



O QUE É?

A API SmartSolos Expert possibilita a classificação de perfis de solos do Brasil por meio de um **sistema especialista implementado com base nas regras da 5ª edição do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS)**, que é o sistema taxonômico oficial para classificação de solos no Brasil. A partir dos dados relevantes para a classificação de solos, esta API é capaz de classificar os perfis nos quatro primeiros níveis do SiBCS. Também é possível checar a validade de uma classificação previamente feita e fornecida como entrada. O sistema especialista foi desenvolvido na linguagem SWI Prolog e pode ser acessado via uma API disponível na plataforma AgroAPI. A comunicação com a API de classificação de solos é realizada com dados em JSON (JavaScript Object Notation), um formato leve para troca de dados que é fácil de ler e escrever para humanos e de interpretar e gerar por computadores. A API visa a aplicações que necessitam da classificação de solos de acordo com o SiBCS ou da validação de classificação previamente realizada. Os dados de entrada precisam estar no formato especificado e ser suficientes para classificar os perfis de solos considerados. O sistema pode apoiar o ensino de pedologia nas universidades e instituições que fazem parte da comunidade de Ciência do Solo no Brasil e prover a curadoria dos dados no âmbito do Programa Nacional de Solos do Brasil (Pronasolos).

QUAIS SÃO AS APLICAÇÕES POSSÍVEIS?

Aplicações que necessitam da classificação de solos de acordo com o SiBCS ou da validação de classificação previamente realizada. Os dados de entrada precisam estar no formato especificado e ser suficientes para classificar os perfis de solos considerados.

O QUE A API OFERECE?

A classificação de perfis de solos nos quatro primeiros níveis do SiBCS, de acordo com as regras descritas neste sistema de classificação. Também possibilita a validação de uma classificação prévia.

COMO FUNCIONA?

Há dois recursos principais, um de classificação e outro de validação. Enquanto o primeiro faz a classificação de perfis de solo fornecidos, o segundo, além de fazer esta classificação, compara estes resultados com classificações prévias fornecidas e gera um resumo de quantos perfis foram validados em cada nível de classificação, de zero a quatro.

1. CLASSIFICAÇÃO

O retorno deste recurso da API corresponde a uma lista de classificações (atributo “items”). Para cada perfil de solo, além de sua identificação em “ID_PONTO”, são retornados os nomes das classes em quatro atributos: “ORDEM”, “SUBORDEM”, “GDE_GRUPO” e “SUBGRUPO”, que correspondem aos quatro primeiros níveis de classificação do SiBCS. A Figura 1 mostra um exemplo de resposta em que apenas um perfil de solo é classificado.

```
{
  "items": [
    {
      "ID_PONTO": "PB-1",
      "ORDEM": "ARGISSOLO",
      "SUBORDEM": "VERMELHO",
      "GDE_GRUPO": "Eutrófico",
      "SUBGRUPO": "abruptico"
    }
  ]
}
```

Figura 1: Exemplo de resposta do recurso de classificação.

A API pode ser usada para classificar múltiplos perfis em uma chamada única. Assim, o atributo “items” corresponde a uma lista de perfis de solo. Cada perfil é identificado pelo atributo “ID_PONTO” e contém um atributo “HORIZONTES” com uma lista de dados de horizontes, conforme mostra exemplo da Figura 2. Neste caso, a lista de entrada contém apenas um perfil com quatro horizontes. Além destes, pode haver outros atributos que são característicos do perfil e não de seus horizontes, como “DRENAGEM”. Outros atributos que podem ser fornecidos como entrada, sem efeito na classificação de solos, mas importante para a verificação de classificações prévias, são aqueles que indicam a classificação do solo nos quatro primeiros níveis do SiBCS e que também constam na saída das chamadas a este recurso. A Tabela 1 mostra os atributos de perfis de solos usados atualmente.

POST /classification

[Realiza a classificação de solo segundo o SiBCS a partir dos dados de perfis]

Parâmetro: ProfileList [Lista de perfis de solo]

Exemplo de valor:

```
{ "items": [ { "ID_PONTO": "Paraíba", "HORIZONTES": [ { "SIMB_HORIZ": "Ap1", "LIMITE_SUP": 0, "LIMITE_INF": 12, "COR_UMIDA_MATIZ": "5YR", "COR_UMIDA_VALOR": 3, "COR_UMIDA_CROMA": 4, "ESTRUTURA_GRAU": 3, "ESTRUTURA_TAMANHO": 1, "ESTRUTURA_TIPO": 5, "TRANSICAO_FORMA": 1, "TRANSICAO_GRAU": 2, "AREIA_GROS": 260, "AREIA_FINA": 270, "SILTE": 170, "ARGILA": 300, "PH_AGUA": 5.8, "PH_KCL": 5.1, "C_ORG": 12.6, "CA_TROC": 5.2, "MG_TROC": 1.7, "K_TROC": 0.26, "NA_TROC": 0.05, "AL_TROC": 0, "H_TROC": 2.5, "P_ASSIM": 2, "TEOR_FE": 47, "TEOR_P": 0.5, "CEROSIDADE_GRAU": 1, "CEROSIDADE_QUANTIDADE": 3 }, { "SIMB_HORIZ": "Ap2", "LIMITE_SUP": 12, "LIMITE_INF": 40, "COR_UMIDA_MATIZ": "2.5YR", "COR_UMIDA_VALOR": 3, "COR_UMIDA_CROMA": 4, "ESTRUTURA_GRAU": 3, "ESTRUTURA_TAMANHO": 2, "ESTRUTURA_TIPO": 5, "CEROSIDADE_GRAU": 1, "CEROSIDADE_QUANTIDADE": 3, "TRANSICAO_FORMA": 1, "TRANSICAO_GRAU": 1, "AREIA_GROS": 220, "AREIA_FINA": 220, "SILTE": 170, "ARGILA": 390, "PH_AGUA": 5.6, "PH_KCL": 4.8, "C_ORG": 9.8, "CA_TROC": 5.1, "MG_TROC": 1.7, "K_TROC": 0.1, "NA_TROC": 0.07, "AL_TROC": 0, "H_TROC": 2.3, "P_ASSIM": 1, "TEOR_FE": 61, "TEOR_P": 0.6 }, { "SIMB_HORIZ": "2Bt1", "LIMITE_SUP": 40, "LIMITE_INF": 130, "COR_UMIDA_MATIZ": "2.5YR", "COR_UMIDA_VALOR": 4, "COR_UMIDA_CROMA": 6, "COR_SECA_MATIZ": "2.5YR", "COR_SECA_VALOR": 4, "COR_SECA_CROMA": 6, "ESTRUTURA_GRAU": 4, "ESTRUTURA_TAMANHO": 1, "ESTRUTURA_TIPO": 5, "CEROSIDADE_GRAU": 1, "CEROSIDADE_QUANTIDADE": 3, "TRANSICAO_FORMA": 1, "TRANSICAO_GRAU": 4, "AREIA_GROS": 110, "AREIA_FINA": 140, "SILTE": 120, "ARGILA": 630, "PH_AGUA": 6, "PH_KCL": 5.6, "C_ORG": 3, "CA_TROC": 3, "MG_TROC": 2.2, "K_TROC": 0.08, "NA_TROC": 0.09, "AL_TROC": 0, "H_TROC": 0.8, "P_ASSIM": 2, "TEOR_FE": 87, "TEOR_P": 0.5 }, { "SIMB_HORIZ": "2Bt2", "LIMITE_SUP": 130, "LIMITE_INF": 200, "COR_UMIDA_MATIZ": "10R", "COR_UMIDA_VALOR": 4, "COR_UMIDA_CROMA": 6, "ESTRUTURA_GRAU": 4, "ESTRUTURA_TAMANHO": 1, "ESTRUTURA_TIPO": 4, "CEROSIDADE_GRAU": 1, "CEROSIDADE_QUANTIDADE": 3, "TRANSICAO_FORMA": 1, "TRANSICAO_GRAU": 3, "AREIA_GROS": 140, "AREIA_FINA": 160, "SILTE": 290, "ARGILA": 410, "PH_AGUA": 5.4, "PH_KCL": 5.2, "C_ORG": 0.3, "CA_TROC": 1.2, "MG_TROC": 2.4, "K_TROC": 0.12, "NA_TROC": 0.12, "AL_TROC": 0, "H_TROC": 0.7, "P_ASSIM": 1, "TEOR_FE": 90, "TEOR_P": 0.3 } ] } ] }
```

Figura 2: Exemplo de chamada à API.

Para cada horizonte de perfil, há uma série de atributos importantes para a classificação. Nota-se, porém, que nem sempre determinado atributo é relevante para certa classe de solo. Então, a maioria dos atributos é opcional. São obrigatórios apenas “ID_PONTO”, “SIMB_HORIZ”, “LIMITE_SUP” e “LIMITE_INF”. O primeiro diz respeito à identificação do perfil, o segundo é o símbolo que caracteriza um horizonte de perfil de solo e os dois últimos especificam as profundidades de início e fim de determinado horizonte em relação à superfície do solo. A Tabela 1 exibe todos os atributos de horizontes considerados pela API. Ainda pode haver atributos adicionais de perfil e horizonte, mas, como não são relevantes para a API, estes eventuais dados complementares são simplesmente ignorados.

Tabela 1: Atributos referentes aos dados de um perfil de solo.

Nome do atributo	Tipo	Descrição
ID_PONTO	string	Identificação do perfil de solo
HORIZONTES	array de horizontes	Dados dos horizontes do perfil
DRENAGEM	integer	Drenagem [1: excessivamente drenado, 2: fortemente drenado, 3: acentuadamente drenado, 4: bem drenado, 5: moderadamente drenado, 6: imperfeitamente drenado, 7: mal drenado, 8: muito mal drenado]
ORDEM	string	Classificação no primeiro nível do SiBCS
SUBORDEM	string	Classificação no segundo nível do SiBCS
GDE_GRUPO	string	Classificação no terceiro nível do SiBCS
SUBGRUPO	string	Classificação no quarto nível do SiBCS

Tabela 2: Atributos referentes aos dados de horizontes de um perfil de solo.

Nome do atributo	Tipo	Descrição
SIMB_HORIZ [atributo obrigatório]	string	Símbolo do horizonte
LIMITE_SUP [atributo obrigatório]	integer	Limite superior do horizonte (cm da superfície)
LIMITE_INF [atributo obrigatório]	integer	Limite inferior do horizonte (cm da superfície)
COR_UMIDA_MATIZ	string	Matiz da cor do solo (úmida)
COR_UMIDA_VALOR	integer	Valor da cor do solo (úmida)
COR_UMIDA_CROMA	integer	Croma da cor do solo (úmida)
COR_SECA_MATIZ	string	Matiz da cor do solo (seca)
COR_SECA_VALOR	integer	Valor da cor do solo (seca)

Nome do atributo	Tipo	Descrição
COR_SECA_CROMA	integer	Croma da cor do solo (seca)
COR_MOSQ_MATIZ_N*	string	Matiz da cor do n-ésimo mosqueado. *N = 1, 2, ...
COR_MOSQ_VALOR_N*	integer	Valor da cor do n-ésimo mosqueado. *N = 1, 2, ...
COR_MOSQ_CROMA_N*	integer	Croma da cor do n-ésimo mosqueado. *N = 1, 2, ...
COR_UMIDA_AMASSADA_MATIZ	string	Matiz da cor do solo (úmida e amassada)
COR_UMIDA_AMASSADA_VALOR	integer	Valor da cor do solo (úmida e amassada)
COR_UMIDA_AMASSADA_CROMA	integer	Croma da cor do solo (úmida e amassada)
COR_SECA_TRITURADA_MATIZ	string	Matiz da cor do solo (seca e triturada)
COR_SECA_TRITURADA_VALOR	integer	Valor da cor do solo (seca e triturada)
COR_SECA_TRITURADA_CROMA	integer	Croma da cor do solo (seca e triturada)
ESTRUTURA_GRAU	integer	Grau da estrutura [1: ausente, 2: fraco, 3: moderado, 4: forte]
ESTRUTURA_TAMANHO	integer	Tamanho da estrutura [1: muito pequeno, 2: pequeno, 3: médio, 4: grande, 5: muito grande, 6: extremamente grande]
ESTRUTURA_TIPO	integer	Tipo da estrutura [1: laminar, 2: prismática, 3: colunar, 4: blocos angulares, 5: blocos subangulares, 6: granular, 7: grumosa]
CEROSIDADE_GRAU	integer	Grau de cerosidade [1: ausente, 2: fraco, 3: moderado, 4: forte]
CEROSIDADE_QUANTIDADE	integer	Quantidade de cerosidade [1: pouco, 2: comum, 3: abundante]
TRANSICAO_GRAU	integer	Grau da transição

Nome do atributo	Tipo	Descrição
		[1: abrupta, 2: clara, 3: gradual, 4: difusa]
TRANSICAO_FORMA	integer	Forma da transição [1: plana, 2: ondulada, 3: irregular, 4: descontínua]
CONSISTENCIA_SECO	integer	Consistência do solo seco (dureza) [1: solto, 2: macio, 3: ligeiramente duro, 4: duro, 5: muito duro, 6: extremamente duro]
CALHAU	integer	Quantidade de calhau (g/Kg)
CASCALHO	integer	Quantidade de cascalho (g/Kg)
AREIA_GROS	integer	Quantidade de areia grossa (g/Kg)
AREIA_FINA	integer	Quantidade de areia fina (g/Kg)
SILTE	integer	Quantidade de silte (g/Kg)
ARGILA	integer	Quantidade de argila (g/Kg)
PH_AGUA	double	pH com amostra de solo imerso em água
PH_KCL	double	pH com amostra de solo imerso em solução de Kcl
C_ORG	double	Teor de carbono orgânico (g/Kg)
CA_TROC	double	Cálcio trocável (cmol/Kg)
MG_TROC	double	Magnésio trocável (cmol/Kg)
K_TROC	double	Potássio trocável (cmol/Kg)
NA_TROC	double	Sódio trocável (cmol/Kg)
AL_TROC	double	Alumínio trocável (cmol/Kg)
H_TROC	double	Hidrogênio trocável (cmol/Kg)
P_ASSIM	double	Fósforo assimilável (mg/Kg)
RETRATIL	boolean	Tem caráter retrátil?
COESO	boolean	Tem caráter coeso?
FLUVICO	boolean	Tem caráter flúvico?
SOMBRICO	boolean	Tem caráter sômbrico?
REDOXICO	boolean	Tem caráter redóxico?

Nome do atributo	Tipo	Descrição
MATERIAIS_PRIMARIOS	boolean	Há presença de materiais primários alteráveis?
ATIVIDADES_HUMANAS	boolean	Há presença de atividades humanas?
PLACICO_TOPO	boolean	Há horizonte plácico no topo deste horizonte?
PLINTITA_MENOR_15	boolean	Há presença de plintita em quantidade inferior a 15%?
COND_ELETR	double	Condutividade elétrica (dS/m)
EQUI_CACO3	double	Equivalente de carbonato de cálcio (g/Kg)
TEOR_FE	double	Teor de ferro (g/Kg)
MANGANES	boolean	Há presença de manganês?
LAMELA_SUP	integer	Limite superior da lamela (cm da superfície)
LAMELA_INF	integer	Limite inferior da lamela (cm da superfície)
LAMELA_TEXTURA	integer	Textura da lamela [1: areia, 2: areia_franca, 3: franco_arenoso, 4: franco, 5: franco argiloarenoso, 6: franco_argilossiltoso, 7: franco argiloso, 8: franco siltoso, 9: argila, 10: argiloarenoso, 11: argilossiltoso, 12: silte, 13: muito argiloso, 14: organico, 15: organico fibroso, 16: indiscriminado]

2. VERIFICAÇÃO

Neste recurso da API, o retorno, conforme ilustrado na Figura 3, também contém a classificação dos perfis de solo gerada pelo sistema especialista no atributo “items”. O atributo “items_bd” retorna a classificação prévia do perfil fornecida como entrada na própria API, de forma que apenas replica os dados de entrada para uma melhor visualização e comparação entre as duas classificações. Finalmente, o atributo “summary” traz um objeto formado por cinco atributos, de “L0” a “L4”. L0 corresponde à quantidade de perfis cuja classificação do sistema não coincide em nada com a fornecida. L1 corresponde apenas àqueles perfis cuja classificação coincide apenas no primeiro nível. L2 corresponde aos perfis cuja classificação coincide tanto no primeiro quanto no segundo nível. E assim por diante, considerando L3 e L4. A soma dos valores destes

atributos L0-L4 deve ser igual à quantidade de perfis analisados, que corresponde também ao número de elementos nas listas dadas por “items” e “items_bd”.

```
{
  "items": [
    {
      "ID_PONTO": "2003_SP1",
      "ORDEM": "ORGANOSSOLO",
      "SUBORDEM": "HÁPLICO",
      "GDE_GRUPO": "Sáprico",
      "SUBGRUPO": "tétrico"
    }
  ],
  "items_bd": [
    {
      "ID_PONTO": "2003_SP1",
      "ORDEM": "ORGANOSSOLO",
      "SUBORDEM": "MÉSICO",
      "GDE_GRUPO": "Sáprico",
      "SUBGRUPO": "tétrico"
    }
  ],
  "summary": {
    "L0": 0,
    "L1": 1,
    "L2": 0,
    "L3": 0,
    "L4": 0
  }
}
```

Figura 3: Exemplo de resposta do recurso de verificação.

A chamada a este recurso da API é realizada da mesma maneira que na chamada ao recurso de classificação. No entanto, os quatro atributos correspondentes às classes do solo são relevantes para o correto funcionamento da verificação. Neste caso, se esses dados não são passados, a verificação retorna valores “unknown” para as classes em “items_bd”. O nome do recurso também é diferente, como seria de se esperar.

POST /verification

[Realiza a validação da classificação do solo]

Parâmetro: ProfileList [Lista de perfis de solo]

Exemplo de valor:

```
{ "items": [ { "ID_PONTO": "Paraíba", "ORDEM": "ARGISSOLO", "SUBORDEM": "VERMELHO", "GDE_GRUPO": "Eutrófico", "SUBGRUPO": "abruptico", "HORIZONTES": [ { "SIMB_HORIZ": "Ap1", "LIMITE_SUP": 0, "LIMITE_INF": 12, "COR_UMIDA_MATIZ": "5YR", "COR_UMIDA_VALOR": 3, "COR_UMIDA_CROMA": 4, "ESTRUTURA_GRAU": 3, "ESTRUTURA_TAMANHO": 1, "ESTRUTURA_TIPO": 5, "TRANSICAO_FORMA": 1, "TRANSICAO_GRAU": 2, "AREIA_GROS": 260, "AREIA_FINA": 270, "SILTE": 170, "ARGILA": 300, "PH_AGUA": 5.8, "PH_KCL": 5.1, "C_ORG": 12.6, "CA_TROC": 5.2, "MG_TROC": 1.7, "K_TROC": 0.26, "NA_TROC": 0.05, "AL_TROC": 0, "H_TROC": 2.5, "P_ASSIM": 2, "TEOR_FE": 47, "TEOR_P": 0.5, "CEROSIDADE_GRAU": 1, "CEROSIDADE_QUANTIDADE": 3 }, { "SIMB_HORIZ": "Ap2", "LIMITE_SUP": 12, "LIMITE_INF": 40, "COR_UMIDA_MATIZ": "2.5YR", "COR_UMIDA_VALOR": 3, "COR_UMIDA_CROMA": 4, "ESTRUTURA_GRAU": 3, "ESTRUTURA_TAMANHO": 2, "ESTRUTURA_TIPO": 5, "CEROSIDADE_GRAU": 1, "CEROSIDADE_QUANTIDADE": 3, "TRANSICAO_FORMA": 1, "TRANSICAO_GRAU": 1, "AREIA_GROS": 220, "AREIA_FINA": 220, "SILTE": 170, "ARGILA": 390, "PH_AGUA": 5.6, "PH_KCL": 4.8, "C_ORG": 9.8, "CA_TROC": 5.1, "MG_TROC": 1.7, "K_TROC": 0.1, "NA_TROC": 0.07, "AL_TROC": 0, "H_TROC": 2.3, "P_ASSIM": 1, "TEOR_FE": 61, "TEOR_P": 0.6 }, { "SIMB_HORIZ": "2Bt1", "LIMITE_SUP": 40, "LIMITE_INF": 130, "COR_UMIDA_MATIZ": "2.5YR", "COR_UMIDA_VALOR": 4, "COR_UMIDA_CROMA": 6, "COR_SECA_MATIZ": "2.5YR", "COR_SECA_VALOR": 4, "COR_SECA_CROMA": 6, "ESTRUTURA_GRAU": 4, "ESTRUTURA_TAMANHO": 1, "ESTRUTURA_TIPO": 5, "CEROSIDADE_GRAU": 1, "CEROSIDADE_QUANTIDADE": 3, "TRANSICAO_FORMA": 1, "TRANSICAO_GRAU": 4, "AREIA_GROS": 110, "AREIA_FINA": 140, "SILTE": 120, "ARGILA": 630, "PH_AGUA": 6, "PH_KCL": 5.6, "C_ORG": 3, "CA_TROC": 3, "MG_TROC": 2.2, "K_TROC": 0.08, "NA_TROC": 0.09, "AL_TROC": 0, "H_TROC": 0.8, "P_ASSIM": 2, "TEOR_FE": 87, "TEOR_P": 0.5 }, { "SIMB_HORIZ": "2Bt2", "LIMITE_SUP": 130, "LIMITE_INF": 200, "COR_UMIDA_MATIZ": "10R", "COR_UMIDA_VALOR": 4, "COR_UMIDA_CROMA": 6, "ESTRUTURA_GRAU": 4, "ESTRUTURA_TAMANHO": 1, "ESTRUTURA_TIPO": 4, "CEROSIDADE_GRAU": 1, "CEROSIDADE_QUANTIDADE": 3, "TRANSICAO_FORMA": 1, "TRANSICAO_GRAU": 3, "AREIA_GROS": 140, "AREIA_FINA": 160, "SILTE": 290, "ARGILA": 410, "PH_AGUA": 5.4, "PH_KCL": 5.2, "C_ORG": 0.3, "CA_TROC": 1.2, "MG_TROC": 2.4, "K_TROC": 0.12, "NA_TROC": 0.12, "AL_TROC": 0, "H_TROC": 0.7, "P_ASSIM": 1, "TEOR_FE": 90, "TEOR_P": 0.3 } ] ] }
```

Figura 4: Exemplo de chamada ao recurso de verificação.

LIMITAÇÕES

A classificação de solos é realizada corretamente quando são fornecidos todos os dados suficientes para a correta e completa classificação. Caso alguma informação importante para classificar determinado solo não seja fornecida ou seja fornecida equivocadamente, o resultado pode ser diferente do esperado ou incompleto, com classificações apenas nos primeiros níveis.

A classificação é realizada com base apenas na quinta versão do SiBCS, de 2018. Assim, perfis de solos classificados previamente com a utilização de versões anteriores do SiBCS podem ter classificações diferentes no sistema.

É importante observar que o SiBCS prevê milhares de classes, compreendidas nos quatro primeiros níveis. Uma validação abrangente do sistema só é possível com o uso intenso de muitos pedólogos com diferentes classes de solos. Assim, caso a classificação esperada não tenha sido alcançada, favor entrar em contato com cnptia.smartsolosexpert@embrapa.br.

PRECIFICAÇÃO

Plano	Número máximo de requisições	Valor mensal (R\$)
Gratuito100KPorMes	100 mil requisições por mês	Gratuito

Para utilização de mais de 100 mil requisições por mês entre em contato conosco pelo e-mail agroapi@embrapa.br.



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO

