

Determinação da respiração basal do solo de um cemitério em área urbana.

Determination of soil basal respiration of an urban cemetery.

RESUMO

Roberta Pinheiro Santos
robertas@alunos.utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, Paraná, Brasil.

Davi Zacarias de Souza
daviz@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, Paraná, Brasil.

Guilherme Eduardo Fernandes
guilhermefernandes@alunos.utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, Paraná, Brasil.

Marcelo Bortoli
marcelobortoli@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, Paraná, Brasil.

A respiração basal do solo (RBS) é o conjunto das atividades metabólicas dos microrganismos que permite a análise da produção de dióxido de carbono (CO_2) de uma amostra de solo. O presente artigo visa estudar a RBS do Cemitério Municipal Padre Artur Vangeel (Francisco Beltrão, PR), sendo parte das análises para avaliação da qualidade do solo local e dos corpos hídricos que possam ter sido atingidos pela decomposição dos corpos datadas a mais de oitenta anos. Para calcular a RBS, coletou-se vinte e sete amostras de solo por toda a extensão da unidade cemiterial, incubou-as por dez dias em frascos de respirometria e, a titulação foi realizada com ácido clorídrico (HCl). Os valores médios encontrados de RBS dentro do cemitério ficaram entre próximos de 0,31 e 0,59 ($\text{mg C-CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ solo h}^{-1}$), abaixo da média encontrada em uma propriedade na sua parte frontal (0,72 $\text{mg C-CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ solo h}^{-1}$), podendo indicar (após realização de estudos mais detalhados) uma baixa atividade microbiológica decorrente da contaminação dos corpos ali dispostos.

PALAVRAS-CHAVE: Respiração microbiana. Matéria orgânica. Qualidade do solo.

Recebido: 19 ago. 2019.

Aprovado: 01 out. 2019.

Direito autorial: Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



ABSTRACT

The basal respiration of soil (RBS) is the set of metabolic activities of microorganisms that allows the analysis of carbon dioxide (CO_2) production of a soil sample. This article aims to study the RBS of Padre Artur Vangeel Municipal Cemetery (Francisco Beltrão, PR), being part of the analysis to evaluate the quality of local soil and hydrous body that may have been affected by decomposition of bodies dated more than eighty years ago. To calculate RBS, twenty-seven soil samples were collected over the entire length of the cemetery unit, incubated for ten days in respirometry vials and titrated with hydrochloric acid (HCl). Mean RBS values found within the cemetery were close to 0,31 and 0,59 ($\text{mg C-CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ solo h}^{-1}$), below the mean found on a property on its front (0,72 $\text{mg C-CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ solo h}^{-1}$), may indicate (after more detailed studies) a low microbiological activity due to contamination of the bodies there arranged.

KEYWORDS: Microbial respiration. Organic matter. Soil quality.

INTRODUÇÃO

O solo é um dos sistemas mais complexos da Terra, é formado por meio das ações de agentes atmosféricos, físicos, químicos e biológicos, sendo que a avaliação da sua qualidade é de suma importância para indicar a qualidade e sustentabilidade do ambiente (VICELI, 2016). A matéria orgânica do solo pode ser alterada pelo uso e ocupação nele desenvolvidos (COSTA, 2015) e alterações, de temperatura e umidade, no seu manejo tornam os indicadores biológicos propícios para qualificar o mesmo, por serem sensíveis a elas (VICELI, 2016). Um dos indicadores biológicos aplicados para os estudos é a biomassa microbiana, sendo que o conjunto das atividades metabólicas dos microrganismos é conhecido como respiração basal do solo (RBS), e essa possibilita o estudo da dinâmica dos microrganismos por sua atividade respiratória estar relacionada com a geração de dióxido de carbono (CO_2) (VICELI, 2016).

Os microrganismos no subsolo são favorecidos pela existência de matéria orgânica e sua sobrevivência está relacionada à presença ou ausência de certos organismos, que expõe as condições ambientais do local (OLIVEIRA, 2009). A matéria orgânica da decomposição dos corpos contém microrganismos diversos, mas as práticas funerárias trazem fontes de compostos químicos, metais pesados, dispositivos médicos, próteses e, até mesmo, resíduos nucleares adquiridos em vida, e tudo isso é recebido pelo solo, que, ao atingir seu limite depurativo, carrega os contaminantes às águas subterrâneas (OLIVEIRA, 2009). Em estudos da qualidade do solo de cemitérios, constatou-se que contaminação dos lençóis freáticos se dá pela penetração de necrochorume (líquido preto com forte odor) no solo, proveniente da decomposição dos corpos dos túmulos subterrâneos, que são organizados de maneira horizontal a milhares de anos e sem preocupações com essas consequências (NECKEL et al., 2016).

Caso houver identificação de contaminação proveniente da unidade cemiterial, um plano de monitoramento abrangendo tanto a área interna como a externa deve ser implantado, com medidas corretivas e preventivas como instalação de filtros biológicos, redes de drenagem, coletores de resíduos diferenciados, construção mais adequada e ordenada de sepulturas, além outras diversas e importantes ações como o estudo da qualidade da água subterrânea, tanto antes do início da operação do estabelecimento, como depois de sua desativação, verificando a remediação dos impactos ambientais causados (OLIVEIRA, 2009).

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (2005), apenas 25% do esgoto brasileiro é tratado, sendo o restante despejado nos rios ou no mar sem nenhum tipo de tratamento, por isso que 65% das internações hospitalares são devidas as doenças transmitidas pela água, por exemplo, disenteria, hepatite, meningite, ascaridíase, tracoma, esquistossomose, entre outras. Sendo dependente tanto das atividades humanas quanto da localização, do clima e das características biológicas, geológicas e fisiológicas da bacia hidrográfica, a probabilidade de contaminação (concentrações acima dos valores recomendados quanto a qualidade da água para o uso pretendido) das águas subterrâneas deve ser analisada para que as pessoas tenham consciência quanto a sua potabilidade antes do consumo (OLIVEIRA, 2009).

A partir disso, o presente artigo tem como objetivo identificar a existência de atividades metabólicas de microrganismos no solo do Cemitério Municipal Padre Artur Vangeel (Francisco Beltrão, PR), utilizando o método RBS descrito inicialmente por JENKINSON & POWLSON (1979) e contribuir para trabalhos futuros sobre as consequências para o solo e a bacia hidrográfica local.

MATERIAIS E MÉTODOS

O Cemitério Municipal Padre Artur Vangeel está localizado, aproximadamente, na latitude $26^{\circ}04'16''$ S e longitude $53^{\circ}02'46''$ O, no município de Francisco Beltrão, Paraná. Embora os primeiros títulos de perpetuidade tenham sido expedidos em 1977, possui suas primeiras sepulturas datadas em 1930, e há possibilidade da existência de datas anteriores pois alguns registros podem ter se perdido (PUCHALE, 2017). Reclamações do mau cheiro só foram registradas na década de 1990, quando o local utilizava gavetões para as sepulturas (PUCHALE, 2017).

Com suas sepulturas do tipo convencional, o Cemitério Municipal possui estruturas de drenagem, como bocas de lobo e galerias para escoamento da água pluvial, mas não possui poços de monitoramento de água subterrânea ou análises da qualidade da mesma, nem tratamento para potabilização da água dos poços artesianos das redondezas (PUCHALE, 2017).

Realizou-se a coleta de 27 amostras em pontos aleatórios do cemitério, devido à impossibilidade em locais cobertos por concreto, como mostra a Figura 1.

Figura 1: Pontos de coleta das amostras de solo no Cemitério Municipal Padre Artur Vangeel, Francisco Beltrão, Paraná, Brasil.



Fonte: Google Earth, com edições de autoria própria.

Após dois dias de armazenamento das amostras em geladeira (5 a 10°C), pesou-se certa porção de solo que fora incubado juntamente com NaOH 1 M por dez dias, com os frascos de respirometria hermeticamente fechados (para que não houvesse entrada de CO_2 do ar externo ou fuga do CO_2 internamente produzido), como mostra a Figura 2, e com anotação de data e hora do início de cada incubação.

Figura 2: Frascos de respirometria com amostras de solo do local do estudo.



Fonte: Autoria própria.

Após a incubação, fora introduzida a solução de BaCl_2 10% (m/v), para a completa precipitação do CO_2 , no frasco de NaOH. Após a adição de 2 gotas de fenolftaleína 1% (m/v) no balão volumétrico com o NaOH, titulou-se com solução de 0,5 M de HCl até torna-lo incolor e verificar quantos mL foram necessários. Em seguida, realizou-se os cálculos da RBS pela Eq. (1):

$$\text{RBS} \left(\frac{\text{mg de C-CO}_2}{\text{kg solo}} \right) = \frac{(V_b - V_a) \cdot M \cdot 6 \cdot 1000}{P_s \cdot T} \quad (1)$$

Sendo RBS o Carbono oriundo da respiração basal do solo, V_b (mL) o volume de ácido clorídrico gasto na titulação da solução controle (branco), V_a (mL) o volume gasto na titulação, M a molaridade exata do HCl, P_s (g) a massa de solo seco e T o tempo de incubação da amostra em horas.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após realizar os cálculos da RBS, realizou-se as médias das seções, identificadas anteriormente (Figura 1), e organizou-as na Tabela 1.

Tabela 1 – Média da RBS nas cotas de amostras coletadas.

Cotas*	Média da RBS (mg C-CO ₂ kg ⁻¹ solo h ⁻¹) (Mín - Máx**)
Superior	0,31 (0 - 1,68)
Meio	0,59 (0 - 1,66)
Inferior	0,49 (0 - 2,20)
Externa a	0,72 (0,48 - 0,95)
Externa b	0

*Os nomes das cotas em suas respectivas localizações podem ser visualizados na Figura 1.

**Valores mínimos e máximos das médias encontradas.

Fonte: Autoria própria (2019).

Esses valores de baixa liberação de CO₂ (baixa RBS) podem indicar que não há muitas atividades metabólicas dos microrganismos nas amostras estudadas e que o solo pode estar ambientalmente modificado por materiais provenientes das decomposições dos corpos ali dispostos. Pela atividade microbiológica ser influenciada pelas variações de temperatura e umidade decorrentes do manejo do solo (VICELI, 2016), a umidade baixa pode ter influenciado, também, na baixa RBS encontrada nas amostras analisadas.

A taxa de respiração do solo é afetada diretamente pelos microrganismos ali presentes, que decompõem a matéria orgânica e estimam variações na liberação de CO₂ dependendo do uso do solo, o que indica mudanças ambientais (temperatura, umidade, entre outras) causadas pelo mesmo (ADACHI et al., 2006). Entretanto, somente a análise da RBS não é suficiente para ter conhecimento sobre a qualidade do solo, há a necessidade de outros estudos químicos, físicos e microbiológicos (FERREIRA et al., 2017).

Com isso, a conscientização da população acerca da utilização de poços na região da unidade cemiterial é de suma importância, para que haja limpeza periódica e desinfecção dessas águas, além do cuidado que deve haver do próprio local para controlar a qualidade e potabilidade da água freática (OLIVEIRA, 2009), pois se, com o desenvolvimento de estudos mais avançados, houver a constatação da contaminação do solo da região, a probabilidade das águas subterrâneas estarem contaminadas é alta, como demonstram os estudos de Oliveira (2009) e Neckel et al. (2016).

CONCLUSÃO

A qualidade do solo do Cemitério Municipal Padre Artur Vangeel pode estar ambientalmente afetada pois a RBS das amostras coletadas demonstrou valores nulos e próximos de zero, porém outros estudos mais detalhados devem ser realizados para complementação e comprovação dos resultados aqui demonstrados.

REFERÊNCIAS

ADACHI, Minako.; BEKKU, Yukiko S.; RASHIDAH, Wan; OKUDA, Toshinori; KOIZUMI, Hiroshi. Differences in soil respiration between different tropical ecosystems. **Applied Soil Ecology**. v. 34, p. 258-265. 2006. Disponível em: <https://home.hiroshima-u.ac.jp/frstecol/publicationPDF/2006ASE.pdf>. Acesso em: 14 de ago. 2019.

CONSUMO SUSTENTÁVEL: Manual de educação. **Consumers International/MMA/ MEC/ IDEC**. 160 p. Brasília, 2005. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/publicacao8.pdf>. Acesso em: 10 de ago. 2019.

COSTA, Carla D. de O.; ALVES, Marlene C.; SOUSA, Antônio de P. Atributos químicos dos solos sob diferentes usos e manejos em uma sub-bacia do noroeste

do estado de São Paulo. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v. 14, n. 2, p. 119-126, abr./jun. 2015.

FERREIRA, Enderson P. B.; STONE, Luis F.; DIDONET, Claudia C. G. M. População e atividade microbiana do solo em sistema agroecológico de produção. **Revista Ciência Agronômica**. v. 48, p. 22-31. Fortaleza, 2017.

JENKINSON, D.S.; POWLSON, D. S. The effects of biocidal treatments on metabolism in soil. V. A method for measuring soil biomass. **Soil Biology & Biochemistry**, v.8, n.3, p. 209-213. 1976.

NECKEL, Alcindo; JUNIOR, Affonso C. G.; BERTOLDI, Tauana; CHIAMENTTI, Angela; BREZOLIN, Indiara P. Contaminação de solos por metais pesados em cemitérios urbanos. *In*: Seminário Internacional de Construções Sustentáveis, 5., 2016, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: IMED, 2016.

OLIVEIRA, Bruna R. F. **Cemitério: Impacte nas Águas Subterrâneas**. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente) – Universidade de Aveiro, Portugal, 2009.

PUCHALE, Rafaela Z. **Impactos sobre a qualidade da água nas imediações dos cemitérios municipais de Francisco Beltrão – PR**. Graduação (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, 2017. Disponível em: http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/11177/1/FB_COEAM_2017_1_04.pdf. Acesso em: 7 de ago. 2019.

SILVA, Edmilson E.; AZEVEDO, Pedro H.S.; DE-POLLI, Helvécio. **Determinação da respiração basal (RBS) e quociente metabólico do solo (qCO₂)**. Comunicado Técnico 99 – Embrapa. Rio de Janeiro, 2007.

VICELI, Jéssica M. **Influência da sazonalidade na respiração microbiana basal em diferentes usos do solo em uma zona rural Francisco Beltrão**. Graduação (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, 2016.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro. Professor Dr. Davi Zacarias pelo auxílio nas coletas, análises e desenvolvimento do artigo. E ao acadêmico Guilherme Eduardo Fernandes.