
**QUALIDADE DO SOLO ASSOCIADA AO MONITORAMENTO E MANEJO DA
Phakopsora pachyrhizie EM ÁREAS DE DIFERENTES SUCESSÕES DA
CULTURA DA SOJA**

SOIL QUALITY ASSOCIATED WITH THE MONITORING AND MANAGEMENT OF
Phakopsora pachyrhizie IN AREAS OF DIFFERENT SUCCESSIONS OF SOYBEAN

Karoline Barbosa Pontes¹
Higo Forlan Amaral²
Seiji Igarashi³

RESUMO

Fatores físicos, químicos e biológicos são analisados afim de que possam apontar a capacidade do ambiente em ter um bom desempenho de produtividade biológica, qualidade de planta e ambiental. A variação dos sistemas de cultivo empregados em áreas agrícolas, provocam mudanças nos aspectos físicos e químicos, afetando a composição biológica do solo. A ferrugem-asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) apresenta grandes prejuízos para a cultura, como medida de controle faz-se o monitoramento de doenças de parte aérea, esta técnica tem por objetivo manter a população dos organismos nocivos abaixo do limite de dano econômico. Mantendo assim a qualidade de produção. Com o objetivo de investigar as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, associado ao monitoramento da ferrugem-asiática da soja em áreas com diferentes sucessões cultura, foram realizados teste de penetrometria para análise física do solo, amostragem de solo para análise química do solo e a utilização do coletor SIGA, para o monitoramento de doenças de parte aérea. Para a análise microbiológica, foi utilizado o método de plaqueamento em gotas nos meios de cultura Martin e Ágar Nutriente. As análises foram realizadas em uma área no município de Rolândia –PR, subdividida em quatro talhões com diferentes sucessões de cultivo e uma área de cobertura florestal.

333

Palavras-chave: Qualidade do solo. Microbiologia do solo. *Phakopsora pachyrhizi*. Coletor SIGA.

ABSTRACT

Physical, chemical and biological factors are analyzed so that they can indicate the capacity of the environment to enable a good performance of biological productivity, plant and environmental quality. The variation of crop systems used in agricultural areas cause changes in physical and chemical aspects, affecting the biological composition of the soil. Because soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) causes great damage to the crop, monitoring of shoot diseases is performed as a control measure;

¹ Graduanda em Agronomia Centro Universitário Filadélfia, Londrina – Pr.

² Prof. Dr. graduação em Agronomia Centro Universitário Filadélfia, Londrina – Pr. E-mail: higo.amaral@unifil.br

³ Eng. Agrônomo, Doutor em Agronomia área de Fitossanidade, docente no curso de Agronomia na Universidade Estadual de Londrina, diretor da Siga Consultoria Agrícola – Londrina – Pr.

this technique aims to keep the population of harmful organisms below the limit where economic damage occurs. This way the quality of production is maintained. In order to investigate the physical, chemical and biological properties of the soil in conjunction with the monitoring of soybean rust in areas with different crop sequences, a penetrometry test was performed for the physical analysis of the soil, soil sampling for the chemical analysis of the soil and the SIGA collector was used for the monitoring of shoot diseases. For the microbiological analysis, the drop “Petri dishes” method was used with a culture medium of Martin and Agar. The analysis were carried out in the municipality of Rolândia-PR on a piece of land subdivided into four plots with different successions of cultivation, and on another piece of land with forest soil covering.

Keywords: Soil quality. Soil microbiology. *Phakopsora pachyrhizi*. SIGA collector.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Demandas por Associação de Indicadores Agrícolas e Ambientais

Não há dúvidas que a agricultura empregada até as últimas décadas ao redor do mundo, e não diferente, no Brasil, intensificou o uso desordenado dos recursos naturais, principalmente quanto ao solo e água. A organização global dos países tenta nos dias atuais reverter e mitigar os impactos gerados, como são as reuniões internacionais organizadas pela Organização das Nações Unidas (ONU).

Ações estão se desenrolando estão com ênfase os Sistemas de Produção de Alimento, Comércio, Balanço Nutricional, Emissão de Gases do Efeito Estufa, Uso e Ocupação de terra. Para a pesquisa deste capítulo, ressalta-se, os Indicadores Agrícolas e Ambientais que chama atenção para os Princípios-chave (FAO-ONU, 2011):

- Qualidade do solo para melhorar a nutrição vegetal;
- Diversificação cultural com associação, rotação e sequenciais de plantas;
- Uso de variedades (material genético) com alta produção e qualidade de sementes.
- Manejo integrado de pragas, doenças e plantas daninhas;
- Uso eficiente da água;

1.2 Qualidade do Solo

Qualidade de solo (QS) é definido por Doran e Parkin (1994) como “a capacidade de um solo funcionar dentro dos limites de um ecossistema natural ou manejado, para sustentar a produtividade de plantas e animais, manter ou aumentar a qualidade do ar e da água e promover a saúde das plantas, dos animais e dos homens”. Karlen et al. (1997) complementa que a QS está na capacidade de funcionamento deve ser avaliado com a aptidão do solo de produzir alimento, sem degradar o meio ambiente.

Nos dias atuais a produção de alimento ultrapassa apenas a quantificação de determinada cultura, e sim, ao todo de produção e qualidade do sistema produtivo em não desgastar e degradar o meio que está instalado. Interligando um sistema destinado a poupar recursos externos e internos da produção agrícola e que a médio e longo prazo, reflita em melhora na qualidade do solo e água, e também, da biota relacionada (AMARAL, et al., 2011).

Avaliações comparativas e das dinâmicas dos indicadores de QS são as duas principais abordagens empregadas para gestão de sistemas conservacionista de produção agrícola. Na abordagem comparativa, o desempenho de um sistema é determinado em relação aos outros dentro de um mesmo contexto de geofísico. Neste caso, os parâmetros bióticos (microbiológicos) e abióticos (químicos e físicos) de diferentes sistemas agrícolas são comparados ao mesmo “tempo”. Já pela abordagem dinâmica observar-se-ia estudar a magnitude dos parâmetros de solo ao longo do desenvolvimento dos sistemas agrícolas, sendo necessário acúmulo de informações ao longo do tempo (AMARAL, et al., 2011). Nestas duas perspectivas, o desafio é estabelecer os limites de críticos à ideais de QS, como descrito por Lopes et. al. (2013), reforçando que as informações biológicas do solo a campo são fundamentais para melhorar as estratégias de QS.

Definir indicadores de qualidade de solos e limites críticos para que haja um ecossistema equilibrado, são parâmetros efetivos para se monitorar impactos positivos e negativos de fenômenos naturais como a atividade agrícola (FIGUEIREDO, 2008; LOPES et al., 2013).

Uma das propriedades físicas de QS é a densidade de partículas, que altera a estrutura do solo, reduzindo os espaços macro e micro porosos, tendo por

consequência a compactação do solo, que interfere no bom desenvolvimento das plantas, sendo que para o desenvolvimento radicular, as plantas necessitam de 6% a 20% de macro poros (KLEIN, 2012). De acordo com Trindade et. al., (2011), a compactação, por diminuir o diâmetro dos poros do solo, modifica a retenção de água no solo, sendo uma das principais causas da degradação do solo em sistemas agrícolas, pelo tráfego de máquinas e pisoteio animal. Tal dano pode ser minimizado se a área tiver um acúmulo de matéria orgânica (MO) (STEFANOSKI et.al., 2013).

Os nutrientes disponíveis no solo também são utilizados para avaliar a QS, são importantes por descreverem as propriedades químicas ligadas a quantidade de nutrientes disponíveis, como é o caso, do nitrogênio (N), fósforo (P), e, também, como está a dinâmica dos elementos químicos, ligo aos valores de pH, saturação de bases (SB) e capacidade de troca catiônica (CTC). A capacidade química do solo é amplamente determinada pela constituição física desse solo. Os tipos de minerais no solo e a quantidade de matéria orgânica determinam o pH e a fertilidade do solo. Tipicamente, solos com pouca matéria orgânica e alto percentual de areia apresentam baixa fertilidade (STAMFORD et al., 2005).

336

Inter-relacionando todas as propriedades do solo, estão os microrganismos e suas funções biológicas neste ambiente. A quantificação da biomassa e a respiração microbiana do solo são os indicadores a mais tempo estudados, contudo, há outros indicadores, como a população de bactérias e fungos deste ambiente servindo com interface relevante quando se estuda a química e física do solo concomitantemente. Menezes et al. (2014), demonstraram que o tipo de uso da terra, avaliando diferentes tipos de cultura e cobertura vegetal, influencia a população e comunidade de fungos e bactérias do solo, principalmente, relacionado ao tipo de elemento químico do solo. Portanto, este tipo de estudo torna-se eficiente a medida que revela importantes inter-relações entre as propriedades que compõem a QS, e principalmente, fornecer informações para melhor a QS. Portanto, o solo é um ambiente complexo, sendo que estudos individuais de seus já não suprem as informações para tomada de decisões quanto ao manejo, fertilidade e nutrição de plantas, para aumentar sustentabilidade dos sistemas agrícolas.

1.3 Manejo Integrado para Sanidade Vegetal

Pela complexidade de um ambiente agrícola, reforçamos que abordagens isoladas não satisfazem as necessidades para alcançar a sustentabilidade. As mudanças e adaptações das técnicas e dos manejos agrícolas podem alterar todos os níveis de QS, entende-se que a incidência de doenças está relacionada a ambientes frágeis e susceptíveis (GHINI, 2005). Ambientes agrícolas com melhor sanidade às plantas, também, relaciona-se a melhor QS.

O Manejo Integrado de Doenças (MID) é a utilização de técnicas disponíveis em um programa de monitoramento que unifica de uma maneira que se mantenha a população de organismos nocivos abaixo do limite de dano econômico para minimizar os efeitos colaterais que danificam o ambiente (REIS et al., 2011). O uso de agrotóxicos, estando em parte ao manejo e controle de doenças de plantas, teve no último ano no Paraná percentual (%) no custo produtivo de $\approx 14\%$. As doenças são um dos principais fatores que limitam a produção das principais culturas, como soja, milho, trigo e feijão no Paraná.

Há cerca de 40 doenças que podem afetar esta cultura, sendo essas de diversas etiologias. Recentemente, a ferrugem-asiática, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizie*, assim como: a podridão de *Phytophthora*, tombamento de *Sclerotium* e entre outras, tem sido destacada pelos prejuízos causados, mas a importância econômica de cada doença depende da época, do ano, da região e do cultivar semeado (GODOY et al., 2009). Dependendo da condição vegetal a planta exerce tal influência devido à liberação de células mortas, mucilagens, exsudatos e outros compostos liberados pelas raízes. Assim, alterações na planta, como, por exemplo, no metabolismo de nutrientes, podem surtir efeito direto na microbiota da rizosfera, como estímulo ou inibição de microrganismos promotores de crescimento ou fitopatógenos (GHINI, 2005; VAN DER PUTTEN, 2012; STEFANOSKI et al., 2013).

O monitoramento de doenças é fundamental para atingir sustentabilidade dos sistemas agrícolas. Diretamente os pontos estariam na redução do uso de agrotóxicos, no aumento da viabilidade dos fungicidas, no manejo eficiente de doenças, e, de outras, indiretamente, a menor poluição do solo e água, a menor contaminação dos alimentos. Portanto, justifica-se a importância de estudos que possam integrar diversas dos sistemas agrícolas para melhorar as técnicas

conservacionistas dos sistemas agrícolas, tanto para o solo quanto para o manejo fitossanitário.

A QS pode favorecer a diminuição da incidência de doenças, aumentando o nível de supressividade dos solos. Segundo Bettiol e Ghini (2005) supressividade de solo em curto prazo pode ser resultado de alterações em práticas agrícolas, como fertilização, correção de acidez, cultivo mínimo, monocultura, incorporação de matéria orgânica e introdução de antagonistas, podendo desaparecer rapidamente com novas alterações.

Lourenço Junior, Balan e Igarashi (2014) comprovam que o monitoramento de doenças fúngicas na cultura da soja em relação as condições climáticas foram cruciais para o adequado manejo da doença e aumento de produtividade. Tal evidência reforça a necessidade de adoção de técnicas de monitoramento de doenças. O controle químico sem dúvida é uma das alternativas mais eficientes para o controle de doenças, contudo, o uso desordenado (e desorientado) pelos agricultores diminui a sustentabilidade das áreas agrícola e ao entorno. Como descrito em recente publicação da FAO-ONU (2011) o manejo integrado de doenças (MID) é, entre outras, a forma de determinar a situação de contingência da doença para aplicação as formas de controle.

338

Este texto foi descrito como estudo experimental para averiguar a QS (físicas, químicas e microbiológicas) e sua associação com monitoramento da ferrugem-asiática (*Phakopsora pachyrhizie*) em áreas agrícolas com diferentes sucessões cultura da soja, localizada no município de Rolândia no Paraná.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A área utilizada localiza-se no município de Rolândia – PR, com as coordenadas: 23°19'12.4"S e 51°18'27.8"W, classe do solo Latossolo vermelho distroférico.

2.1 Descrição da área

A área de estudo abrangeu 77 hectares (ha) onde houve o plantio de soja cultivar V-Top RR da Syngenta® semeada na 1ª quinzena de outubro de 2015. O

espaçamento do plantio de soja foi de 53 cm que se definiu uma população de 11 plantas por metro (Figura 1).

Figura 1 - Foto aérea da propriedade de estudo e suas subdivisões (talhões) apresentando a distribuição espacial e proporção de tamanho, no município de Rolândia – Pr



339

Área subdividida em talhões, sendo 4 áreas agricultáveis, com diferentes sucessões de cultivo antes da soja e uma área com cobertura de Floresta (tropical semidecidual) que possui área de 3 hectares.

Os talhões possuem as seguintes sucessões de cultivo à soja e área, respectivamente:

- Talhão 1 (M-S1): sucessão Milho-Soja em 26 hectares.
- Talhão 2 (M-S2): sucessão Milho-Soja em 25 hectares.
- Talhão 3 (T-S): sucessão Trigo-Soja em 10 hectares.
- Talhão 4 (F-T-S): sucessão Feijão-Trigo-Soja em 16 hectares.

2.2 Amostragem e delineamento

Definiu-se o padrão de amostragem estratificada definindo cada estrato (talhões área homogêneas) pelas subáreas descritas anteriormente, representadas na Figura 1 (MORETIN, 2010). Segundo Filizola, Gomes, Souza (2006) em cada estrato traçou-se uma linha diagonal com maior distância e amostrou-se seis pontos em zig-zag. Cada ponto de amostragem foi composto por três subamostras que formaram uma amostra composta. Estes pontos foram georreferenciados para que pudessem ser amostrados ao longo do tempo.

As amostras foram retiradas com trado rosca holandês na profundidade de 0 – 10 cm (camada arável), foram identificadas e acondicionadas em sacos plásticos transportadas em caixa térmica, parte encaminhadas para análise química (comercial) e parte armazenadas em refrigerador ($\approx 5^{\circ}\text{C}$) até o processamento das análises microbiológicas.

340

2.3 Análises químicas do solo

As análises físico-química do solo foram feitas Laborsolo (2016), sendo, os procedimentos sequencialmente foram:

Preparação e moagem da amostra para uniformização da granulometria a 2 mm. Cada amostra foi acondicionadas para agitação e extração dos elementos. Adicionou-se os diferentes extratores para as diversas determinações, através de mesa de extração em fluxo. As amostras foram a agitadores orbitais onde sofrem o processo de agitação a 230 rpm em tempos variados conforme o elemento a ser determinado.

Após a agitação e decantação, alíquotas são retiradas para as devidas diluições e adição de reagentes para as diversas determinações a serem realizadas nas amostras. Após as devidas diluições e adição de reagentes as amostras são levadas aos diferentes equipamentos para as devidas determinações e leituras dos resultados.

Para a determinação de fósforo (P) por espectrofotometria em amostrado automático totalmente digital (sem interferência do operador). Pelo mesmo sistema descrito acima são determinados também o Fósforo remanescente (Prem), o Alumínio

(Al), o Enxofre (S), o Boro (B) e a Matéria orgânica (MO). Já o Cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K), os micronutrientes: cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) foram determinados por Espectrofotometria de Absorção Atômica.

O pH e pH em SMP são determinados diretamente nas bandejas onde foram agitados, pois a determinação deve ser feita no sobrenadante sem diluições ou adições de reagentes.

2.4 Análises Microbiológicas de Solo

As análises microbiológicas foram realizadas no laboratório de microbiologia da UNIFIL- Campus Palhano. As amostras coletadas no campo foram acondicionadas em freezer até o processamento. Antes de cada análise microbiana as amostras foram deixadas em temperatura ambiente, e na sequência peneiradas em malhas de 2 mm.

A metodologia seguida foi por diluição seriada do solo com amostra inicial de 90 mL de solução salina a 0,85% com 10 g de solo previamente descongelado em temperatura ambiente (DIONISIO et al., 2016). Em seguida foi agitado em mesa agitadora com 130 rpm por 30 minutos. Após formada a solução do solo, em câmara de fluxo contínuo, com o auxílio de uma micropipeta uma alíquota de 1 mL foi transferida à um tubo de ensaio contendo 9 mL de solução salina e foi agitado em vortex. Em seguida foi realizada diluição seriada em 7 vezes (DIONISIO et al., 2016).

De cada tubo diluído coletou-se 0,1 ml de inóculo que foi transferido para placas de petri contendo os meios de cultura, onde foram espalhados para a superfície da placa com o auxílio de uma alça de Drigalsky esterilizada. As placas foram encubadas em B.O.D. durante 7 dias, para o desenvolvimento dos microrganismos (DIONISIO et al., 2016). Para a contagem dos microrganismos foram realizados o método de semeadura em superfície nos meios de cultura de Martin, para contagem de unidades formadora de colônia de fungos, e no meio Ágar Nutriente, para contagem de unidades formadora de colônia de bactérias.

Para a caracterização morfológica das bactérias, utilizou-se os critérios de forma, elevação, bordos, estrutura, brilho e cor, para fins de diversidades morfológicas desses microrganismos entre as áreas estudadas (NEDER, 1992).

Para identificação dos fungos foram feitas lâminas com as estruturas de hifas e conídios e identificadas segundo o livro “Fungos Fitopatogênicos” (MENEZES; OLIVEIRA, 1993).

2.5 Análise física do solo

Compactação é um atributo físico do solo que tem por consequência de seu impacto a resistência à penetração, que é investigada através da penetrometria. Um método indireto é o índice de cone, que mede a resistência que o solo exerce em relação à penetração de uma ponta cônica. Para realizar a penetração, o equipamento utilizado é o Penetrômetro (MOLIN et al., 2012).

Neste experimento, foi utilizado o penetrômetro de impacto que é constituído de uma haste com um cone na extremidade inferior, na parte superior possui um peso de curso constante para promover a penetração da haste no solo por consequência dos impactos. Ao lado da haste tem uma régua graduada em milímetros que possibilita a leitura da penetração (KAMAQ, 2016).

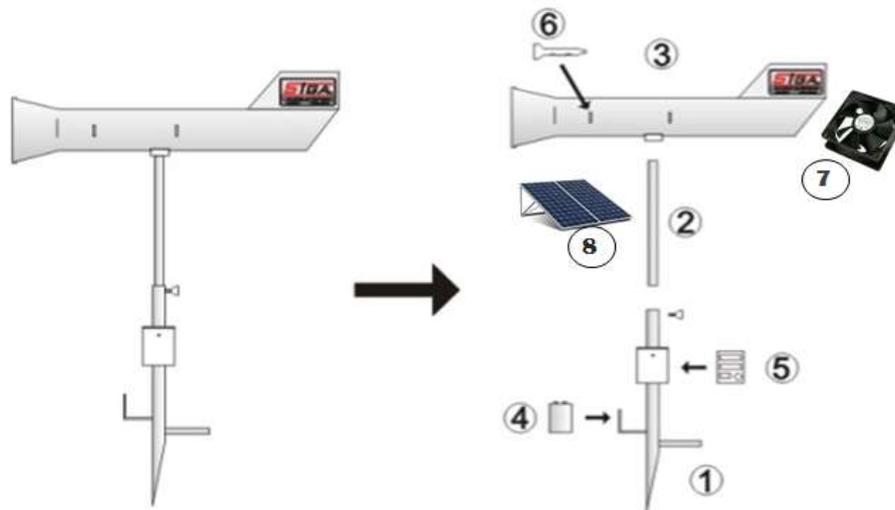
A análise com o penetrômetro foi realizada no mesmo ponto de coleta de solo.

2.6 Monitoramento de doenças da parte aérea

Para o monitoramento dos fungos causadores de doenças da soja foi utilizado o coletor de esporos SIGA (IGARASHI, W.T. et al., 2014; IGARASHI; BALAN, 2004), o qual foi desenvolvido pelo professor Seiji Igarashi. Este equipamento possibilita a detecção dos esporos fúngicos antes que a doença se manifeste nas plantas.

O equipamento é feito com um tubo plástico de PVC e estrutura de base com aço inox, o qual acompanha a direção do vento, já que os fungos são disseminados pelo vento. Para ajudar na sucção dos esporos, o equipamento possui um cooler movido por uma placa solar. Dentro do equipamento é instalada uma lâmina de microscopia com fita adesiva dupla face, onde os esporos ficam aderidos. Esta lâmina é coletada duas vezes por semana e levada até um laboratório, onde os fungos são identificados e quantificados em um microscópio óptico comum.

Figura 2 - Esquema do coletor de esporos SIGA. 1 - Base do coletor; 2 - haste de sustentação; 3 - coletor de esporos; 4 - bateria; 5 - termo higrômetro; 6 - suporte de lâminas; 7 - cooler; 8 - placa solar.



Quando são detectados fungos fitopatogênicos, associa-se a favorabilidade meteorológica e a previsão do tempo para a definição da aplicação de fungicidas. Dessa forma, serão evitadas aplicações desnecessárias de produtos que podem prejudicar a cultura e conseqüentemente ter desvantagens econômicas na produção da lavoura.

343

2.7 Análises Estatísticas

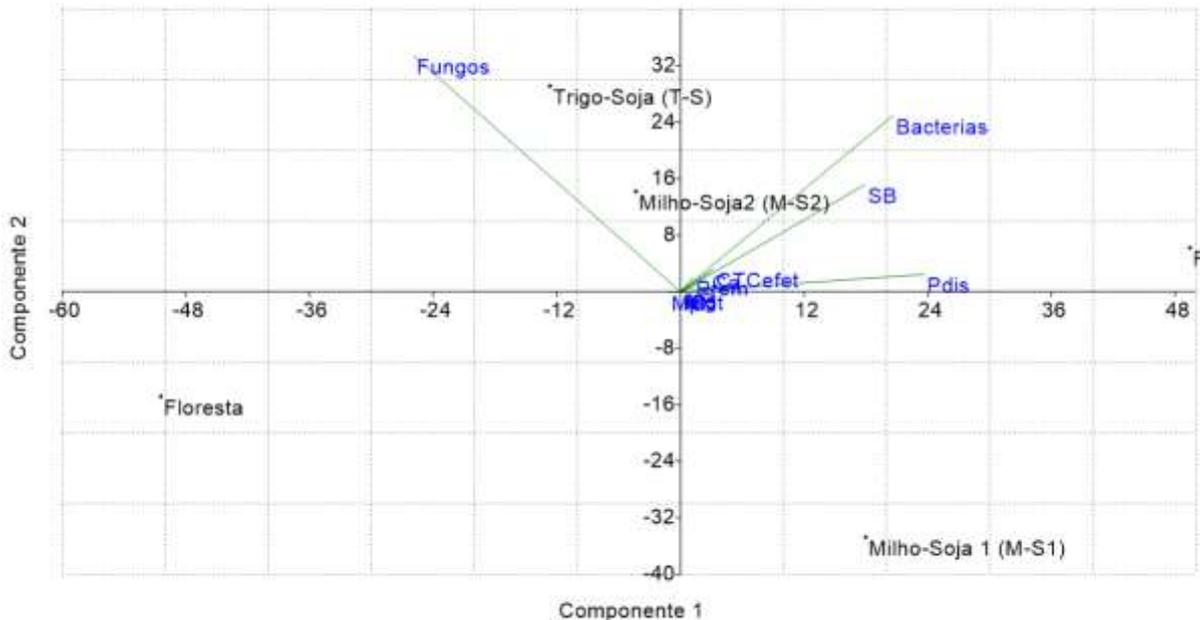
Os dados foram tabulados em planilhas de Excel, as médias foram submetidas ao teste de Friedman (5%) e teste de agrupamento realizados pelo estatístico ASSISTAT versão beta 7.7 (SILVA; AZEVEDO, 2002), BioEstat (AYRES, AYRES JUNIOR; SANTOS, 2007) e Past versão 2.16 (HAMER et al., 2001).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando a correlação e discriminação das áreas estudadas (representadas na figura 3. Pode-se definir um padrão discriminatórios demonstrando que no quadrante I o talhão que se posicionou foi o 4 com Feijão-Trigo-Soja (F-T-S) que

também incidiu as variáveis de maior relevância: bactérias, soma de base (SB) e fósforo disponível (Pdis) (Figura 3).

Figura 3 - Análise discriminante e de Componentes Principais referentes às variáveis químicas e microbiológicas de Latossolo Vermelho distroférico em diferentes culturas de grãos precedentes ao cultivo de soja.



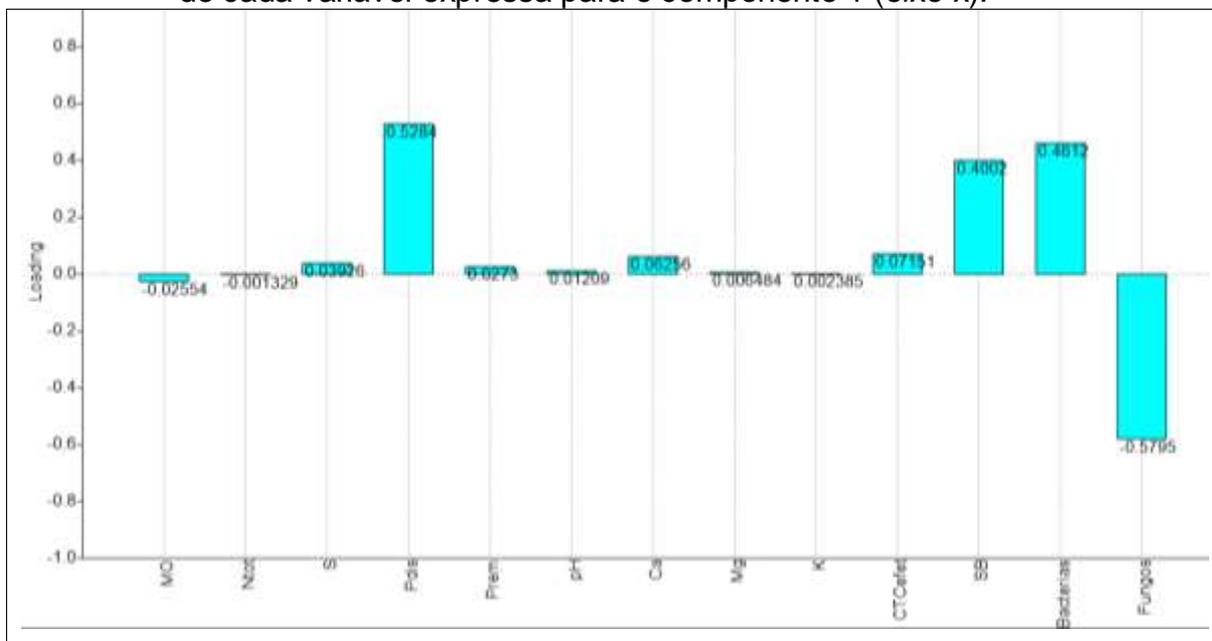
Nos quadrantes II e III não se observou nenhuma variável com relevância, sendo que se detectou o posicionamento dos talhões Milho-Soja 1 (M-S1) e Floresta, respectivamente (Figura 3). No IV quadrante, pode observar o posicionamento dos talhões Trigo-Soja (T-S) e Milho-Soja 2 (M-S2), neste agrupamento foi significativo a quantificação de fungos.

Este tipo de análise permite identificar as semelhanças e/ou diferenças entre os talhões e área de floresta e as variáveis de maior relevância para tais agrupamentos em quadrantes. Fato relevante de descrever foi que boa parte das variáveis químicas não puderam ser observadas com tão detalhamento na Figura 1.

Em termos de relevância de cada variável, contabilizando o todo destas propriedades, foi possível quantificar que no componente 1 (eixo-x) 0,52 para Pdis, 0,40 para soma de bases (SB), 0,46 para bactérias e, negativamente, - 0,57 para fungos (Quadro 1). Da mesma forma, só que para o componente 2 (eixo-y)

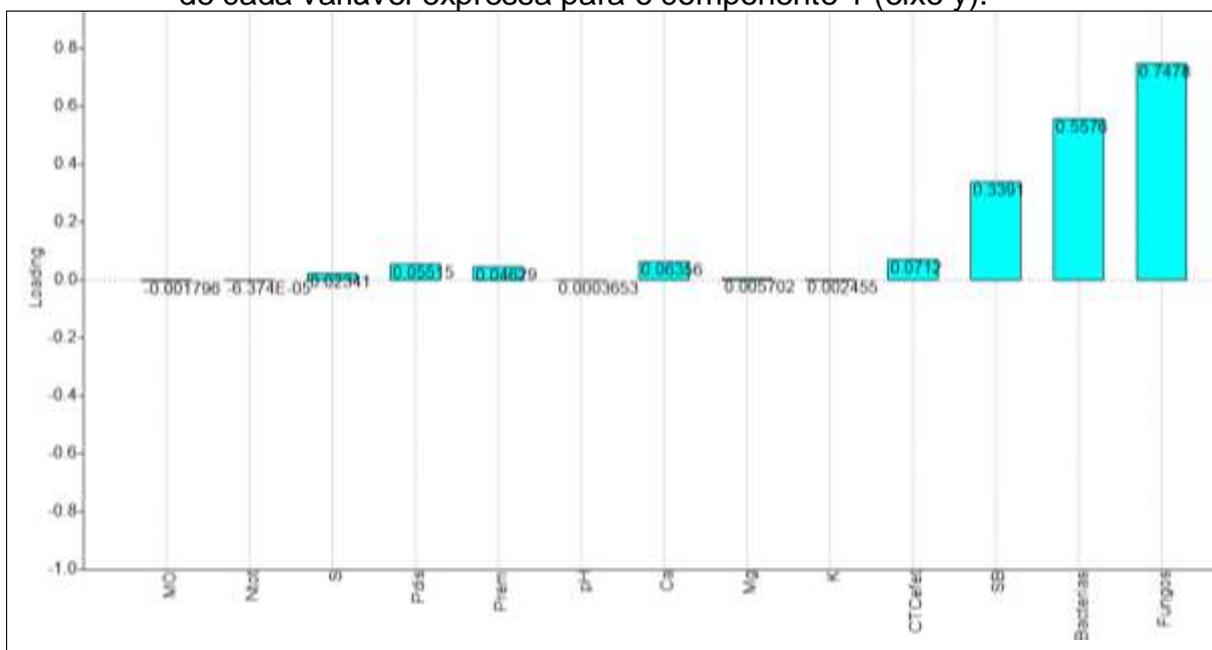
quantificaram-se, a CTCefet com 0,071, SB com 0,33, bactérias 0,55 e fungos 0,74 (Quadro 2).

Quadro 1 - Análise de Componentes Principais, demonstrando o valor proporcional de cada variável expressa para o componente 1 (eixo x).



345

Quadro 2 - Análise de Componentes Principais, demonstrando o valor proporcional de cada variável expressa para o componente 1 (eixo y).



Para haver melhor detalhamento das quantificações das variáveis (propriedades) químicas e microbiológicas do solo entre as áreas estudadas, optou por análise de separação pelo teste de Friedman, sendo apresentadas na tabela 1.

Tabela 1 - Variáveis químicas de Latossolo Vermelho distroférico em diferentes culturas de grãos precedentes ao cultivo de soja em propriedade rural no município de Rolândia - Pr.

Tratamentos	MO	N _{tot}	S	P _{dis}	P _{rem}	pH	Ca	Mg	K	CTC efetiva	SB
	--- g.dm ⁻³ --		mg.dm ⁻³	cmolc.dm ⁻³		(CaCl ₂)	-----	cmolc.dm ⁻³	-----		
Floresta	22,31 ^{*b}	1,12 ^b	23,2 ^b	3,19 ^c	11,2 ^b	4,21 ^a	2,87 ^c	1,15 ^a	0,31 ^c	4,33 ^c	34,28 ^b
Milho-Soja1 (M-S1)	24,65 ^b	1,23 ^b	19,9 ^c	30,5 ^b	10,04 ^b	4,97 ^a	6,7 ^b	1,39 ^a	0,57 ^b	8,66 ^b	62,69 ^a
Milho-Soja2 (M-S2)	35,13 ^a	1,76 ^a	17,7 ^c	27,6 ^b	10,03 ^b	5,28 ^a	8,43 ^a	1,40 ^a	0,54 ^b	10,3 ^a	72,59 ^a
Trigo-Soja (T-S)	19,4 ^b	0,97 ^b	22,9 ^b	17,0 ^b	13,54 ^a	4,37 ^a	8,61 ^a	1,64 ^a	0,66 ^a	10,9 ^a	68,87 ^a
Feijão-Trigo-Soja (F-T-S)	18,99 ^c	0,95 ^b	28,2 ^a	57,6 ^a	15,15 ^a	5,41 ^a	10,38 ^a	1,93 ^a	0,59 ^b	12,9 ^a	80,59 ^a
(CV%)	12,1	8,9	15,8	26,3	10,5	5,3	8,7	4,5	3,2	6,1	18,4

346

*Médias de quatro amostras compostas de solo. Letras iguais as médias não diferem pelo teste de Friedman em 5% de probabilidade. Sendo os elementos e seus extratores foram: matéria orgânica (MO) e potássio (K) em Walkley – Black, fósforo disponível (P) Mehlich-1, cálcio (Ca) e magnésio (Mg) KCl 1M, CTC efetiva = capacidade de troca catiônica efetiva e SB = soma de bases, nas quais foram baseadas nos seguintes extratores e/ou substratos químicos, respectivamente: ¹Mehlich-1, ²Walkley – Black, ³CaCl₂ 0,01M e ⁴KCl 1M.

Sob cobertura de floresta apresentaram valores relativamente altos de matéria orgânica (MO) e nitrogênio total (N_{tot}). Dos talhões o que apresentou maior médias destes elementos foi talhão 2 (M-S 2) em média 35 g.dm⁻³ e 1,76 respectivamente (Tabela 1). Referente ao elemento enxofre (S), o talhão 4 F-T-S apresentou a maior média sendo 28,2 g.dm⁻³ e a menor média foi observada nos solos do talhão 2 (M-S 2) com 17,7 g.dm⁻³ (Tabela 1).

Analisando o elemento fósforo (P), observou-se diferença entre as duas formas deste elemento presente no solo, sendo o fósforo disponível (P_{dis}) e o fósforo remanescente (P_{rem}), que quando comparados os valores entre os talhões, a maior média foi do talhão 4 (F-T-S) com 57,6 cmolc.dm⁻³ de P disponível e a menor média observada deste parâmetro químico foi a área de floresta com 3,19 cmolc.dm⁻³. Para o P rem., a maior média foi do talhão 4 (F-T-S) apresentando 15,15 cmolc.dm⁻³ e a menor média foi do talhão 2 (M-S 2) com 10,03 cmolc.dm⁻³ (Tabela 1).

Para o pH em CaCl_2 , a maior média foi do talhão 4 (F-T-S) com 5,41 e a menor média foi representada pela área de floresta com 4,21 (Tabela 1). Para os valores de cálcio (Ca) a maior média foi do talhão 4 (F-T-S) e a menor foi da área de floresta, sendo $10,35 \text{ cmolc.dm}^{-3}$ e $2,87 \text{ cmolc.dm}^{-3}$, respectivamente (Tabela 1). A área que apresentou a maior média de magnésio (Mg^{4+}) foi o talhão 4 (F-T-S) com $1,93 \text{ cmolc.dm}^{-3}$, já a menor média foi da área de floresta com $1,15 \text{ cmolc.dm}^{-3}$ (Tabela 1). Já para o potássio (K^1) a maior média foi representada pelo talhão 3 (T-S) e a menor pela área de floresta, com os respectivos valores $0,66 \text{ cmolc.dm}^{-3}$ e $0,31 \text{ cmolc.dm}^{-3}$ (Tabela 1).

Dos valores médios de Capacidade de Troca Catiônica efetiva (CTC efetiva) e Saturação de Base (SB) demonstraram padrão semelhante, sendo que as maiores médias foram observadas no solo do talhão 4 (F-T-S) e as menores médias foram nos solos sob cobertura florestal. Para a CTC efetiva a maior média foi representada por $12,9 \text{ cmolc.dm}^{-3}$ e a menor foi $4,33 \text{ cmolc.dm}^{-3}$. A SB maior foi $80,59 \text{ cmolc.dm}^{-3}$ e a menor foi $34,28 \text{ cmolc.dm}^{-3}$. O talhão número 4 apresentou as maiores médias deste elemento. Em relação aos valores de Mg, não houve significativa diferença entre as áreas avaliadas. Este padrão foi correspondente ao K que também apresentou poucas diferenças entre as áreas (Tabela 1).

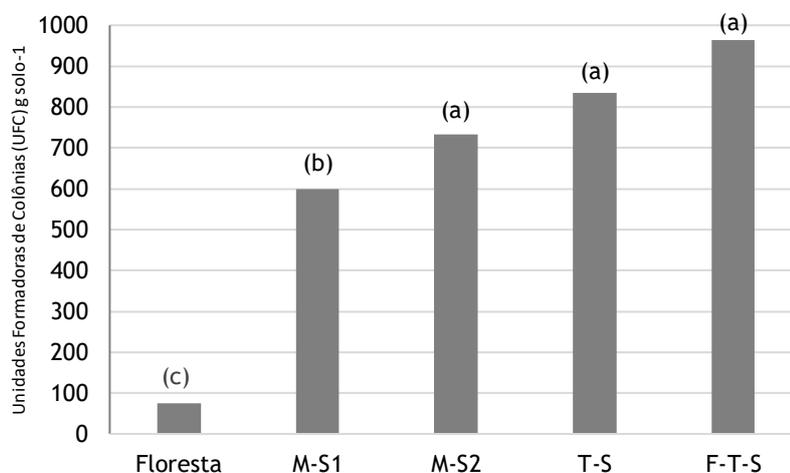
Segundo Caetano et al. (2013), também estudando propriedades químicas de Latossolo Vermelho em diferentes sistemas de cultivos, porém em aspectos de manejo do solo (plantio direto, pastagem e cerrado) demonstraram que as áreas com cobertura nativa apresentam aspectos bem distintos de características químicas quando comparados a solos agrícolas. De todos os atributos a CTC indica a capacidade relativa do solo em reter cátions adicionados por fertilizantes, normalmente solos com alta CTC apresentam também, elevada capacidade de retenção de água, foi observado que este índice foi maior em sistemas M-S2, T-S, e, principalmente F-T-S. Segundo Ronquin (2010), se a CTC do solo está ocupada por cátions essenciais como Ca, Mg e K, pode-se considerar este um solo bom para a nutrição das plantas. Em compensação, se grande parte da CTC estiver ocupada por cátions potencialmente tóxicos como H^+ e Al este será um solo pobre.

Outro parâmetro do solo amplamente estudado e com alta relação a qualidade dos solos são os teores de MO. Foi citado por Vezzani e Mielniczuk (2009) em revisão sobre os índices de qualidade do solo que este atributo é um dos mais significativas

por demonstrar três pontos diretamente ligados: habilidade de regular e compartimentalizar o fluxo de elementos químicos, manter um habitat biológico adequado, e responder ao manejo cultural. Neste sentido, notou-se que a cultura do milho, no talhão M-S2 favoreceu a maior quantidade de MO, que contrapor-se aos valores de CTCefetiva.

Quando se observaram os resultados de quantificação de fungos e bactérias pode-se notar que, em relação às áreas agrícolas, o solo sob floresta possui maior média de Unidade Formadora de Colônia (UFC) de fungos, sendo o talhão F-T-S o que apresentou maiores médias de UFC de fungos (Figura 4). Em todas os talhões foram identificados nas amostras de solo os fungos do gênero *Fusarium*, *Aspergillum* e *Pythium*. O gênero *Rhizoctonia* foi apenas identificado no talhão F-T-S.

Figura 4 - Quantificação de fungos (UFC.g solo⁻¹) Latossolo Vermelho distroférico em diferentes culturas de grãos precedentes ao cultivo de soja em propriedade rural no município de Rolândia - Pr. Letras iguais as médias não diferem pelo teste Friedman (5%).



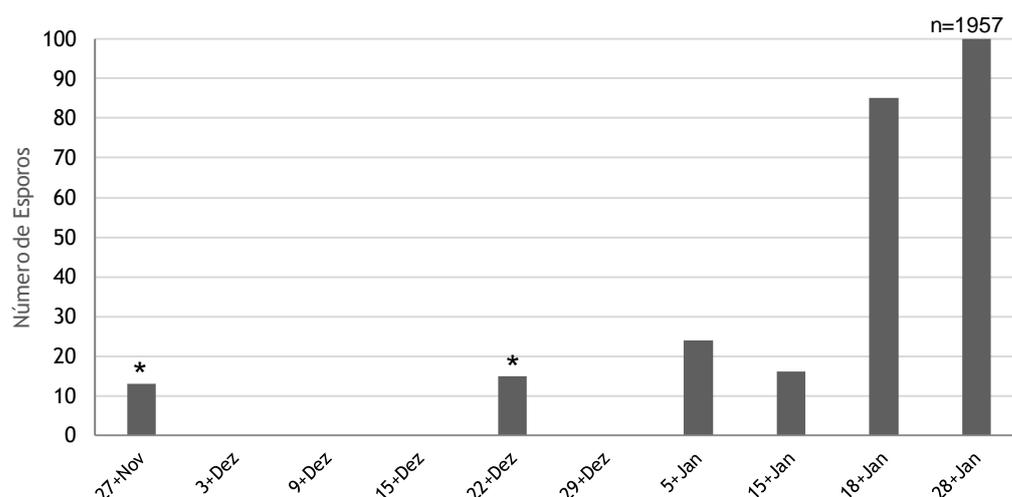
São poucos os estudos que correlacionam a diversidade de fungos do solo e as culturas. Segundo Michereff, Andrade e Peruch (2005) discorrendo sobre inóculo de patógenos radiculares observaram que o gênero *Fusarium* spp. são os mais recorrentes em solos cultivado com soja, gênero, encontrado nas áreas estudadas, que pode atingir 650 UFC. g solo⁻¹. De toda a população de fungos, quantificados por meio de Martin na metodologia descrita por Dionísio et al. (2016) chegou-se a observar 980 UFC. g solo⁻¹, contudo, esta metodologia pode “cultivar” fungos não patogênicos que são microrganismos benéficos ou apenas de vida livre no solo. Embora a relação

entre inóculo e desenvolvimento de doença seja um tema pacífico em epidemiologia de doenças da parte aérea de plantas, é motivo de grande controvérsia quando se trata de doenças radiculares, principalmente devido às diferentes interpretações dos conceitos relacionados ao inóculo (MICHEREFF, ANDRADE, PERUCH; 2005). Segundo Bruehl (1987) *apud* Michereff, Andrade e Peruch (2005), fungistase refere-se às propriedades de natureza biótica e/ou abiótica de solos naturais que inibem a germinação de propágulos germináveis dentro ou em contato com o solo, uma das perspectivas para atingir efetivamente este “conceito” nos solos e a rotação de cultura, como caracterizada neste estudo, pois as formas de fertilização para cada cultura pode e o tipo de matéria orgânica pode alterar o potencial de inóculo de fungos do solo.

Quando se observou o monitoramento de fungos da parte aérea, o monitoramento iniciou-se após 63 dias da semeadura da soja, 8 dias após a instalação do coletor, quando a soja estava no estágio reprodutivo R2/R3, foram encontrados 13 esporos de ferrugem asiática dos quais 6 germinaram após incubação. Após 5 dias da contagem e identificação dos esporos, foi realizada aplicação de fungicida mesostêmico e sistêmico dos grupos estrobirulina e triazolinthione (FOX) (Figura 5).

349

Figura 5 - Número de esporos de Ferrugem Asiática no monitoramento ao longo do tempo nas áreas de produção de grãos precedente a cultura da soja, no município de Rolândia – Pr.

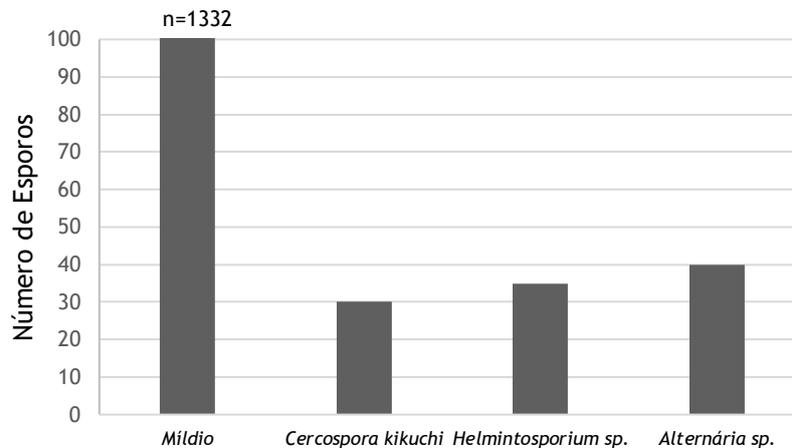


Quando a cultura estava no estágio R5.3 foram encontrados 15 esporos de ferrugem, dentre estes apenas 1 estava germinando. 11 dias após a identificação

desses esporos foi realizada aplicação de fungicida sistêmico e de contato a base de estrobirulina, pirazol e carboxamida (ELATUS).

Ao final do monitoramento e colheita da soja foram encontrados 1957 esporos de ferrugem, porém não apresentaram viabilidade de infecção e danos para a cultura (Figura 6).

Figura 6 - Número de esporos de outros fungos no monitoramento ao longo do tempo nas áreas de produção de grãos precedente a cultura da soja, no município de Rolândia – Pr.

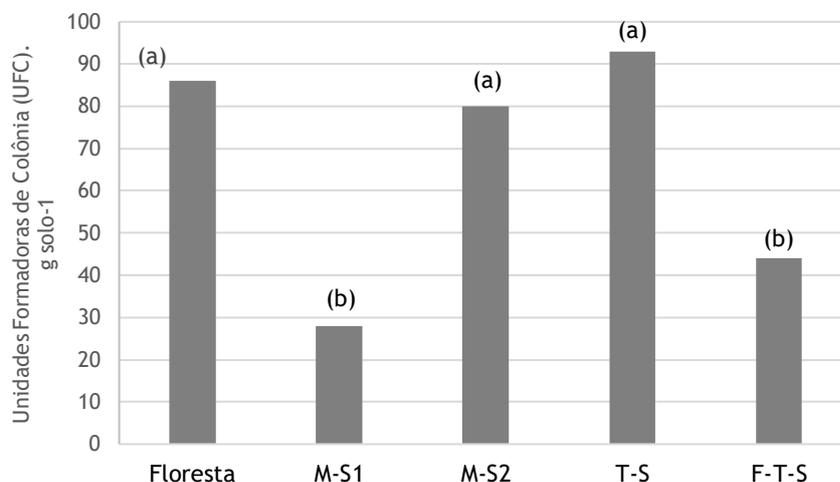


350

Durante o monitoramento via coletor SIGA, observou-se a presença de outras espécies de fungos como, Míldio (*Peronospora sp.*), Mancha purpura (*Cercospora kikuchii*), *Helminthosporium sp.* e *Alternaria sp.* (Figura 6).

A área de floresta apresentou maiores médias de UFC de bactérias em relação aos talhões 1 (M-S1), 2 (M-S2) e 4 (F-T-S). O talhão 3 (T-S) se destacou em médias de UFC de bactérias, apresentando maior quantidade (Figura 7).

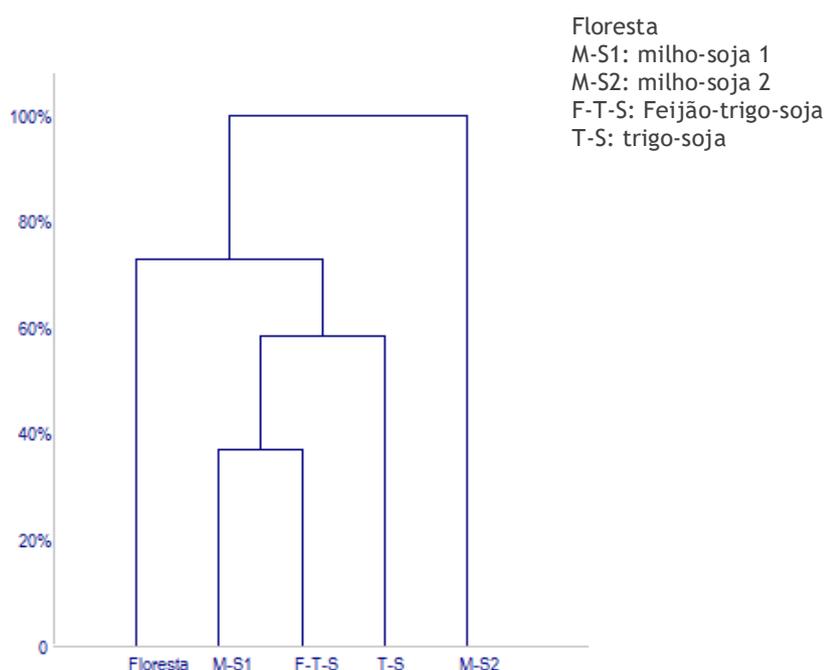
Figura 7 - Quantificação de bactérias (UFC.g solo⁻¹) Latossolo vermelho distroférico em diferentes culturas de grãos precedentes ao cultivo de soja em propriedade rural no município de Rolândia - Pr.



Segundo os dados morfológicos de bactérias formaram dois “grandes” grupos na base do agrupamento: 1 com Floresta, M-S1, F-T-S e T-S e 1 com M-S2 (Figura 8).

351

Figura 8 - Dendograma de característica morfológicas de bactérias de Latossolo Vermelho distroférico em diferentes culturas de grãos precedentes ao cultivo de soja em propriedade rural no município de Rolândia - Pr.



As bactérias do solo constituem um grupo microbiano de relevância de processos benéficos do solo tais como: decomposição e síntese da matéria orgânica, mineralização e imobilização de nutrientes, nitrificação e desnitrificação, redução e oxidação de elementos minerais e entre outros (STAMFORD et al., 2005).

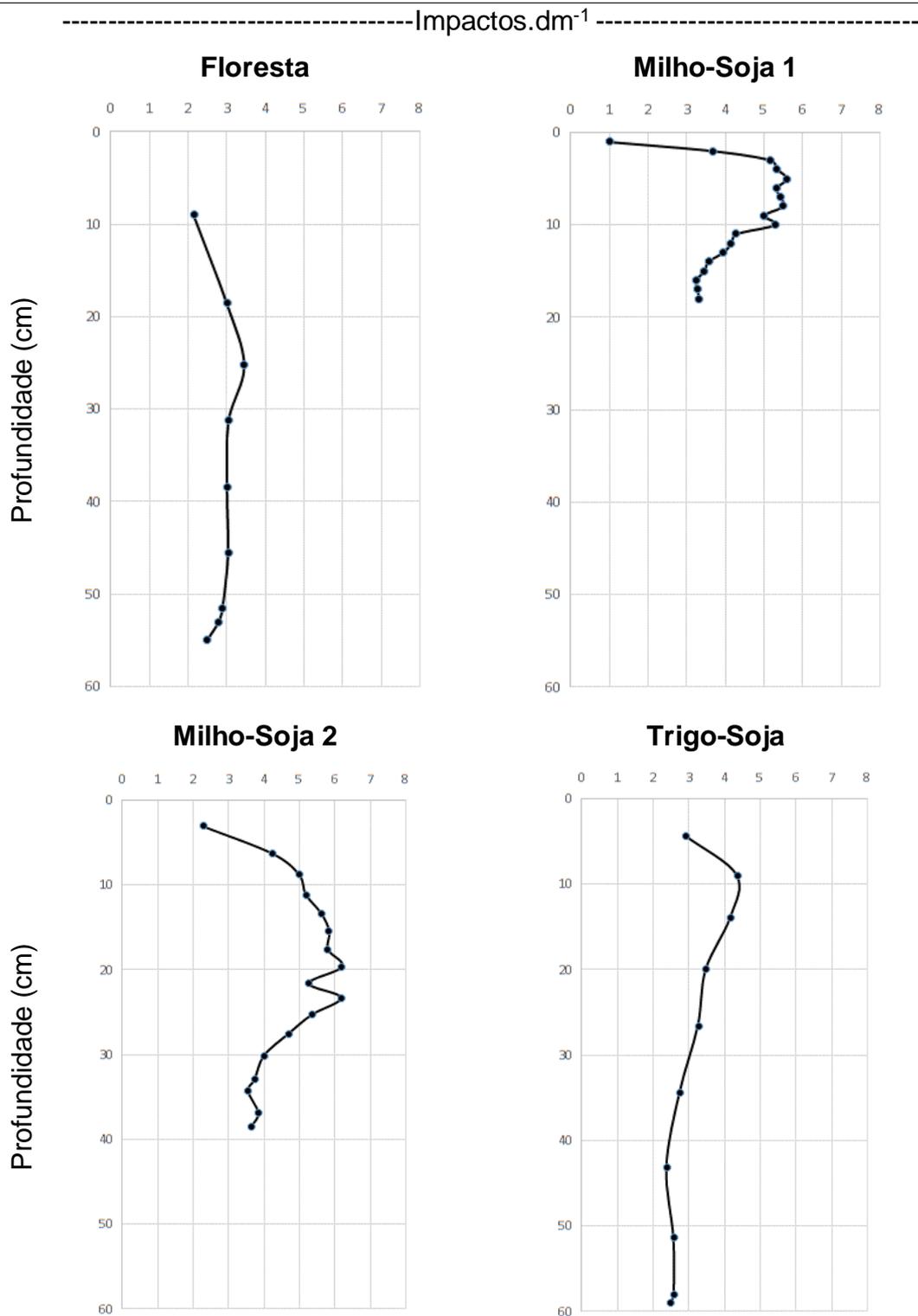
Os talhões M-S1 e F-T-S são similares em $\approx 60\%$ e próximo ($\approx 40\%$) do talhão T-S. Por estes parâmetros morfológicos foi possível verificar que as bactérias do solo em M-S2 foram diferentes dos talhões com outras sucessões de cultivos e floresta. Estes resultados indicam relevantemente que a sucessão de cultura pode interferir na diversidade microbiana do solo.

Comparando as análises físicas do solo, medindo a resistência a penetração, observou-se que as áreas de M-S1 e M-S2 apresentaram maior resistência à penetração que os talhões T-S e F-T-S, já a área sob solo florestal apresentou a menor resistência a penetração (Tabela 2).

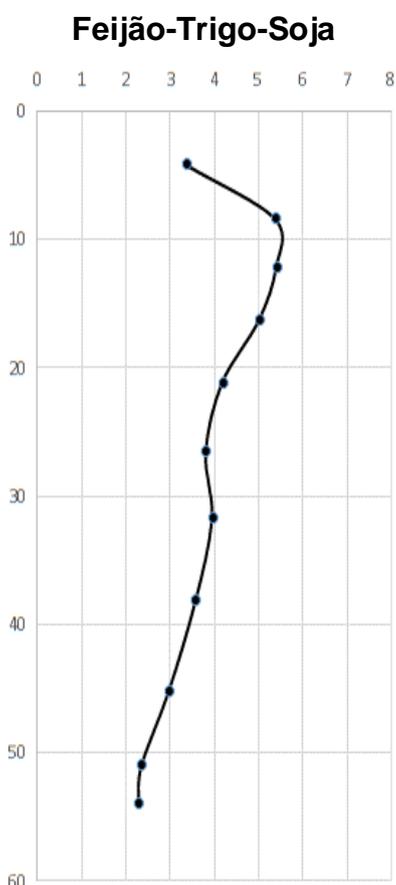
A alteração de qualquer característica do solo (física, química ou biológica) implica em alterações nas demais, no entanto, as interações do solo dificultam as interpretações dos estudos ecológicos, limitam as extrapolações dos resultados em condições controladas (meio de cultura em placa de Petri) e as predições do comportamento da microbiota ou microrganismos específicos nativos ou introduzidos no solo.

A figura 9 descreve a relação de penetrometria (Impactos.dm^{-1} vs profundidade) das diferentes culturas precedentes à soja.

Figura 9 - Representação gráfica de “penetrometria” (impactos.dm⁻¹ vs. profundidade) em Latossolo Vermelho distroférico em diferentes culturas de grãos precedentes ao cultivo de soja em propriedade rural no município de Rolândia - Pr.



----- Impactos.dm⁻¹ -----



Pela análise de parâmetro físico de solo foi possível observar que as áreas com cultivo de Milho (M-S1 e M-S2) apresentou maior resistência ao impacto vs. profundidade comparando às demais áreas/cultivos. A área de M-S1 apresentou resistência até 19,8 cm, por outro lado, a área cultivada com Trigo (T-S) apresentou resistência até 58,9 cm (Figura 9).

Os indicadores físicos estão relacionados ao arranjo das partículas e do espaço poroso do solo, incluindo densidade, porosidade, estabilidade de agregados, textura, encrostamento superficial, compactação, condutividade hidráulica e capacidade de armazenagem de água disponível (GOMES, 2016). Segundo Silva e Rosolem (2002) há interação entre a espécie de cobertura com a densidade do solo na produção de matéria seca de raízes de soja. No trabalho os autores evidenciam que aveia-preta e milheto foram as principais culturas que favoreceram o desenvolvimento da cultura da soja.

Considerando que a determinação da resistência do solo à penetração é uma estratégia útil para avaliar a limitação do sistema radicular, evidencia-se, nas condições estudadas, que as culturas de trigo (T-S) e feijão – trigo (F-T-S) beneficiaram a qualidade física do solo. O cultivo de Milho precedente a soja (M-S1 e M-S2), por este indicador, não beneficiou a qualidade do solo como visto nas demais áreas.

Importante ressaltar que a área M-S1 apresentou, no ano do estudo, considerável erosão superficial do solo, que foi verificado pelo nível de resistência descrito na Figura 9.

Com este experimento foi possível apontar que a resistência a penetração em áreas agrícolas, decorrente do manejo deficiente, uso intensivo de maquinários de grande porte, a prática de monocultura, e erosão, em função da falta de curva de nível, interfere diretamente na sobrevivência de microrganismos e disponibilidade de nutrientes no solo.

A caracterização ampla dos fatores edáficos e culturais dos sistemas de cultivos, podem refinar a busca por descrição dos conceitos conservacionistas para agricultura moderna (contemporânea). O hospedeiro, o patógeno e o meio ambiente (triângulo que determina o surgimento das epidemias de doenças em plantas) podem ser afetados direta ou indiretamente pelos nutrientes. Tem-se verificado que alguns nutrientes aumentam a severidade de determinadas doenças, enquanto outros reduzem a severidade. É importante salientar que o efeito da nutrição é marcante em plantas que apresentam certo grau de tolerância ou moderada resistência, enquanto que as plantas altamente resistentes ou suscetíveis, praticamente não são alteradas pela nutrição. Para achar e comprovar tais respostas é preciso estudos de amplos que integram hospedeiro, patógeno e o meio ambiente.

355

4 CONCLUSÃO

Nas condições do estudo foi possível observar que relevantes alterações na condição de qualidade do ambiente agrícola.

Na área onde foi feita a sucessão de cultura F-T-S e T-S foi verificada a melhor qualidade física, química e biológica do solo quando comparadas com a área onde foi feita a sucessão M-S.

O monitoramento de doenças via coletor de esporos, mostra-se viável, pois possibilita o uso racional de fungicidas, favorecendo a manutenção da microbiota do solo, além de promover economia no custo de produção.

Este trabalho demonstra a importância de uma visão holística dos sistemas agrícolas, devendo ser expandido e repetido em médio e longo prazo para coletar mais informações.

REFERÊNCIAS

ALVES, S. A. M.; FURTADO, G. Q.; BERGAMIN FILHO, A. Influência das condições climáticas sobre a ferrugem da soja. In: Zambolim, L. (Org.). **Ferrugem Asiática da Soja**. Visconde do Rio Branco, MG, Suprema Gráfica e Editora, 2006. p. 37-59.

AMARAL, H. et al. Soil chemical and microbial properties in vineyards under organic and conventional management in southern Brazil. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 35, n. 5, p. 1517-1526, 2011.

AYRES, M.; AYRES JUNIOR, M.; SANTOS, A. de A. **BioEstat**. 4. ed. Belém: Universidade Federal do Pará, 2007. 364 p.

BETTIOL, Wagner. GHINI, Raquel. Solos supressivos. In: MICHEREFF, Sami J.; ANDRADE, Domingos E.g.t.; MENEZES, Maria. **Ecologia e Manejo de Patógenos Radiculares em Solos Tropicais**. Recife: Ufrp, 2005. Cap. 6. p. 125-152

CAETANO, J. O. et al. Indicadores de qualidade de um latossolo vermelho sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Global Science and Technology**, Rio Verde, v. 1, n. 6, p.26-39, abr. 2013. Disponível em: <<http://rv.ifgoiano.edu.br/periodicos/index.php/gst/article/view/471/335>>. Acesso em: 07 jun. 2016.

CAMARGO, M. S. de. A importância do uso de fertilizantes para o meio ambiente. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 9, n. 2, jul.dez. 2012.

DIONÍSIO, J. A.; PIMENTEL, I. C.; SIGNOR, D.; PAULA, A. M. de; MACEDA, A.; MATTANA, A. L. **Guia Prático de Biologia do Solo**. Curitiba: SBCS/NEPAR. 2016. 152 p.

DORAN, J.W.; PARKIN, T.B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F.; STEWART, B.A., eds. **Defining soil quality for a sustainable environment**. Madison, SSSA, 1994. p.1-20.

FAO ONU, 2011. Food and Agriculture. Organization of United Station (Org.). **Safe and Grow**. Rome, 2011. 116 p. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/014/i2215e/i2215e.pdf>>. Acesso em: 02 set. 2016.

FIGUEIREDO, M. V. B. **Microrganismos e agrobiodiversidade**: o novo desafio para agricultura. Guaíba, RS: Agrolivros, 2008. 566 p.

FILIZOLA, Heloisa Ferreira; GOMES, Marco Antônio Ferreira; SOUZA, Manoel Dornelas de. **Manual de Procedimentos de Coleta de Amostras em Áreas Coleta de Amostras em Áreas Agrícolas para Análise da Agrícolas para Análise da Qualidade Ambiental: Solo, Água e Sedimentos**. Jaguariúna: Embrapa, 2006. 169p.

GALLOTI, G. J. M.; A. A. BALBINOT Jr.; R. L. BACKES. Efeito da época de semeadura e da aplicação de fungicidas no progresso da ferrugem asiática, oídio e doenças de final de ciclo na cultura da soja. **Ciências Agroveterinárias** v. 4, n. 1, p87-93. 2006.

GOMES, Algenor da S. **Qualidade do Solo**: Conceito, importância e indicadores da qualidade. 2016. Disponível em: <<http://www.grupocultivar.com.br/artigos/qualidade-do-solo-conceito-importancia-e-indicadores-da-qualidade>>. Acesso em: 05 set. 2016.

GODOY, C. V.; FLAUSINO, A. M.; SANTOS, L. C. M.; DEL PONTE, E. M. Eficiência do controle da ferrugem asiática da soja em função do momento de aplicação sob condições de epidemia em Londrina, PR. **Tropical Plant Pathology**, v. 34, n.1, p 56-61. 2009.

357

GOMES, M. A. F.; FILIZOLA, H. F. **Indicadores físicos e químicos de qualidade de solo de interesse agrícola**. Jaguariúna: Embrapa. 2006.

IGARASHI, S.; BALAN, M.G. Ferrugem na Soja. **Direto do Vale**. Vale do Paranapanema, v.1, p.1-8. 6 ago. 2004.

IGARASHI, W.T. et al. Duração e porcentagem de molhamento foliar determinados pelo espaçamento entrelinhas, e influência sobre a ferrugem asiática da soja. **Summa Phytopathologica**, v.40, n.2, p.123-127, 2014.

KAMAQ. **Penetrômetro de impacto**. 2016. Disponível em: <http://www.kamaq.com.br/instrumentos_penetrometro.php>. Acesso em: 05 set. 2016.

KARLEN, D. L. et al. Soil Quality: A Concept, Definition, and Framework for Evaluation. **Soil Science American Society**, v. 61, n. 1, p.4-10, jan. 1997.

KLEIN, V. A. **Física do solo**. 2. ed. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 2012.

LOPES, André Alves de Castro et al. Interpretation of Microbial Soil Indicators as a Function of Crop Yield and Organic Carbon. **Soil Biology & Biochemistry**, Madison-usa, v. 77, n. 2, p.461-472, fev. 2013. Disponível em: <<https://dl.sciencesocieties.org/publications/sssaj/abstracts/77/2/461>>. Acesso em: 27 nov. 2016.

MENEZES, M.; OLIVEIRA, S. M. A. de. **Fungos Fitopatogênicos**. Recife: UFRPE, 1993. 277 p.

MICHEREFF, Sami J.; ANDRADE, Domingos E.g.t.; PERUCH, Luiz A. Inóculo de Patógenos Radiculares. In: MICHEREFF, Sami J.; ANDRADE, Domingos E. G. T.; MENEZES, Maria. **Ecologia e manejo de patógenos radiculares em solos tropicais**. Recife: Imprensa Universitária, 2005. Cap. 5. p. 93-124. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Sami_Michereff/publication/236982178_Ecologia_e_Manejo_de_Patogenos_Radiculares_em_Solos_Tropicais/links/0deec51aa723d5d650000000.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2015.

MOLIN, J. P. et al. Estudos com penetrometria: Novos equipamentos e amostragem correta. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 5, p.584-590, 24 fev. 2012.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. 2. ed. Lavras, MG: UFLA, 2006.

NEDER, R.N. **Microbiologia: manual de laboratório**. São Paulo: Nobel, 1992.

PEREIRA, Fabiana de Souza et al. QUALIDADE FÍSICA DE UM LATOSSOLO VERMELHO SUBMETIDO A SISTEMAS DE MANEJO AVALIADO PELO ÍNDICE S. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 35, n. 1, p.87-95, jan. 2011. Disponível em: <<http://repositorio.unesp.br/handle/11449/3881?show=full>>. Acesso em: 5 jun. 2016.

358

REIS, E. M.; BRESOLIN, A. C. R.; CARMONA, M. **Doenças da soja I: Ferrugem Asiática**. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 2006.

REIS, E. M.; CASA, R. T.; BIANCHIN, V. Controle de doenças de plantas pela rotação de culturas. **Summa Phytopathol.**, Botucatu, v. 37, n. 3, p. 85-91, 2011.

RONQUIN, C.C. **Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais**. Campinas: Embrapa monitoramento por satélite, 2010. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 8).

SEAB - Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Departamento de Estatística Básica (Comp.). **Estimativa de Custos de Produção - Culturas**. 2016. Disponível em: <<http://www.agricultura.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=75>>. Acesso em: 30 nov. 2016

SILVA, Rosemeire Helena da; ROSOLEM, Ciro Antonio. **Crescimento radicular de soja em razão da sucessão de cultivos e da compactação do solo**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 37, n. 6, p.855-860, jun. 2002. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Ciro_Rosolem/publication/26350627_Crescimento_radicular_de_soja_em_razao_da_sucessao_de_cultivos_e_da_compactacao_do_solo/links/0c9605231c805a6055000000.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2016.

STAMFORD N. P. et al. Microbiota dos Solos Tropicais. In: MICHEREFF, Sami J.; ANDRADE, Domingos E. G. T.; MENEZES, Maria. **Ecologia e manejo de patógenos radiculares em solos tropicais**. Recife: Imprensa Universitária, 2005. Cap. 4. p. 61-91. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Sami_Michereff/publication/236982178_Ecologia_e_Manejo_de_Patogenos_Radiculares_em_Solos_Tropicais/links/0deec51aa723d5d650000000.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2015.

STAMFORD, Newton P. et al. Propriedades Físicas e Químicas dos Solos. In: MICHEREFF, Sami J.; ANDRADE, Domingos E.g.t.; MENEZES, Maria. **Ecologia e Manejo de Patógenos Radiculares em Solos Tropicais**. Recife: Ufrp, 2005. Cap. 3. p. 41-59. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Sami_Michereff/publication/236982178_Ecologia_e_Manejo_de_Patogenos_Radiculares_em_Solos_Tropicais/links/0deec51aa723d5d650000000.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2015.

TEFANOSKI, D. C.; SANTOS, G. G.; MARCHÃO, R. L.; PETTER, F. A.; PACHECO, L. P. Uso e manejo do solo e seus impactos sobre a qualidade física. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.12, p.1301-1309, 2013.

TRINDADE, T. P. et al. **Compactação dos solos: fundamentos teóricos e práticos**. Viçosa: UFV, 2011. 95 p.

VAN DER PUTTEN, W. H. 2012. Climate change, aboveground-belowground interactions, and species' range shifts. **Annual Review of Ecology and Systematic**, v.43, p.365-383, 2012.

YORINORI, J.T., et al. Ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) no Brasil e no Paraguai, nas safras 2000/01 e 2001/02. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 2002, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu, PR, 2002. p. 94.

HAMMER, Ě., HARPER, D.A.T., RYAN, P.D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. **Paleontologia Electronica**, v. 4, n. 1, p.9, 2001. Disponível em: <http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm>. Acesso em 10 set. 2016.