foram ranqueados em ordem decrescente quanto aos principais parâmetros estudados. As Tabelas 12 e 13 mostram parcialmente os resultados em relação a P.

Uma das observações possíveis foi a relativa concordância entre resultados de pH CaCl₂ e V%, com cinco municípios tendo os dois resultados em comum nas listas das dez medianas mais elevadas (São Miguel Arcanjo, Angatuba, Severínia, Vista Alegre do Alto e Matão) e quatro deles nas listas das dez menores medianas (Jacaréi, Capão Bonito, Charqueada e Paulistânia). Isto se deve ao fato da relação positiva entre estes dois parâmetros da análise de solo. Sabe-se que quanto maior o pH do solo, maior deve ser o valor

Tabela 5. Resultados gerais obtidos para pH CaCl₂ (dados de 501 municípios).

Número de amostras	86.496	
Mediana	5,2	
Média	5,2	
Classes	Número	Frequência (%)
Muito baixo	7.131	8,3
Baixo	18.627	21,5
Médio	28.148	32,5
Alto	26.206	30,3
Muito alto	6.384	7,4
Total	86.496	100%

Tabela 6. Resultados gerais obtidos para P (dados de 501 municípios).

Número de amostras	91.279	
Mediana	12,0	
Média	21,6	
Classes	Número	Frequência (%)
Muito baixo	18.250	20,0
Baixo	36.548	40,0
Médio	25.345	27,8
Alto	7.820	8,6
Muito alto	3.316	3,6
Total	91.279	100%

Tabela 7. Resultados gerais obtidos para K (dados de 503 municípios).

Número de amostras	86.553	
Mediana	1,6	
Média	2,1	
Classes	Número	Frequência (%)
Muito baixo	11.210	13,0
Baixo	28.398	32,8
Médio	30.741	35,5
Alto	13.616	15,7
Muito alto	2.588	3,0
Total	86.553	100%

Tabela 8. Resultados gerais obtidos para V% (dados de 499 municípios).

Número de amostras	93.331	
Mediana	57	
Média	55	
Classes	Número	Frequência (%)
Muito baixo	4.313	4,6
Baixo	29.273	31,4
Médio	41.783	44,8
Alto	17.163	18,4
Muito alto	799	0,9
Total	93.331	100%

de V% nas amostras de solo. Nesse sentido, calculou-se também a correlação entre esses dois parâmetros nas 50.197 amostras, chegando-se a um coeficiente de correlação de 0,84, com equação linear $V\% = 24,04 \cdot \text{pH CaCl}_2 - 69,38$. Esses dados estão disponíveis no site do IPNI para consulta.

As Figuras 3 a 8 ilustram alguns mapas obtidos no estudo. Neles é possível observar a distribuição das classes de teores de nutrientes por município do estado de São Paulo, para diferentes parâmetros, e também a mediana.

Tabela 9. Resultados gerais obtidos para Ca, Mg e S-SO₄²⁻.

Classe de teor	Ca	Mg	S-SO ₄ ²⁻
	Frequência (%)		
Baixo	2,0	16,1	35,2
Médio	5,0	40,0	46,2
Alto	93,0	43,9	18,5

Tabela 10. Resultados gerais obtidos para B, Cu, Fe, Mn, Zn.

Classe de teor	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	Frequência (%)				
Baixo	37,0	1,8	1,1	7,6	24,2
Médio	54,0	27,9	9,2	30,1	26,4
Alto	9,0	70,3	89,7	62,4	49,4

Tabela 11. Resultados gerais obtidos para MO e CTC.

Classe de teor	MO	CTC
	Frequência (%)	
Muito baixo	6,0	0,0
Baixo	71,0	25,0
Médio	21,0	58,0
Alto	1,0	15,0
Muito alto	0,0	1,0

Tabela 12. Lista dos dez municípios do estado de São Paulo por ordem de maior valor de mediana de fósforo.

Município	Análises	Média	Mediana	Máxima	Mínima
São Miguel Arcanjo	115	127,0	71,0	400	2
Paranapanema	213	80,2	59,7	400	2
São Carlos	179	65,9	54,6	370	6
Casa Branca	134	71,7	52,0	302	1
São Joaquim da Barra	59	71,5	50,0	350	14
Taquarivaí	85	62,2	46,9	204	3
Aguai	82	45,6	45,6	174	5
Arandu	64	47,7	43,1	133	3
Angatuba	209	58,2	43,0	312	4
Apiai	62	45,6	42,0	140	5

Tabela 13. Lista dos dez municípios do estado de São Paulo por ordem de menor valor de mediana de fósforo.

Município	Análises	Média	Mediana	Máxima	Mínima
Pirajuí	74	7,8	2,0	76	2
Quatá	66	6,1	3,0	40	1
Marabá Paulista	59	7,8	4,0	40	1
Presidente Venceslau	81	6,4	4,0	24	1
Capão Bonito	582	10,3	4,2	251	3
Jacareí	296	5,6	4,7	45	3
Dois Córregos	214	16,4	5,0	377	1
Fernão	93	18,9	5,0	93	1
Ipaussu	70	7,2	5,0	58	4
Ipeúna	97	6,8	5,0	55	1

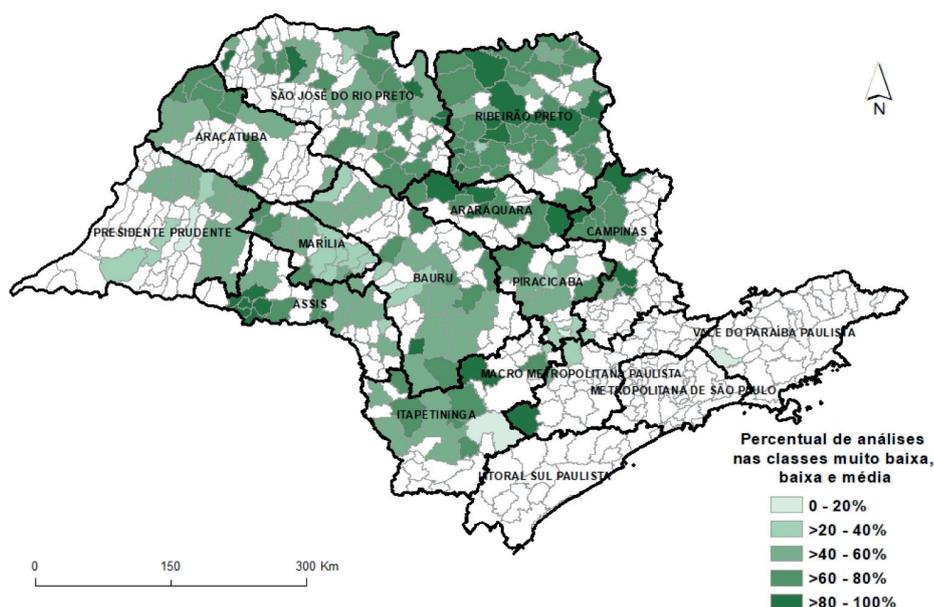


Figura 3. Mapeamento da frequência de distribuição das amostras de solo nas classes de pH (CaCl₂) muito baixo, baixo e médio, por município do estado de São Paulo.

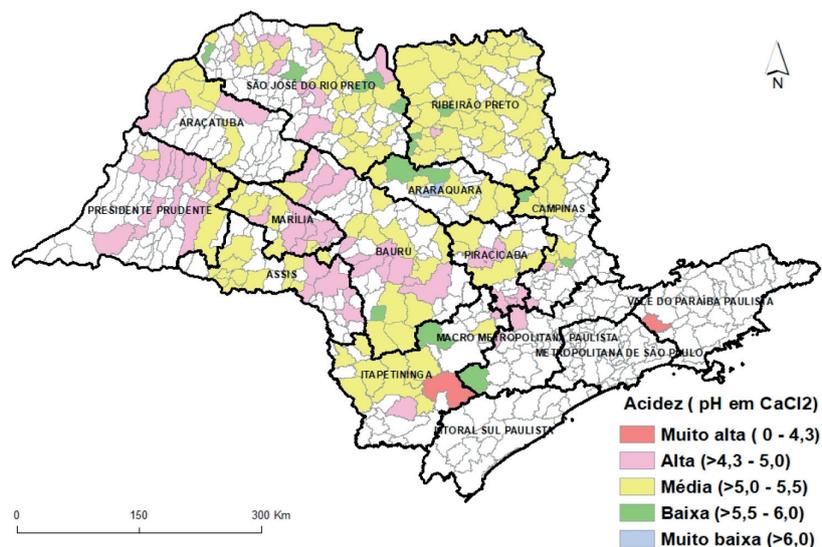


Figura 4. Mapeamento da mediana da acidez do solo por município do estado de São Paulo.

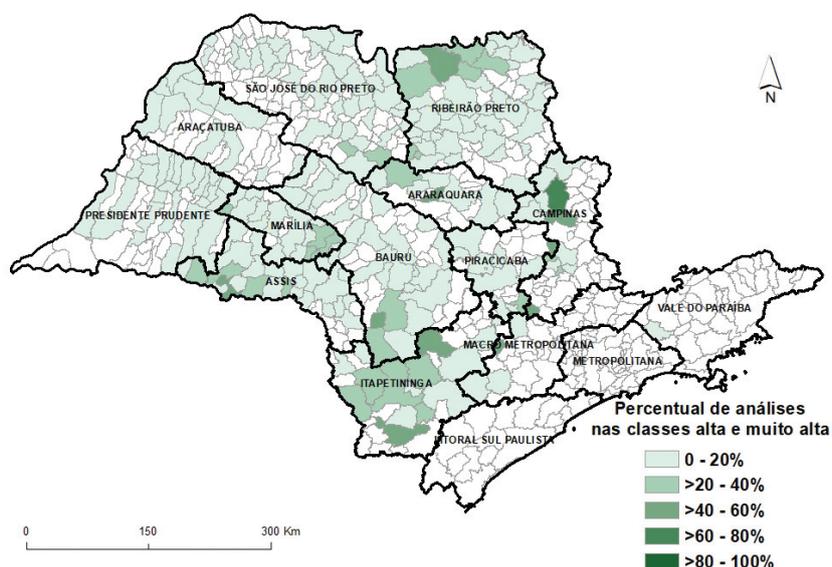


Figura 5. Mapeamento da frequência de distribuição das amostras de solo nas classes de teores de fósforo alto e muito alto por município do estado de São Paulo.

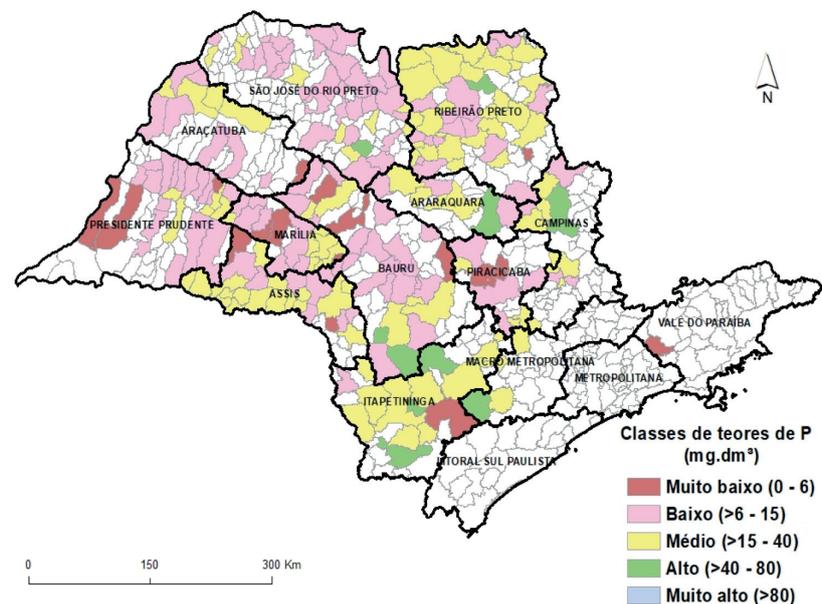


Figura 6. Mapeamento da mediana das amostras de solo quanto a fósforo por município do estado de São Paulo.

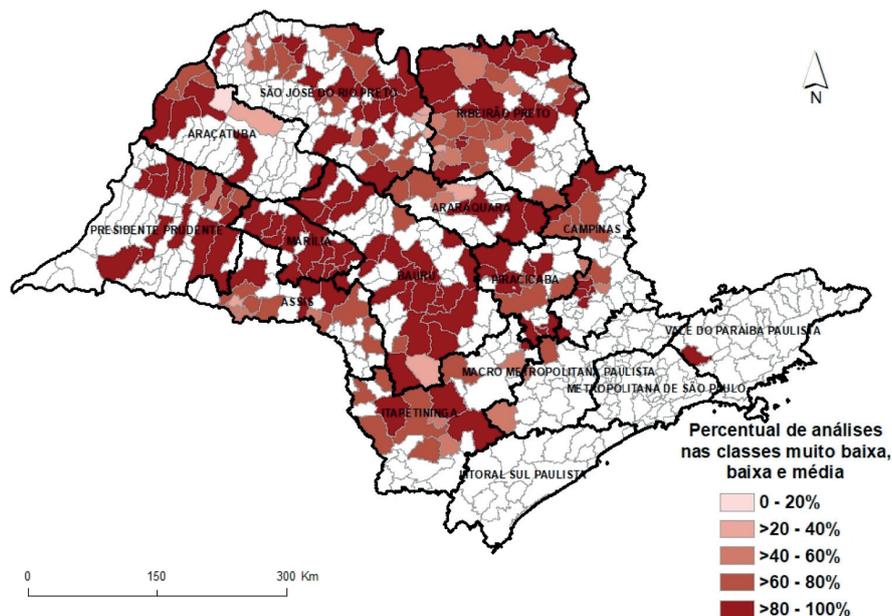


Figura 7. Mapeamento da frequência de distribuição das amostras de solo nas classes de teores de potássio muito baixo, baixo e médio, por município do estado de São Paulo.

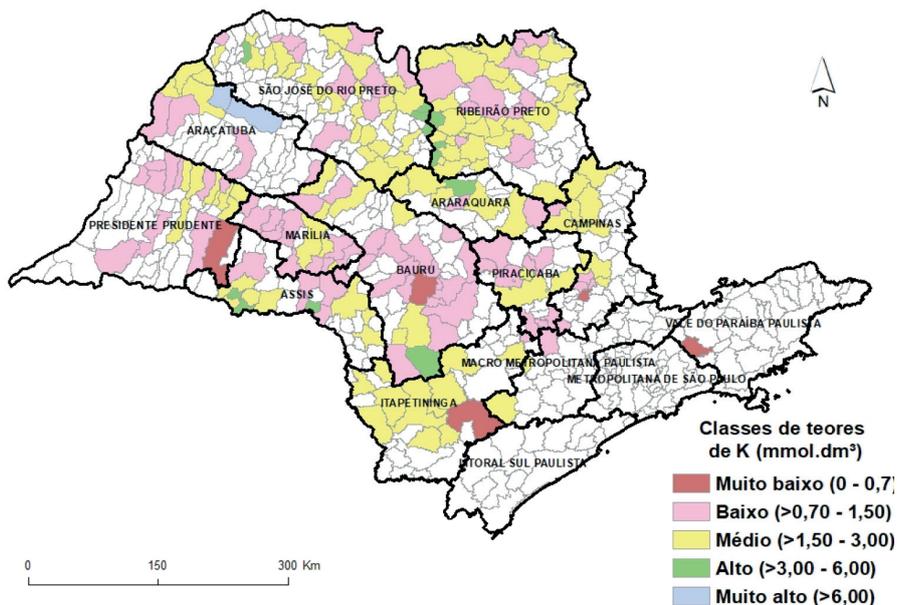


Figura 8. Mapeamento da mediana das amostras de solo quanto a potássio por município do estado de São Paulo.

É importante salientar que os municípios que não estão coloridos não foram considerados no estudo, pois não apresentaram o número mínimo de amostras necessárias para a análise (50 amostras).

De forma geral, observa-se que os solos da região Oeste do estado tendem a apresentar menor fertilidade.

Como comentado no início deste artigo, entende-se que o valor deste estudo é particular, e de interesse de cada grupo ou de cada região do estado. Assim, os autores disponibilizam os resultados para serem interpretados de acordo com os objetivos específicos de cada grupo, e se colocam à disposição para dirimir quaisquer dúvidas que possam surgir.

A lista completa dos resultados e dos mapas desse estudo pode ser encontrada no site do International Plant Nutrition Institute – IPNI Brasil (<http://brasil.ipni.net/article/LFS-SP>). O IPNI Brasil tem a inten-

ção de repetir esse estudo a cada cinco anos, e o próximo está previsto para o ano de 2020. A continuidade do levantamento ao longo do tempo permitirá a realização de outros tipos de comparações e interpretações.

REFERÊNCIAS

- IPNI. **Soil test levels in North America: 2015 Summary Update.** Peachtree Corners, 2016.
- RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo.** Campinas: Instituto Agronômico, 1996. 2ª edição. 285 p. (IAC. Boletim Técnico 100).
- RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª Aproximação.** Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo de Minas Gerais, 1999. 359 p.