

Ministério da  
Ciência e Tecnologia

Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento

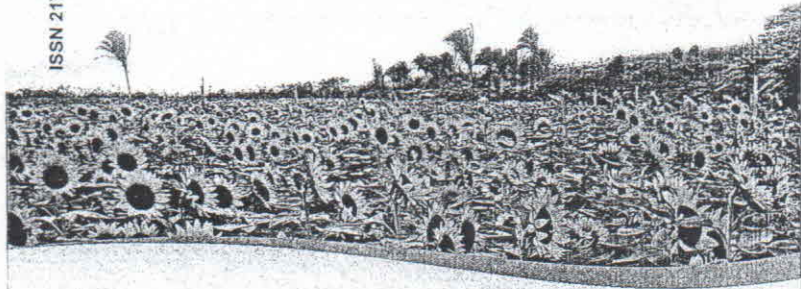


# XXXII CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO



O SOLO E A PRODUÇÃO  
DE BIOENERGIA:  
PERSPECTIVAS E DESAFIOS  
2 a 7 de agosto de 2009  
Fortaleza-CE

ISSN 2175-313X



Promoção:  
**Sociedade Brasileira de  
Ciência do Solo**



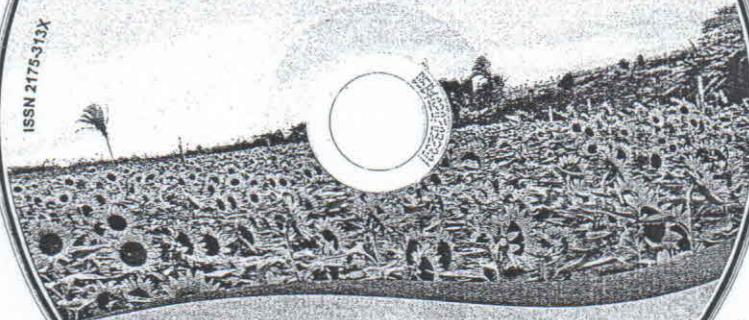
Realização:  
**Universidade Federal  
do Ceará**

# XXXII CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO



O SOLO E A PRODUÇÃO  
DE BIOENERGIA:  
PERSPECTIVAS E DESAFIOS  
2 a 7 de agosto de 2009  
Fortaleza-CE

ISSN 2175-313X



Promoção:  
**Sociedade Brasileira de  
Ciência do Solo**



Realização:  
**Universidade Federal  
do Ceará**

Fabricado por Wave Media - [www.wavemedia.com.br](http://www.wavemedia.com.br)



# Avaliação de propriedades bioquímicas e espectroscópicas na discriminação de sistemas de manejo do solo sob cultivo orgânico de arroz e feijão

TATIANA MARIS FERRARESI<sup>(1)</sup>, LADISLAU MARTIN-NETO<sup>(2)</sup>, ENDERSON PETRONIO DE BRITO FERREIRA<sup>(3)</sup>, BEÁTA EMÖKE MADARI<sup>(4)</sup> & WILSON TADEU LOPES DA SILVA<sup>(5)</sup>

**RESUMO** – O carbono e o nitrogênio da biomassa microbiana, a respiração basal do solo e as atividades de beta-glicosidase e fosfatase foram quantificados em solos sob plantio direto e convencional de arroz e feijão em sistema orgânico, sob diferentes coberturas de inverno. Essas propriedades têm sido largamente utilizadas em pesquisas que visam avaliar a qualidade do solo e identificar práticas agrícolas mais conservacionistas. Estes solos foram submetidos à análise espectroscópica, utilizando-se a técnica de reflectância na região do infravermelho próximo (NIR) a fim de verificar o potencial da espectroscopia na avaliação da qualidade do solo. Amostras de solo sob vegetação nativa (cerrado) também foram analisadas e se mostraram bem diferentes dos solos cultivados. Os sistemas de plantio, direto e convencional foram mais bem discriminados pela espectroscopia e os diferentes adubos verdes não foram identificados por nenhuma das técnicas analíticas estudadas.

**Palavras-Chave:** (biomassa microbiana; atividade enzimática do solo; infravermelho próximo)

## Introdução

Atualmente existe uma preocupação por parte dos pesquisadores e agricultores em desenvolver e utilizar técnicas de cultivo que conservem a qualidade do solo [1]. A sustentabilidade da produção agrícola está fortemente associada à conservação do solo [2]. Desse modo, sistemas como o plantio direto, que mantém constantemente uma cobertura vegetal sobre o solo, aliada à adubação verde, têm-se tornado cada vez mais populares. Dentre as vantagens desse sistema estão a proteção do solo contra a erosão, o aumento da atividade microbiana e a incorporação de nutrientes ao solo [3]. Esta atividade microbiana é favorecida nos ambientes livres de defensivos agrícolas como o sistema orgânico.

A transição entre sistemas de plantio convencionais para àqueles conservacionistas pode ser acompanhada pela quantificação de propriedades

bioquímicas, que envolvem a fração lábil e menos estável da matéria orgânica. Assim, o carbono e o nitrogênio da biomassa microbiana, a respiração basal do solo e as atividades enzimáticas demonstram sensibilidade para serem utilizados como indicadores de qualidade no monitoramento ambiental e na escolha de práticas agrícolas adequadas [4,5].

A avaliação da qualidade do solo também pode ser alcançada com o uso de métodos mais diretos como a espectroscopia. As áreas de aplicação desta ferramenta analítica crescem à medida que se desenvolvem modelos quantitativos e se busca superar dificuldades como a baixa reprodutibilidade de ensaios bioquímicos e enzimáticos. A espectroscopia surge como uma alternativa mais rápida, precisa e de menor custo unitário comparada aos métodos de quantificação convencionais [6].

O objetivo deste trabalho é comparar o potencial da biomassa microbiana, respiração basal do solo, atividades de beta-glicosidase e fosfatase com o potencial da espectroscopia na discriminação dos sistemas de plantio e adubos verdes.

## Material e Métodos

### A. Coleta de solo

Amostras superficiais (0-10cm) de um latossolo vermelho distrófico, de textura argilosa, foram coletados em experimento sob agricultura orgânica e em área sob cerrado nativo, localizados na Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO. O campo experimental foi dividido em 40 parcelas 100m<sup>2</sup> divididas por sistema de plantio e coberturas de inverno, conforme Figura 1.

A coleta foi realizada em fevereiro de 2009, após o plantio de arroz e feijão sobre as coberturas de inverno. Cada amostra foi composta de 6 pontos, sendo 3 na área com arroz e 3 na área sob feijão. O solo sob cerrado foi coletado em três diferentes regiões da mesma mata. Subamostras de solo foram utilizadas para medir a capacidade de campo e a umidade atual.

### B. Análises bioquímicas

Os solos tiveram a umidade corrigida para 80% da

<sup>(1)</sup> Primeiro autor é mestrando em Química Analítica do Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo. Av. Trabalhador São Carlense, 400, Campus I, São Carlos, SP, CEP 13560-970. E-mail: [tatiana@iqsc.usp.br](mailto:tatiana@iqsc.usp.br) e Analista B da Embrapa Arroz e Feijão. Rodovia GO-462, Km 12, Santo Antônio de Goiás, GO, CEP 75375-000.

<sup>(2)</sup> Segundo autor é pesquisador da Embrapa Instrumentação Agropecuária. Rua XV de Novembro, 1452, São Carlos, SP, CEP 13560-970.

<sup>(3)</sup> Terceiro autor é pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão. Rodovia GO-462, Km 12, Santo Antônio de Goiás, GO, CEP 75375-000.

<sup>(4)</sup> Quarto autor é pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão. Rodovia GO-462, Km 12, Santo Antônio de Goiás, GO, CEP 75375-000.

<sup>(5)</sup> Quinto autor é pesquisador da Embrapa Instrumentação Agropecuária. Rua XV de Novembro, 1452, São Carlos, SP, CEP 13560-970.

Apoio financeiro: Convênio INCRA/FAPED/EMBRAPA. MP3/EMBRAPA 03.06.06.014.00



capacidade de campo e foram incubados em sextuplicatas por 7 dias em condições ambientes. No 6º dia triplicatas foram fumigadas com clorofórmio por 24h. Extratos em sulfato de potássio 0,5 Mol L<sup>-1</sup> das amostras fumigadas e não-fumigadas foram submetidos à quantificação de carbono, por oxidação com dicromato de potássio e titulação com sulfato ferroso amoniacal [7], e nitrogênio Kjeldahl [8].

A respiração basal do solo foi calculada a partir do consumo da solução hidróxido de potássio incubado juntamente com as amostras não-fumigadas.

As atividades de beta-glicosidase e fosfatase ácida no solo foram medidas pelo consumo de substratos específicos, p-nitrofenilglicopiranosídeo e p-nitrofenilfosfato. A concentração p-nitrofenol resultante da reação enzimática foi determinada espectrofotometricamente em 420 nm, conforme descrito por Tabatabai [9].

### C. Espectroscopia

Espectros de reflectância foram obtidos utilizando o equipamento Spectrum 100N (Perkin Elmer), na faixa de 10000-4000 cm<sup>-1</sup>, em intervalo de 2cm<sup>-1</sup> com resolução de 16cm<sup>-1</sup> e acumulação de 32 varreduras. Os espectros foram automaticamente convertidos para a unidade K-M (Kubelka-Munk) pelo software do equipamento, segundo a equação:  $f(R_{\infty}) = (1 - R_{\infty})^2(2R)^{-1} = k(s)^{-1}$ , onde  $R_{\infty}$  é a razão entre a reflectância da amostra e da referência não-absorvente, para uma espessura infinita,  $k$  é o coeficiente de absorção e  $s$  é o coeficiente de espalhamento da amostra. A transformação dos dados de reflectância para K-M possibilitará uma posterior correlação com a concentração das espécies absorventes.

### D. Tratamento dos dados

A capacidade de discriminação dos diferentes tratamentos do solo foi visualizada através da Análise de Componentes Principais (PCA) e Análise Hierárquica de Cluster (HCA) utilizando-se o software Pirouette versão 4.0. Foram criados 2 tipos de classificação das amostras: sistemas (1-PD, 2-PC e 3-MN) e tratamentos (1-P, 2-C, 3-M, 4-S, 5-F, 6-MN), de acordo com legenda da Figura 1, sendo MN relativo à mata nativa.

Os dados das análises convencionais foram auto-escalados e os dados espectroscópicos foram centrados na média após o cálculo da 1ª derivada com intervalo de cinco pontos.

## Resultados

Na Figura 2 são apresentados os espectros NIR obtidos para as 43 amostras. Observa-se um mesmo perfil espectroscópico para todos os solos, com bandas nas regiões de 4000-5300 cm<sup>-1</sup> e 6800-7100 cm<sup>-1</sup>.

Através dos gráficos de *scores* e *loadings* apresentados nas Figuras 3 e 4, é possível identificar apenas o grupo da mata nativa separado pelas propriedades bioquímicas e 3 grupos distintos

diferenciados pelos espectros. Nenhuma análise foi capaz de discriminar os 5 tipos de coberturas de inverno.

Através da HCA observam-se dois grandes grupos, referentes aos sistemas de plantio. As análises convencionais classificaram as amostras de mata nativa como um grupo bem distinto, enquanto que a espectroscopia reuniu este grupo ao PC (Figura 5).

## Discussão

As propriedades que apresentaram maior sensibilidade para distinguir as amostras de mata nativa foram o carbono e o nitrogênio da biomassa microbiana (Figura 3). Observa-se, entretanto, que apesar do alto poder de modelagem, essas propriedades são as maiores contribuintes para os resíduos na matriz reconstruída (Figura 6). Isto se deve principalmente ao grande número de etapas envolvido nessas análises, incluindo eficiência da extração, transferência de vidraria, pureza de reagentes e medição de volume. A espectroscopia não requer preparo de amostra, nem tampouco a utilização de reagentes e soluções. Assim, os resíduos são muito baixos por esta técnica, especialmente nas regiões mais informativas dos espectros (Figura 7).

Ao contrário do esperado, a mata nativa se mostrou mais semelhante às amostras sob PC quando analisada espectroscopicamente. É provável que o teor de matéria orgânica incorporada, não-microbiana, tenha contribuído para este quadro, visto que os espectros fornecem uma impressão digital das amostras, apresentando todas as frações orgânicas de forma conjunta. Esta hipótese é reforçada pelo fato da fração microbiana representar em torno de 20-40% da matéria orgânica prontamente decomponível e 1-5% da matéria orgânica total [10], tendo menor impacto sobre os perfis espectrais. Assim, a característica que mais diferenciou a mata nativa dos solos cultivados, ou seja, a biomassa microbiana, não foi satisfatoriamente detectada através da espectroscopia.

O revolvimento do solo no plantio convencional pode ter ocasionado um aumento na decomposição química oxidativa dos resíduos das coberturas vegetais, devido à maior aeração do solo. Não foi possível correlacionar esta decomposição à atividade e crescimento microbiano, talvez devido à grande homogeneidade do campo experimental. Quanto aos tratamentos com diferentes coberturas de inverno, observa-se pouca influência dessas espécies nas características do solo. Possivelmente, na época em que o solo foi coletado, as influências das culturas arroz e feijão na fertilidade do solo eram predominantes, já que as coberturas se encontravam em estágio avançado de decomposição.

## Conclusões

A espectroscopia no infravermelho tem potencial promissor na avaliação da qualidade do solo, pois se mostrou mais sensível que os parâmetros bioquímicos na identificação de sistemas de plantio. Entretanto, a interpretação desses dados ainda deve ser acompanhada de informações específicas como os resultados de análises

convencionais, para que seja útil no monitoramento e avaliação da qualidade do solo.

### Agradecimentos

À Universidade de São Paulo, à Embrapa Instrumentação Agropecuária, à Embrapa Arroz e Feijão e ao INCRA, pelo apoio e patrocínio.

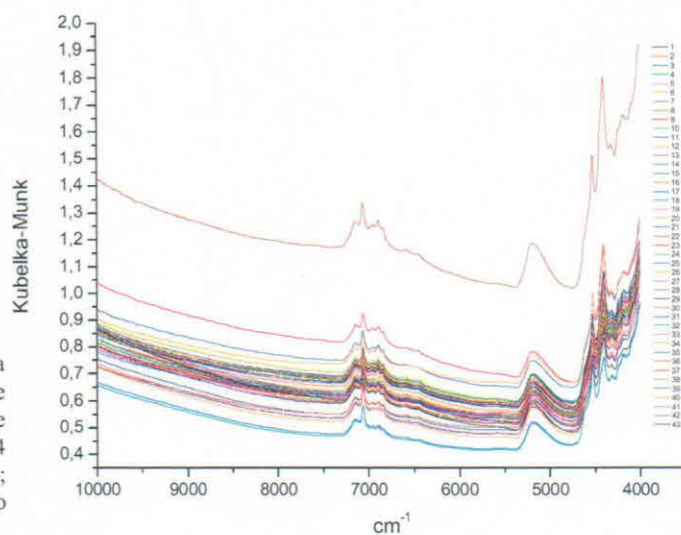
### Referências

- [1] GOVAERTS, B.; MEZZALAMA, M.; UNNO, Y.; SAYRE, K.D.; LUNA-GUIDO, M.; VANHERCK, K.; DENDOOVEN, L.; DECKERS, J. Influence of tillage, residue management, and crop rotation on soil microbial biomass and catabolic diversity. *Applied Soil Ecology*, Amsterdam, v.37, p. 18-30, 2007
- [2] LEONARDO, H.C.L. *Indicadores da qualidade de solo e água para a avaliação do uso sustentável da microbacia hidrográfica do rio Passo Cue, região oeste do estado do Paraná*. 121p., 2003. Dissertação de Mestrado (Recursos florestais), ESALQ-USP, Piracicaba, SP.
- [3] COGO, N. P.; LEVIEN, R.; SCHWARZ, R. A. Perdas de solo e água por erosão hídrica influenciadas por métodos de preparo, classes de declive e níveis de fertilidade do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 27, p.743-753, 2003.
- [4] SPARLING, G.P.; ROSS, D.J. Biochemical methods to estimate soil microbial biomass: current development and applications. In: MULUNGOY, K.; MERCKX, R. (Ed.). *Soil organic matter dynamics and sustainability of tropical agriculture*. Leuven: Willey- Sayce, 1993. p.21-37.
- [5] PANKHURT, C.E. *et al.* Evaluation of soil biological properties as potential bioindicators of soil health. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, Collingwood, v. 35, p. 1015-1028, 1995.
- [6] VISCARRA ROSSEL, R.A.; WALVOORT, T.D.J.J.; MCBRATNEY, A.B.; JANIK, L.J.; SKJEMSTAD, J.O. Visible, near infrared, mid infrared or combined diffuse reflectance spectroscopy for simultaneous assessment of various soil properties. *Geoderma*, v. 131, p. 59-75, 2006.
- [7] VANCE, E.D.; BROOKES, P.C.; JENKINSON, D.S. An extraction method for measuring soil microbial biomass. *Soil Biology & Biochemistry*, Oxford, v.19, p.703-707, 1987.
- [8] BROOKES, P.C.; LANDMAN, A.; PRUDEN, G. Chloroform fumigation and release of soil nitrogen: a rapid direct extraction method for measuring microbial biomass nitrogen in soil. *Soil Biology & Biochemistry*, Oxford, n.6, v.17, p.837-842, 1985.
- [9] TABATABAI, M.A. Soil enzymes. In: WEAVER, R.W.; SCOTT, A.; BOTTOMELEY, P.J., eds. *Methods of soil analysis: microbiological and biochemical properties*. Madison, Soil Science Society of America, 1994. p.801-809, 823-826. (Special Publication, 5).
- [10] CERRI, C.C. 2007 [Online]. *Matéria Orgânica do Solo: Conceitos Básicos*.  
Homepage:  
<http://www.web.cena.usp.br/apostilas/Cerri/conceitosbasicos.ppt>

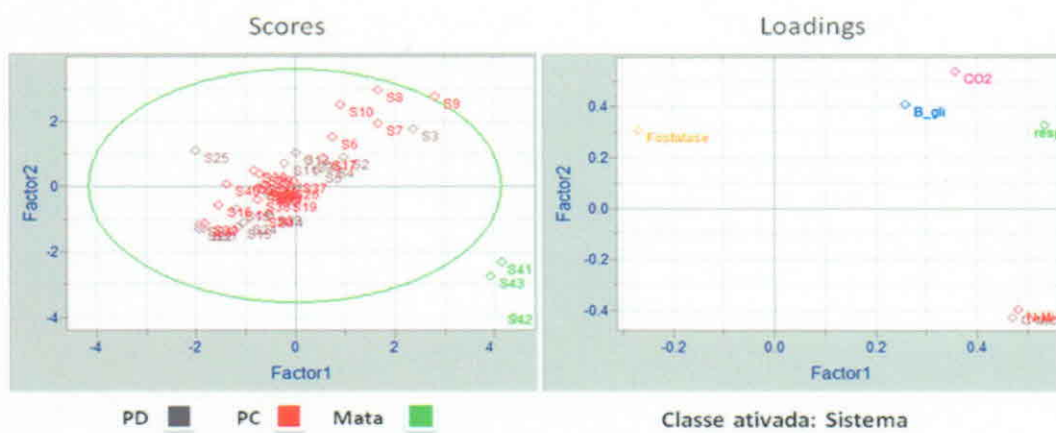




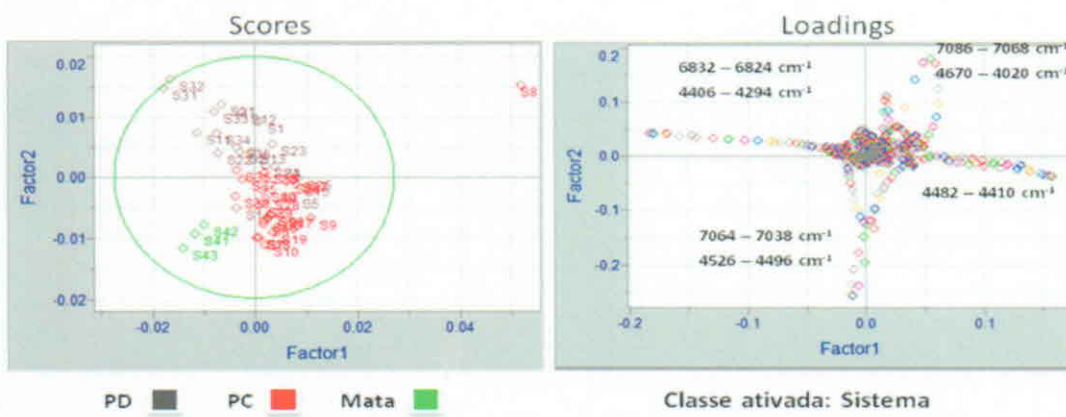
**Figura 1.** Croqui da área experimental da Fazenda Agroecológica da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás. Parcelas de 10x10m. Áreas com plantio direto – PD e plantio convencional – PC. Coberturas de inverno em 4 repetições de campo: C – crotalária; M – mucuna; P – pousio; S – sorgo; F – feijão-de-parco. Amostras 41 a 43, não apresentadas no esquema, referem-se à Mata Nativa.



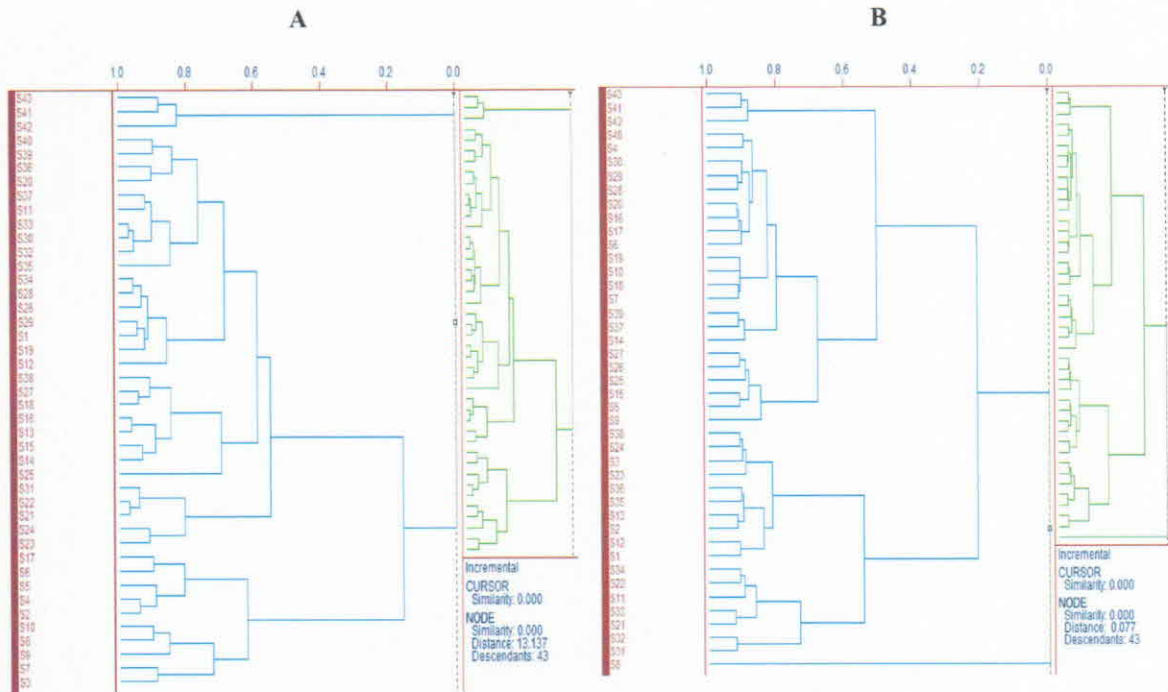
**Figura 2.** Espectros de reflectância no infravermelho próximo para as 43 amostras de solo, convertidos para Kubelka-Munk.



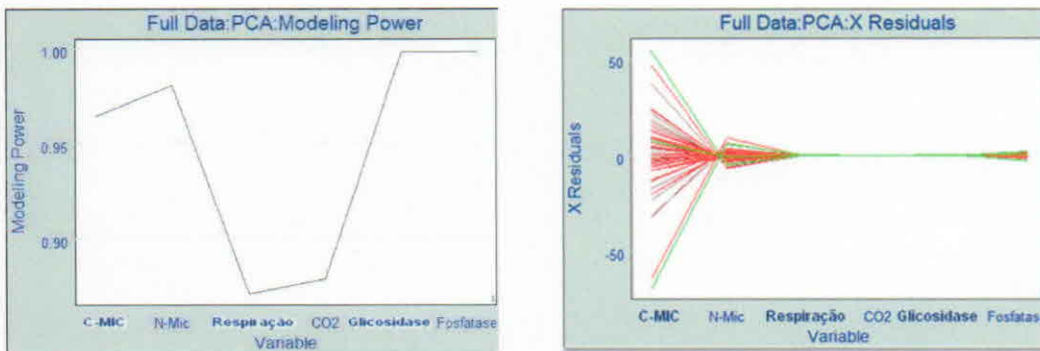
**Figura 3.** Gráficos de scores e loadings para dados bioquímicos.



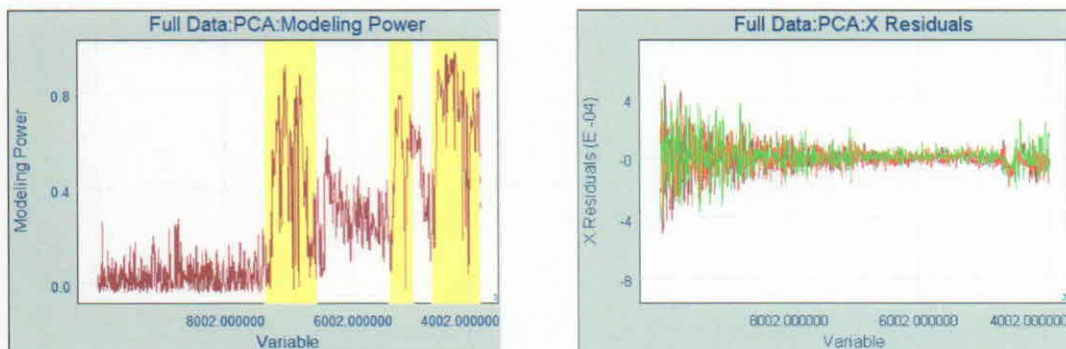
**Figura 4.** Gráficos de scores e loadings para dados espectroscópicos.



**Figura 5.** Dendrogramas provenientes dos (A) dados bioquímicos e (B) espectroscópicos.



**Figura 6.** Gráficos representando o poder de modelagem e a contribuição para resíduos das propriedades bioquímicas



**Figura 7.** Gráficos representando o poder de modelagem e a contribuição para resíduos dos números de onda dos espectros no infravermelho próximo