

# INDICADOR DE QUALIDADE AMBIENTAL DO SOLO E APLICAÇÃO EM CIDADES PARANAENSES

Máriam Trierweiler Pereira\*

Marcelino Luiz Gimenes\*\*

Frederico Fonseca da Silva\*\*\*

Odacir Antonio Zanatta\*\*\*\*

**RESUMO:** O solo tem funções ecológicas e antropológicas essenciais para a manutenção da vida no planeta. Entretanto, várias atividades rurais e urbanas prejudicam o solo e, para cada uso, devem ser levadas em consideração suas propriedades e tipos de formação. Pela importância do tema, este artigo teve como objetivo desenvolver um Indicador de Qualidade Ambiental do Solo (IQAS) e aplicá-lo às 16 principais cidades do Paraná no período de 2000 a 2008. O IQAS foi composto por quatro subindicadores: Indicador de Declividade, Indicador de Potencial de Degradação do Solo, Indicador de Uso do Solo e Indicador de Áreas Urbanizadas. Pôde-se concluir que Foz do Iguaçu era a única cidade com ótima qualidade ambiental de solo de 2000 a 2004; mas, a partir desse ano, foi alterado o uso do solo em seu entorno, causando uma queda no IQAS. Outra constatação foi que metade das cidades apresentou boa qualidade ambiental do solo no período estudado. A cidade com menor resultado de IQAS em todo o período foi Curitiba, principalmente devido à urbanização do solo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Área Urbana; Avaliação Quantitativa; Uso do Solo.

---

\* Engenheira Civil; Mestre em Engenharia Ambiental e Doutora em Engenharia Química pela Universidade Estadual de Maringá - UEM/PR; Coordenadora de Extensão e Pesquisa do Instituto Federal do Paraná – IFPR, Câmpus de Umuarama; E-mail: mariam.pereira@ifpr.edu.br

\*\* Engenheiro Químico; Pós-doutor em Engenharia Química; Departamento de Engenharia Química da Universidade Estadual de Maringá - UEM/PR; E-mail: marcelino@uem.deq.br

\*\*\* Engenheiro Agrônomo; Doutor em Irrigação e Meio Ambiente; Curso Técnico em Agroecologia do Instituto Federal do Paraná – IFPR, Campus de Curitiba; E-mail: frederico.silva@ifpr.edu.br

\*\*\*\* Engenheiro Agrônomo; Doutor em Agronomia; Diretor de Ensino Instituto Federal do Paraná IFPR, Campus de Umuarama; E-mail: odacir.zanatta@ifpr.edu.br

## **ENVIRONMENTAL QUALITY OF SOIL AND ITS APPLICATION IN THE TOWNS OF THE STATE OF PARANÁ, BRAZIL**

**ABSTRACT:** Soil has relevant ecological and anthropological functions for the maintenance of life on earth. Since several rural and urban activities are a liability to soil, its quality and types should be taken into consideration when employed. Current investigation developed an Index of Environmental Quality of Soil (IEQS), applied to 16 main towns and cities in the state of Paraná, Brazil, from 2000 to 2008. IEQS comprises four sub-indexes, namely, Declivity Index, Potential Index for Soil Degradation; Index of Soil Use and Index of Urbanized Areas. Results show that Foz do Iguaçu was the only town with the best environmental quality of soil during the 2000-2004 period, although the use of soil in its surroundings has changed since then and a fall in IEQS has been reported as from 2004. Further, half of the towns analyzed had a good environmental quality of soil during the period studied. Curitiba had the lowest IEQS because of its heavy urbanization.

**KEYWORDS:** Urban Area; Quantitative Evaluation; Soil Use.

### **INTRODUÇÃO**

O solo é a camada superficial da crosta terrestre formado naturalmente a partir de processos físicos, químicos e biológicos, como decomposição de matérias orgânicas, fragmentação e decomposição de rochas, da dissolução de substâncias químicas, da água e do ar (CARVALHO; OLIVEIRA, 2010). De acordo com Brady e Weil (2007), a composição do solo varia de acordo com as diferentes localidades e pode variar no mesmo local pela ação de fatores ambientais que se alteram sazonalmente, como clima, topografia, diversidade da fauna e da flora, origem e idade das rochas.

Para os seres humanos, o solo é essencial para a agricultura, pecuária e engenharia. Entretanto, para cada uso do solo devem ser levadas em consideração suas propriedades e tipos de formação (GUSMÃO FILHO, 2008). Nos centros urbanos os solos têm papel fundamental, pois determinam aspectos de engenharia de construções e transportes, a qualidade da água, o micro-clima etc.

De acordo com Maack (2002), o Estado do Paraná, em sua maior parte, forma-se de um vasto planalto, compreendendo os terrenos arenítico-basálticos do Planalto Meridional Brasileiro e os terrenos cristalinos paralelos ao Oceano Atlântico.

Pelo quadro 1 observa-se a distribuição de áreas no Estado, segundo as altitudes do relevo.

**Quadro 1.** Distribuição de áreas no Estado do Paraná segundo as altitudes do relevo

Cotas de altitude (m)	Distribuição de área (km <sup>2</sup> )	Porcentagem de área (%)
Até 100	2.255	1,1
De 101 a 200	2.933	1,5
De 201 a 300	15.373	7,6
De 301 a 600	74.871	37,2
De 601 a 900	81.268	40,4
De 901 a 1500	24.158	12,0
Mais de 1.500	430	0,2

Segundo Maack (2002), as terras paranaenses podem ser agrupadas em cinco regiões distintas: Litoral, Serra do Mar, Primeiro Planalto, Segundo Planalto e Terceiro Planalto.

A maior parte do Paraná apresenta declividades entre 10 a 20% (até 12 graus). Essa declividade correspondente a um relevo ondulado, em que as áreas são aptas, principalmente à agricultura não mecanizada, à pecuária e ao reflorestamento. As limitações à agricultura mecanizada referem-se ao potencial erosivo da área, necessitando práticas conservacionistas (IPARDES, 1995).

Devido a diversos fatores, tais como tipo de solo, declividade, potencial erosivo, economia local e práticas conservacionistas, o solo pode ter variados usos, como agricultura intensiva, pastagens, reflorestamento, usos mistos, cobertura vegetal original e áreas urbanas, sem contar rios e represas.

De acordo com ITCG (2010) e IPARDES (2010c), não há grande diferença entre o uso do solo no Estado do Paraná entre 2001 e 2008. A região litorânea e poucas áreas interiores ainda apresentam cobertura vegetal florestal. O noroeste e centro do Estado apresentam áreas de pastagens e campos, uma faixa de norte a oeste e região central possui agricultura intensiva, e as demais

áreas são de uso misto e reflorestamento em pequenas áreas.

De acordo com (RUELLAN; TARGULIAN, 1992), o solo apresenta muitas funções, entre elas pode-se citar a biológica, a nutricional, a depurativa e o suporte mecânico. Quando uma de suas funções é modificada ou destruída, principalmente de forma antrópica, há degradação do solo.

No meio rural, o fato de retirar a cobertura vegetal original do solo inicia um processo em cadeia. O solo fica desprotegido das intempéries e sua capacidade de infiltração é reduzida. Dessa forma, acaba sendo arrastado pelo vento ou pela chuva para corpos d'água, dando origem ao assoreamento de rios. O manejo inadequado pode levar a sérios casos de erosão, com perda significativa de solo e assoreamento de corpos d'água (PRIMAVESI, 2002).

A utilização de fertilizantes pode causar a eutrofização de lagos, que é a proliferação de algas devido à grande concentração de nutrientes. Os defensivos agrícolas, usados na agricultura intensiva, podem ser perigosos à saúde humana e a prática da monocultura empobrece o solo, podendo deixá-lo estéril (BRAGA et al., 2006). Existe, ainda, a possibilidade da irrigação mal conduzida, que pode levar o solo ao processo de acidificação e salinização (CARVALHO; OLIVEIRA, 2010).

A impermeabilização nos centros urbanos também é preocupante, pois inutiliza grandes extensões de solo fértil e faz com que o escoamento superficial seja maior, provocando enchentes e tragédias (BRAGA et al., 2007).

Uma grande parcela da poluição propriamente dita do solo também provém das cidades, onde são gerados resíduos sólidos domésticos, industriais e ambulatoriais, gerando áreas de passivo ambiental (SÁNCHEZ, 2001). De forma indireta, o solo também pode se contaminar, pois a água das chuvas traz compostos presentes na atmosfera que concentram em corpos d'água e se fixam no solo.

Um estudo realizado em Fortaleza (CE) por Loureiro e Faria (2007) mostrou que a realização de aterramentos de corpos hídricos, a intensa ocupação do solo, o desrespeito às leis de uso e ocupação, a agressão às áreas verdes, juntamente com a impermeabilização do solo resultam em problemas

de inundação e, conseqüentemente, em doenças de veiculação hídrica e elevação da temperatura em áreas com grande número de construções e pavimentações.

Baseado em características edáficas e pedológicas, o Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (IPARDES) elaborou, em 2010, um estudo de indicador de áreas potenciais à degradação do solo. A figura 1 apresenta o mapa do Paraná e esses indicadores. Na região metropolitana e noroeste do Estado, o solo tem altíssimo grau de potencial de degradação. As porções norte pioneiro, centro-oriental, sudeste, centro-sul e sudoeste apresentam solo com alto potencial de degradação. Na região centro-oriental o solo encontra-se com médio grau de potencial de degradação e as áreas norte-central e oeste têm solos com baixo potencial de degradação.



**Figura 1.** Mapa de áreas potenciais à degradação do solo  
Fonte: IPARDES (2010b).

Em vista da importância do tema, o objetivo deste trabalho foi desenvolver um Indicador de Qualidade Ambiental do Solo (IQAS) e aplicá-lo as 16 principais cidades do Paraná.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização deste trabalho foi necessário: i) buscar informações que caracterizassem a qualidade do solo urbano; ii) conhecer legislação, normas e padrões ambientais para definição dos limites das variáveis; e, iii) agregar as variáveis de forma coerente com a realidade.

As informações sobre qualidade do solo nas cidades estudadas foram retiradas de mapas do Instituto de Terras, Cartografia e Geociências (ITCG, 2010) e IPARDES (IPARDES, 2010a, 2010b, 2010c). As informações sobre as áreas municipais foram coletadas no banco de dados *online* do IPARDES (2009), e sobre as áreas urbanas, nas prefeituras municipais.

Os dados, porém, não são anuais. Como foram usadas informações que não se modificam constantemente, como declividades, potencial de degradação do solo e áreas urbanas, esses números foram repetidos ao longo dos anos.

Os dados de uso da terra são do ITCG, de 2001 a 2002 (ITCG, 2010), e do IPARDES, de 2005 a 2008.

Dessa forma, o IQAS foi composto por quatro subindicadores: Indicador de Declividade (ID), Indicador de Potencial de Degradação do Solo (IPDS), Indicador de Uso do Solo (IUS) e Indicador de Áreas Urbanizadas (IAU).

### 2.1 INDICADOR DE DECLIVIDADE (ID)

Para o cálculo do Indicador de Declividade (ID) foram coletadas informações no mapa do IPARDES (2010a).

Os valores de declividade mostrados no mapa do Estado do Paraná foram transformados para a escala de 0 a 100 de acordo com o Quadro 2.

**Quadro 2.** Valores para ID de acordo com declividades

Declividade	Valores atribuídos para ID
0 – 3%	100
3 – 10%	75
10 – 20%	50
20 – 45%	25
> 45%	0

Fonte: Dados da pesquisa.

## 2.2 INDICADOR DE POTENCIAL DE DEGRADAÇÃO DO SOLO (IPDS)

Para o cálculo do Indicador de Potencial de Degradação do Solo (IPDS) foram coletadas informações no mapa do IPARDES (2010b).

Os graus de potencial de degradação do solo foram transformados para a escala de 0 a 100 de acordo com o quadro 3.

**Quadro 3.** Valores para IPDS de acordo com potencial de degradação do solo.

Potencial de degradação do solo	Valores atribuídos para IPDS
Baixo grau	100
Médio grau	50
Alto grau	25
Altíssimo grau	0

Fonte: Dados da pesquisa.

## 2.3 INDICADOR DE USO DO SOLO (IUS)

Para o cálculo do Indicador de Uso do Solo (IUS) foram coletadas informações nos mapas do IPARDES (2010c) e ITCG (2010).

As formas de uso do solo das legendas dos mapas foram transformadas para a escala de 0 a 100, de acordo com o quadro 4.

**Quadro 4.** Valores para IUS de acordo com potencial de degradação do solo.

Usos do solo	Valores atribuídos para IUS
Cobertura florestal	100
Reflorestamento	90
Uso misto	75
Pastagem e campo	50
Agricultura intensiva	25
Área degradada	0

Fonte: Dados da pesquisa.

## 2.4. INDICADOR DE ÁREAS URBANIZADAS (IAU)

Para o cálculo do Indicador de Áreas Urbanizadas (IAU) foram coletadas informações do IPARDES (2009) e prefeituras municipais.

$$IAU_{x,y} = 100 - \left( 100 \frac{AU_{x,y}}{AM_{x,y}} \right) \quad (1)$$

A equação 1 foi desenvolvida para o cálculo do IAU.

Com:

x = localidades, de 1 a 16;

y = tempo, de 2000 a 2008;

Onde:

IAU<sub>x,y</sub> = Indicador de Áreas Urbanizadas na cidade x no ano y;

AU<sub>x,y</sub> = área urbana da cidade x no ano y, em km<sup>2</sup>;

AM<sub>x,y</sub> = área municipal da cidade x no ano y, em km<sup>2</sup>.

O valor dessa variável para cada localidade foi transformado para a escala de 0 a 100, de acordo com os limites mostrados no quadro 5.

**Quadro 5.** Limites para IAU.

Código	Variáveis	Limites para IAU = 100	Limites para IAU = 0
AU	Área urbana em relação à área municipal (%)	0% <sup>(1)</sup>	100%

(1) Valor fictício, apenas para efeito de cálculo.

## 2.5 INDICADOR DE QUALIDADE AMBIENTAL DO SOLO (IQAS)

Para calcular o IQAS foi utilizada uma média aritmética simples entre o ID, IPDS, IUS e IAU para as cidades consideradas no estudo, como mostra a equação 2.

$$IQAS_{x,y} = \frac{ID_{x,y} + IPDS_{x,y} + IUS_{x,y} + IAU_{x,y}}{4} \quad (2)$$

Com:

x = localidades, de 1 a 16;

y = tempo, de 2000 a 2008.



Para classificar os valores de IQAS em função da qualidade ambiental do solo foi criada uma escala de valores, mostrada no quadro 6.

**Quadro 6.** Valores do IQAS e qualidade ambiental do solo.

Valores de IQAS	Qualidade Ambiental do Solo
80 – 100	Ótima
60 – 79,9	Boa
40 – 59,9	Regular
20 – 39,9	Ruim
0 – 19,9	Péssima

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A primeira constatação ao realizar esse estudo foi a dificuldade para se obter as informações sobre a qualidade ambiental do solo, pois normalmente esses dados encontram-se em mapas e em anos sem sequência. Os mapas encontrados foram analisados e, como algumas características do solo não se alteram facilmente, os números atribuídos às variáveis foram repetidos para o período de 2000 a 2008.

A partir da análise de declividade e potencial de degradação do solo, que são características permanentes, pelo menos ao longo do período de 2000 a 2008, a tabela 1 mostra os resultados para as cidades estudadas.

**Tabela 1.** Resultados de declividade e potencial de degradação do solo para as cidades estudadas.

<b>Localidades</b>	<b>Declividades (%)</b>	<b>Potencial de degradação do solo</b>
Apucarana	10 – 20%	Baixo grau
Arapongas	10 – 20%	Baixo grau
Araucária	0 – 10%	Altíssimo grau
Campo Largo	0 – 10%	Altíssimo grau
Cascavel	0 – 10%	Baixo grau
Colombo	0 – 10%	Altíssimo grau
Curitiba	0 – 10%	Altíssimo grau
Foz do Iguaçu	0 – 10%	Baixo grau
Guarapuava	10 – 20%	Alto grau
Londrina	0 – 10%	Baixo grau
Maringá	0 – 10%	Baixo grau
Paranaguá	0 – 10%	Altíssimo grau
Pinhais	0 – 10%	Altíssimo grau
Ponta Grossa	10 – 20%	Alto grau
São José dos Pinhais	0 – 10%	Altíssimo grau
Toledo	0 – 10%	Baixo grau

Fonte: Adaptado de IPARDES (2010a, 2010b).

Os resultados da tabela 1 mostram que Araucária, Campo Largo, Colombo, Curitiba, Paranaguá, Pinhais e São José dos Pinhais têm altíssimo potencial de degradação do solo, mesmo apresentando declividades de 0 a 10%. Uma possível explicação para o fato pode ser o adensamento populacional nessas áreas, ou seja, quanto maior a densidade populacional, maior o potencial de degradação do solo.

Foi constatado que Ponta Grossa e Guarapuava, cujas declividades encontram-se entre 10 e 20%, possuem alto potencial de degradação do solo. Das quatro cidades que apresentam declividades entre 10% e 20%, Arapongas e Apucarana se destacam porque apresentam baixo potencial de degradação do solo.

Com relação ao uso do solo, percebe-se, pela tabela 2, que houve variação ao longo do período.

**Tabela 2.** Resultados de uso do solo para as cidades estudadas.

Localidades	Uso do Solo	
	2000	2008
Apucarana	Agricultura intensiva	Agricultura intensiva
Arapongas	Agricultura intensiva	Agricultura intensiva
Araucária	Reflorestamento	Uso misto
Campo Largo	Agricultura intensiva	Uso misto
Cascavel	Agricultura intensiva	Agricultura intensiva
Colombo	Uso misto	Uso misto
Curitiba	Uso misto	Uso misto
Foz do Iguaçu	Uso misto	Agricultura intensiva
Guarapuava	Pastagem e campo	Uso misto
Londrina	Agricultura intensiva	Agricultura intensiva
Maringá	Agricultura intensiva	Agricultura intensiva
Paranaguá	Cobertura florestal	Cobertura florestal
Pinhais	Uso misto	Uso misto
Ponta Grossa	Agricultura intensiva	Agricultura intensiva
São José dos Pinhais	Uso misto	Uso misto
Toledo	Agricultura intensiva	Agricultura intensiva

Fonte: Adaptado de ITCG (2010) e IPARDES (2010c).

Nota-se que Araucária passou de área de reflorestamento para uso misto, assim como Campo Largo, que tinha área de agricultura intensiva, e Guarapuava, que tinha áreas de pastagens e campos. No sentido contrário, em Foz do Iguaçu, o uso do solo passou de misto para agricultura intensiva.

A porcentagem de área urbanizada também apresentou algumas alterações, como pode ser verificado pelos dados apresentados na tabela 3.

**Tabela 3.** Resultados de porcentagem de áreas urbanizadas para as cidades estudadas.

Localidades	Área urbanizada (%)		Variação percentual (%)
	2000	2008	
Apucarana	6,13	6,13	0,00
Arapongas	21,43	21,43	0,00
Araucária	17,82	17,82	0,00
Campo Largo	8,34	21,23	154,59
Cascavel	3,87	4,41	14,07
Colombo	63,26	63,26	0,00
Curitiba	99,20	99,20	0,00
Foz do Iguaçu	27,12	31,38	15,69
Guarapuava	2,08	2,14	2,95
Londrina	9,79	9,92	1,33
Maringá	28,05	28,05	0,00
Paranaguá	11,80	11,80	0,00
Pinhais	34,52	34,52	0,00
Ponta Grossa	10,86	10,86	0,00
São José dos Pinhais	9,45	21,60	128,70
Toledo	5,29	5,29	0,00

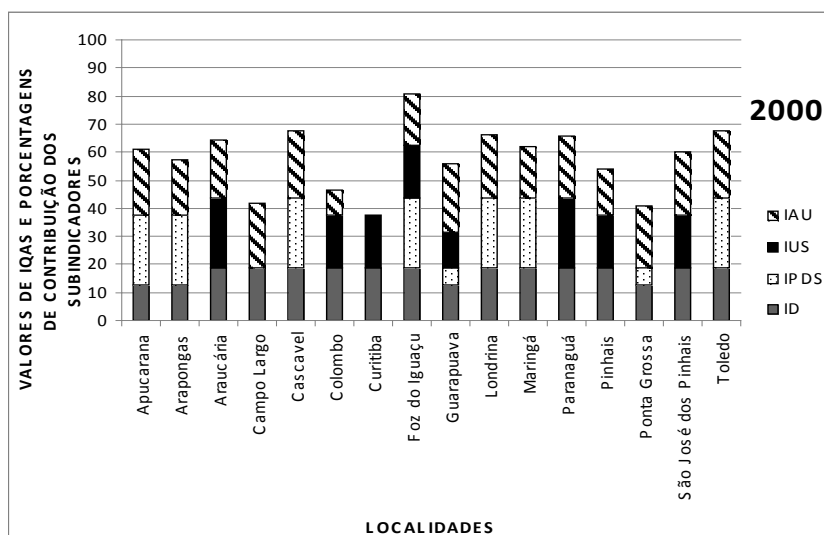
Fonte: Adaptado de IPARDES (2009); prefeituras municipais.

As cidades que tiveram aumento de porcentagem de suas áreas urbanizada foram Campo Largo, Cascavel, Foz do Iguaçu, Guarapuava, Londrina e São José dos Pinhais.

Isso não significa que houve aumento real de área urbana, mas uma alteração no plano diretor expandindo os limites da área urbana para que possa haver o crescimento da cidade naquela direção.

Quando esse aumento de área urbana se concretizar, também haverá aumento da área impermeabilizada, podendo haver aumento de degradação ambiental.

Utilizando a metodologia proposta, foram calculados cada subindicador (ID, IPDS, IUS e IAU) e o Indicador de Qualidade Ambiental do Solo (IQAS). A figura 2 mostra a contribuição de cada subindicador no valor final, e os valores de IQAS para 2000 em cada localidade estudada.



**Figura 2.** Valores de IQAS e porcentagens de contribuição dos subindicadores em 2000 para as localidades estudadas

Nota: IAU – Indicador de Áreas Urbanizadas; IUS – Indicador de Uso do Solo; IPDS – Indicador de Potencial de Degradação do Solo; ID – Indicador de Declividade.

Observa-se pela figura 2 que não há contribuição de IUS para Apucarana, Arapongas, Campo Largo, Cascavel, Londrina, Maringá, Ponta Grossa e Toledo porque essas cidades apresentam agricultura intensiva.

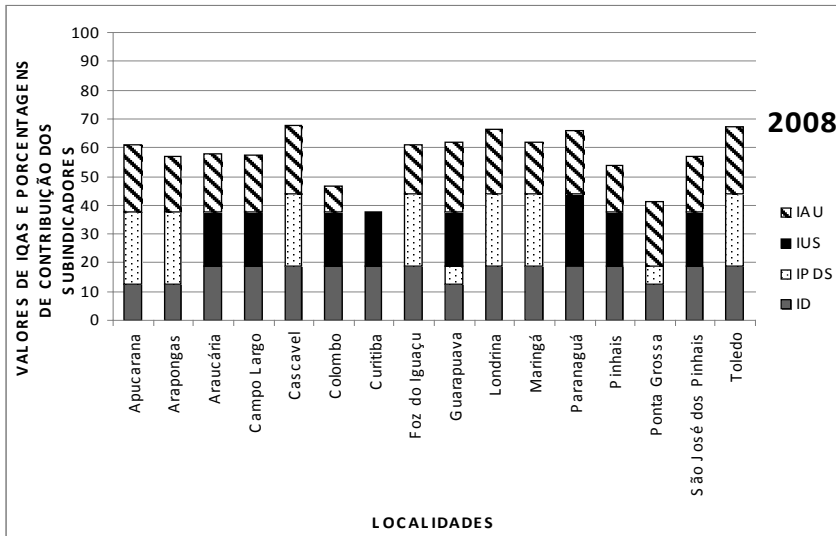
No entanto, Araucária, Campo Largo, Colombo, Curitiba, Paranaguá, Pinhais e São José dos Pinhais têm contribuição nula de IPDS, pois têm altíssimo grau de potencial de degradação do solo.

Curitiba, por ter quase 100% do território municipal urbanizado, não possui contribuição de IAU.

Foz do Iguaçu é a única cidade com ótima qualidade ambiental do solo (IQAS > 80,0) e Curitiba, a única com qualidade ruim (IQAS < 39,9). As cidades que apresentaram boa qualidade foram Apucarana, Araucária, Cascavel, Londrina, Maringá, Paranaguá, São José dos Pinhais e Toledo. As demais cidades apresentaram qualidade regular do solo.

Para observar a evolução da qualidade do solo, os resultados de IQAS

para 2008 foram plotados, como mostra a figura 3.



**Figura 3.** Valores de IQAS e porcentagens de contribuição dos subindicadores em 2008 para as localidades estudadas

Nota: IAU – Indicador de Áreas Urbanizadas; IUS – Indicador de Uso do Solo; IPDS – Indicador de Potencial de Degradação do Solo; ID – Indicador de Declividade.

A primeira observação que se faz para os resultados de 2008 é que Foz do Iguaçu deixou de ter uma ótima qualidade ambiental do solo porque o seu entorno passou de uso misto do solo para agricultura intensiva.

Ao contrário, Campo Largo aumentou seu IQAS porque passou de agricultura intensiva para o uso misto do solo.

Verifica-se que Araucária e São José dos Pinhais tiveram diminuição do resultado de IQAS e a qualidade ambiental do solo teve classificação regular. No entanto, Guarapuava saltou de qualidade regular, em 2000, para boa, em 2008.

Os dados da tabela 4 mostram os resultados para IQAS e a variação percentual entre 2000 e 2008. Observa-se que Foz do Iguaçu manteve o maior resultado para IQAS em 2000 por Cascavel em 2008. A cidade com menor IQAS de todo o período foi Curitiba, principalmente devido à porcentagem de área urbanizada.

**Tabela 4.** Valores de IQAS de 2000 e 2008 e variação percentual.

<b>Localidade</b>	<b>2000</b>	<b>2008</b>	<b>Varição percentual (%)</b>
Apucarana	61,0	61,0	0,0
Arapongas	57,1	57,1	0,0
Araucária	64,3	58,0	-9,7
Campo Largo	41,7	57,2	37,3
Cascavel	67,8	67,6	-0,2
Colombo	46,7	46,7	0,0
Curitiba	37,7	37,7	0,0
Foz do Iguaçu	80,7	60,9	-24,5
Guarapuava	55,7	62,0	11,2
Londrina	66,3	66,3	0,0
Maringá	61,7	61,7	0,0
Paranaguá	65,8	65,8	0,0
Pinhais	53,9	53,9	0,0
Ponta Grossa	41,0	41,0	0,0
São José dos Pinhais	60,1	57,1	-5,1
Toledo	67,4	67,4	0,0

Pode-se notar pela variação percentual que apenas seis localidades (Araucária, Campo Largo, Cascavel, Foz do Iguaçu, Guarapuava e São José dos Pinhais) tiveram valores diferentes de IQAS entre 2000 e 2008, e destas, apenas Campo Largo e Guarapuava tiveram melhoras percentuais. Apesar da melhora em valores absolutos, a qualidade do solo em Campo Largo continuou na classificação regular. Em Guarapuava a qualidade do solo passou de regular a bom.

As figuras 4 e 5 mostram os resultados de IQAS para as localidades estudadas no Paraná em 2000 e 2008.

Não houve localidades com qualidade ambiental péssima do solo urbano no período estudado. Curitiba foi a única cidade com qualidade ruim de 2000 a 2008.

Comparando os resultados de 2000 com os de 2008, percebe-se pelas figuras 4 e 5 que Araucária, Foz do Iguaçu, Guarapuava e São José dos Pinhais tiveram as qualidades do solo alteradas.

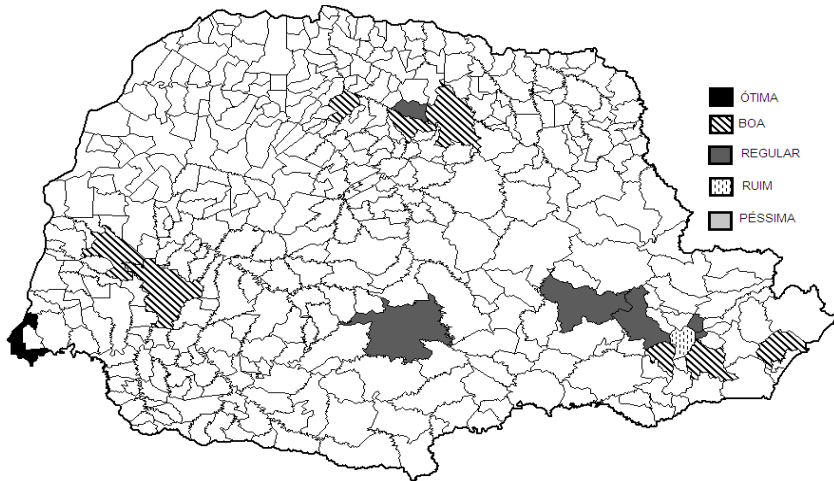


Figura 4. Resultado de IQAS para as localidades estudadas no Paraná em 2000.



Figura 5. Resultado de IQAS para as localidades estudadas no Paraná em 2008.



## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se concluir com este trabalho que são escassas as informações sobre qualidade do solo urbano para que sejam usadas em indicadores.

Observou-se que Foz do Iguaçu era a única cidade com ótima qualidade ambiental de solo de 2000 a 2004, mas, a partir desse ano, foi alterado o uso do solo em seu entorno, causando uma queda no IQAS e fazendo com que a qualidade do solo ficasse classificada como boa.

Metade das cidades apresentou boa qualidade ambiental do solo no período estudado. A cidade com menor resultado em todo o período foi Curitiba, principalmente devido à urbanização do solo. Como principais problemas da urbanização destacam-se a impermeabilização do solo, que influencia na recarga de aquíferos e facilita a ocorrência de enchentes; a possibilidade de poluição e contaminação do solo por resíduos e efluentes domésticos e hospitalares; a diminuição de áreas cultiváveis, entre outros.

## REFERÊNCIAS

BRADY, N. C.; WEIL, R. R. **The nature and properties of soils**. 14. ed. São Paulo, SP: Prentice Hall, 2007

BRAGA, B. et al. **Introdução à engenharia ambiental**. 2. ed. São Paulo, SP: Prentice Hall. 2007.

CARVALHO, A. R. de; OLIVEIRA, M. V. C. de. **Princípios básicos de saneamento do meio**. São Paulo, SP: SENAC, 2010.

GUSMÃO FILHO, J. de A. **Solos: da formação geológica ao uso na engenharia**. 2. ed. Recife, PE: Ed. da UFPE, 2008.

IPARDES - Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Programa Paraná rural: cartas temáticas de declividade, drenagem e uso potencial do solo do Estado do Paraná**. Curitiba, PR: IPARDES, 1995.

\_\_\_\_\_. **Base de dados do Estado BDEweb**. 2009. Disponível em: <<http://www.ipardes.gov.br/imp/index.php/>>. Acesso em: 10 maio 2009.

\_\_\_\_\_. **Mapa 6.1.8:** declividade. 2010a. Disponível em: <[http://www.ipardes.gov.br/anuario\\_2005/6mapas/mapa6\\_1\\_8.htm](http://www.ipardes.gov.br/anuario_2005/6mapas/mapa6_1_8.htm)IPARDES>. Acesso em: 10 nov. 2010.

\_\_\_\_\_. **Mapa 6.1.14:** indicador de áreas potenciais à degradação do solo. 2010b. Disponível em: <[http://www.ipardes.gov.br/anuario\\_2005/6mapas/mapa6\\_1\\_14.pdf](http://www.ipardes.gov.br/anuario_2005/6mapas/mapa6_1_14.pdf)>. Acesso em: 10 nov. 2010.

\_\_\_\_\_. **Uso do solo 2005-2008.** 2010c. Disponível em: <[http://www.ipardes.gov.br/pdf/mapas/base\\_ambiental/uso\\_do\\_solo\\_2005\\_2008\\_base\\_2010.pdf](http://www.ipardes.gov.br/pdf/mapas/base_ambiental/uso_do_solo_2005_2008_base_2010.pdf)>. Acesso em: 10 nov. 2010.

ITCG - Instituto de Terras, Cartografia e Geociências. **Produtos cartográficos:** mapa de uso do solo 2001-2002. 2010. Disponível em: <<http://www.itcg.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=47>>. Acesso em: 10 nov. 2010.

LOUREIRO, C. V.; FARIA, J. F. Impactos ambientais resultantes da impermeabilização do solo na cidade de Fortaleza – CE. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 13, 2007, Natal. **Anais...** Natal: UFRN/UFV, 2007.

MAACK, R. **Geografia física do estado do Paraná.** 3. ed. Curitiba, PR: Imprensa Oficial, 2002.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo:** a agricultura em regiões tropicais. São Paulo, SP: Nobel, 2002.

RUELLAN, A.; TARGULIAN, V. O. A degradação dos solos. In: BARRÈRE, M. (Coord.). **Terra, patrimônio comum:** a ciência a serviço do meio ambiente e do desenvolvimento. Tradução Estela dos Santos Abreu. São Paulo, SP: Nobel, 1992.

SÁNCHEZ, L. E. **Desengenharia:** o passivo ambiental na desativação de empreendimentos industriais. São Paulo, SP: USP, 2001.

*Recebido em: 13 setembro 2011*

*Aceito em: 19 outubro 2011*