

FLUTUAÇÃO DA POPULAÇÃO DE BACTÉRIAS SOB FLORESTA OMBRÓFILA MISTA E POVOAMENTO DE *Pinus taeda* L.

Flora Osaki¹, Sylvio Péllico Netto²

¹Eng^a. Agrônoma, Dr^a., Depto. de Agronomia, PUCPR, Curitiba, PR, Brasil - rk_osaki@netpar.com.br.

²Eng. Florestal, Dr., Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, PUCPR, Curitiba, PR, Brasil - pellico.sylvio@pucpr.br.

Recebido para publicação: 28/08/2008 – Aceito para publicação: 16/03/2009

Resumo

O objetivo do presente trabalho foi estudar a distribuição vertical da população de bactérias em dois ecossistemas florestais, analisando-os separadamente. Os trabalhos foram conduzidos em Tijucas do Sul/PR, sob Floresta Ombrófila Mista e povoamento com *Pinus taeda*. Em cada ecossistema foi utilizado o delineamento de blocos ao acaso em arranjo fatorial 3x2, com dois fatores: profundidade (serapilheira, zona de transição e solo) e estação do ano (inverno e verão), com três repetições. A topossequência da Floresta Ombrófila Mista foi dividida em plana, meia encosta e topo, e em cada uma delas foi utilizado um bloco de 10.000 m², subdividido em cem unidades. O relevo da área do povoamento florestal com pinus caracterizou-se como plano, sendo adotado o mesmo procedimento para implantação dos blocos e da coleta das unidades amostrais. Os dados obtidos da Floresta Ombrófila Mista e do povoamento florestal com pinus foram submetidos à análise separadamente. As médias dos dados transformados consideradas homogêneas pelo teste de Hartley foram comparadas pelo Teste de Tukey ao nível de 95% de probabilidade. A Floresta Ombrófila Mista apresentou maior população de bactérias na zona de transição e no verão. O povoamento florestal com pinus não apresentou diferenças significativas entre as profundidades e as estações do ano.

Palavras-chave: Floresta; pinus; bactéria; profundidade; estações do ano.

Abstract

The fluctuation of bacteria's population under the Mixed Ombrophilous Forest and Pinus taeda l. plantation. The objective of the present experiment was to evaluate the bacteria vertical distribution in two forest ecosystems, separately analyzed. The researches were conducted in Tijucas do Sul/PR, on the Subtropical Ombrophilous Forest (Araucaria Forest) and *P. taeda* manmade forest. The experiment was conducted using a 3x2 factorial arrangement in random blocks, with two factors: depth (litter, transition zone and soil) and two seasons (winter and summer), with tree replications. The Subtropical Ombrophilous Forest topographic sequence was classified as plain, hillside and top, on which was placed a 10,000 m² plots, each one was subdivided in one hundred subplots. The *P. taeda* manmade forest topographic sequence was classified as plain and it was used the same sampling procedure as before. The dates from the Subtropical Ombrophilous Forest and the pinus manmade forest were analyzed separately. The blocks in both ecosystems were considered homogeneous, showing that the sampling procedure used was appropriate for the work development. The transformed data averages considered homogeneous, according to Hartley test, were compared by the Tukey test, from about 95% of probability. The higher number of bacteria occurred in the transition area and summer in Subtropical Ombrophilous Forest; therefore, there were no significant difference in the *Pinus taeda* manmade forest according to the depth and seasons.

Keywords: Forest; pine; bacteria; depths; seasons.

INTRODUÇÃO

A Floresta Ombrófila Mista (natural) caracteriza-se pela alta densidade da vegetação e pela grande diversificação de espécies de plantas, cujo ritmo de crescimento é, em geral, diferente. Essas formações apresentam características mais complexas que os povoamentos com *Pinus taeda*, tanto na estrutura horizontal como na vertical e na distribuição espacial e individual da vegetação.

Entre as características florestais, além da vegetação, encontram-se a serapilheira, os microrganismos do solo, o solo propriamente dito e suas relações com o ambiente. No solo, a matéria orgânica é resultante, em grande parte, da decomposição de resíduos de origem animal e, principalmente, vegetal, não tendo, portanto, relação com o material de origem do solo (SELLE, 2007).

A serapilheira é o material biogênico, definido como o conjunto dos restos vegetais em estado original, ou em diferentes fases de decomposição, e é importante fonte de nutrientes do solo. A decomposição da serapilheira resulta da atividade dos microrganismos e a quantidade disponibilizada dos nutrientes depende da velocidade de decomposição e de fatores como a composição da serapilheira, a temperatura, o pH do solo, a precipitação pluviométrica e a qualidade do sítio (CARVALHO *et al.*, 1999; REISSMANN; WISNIEWSKI, 2000). As bactérias, juntamente com os fungos, são os responsáveis pela reciclagem da matéria orgânica nos ecossistemas, e são um grupo dos mais importantes do solo, no qual, em condições favoráveis, atingem quantidades populacionais elevadas (RIGOBELLO; NAHAS, 2004).

A qualidade da serapilheira pode interferir na composição de microrganismos do solo, de acordo com Alexopoulos; Mims (1979). Estudos realizados com plantios puros de *Pseudosamanea guachapele*, *Eucalyptus grandis* e o consórcio dessas espécies mostraram que houve maior produção de serapilheira quando foi utilizado o consórcio, entretanto a ciclagem de N para *Pseudosamanea* foi de 45 kg/ha, enquanto que para o consórcio foi de apenas 22 kg/ha, mostrando maior atividade biológica na decomposição da serapilheira para *Pseudosamanea*.

As bactérias participam da decomposição da fração solúvel, como as proteínas, DNA, carboidratos e também da celulose e hemicelulose, sendo incapazes de decompor a lignina. Variações sazonais de umidade e calor afetam as populações microbianas do solo e sua respectiva atividade. Em baixos potenciais, a maior parte das bactérias é inativa, entretanto espécies de bactérias esporulantes, como o *Clostridium*, toleram potenciais hídricos bem menores que bactérias não-esporulantes, como o *Rhizobium*, porque os esporos são estruturas de tolerância a diversos estresses (HARRIS, 1981; PAUL; CLARK, 1989).

O aumento da população de bactérias tem sido atribuído ao aumento da temperatura do ar, entretanto pode também ser relacionado ao aumento da disponibilidade de nutrientes (CHONKKAR; TARAFDAR, 1984; PENNANEN *et al.*, 1999). Todavia as informações da flutuação da população de bactérias em função da variação climática, sua distribuição vertical, sob ecossistemas diferentes, são insuficientes frente à diversidade de ecossistemas existentes no Brasil.

O objetivo deste trabalho foi determinar a população de bactérias no ecossistema Floresta Ombrófila Mista e no ecossistema povoamento com *P. taeda*, de forma independente, em três profundidades (serapilheira, zona de transição e solo) e em duas estações do ano (inverno e verão).

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no município de Tijucas do Sul, PR, Brasil, localizado no VIVAT Floresta, entre as coordenadas geográficas 25°56'00"S, 49°10'00"W, com altitude variando entre 856 nsm e 1350 nsm (LIEBSCH; ACRA, 2004; GANHO; MARINONI, 2006).

O clima local, segundo a classificação de Köppen, é designado como Cfb, definido como subtropical úmido mesotérmico, com verão fresco. O mês mais frio apresenta temperatura média inferior a 18 °C e o mais quente, média inferior a 22 °C. A área experimental apresenta precipitação média anual de 1400 mm, está sujeita a geadas severas e não apresenta, em anos normais, estação seca (IAPAR, 1978).

Na Floresta Ombrófila Mista, a topossequência identificada foi plana, meia encosta e topo (colina). O relevo é variável: plano (0–3% de declividade), o solo é aluvial, predominando o Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, de textura média e profundidade entre 2,0–2,5 m (EMBRAPA, 2006). Na zona de meia encosta, com relevo ondulado e solo coluvial, foram constatados declives de 12–18%, predominando a associação de Cambissolo Háptico Alumínico argissólico com Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico câmbico.

Na zona considerada topo (colina), ou seja, solo eluvial, a declividade constatada foi superior a 18%, isto é, em geral áreas com 20–22% de declividade, onde predominou a associação Cambissolo Háptico Distrófico típico com Neossolo Litólico típico, com alguns afloramentos de rochas.

O relevo do povoamento florestal de *P. taeda* é plano, sendo o solo classificado como Cambissolo com A proeminente húmico, em toda a área (EMBRAPA, 2006).

O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso em arranjo fatorial 3 x 2, três profundidades (serapilheira, zona de transição e solo) e duas estações do ano (inverno e verão), com três repetições.

Os experimentos foram implantados em duas áreas, o primeiro sob Floresta Ombrófila Mista (ecossistema natural) e o segundo em povoamento florestal com *P. taeda* L.

Foram estabelecidos três blocos de igual tamanho em cada ecossistema, com 10.000 m² de área, sendo esse bloco dividido em cem unidades de 10 x 10 m, com área de 100 m² cada uma. A coleta de amostras foi realizada em cinco unidades amostrais, formando uma amostra composta, e em três profundidades: serapilheira, zona de transição e solo.

As amostras compostas foram encaminhadas para o Laboratório de Análise da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, para a determinação das unidades formadoras de colônias (UFC g⁻¹ de solo) de bactérias.

A avaliação da população de bactérias foi realizada pela técnica de diluição decimal em série e contagem em placas de Petri descartáveis. Foram feitas diluições decimais em série a partir de 10 g de solo úmido, o qual foi previamente pesado e, após, foi quantificada a sua umidade. Em seguida, procedeu-se o peneiramento do solo em malha 2 mm e sua transferência para recipientes contendo 90 ml de solução salina em frasco tampado.

Três esferas de vidro esterilizadas de 6 mm de diâmetro foram colocadas em cima do recipiente como tampa. Agitou-se a 100 rpm a suspensão formada de solo mais solução, por 30 (trinta) minutos, em agitador mecânico de movimentação circular. Dessa suspensão, procedeu-se às diluições decimais seriadas de 10⁻², 10⁻³ e 10⁻⁴. Em seguida, foi plaqueado 0,1 mL por placa das diluições correspondentes a cada grupo de microrganismos, ou seja, espalhou-se o inóculo de forma uniforme na placa de Petri, usando-se a alça de Drigalski, incubando-se a 25 °C com as placas invertidas. Após o sexto dia de incubação, iniciou-se a contagem das unidades formadoras de colônias (UFC g⁻¹) de bactérias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A homogeneidade das variâncias nas diferentes profundidades foi avaliada por meio do teste de Hartley, conforme apresentado na tabela 1. A comparação das médias do número de microorganismos foi realizada por meio da análise de variância, quando suas variâncias resultaram homogêneas. Adicionalmente, quando verificada a diferença entre as médias, realizou-se o teste de Tukey.

Tabela 1. Resultado do teste de Hartley para verificação da homogeneidade das variâncias e teste de Hartley com médias transformadas para logaritmo.

Table 1. Hartley test for homogeneity of variance for the original and logarithm transformed data.

Ecosistema	Estação	Blocos	Teste de Hartley não-transformado	Teste de Hartley transformado
Floresta Ombrófila Mista	Inverno	1	310,24**	3,20 ^{ns}
		2	17522,73**	57,59**
		3	129,99**	3,28 ^{ns}
	Verão	1	4073,13**	4,31 ^{ns}
		2	137614,75**	8,19 ^{ns}
		3	420565,02**	14,70 ^{ns}
Povoamento Pinus	Inverno	1	1004,58**	5,78 ^{ns}
		2	95,29**	2,86 ^{ns}
		3	128,30**	1,50 ^{ns}
	Verão	1	7943,73**	2,96 ^{ns}
		2	50105,93**	2,46 ^{ns}
		3	116790,70**	1,30 ^{ns}

*: Variâncias não homogêneas ao nível de 5% de probabilidade; **: Variâncias não homogêneas ao nível de 1% de probabilidade.

Observa-se, pelos resultados apresentados, que as variâncias não se apresentaram homogêneas, segundo o teste de Hartley (5% = 15,5 e 1% = 37), razão pela qual os dados foram logaritimizados com o objetivo de homogeneizá-las. Os resultados estão apresentados na tabela 1, na qual se verifica a eficiência da transformação.

No ecossistema da Floresta Ombrófila Mista, no bloco 2, ocorreu ausência de homogeneidade, provavelmente em função da menor variabilidade dos dados no período de inverno. Portanto, quando se aplica a transformação de dados, o efeito desta é menor do que quando se aplica em dados com maior variabilidade, como a observada para o bloco 3 do ecossistema povoamento florestal com *P. taeda* no período de verão.

A elevada variância dos dados (Tabela 1) pode ser considerada uma característica da amostragem de microrganismos em áreas de floresta. Apesar de ser possível considerar a Floresta Ombrófila Mista e o povoamento florestal com *P. taeda* homogêneos, dentro de seu próprio ecossistema, em termos de características vegetais e climáticas, pequenas alterações que ocorrem no microssítio podem resultar em diferenças no comportamento dos microrganismos do solo. Os ambientes florestais são dinâmicos, apresentando interações complexas entre seres vivos, minerais e materiais orgânicos, e a comunidade de microrganismos rege e é regida por essas condições e suas relações (CARDOSO; TSAI; NEVES, 1992).

Foram realizadas análises de variância, considerando-se separadamente os ecossistemas Floresta Ombrófila Mista e povoamento com *P. taeda*, em que os fatores foram as estações do ano (inverno e verão) e as profundidades (serapilheira, transição e solo).

Floresta Ombrófila Mista

Na tabela 2 está apresentada a análise de variância que compara as médias de bactérias nas três profundidades (serapilheira, transição e solo) e duas estações do ano (inverno e verão), avaliadas na Floresta Ombrófila Mista. Suas médias estão apresentadas na figura 1. Não foi verificada diferença significativa a 95% de probabilidade entre blocos para as médias de bactérias. Foi verificada diferença estatisticamente significativa entre as médias de bactérias, ao nível de 95% de probabilidade, na Floresta Ombrófila Mista, entre as profundidades e estações do ano, bem como nas interações ao nível de 99%.

Tabela 2. Análise de variância da população de bactérias (UFC g⁻¹) no ecossistema Floresta Ombrófila Mista em três profundidades (serapilheira, zona de transição e solo), em duas estações do ano (inverno e verão), no município de Tijucas do Sul/PR, Brasil.

Table 2. Analysis of variance of the bacteria population (UFC g⁻¹), in the Subtropical Ombrophilous Forest, in three depths (litter, transition zone and soil) and in two seasons (winter and summer), in the municipality of Tijucas do Sul/PR, Brazil.

Fonte	GL	SQ	QM	F
Bloco	2	5,25	2,62	0,71 ^{ns}
A: Profundidade	2	50,75	25,37	6,86*
B: Estação	1	29,41	29,41	7,95*
Interação AB	2	213,90	106,95	28,93**
Resíduo	10	36,97	3,70	
Total	17	336,27		

*: ao nível de 95% de probabilidade; **: ao nível de 99% de probabilidade.

Para as profundidades estudadas, independentemente das estações do ano, observou-se na zona de transição uma população de $938,43 \times 10^5$ UFC g⁻¹ de bactérias, que foi superior e diferiu estatisticamente da serapilheira e do solo, que atingiram os valores de $98,05 \times 10^5$ UFC g⁻¹ e $10,34 \times 10^5$ UFC g⁻¹, respectivamente, e não diferiram entre si estatisticamente (Tabela 3).

Tabela 3. Comparação de médias para população de bactérias (UFC g⁻¹) em três profundidades.

Table 3. Comparison of average population of bacteria (UFC g⁻¹) between depths.

Profundidade	Valores	Solo	Serapilheira	Zona de transição
Solo	$10,34 \times 10^5$	-	ns	*
Serapilheira	$98,05 \times 10^5$	-	-	*
Zona de transição	$938,43 \times 10^5$	-	-	-

No presente trabalho, verifica-se que a maior população de bactérias ocorre na zona de transição, sugerindo que os materiais pré-formados existentes nessa camada estimulam o desenvolvimento dessa

população. Tal resultado é explicado por Selle (2007), que relata serem as bactérias do solo, em sua maioria, heterotróficas, o que implica necessidade de nutrientes orgânicos pré-formados como fonte de energia e carbono. Dessa forma, a zona de transição é justamente a camada onde a matéria orgânica já sofreu um processo prévio de decomposição, favorecendo o desenvolvimento da comunidade bacteriana. A maior disponibilidade de materiais pré-formados na zona de transição é também dependente da quantidade de serapilheira ali depositada.

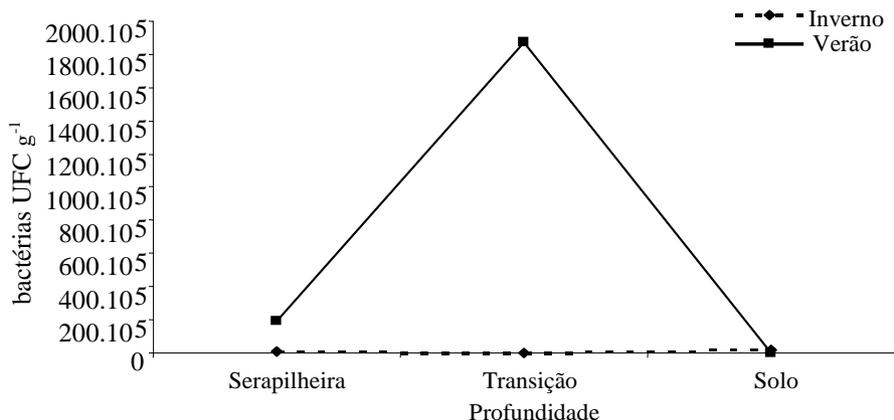


Figura 1. Médias da população de bactérias em três profundidades (serapilheira, zona de transição e solo) e duas estações (inverno e verão) no ecossistema Floresta Ombrófila Mista, Tijucas do Sul/PR, Brasil.

Figure 1. Bacteria population in three depths (litter, transition zone and soil) and two seasons (winter and summer), in Subtropical Ombrophilous Forest ecosystem, Tijucas do Sul/PR, Brazil.

Observou-se neste estudo que a população de bactérias foi menor no solo quando comparada à zona de transição. Os resultados obtidos estão de acordo com Vargas; Scholles (2000), que obtiveram, na camada entre 0 e 5 cm, um horizonte que favorece e estimula o desenvolvimento dos microrganismos, permitindo observar que a distribuição da matéria orgânica ao longo do perfil do solo reflete as quantidades e diferenças biogênicas.

Resultados semelhantes a este trabalho foram observados por Balota; Andrade (1999) e Vargas; Scholles (2000), que verificaram o decréscimo da população de bactérias ao longo do perfil do solo.

Quanto às estações do ano, na Floresta Ombrófila Mista, observou-se que no verão ($689,28 \times 10^5$ UFC g⁻¹) a população de bactérias foi superior e diferente significativamente do período de inverno ($8,60 \times 10^5$ UFC g⁻¹).

Os resultados obtidos neste estudo para as estações do ano também foram observados na Nova Zelândia, onde 70–80% da produção anual de serapilheira foi formada durante o verão (GUO; SIMS, 1999). Essa maior oferta de serapilheira durante o verão reforça os resultados obtidos no presente trabalho, no qual se verifica maior população de bactérias nessa estação. Observou-se que o índice pluviométrico para o inverno foi de 37,8 mm e no verão de 114,2 mm, enquanto que a temperatura foi de 19,4 °C e 22,1 °C, para inverno e verão, respectivamente. Assim, a umidade teve maior influência sobre a população de bactérias do que a temperatura, considerando-se a pequena variação entre as médias de temperatura, que seria ainda menor no solo devido ao controle da variação realizado pelo dossel.

Na condição de desenvolvimento deste estudo, o período de verão, em geral, apresenta maior precipitação e maior temperatura. A água, em conjunto com a temperatura, influi nas atividades microbianas, afetando, além das reações fisiológicas das células, as características físicoquímicas ambientais, como o volume do solo e o potencial de oxirredução, pois o microrganismo obtém sua energia da oxidação de materiais reduzidos (MOREIRA; SIQUEIRA, 2002).

Na figura 1 é possível observar a diferença verificada na análise de variância entre as profundidades e as estações do ano, na Floresta Ombrófila Mista. Salienta-se que há uma inversão na

população quando se trata de solo, no qual, durante o inverno, a população de bactérias é maior que na zona de transição e na serapilheira, enquanto que no verão a população no solo é inferior aos dois outros estratos estudados.

Povoamento com *P. taeda*

Na tabela 4 está apresentada a análise de variância em três profundidades (serapilheira, transição e solo) e duas estações do ano (inverno e verão). As médias da população de bactérias estão apresentadas na figura 2. Não foi verificada diferença significativa a 95% de probabilidade entre as médias de população de bactérias para profundidades (serapilheira: $47,97 \times 10^5$ UFC g^{-1} ; zona de transição: $27,11 \times 10^5$ UFC g^{-1} ; solo: $1,20 \times 10^5$ UFC g^{-1}) e estações do ano (inverno: $2,01 \times 10^5$ UFC g^{-1} ; verão: $48,85 \times 10^5$ UFC g^{-1}).

Tabela 4. Análise de variância da população de bactérias no ecossistema povoamento florestal com *P. taeda* em três profundidades (serapilheira, zona de transição e solo), em duas estações do ano (inverno e verão), Tijucas do Sul/PR, Brasil.

Table 4. Analysis of variance of the bacteria population in the *P. taeda* plantation, in tree depths (litter, transition zone and soil) and two seasons (winter and summer), in Tijucas do Sul/PR, Brazil.

Fonte	GL	SQ	QM	F
Bloco	2	21,24	10,62	1,46 ^{ns}
A: Profundidade	2	47,19	23,60	3,24 ^{ns}
B: Estação	1	27,34	27,34	3,75 ^{ns}
Interação AB	2	44,40	22,20	3,05 ^{ns}
Resíduo	10	72,81	7,28	
Total	17	212,99		

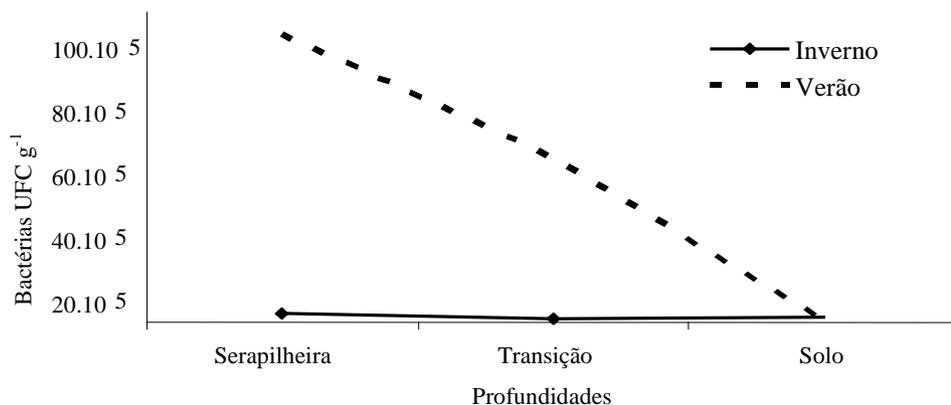


Figura 2. Médias da população de bactérias em três profundidades (serapilheira, zona de transição e solo) e duas estações (inverno e verão) no ecossistema povoamento florestal com *P. taeda*, Tijucas do Sul/PR, Brasil.

Figure 2. Bacteria population average in tree depths (litter, transition zone and soil) and two seasons (winter and summer) in *P. taeda* plantation in Tijucas do Sul/PR, Brazil.

Observou-se, na área de *P. taeda*, maior quantidade de serapilheira sobre o solo, formando um manto. A elevada quantidade de material orgânico disponível sugere que a velocidade de decomposição é menor, resultando em seu acúmulo. Em função da resistência das acículas à decomposição, alguns autores relatam que a serapilheira de pinus não representa um aumento real de matéria orgânica no solo e que a atividade microbiana ocorre efetivamente na matéria orgânica depositada anteriormente ao plantio (CHAVES; CORREA, 2005).

Os resultados obtidos neste trabalho mostram que mesmo grandes diferenças na população não são diferentes estatisticamente, entretanto deve-se considerar que pequenas adições de matéria orgânica

(dejetos de animais) podem promover maior equilíbrio entre os nutrientes e favorecer o desenvolvimento da população, incrementando a ciclagem de nutrientes, como observado por Mason (1980).

Para o período de verão observou-se uma população de bactérias de $48,9 \times 10^5$ UFC g^{-1} , enquanto que, no inverno, obteve-se $2,0 \times 10^5$ UFC g^{-1} , as quais não diferiram entre si estatisticamente. Esses resultados mostraram-se diferentes daqueles obtidos por Rigobelo; Nahas (2004), que avaliaram a flutuação da população de bactérias em povoamentos de pinus e eucalipto, obtendo valores máximos para a comunidade nas épocas de maior umidade e calor. Por outro lado, no período de outono-inverno, foram obtidas as menores populações.

A ausência de diferença entre as estações do ano, para a população de bactérias no povoamento com pinus, deve-se à espessa camada formada por acículas, que constitui uma proteção eficaz contra as oscilações térmicas e de umidade, assim tamponando as condições edafoclimáticas, conforme observado por Chaves; Correa (2005).

Em relação à distribuição vertical da população de bactérias, não foram verificadas diferenças entre a serapilheira, a zona de transição e o solo, enquanto que Rigobelo; Nahas (2004) verificaram maiores valores para as contagens das bactérias na camada de solo, que vai de 0–5 cm de profundidade, resultantes do acúmulo de resíduos vegetais e de nutrientes.

Interações

Foi verificada interação entre profundidades e estações do ano, ao nível de 99% de probabilidade, na Floresta Ombrófila Mista. O povoamento florestal com *P. taeda* não apresentou interação entre os fatores profundidade e estação.

Na tabela 5 estão apresentados os resultados do teste “t” de Student. Nessa tabela se verifica que houve interação entre os fatores verão/serapilheira e para os fatores inverno/solo na Floresta Ombrófila Mista.

Tabela 5. Teste de t de Student para comparação das médias de bactérias em dois ecossistemas (Floresta Ombrófila Mista e povoamento florestal com *P. taeda* L.) e duas estações do ano (inverno e verão).

Table 5. Student’s t-test for comparison of bacteria averages in two ecosystems: Subtropical Ombrophilous Forest and *P. taeda* L. plantation; and two seasons: winter and summer.

Estação	Serapilheira	Transição	Solo
	UFC g^{-1} de solo $\times 10^5$	UFC g^{-1} de solo $\times 10^5$	UFC g^{-1} de solo $\times 10^5$
Inverno	(3,93 e 3,06) ^{ns}	(1,28 e 1,28) ^{ns}	(14,40 e 1,68) [*]
Verão	(113,48 e 92,88) ^{**}	(1843,67 e 52,94) ^{ns}	(1,34 e 0,72) ^{ns}

Os valores dentro dos parênteses representam as médias para o ecossistema Floresta Ombrófila Mista e povoamento florestal com *P. taeda* L., respectivamente; valores seguidos de ^{ns} não foram significativos a 95% de probabilidade; ^{*} diferentes a 95%.

CONCLUSÕES

- Para o ecossistema Floresta Ombrófila Mista, o maior número de bactérias é verificado na zona de transição.
- No verão, a população de bactérias é superior àquela verificada no inverno para a Floresta Ombrófila Mista, sendo que a temperatura e a umidade influenciam nesse resultado.
- No povoamento com *P. taeda*, as populações de bactérias determinadas na serapilheira, zona de transição e solos não diferem entre si. Em relação à diferença de comportamento da população de bactérias nesse ecossistema, deve-se considerar o maior grau de dificuldade de decomposição das acículas de pinus.

REFERÊNCIAS

- ALEXOPOULOS, C. J.; MIMS, C. W. **Introductory mycology**. 3 ed. New York: J. Wiley & Sons, 1979.
- BALOTA, E. L.; ANDRADE, D. S. Microrganismos e processos biológicos no sistema plantio direto. In: SIQUEIRA, J. O *et al.* **Inter-relação fertilidade biologia do solo e nutrição de plantas**. Viçosa, MG: SBCS; Lavras: UFLA/DCS, 1999. p. 487-508.
- CARDOSO, E. J. B. N.; TSAI, S. M.; NEVES, M. C. P. (Eds.). **Microbiologia do solo**. Campinas: Sociedade Brasileira do Solo, 1992. 360 p.

CARVALHO, A. P. de; MENEGOL, O.; OLIVEIRA, E. B. de; MACHADO, S. A.; POTTER, R. O.; FASOLO, P. J.; FERREIRA, C. A.; BARTOXESCK, A. Efeitos de características do solo sobre a capacidade produtiva de *Pinus taeda*. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 9, p. 1-66, jul./dez., 1999.

CHAVES, R. Q.; CORREA, G. F. Macronutrients in the soil - *Pinus caribaea* Morelet system with yellowing of the needles followed by senescence and death. **Revista Árvore**, Viçosa [online]. 2005, v. 29, n. 5, pp. 691-700. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622005000500004&lng=en&nr m =iso>. Acesso em: 24/02/2008

CHONKKAR, P. K.; TARAFDAR, J. C. Accumulation of phosphatases in soil. **Journal of Indian Society of Soil Science**, New Delhi, v. 132, p. 266-272, 1984.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Brasília, DF: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2006. 306 p.

GANHO, N. G.; MARINONI, R. C. A variabilidade espacial das famílias de Coleoptera (Insecta) entre fragmentos de Floresta Ombrófila Montana (Bioma Araucária) e plantação de *Pinus elliottii* Engelm., no Parque Ecológico Vivat Floresta, Tijucas do Sul, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 23, n. 4, p. 1159-1167, dez. 2006.

GUO, L. B.; SIMS, R. E. H. Litter production and nutrient release via litter decomposition in New Zealand eucalypt short rotation forests. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 75, p. 133-140, 1999.

HARRIS, R. F. Effect of water potential on microbial growth and activity. In: PARR, J.; GARDNER, W. R.; ELLIOT, L. F. (Ed). **Water potential relation in soil microbiology**, Madison: Soil Sciences Society American, p. 23-96. 1981.

IAPAR. **Cartas climáticas básicas do Estado Paraná**. Londrina: Fundação Instituto Agrônomo do Paraná, 1978. 41 p.

LIEBSCH, D.; ACRA, L. A. Riqueza de espécies de sub-bosque de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista em Tijucas do Sul, PR. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 1, p. 67-76. 2004.

MASON, C. F. **Decomposição**. São Paulo: USP, 1980. 63 p.

MOREIRA, M. S. F.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: UFLA, 2002. 626 p.

PAUL, E. A.; CLARK, F. E. (Eds). **Soil microbiology and biochemistry**. New York: Academic, 1989. 273 p.

PENNANEN, T.; LISKI, J.; BÁÁTH, E.; KITUNEN, V.; UOTILA, J.; WESTMAN, C. J.; FRITZE, H. Structure of microbial communities in coniferous forest soils in relation to site fertility and stand development stage. **Microbial Ecology**. New York, v. 38, p. 168-179, 1999.

REISSMANN, C. B.; WISNIEWSKI, C. Aspectos nutricionais de plantios de Pinus. In: GONÇALVEZ, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Eds). **Nutrição e fertilização florestal**, Piracicaba: Piracicaba, v. 1, p. 135-165. 2000.

RIGOBELLO, E. C.; NAHAS, E. Seasonal fluctuations of bacterial population and microbial activity in soils cultivated with eucalyptus and pinus. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 61, n. 1, p. 88-93, Jan./Fev. 2004.

SELLE, G. L. Ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 23, n. 4, p. 29-39. Out./Dez. 2007.

VARGAS, L. K.; SCHOLLES, D. Biomassa microbiana e produção de C-CO₂ e N mineral de um podzólico vermelho-escuro submetido a diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 24, p. 35-42, 2000.