

MARIANA FIORIN MEDEIROS DE OLIVEIRA

**ESTIMATIVA DO POTENCIAL DE PERDA DE FÓSFORO UTILIZANDO A
METODOLOGIA DO ÍNDICE DE P**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre, apresentado ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Ciências do Solo, do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Prof^a Nerilde Favaretto

Co-orientadores: Prof. Cristovão Vicente
Scapulatempo Fernandes
Prof. Glaucio Roloff.

**CURITIBA
AGOSTO 2007**

AGRADECIMENTOS

À Professora Nerilde Favaretto pela orientação e apoio para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao Professor Cristóvão Vicente Scapulatempo Fernandes pela co-orientação, amizade e confiança sempre presentes.

Ao Professor Glaucio Roloff por sua co-orientação, sugestões e auxílio nos dados estatísticos.

Ao Professor Ildegardis Bertol, pela confiança, apoio e ajuda com seus dados científicos e pela participação na banca examinadora.

Ao CNPq pela bolsa parcial de fomento à pesquisa.

Ao Professor Elemar Antonino Cassol, pela ajuda e colaboração com os dados científicos utilizados neste trabalho e disponibilização da dissertação de Marilene Pires Badelucci.

À Eloy Lemos de Mello, Jean Claudio Guadagnin e Mateus Luiz Seganfredo, pelas dissertações gentilmente disponibilizadas.

Ao Professor Teógenes Senna de Oliveira, coordenador do curso de Pós Graduação em Solos e Nutrição de Plantas da Universidade Federal do Ceará, pela dissertação de Maria Risalva Pinheiro Távora, gentilmente disponibilizada.

À colega de mestrado Daniela Peles pela concessão dos dados de seu experimento utilizados neste trabalho.

Ao Professor Henrique Soares Koehler pelas sugestões nas análises estatísticas.

À Nério Cardoso pelo auxílio no tratamento estatístico dos dados.

Aos meus pais, Zelinda e José, minha irmã, Letícia, e meu esposo, Arion, pelo amor, conselhos e apoio constante.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	iv
LISTA DE QUADROS	v
LISTA DE ANEXOS	v
RESUMO	vi
ABSTRACT	viii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. TRANSPORTE DE NUTRIENTES DO SOLO PARA ÁGUA	4
2.2. ÍNDICE DE FÓSFORO – IP	7
3. MATERIAL E MÉTODOS	10
3.1. LOCAL DO TRABALHO E OBTENÇÃO DO MATERIAL BIBLIOGRÁFICO	10
3.2. VERSÕES DE ÍNDICE DE FÓSFORO UTILIZADAS NESTE TRABALHO	10
3.3. SINTESE COMPARATIVA ENTRE AS VERSÕES DE IP	15
3.4. OBTENÇÃO DOS FATORES PARA AS DIFERENTES VERSÕES DE IP	16
3.4.1. TEOR DE P NO SOLO	17
3.4.2. TAXAS E MÉTODOS DE APLICAÇÃO DE P MINERAL E ORGÂNICO	18
3.4.3. EROÇÃO DO SOLO	18
3.4.4. ESCOAMENTO SUPERFICIAL	18
3.4.5. GRUPO HIDROLÓGICO DO SOLO	19
3.5. CÁLCULO E INTERPRETAÇÃO DO IP	19
3.6. ANÁLISE ESTATÍSTICA	21
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
4.1. ÍNDICES DE FÓSFORO POR TRABALHO CIENTÍFICO	22
4.1.1. BERTOL (2005)	22
4.1.2. PELES (2007)	24
4.1.3. LEITE et al. (2004) e BERTOL et al. (2004b)	26
4.1.4. CASSOL et al. (2002); CASSOL et al. (1999) e BADELUCCI (1997)	27
4.1.5. BERTOL et al. (2004a) e GUADAGNIN (2003)	29
4.1.6. MELLO et al. (2003); BERTOL et al. (2003) e MELLO (2002)	30
4.1.7. SCHICK et al. (2000a) e SCHICK et al. (2000b)	31
4.1.8. HERNANI et al. (1999)	34
4.2. ÍNDICES DE FÓSFORO ENVOLVENDO O CONJUNTO DE DADOS DOS TRABALHOS	34
4.3. ANÁLISES DE REGRESSÃO EFETUADAS	35
5. CONCLUSÕES	38
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	38
REFERÊNCIAS	39
ANEXOS	43

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - INTERPRETAÇÃO DO RISCO DE PERDA DE P DE ACORDO COM A VERSÃO.....	11
TABELA 2 - INTERPRETAÇÃO DO TEOR DE FÓSFORO NO SOLO EXTRAÍDO PELO MÉTODO MÉHLICH-1, CONFORME O TEOR DE ARGILA (SBGS, 2004).....	17
TABELA 3 - CLASSE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL DETERMINADA EM FUNÇÃO DA PERMEABILIDADE E DA DECLIVIDADE (FASCHING, 2006).....	19
TABELA 4 - GRUPO HIDROLÓGICO DO SOLO (NRCS, 2001)	19
TABELA 5 - ÍNDICES DE FÓSFORO (BERTOL, 2005)	24
TABELA 6 - ÍNDICE DE CORRELAÇÃO DE PEARSON (r) ENTRE P SOLÚVEL, PARTICULADO E TOTAL E OS VALORES DE ÍNDICES DE FÓSFORO EM MASSA/ ÁREA E CONCENTRAÇÃO (BERTOL, 2005)	24
TABELA 7 - ÍNDICES DE FÓSFORO (PELES, 2007).....	25
TABELA 8 - CORRELAÇÃO ENTRE P SOLÚVEL, PARTICULADO E TOTAL E OS VALORES DE ÍNDICES DE FÓSFORO (PELES, 2007)	26
TABELA 9 - ÍNDICES DE FÓSFORO (LEITE et al., 2004 e BERTOL et al., 2004b)	27
TABELA 10 - CORRELAÇÃO ENTRE OS ÍNDICES DE FÓSFORO E OS TEORES DE P NA ÁGUA (LEITE et al., 2004 e BERTOL et al., 2004b).....	27
TABELA 11 - ÍNDICES DE FÓSFORO (CASSOL et al., 2002; CASSOL et al., 1999 e BADELUCCI 1997)	28
TABELA 12 - CORRELAÇÃO ENTRE OS ÍNDICES DE FÓSFORO E OS TEORES DE P NA ÁGUA (CASSOL et al., 2002; CASSOL et al., 1999 e BADELUCCI 1997)	29
TABELA 13 - ÍNDICES DE FÓSFORO (BERTOL et al., 2004a e GUADAGNIN, 2003).....	30
TABELA 14 - CORRELAÇÃO ENTRE OS ÍNDICES DE FÓSFORO E OS TEORES DE P NA ÁGUA E NOS SEDIMENTOS (BERTOL et al., 2004a e GUADAGNIN, 2003)	30
TABELA 15 - ÍNDICES DE FÓSFORO (MELLO et al., 2003; BERTOL et al., 2003 e MELLO, 2002).....	31
TABELA 16 - CORRELAÇÃO ENTRE OS ÍNDICES DE FÓSFORO E OS TEORES DE P NA ÁGUA (MELLO et al., 2003; BERTOL et al., 2003 e MELLO, 2002).....	31
TABELA 17 - ÍNDICES DE FÓSFORO (SCHICK et al., 2000a e SCHICK et al., 2000b).....	33
TABELA 18 - CORRELAÇÃO ENTRE O ÍNDICE DE FÓSFORO E OS TEORES DE P MEHLICH NOS SEDIMENTOS (SCHICK et al., 2000a e SCHICK et al., 2000b)	34
TABELA 19 - ÍNDICE DE CORRELAÇÃO DE PEARSON (r) ENTRE P SOLÚVEL (Ps), PARTICULADO (Pp) E TOTAL (Pt) E OS VALORES DE IP PARA OS EXPERIMENTOS EM CONJUNTO	35
TABELA 20 – REGRESSÃO STEPWISE DO CONJUNTO DE EXPERIMENTOS INDICANDO OS EFEITOS DAS VARIÁVEIS SELECIONADAS TANTO EM CONCENTRAÇÃO (mg L ⁻¹) COMO EM PERDA (g ha ⁻¹) DE P SOLÚVEL (Ps), PARTICULADO (Pp) E TOTAL (Pt).....	37

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - FATORES QUE INFLUENCIAM A PERDA DE P E SEUS IMPACTOS NA QUALIDADE DA ÁGUA SUPERFICIAL (ADAPATADO DE SHARPLEY et al., 2003)	9
QUADRO 2 - ÍNDICE ORIGINAL DE FÓSFORO (LEMUNYON e GILBERT, 1993)	12
QUADRO 3 - ÍNDICE DE FÓSFORO PARA O ESTADO DO ALABAMA (NRCS, 2001)	13
QUADRO 4 - ÍNDICE DE FÓSFORO PARA O ESTADO DO NOVO MÉXICO (FLYNN et al., 2000)	14
QUADRO 5 - ÍNDICE DE FÓSFORO PARA O ESTADO DA PENSILVÂNIA (WELD et al., 2003)	15

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1 – CONCENTRAÇÕES E PERDAS DE P PARA CADA TRATAMENTO DE ACORDO COM OS EXPERIMENTOS ESTUDADOS	43
ANEXO 2 – DADOS DOS DIFERENTES EXPERIMENTOS ESTUDADOS	47
ANEXO 3 – VALORES DOS PESOS X FATORES PARA O CÁLCULO DO IP ORIGINAL	51
ANEXO 4 – VALORES DOS PESOS X FATORES PARA O CÁLCULO DO IP ALABAMA	55
ANEXO 5 – VALORES DOS PESOS X FATORES PARA O CÁLCULO DO IP NOVO MÉXICO	59
ANEXO 6 – ANÁLISES DE REGRESSÃO “STEPWISE” PARA A VARIÁVEL P SOLÚVEL (mg L^{-1}) - GERAL	63
ANEXO 7 – ANÁLISES DE REGRESSÃO “STEPWISE” PARA A VARIÁVEL P PARTICULADO (mg L^{-1}) - GERAL	64
ANEXO 8 – ANÁLISES DE REGRESSÃO “STEPWISE” PARA A VARIÁVEL P TOTAL (mg L^{-1}) - GERAL	65
ANEXO 9 – ANÁLISES DE REGRESSÃO “STEPWISE” PARA A VARIÁVEL P SOLÚVEL (g ha^{-1}) - GERAL	66
ANEXO 10 – ANÁLISES DE REGRESSÃO “STEPWISE” PARA A VARIÁVEL P PARTICULADO (g ha^{-1}) - GERAL	67
ANEXO 11 – ANÁLISES DE REGRESSÃO “STEPWISE” PARA A VARIÁVEL P TOTAL (g ha^{-1}) - GERAL	68

RESUMO

O uso e manejo inadequados do solo podem comprometer a qualidade da água através da eutrofização causada pela descarga de fósforo. O objetivo deste trabalho foi estimar o potencial de perda de fósforo do solo para a água através da metodologia “P index” ou “Índice de Fósforo” (IP) em português. Comparou-se esta metodologia com dados experimentais brasileiros. Esta metodologia estima o potencial de perda de fósforo levando-se em consideração fatores como o potencial de erosão e o escoamento superficial, bem como o teor de fósforo no solo e o método e a taxa de aplicação de P mineral e orgânico. Tem sido utilizada pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos como subsídio na recomendação de práticas agrícolas considerando os aspectos ambientais. Originalmente, o IP foi desenvolvido por LEMUNYON e GILBERT (1993) como uma ferramenta para avaliar o risco de perda de fósforo aos corpos de água. Com o tempo, diversas versões foram desenvolvidas considerando as condições e os fatores de maior influência no movimento de fósforo em cada região. Neste trabalho foram analisadas quatro versões da metodologia IP e utilizados dados de sete trabalhos científicos desenvolvidos na região sul do Brasil e um no estado do Mato Grosso do Sul. O valor do IP determinado (USDA-NRCS, 2001; FLYNN et al., 2000; WELD, 2003; LEMUNYON e GILBERT, 1993) foi comparado com os dados de concentração e perda de fósforo real através de correlação estatística, de forma individual considerando a condição específica de cada experimento e também de forma conjunta, ou seja, com todos os dados dos experimentos. Além disso, utilizou-se a regressão pelo método “stepwise” para analisar a influência de diferentes fatores na concentração e perda de P total, solúvel e particulado na água do conjunto de experimentos. A versão IP Original apresentou as melhores correlações com significância tanto em relação à concentração como em relação à perda de P do solo para a água, considerando as análises feitas com o conjunto de experimentos. A versão IP Alabama não apresentou significância nas correlações feitas com o conjunto de experimentos. Com os experimentos onde foi

medido o P no sedimento, o IP Original não apresentou correlação com os dados. As análises de regressão indicaram que, de forma geral, o fator erosão do solo não influenciou na perda de P do solo para a água, sendo o teor de P no solo, a taxa de aplicação de P mineral e orgânico, o método de aplicação de P orgânico e o escoamento superficial os fatores que mais influenciaram nesta perda.

Palavras-chave: índice de fósforo; conservação do solo e água, eutrofização.

ABSTRACT

Inadequate land use and soil management can affect water quality causing eutrophication mainly by P discharge. The objective of this study was evaluate the phosphorus (P) loss from soil to water through P Index (PI) method. PI was compared with Brazilian experimental data. This method considers the potential P loss, taking into consideration factors as the erosion potential and the runoff class, as well as soil test P level, P application rate and P application method for both organic and mineral fertilizer. It has been used by the Department of Agriculture of the United States as a tool in the recommendation of agricultural practices considering environmental aspects. Originally, PI was developed by LEMUNYON & GILBERT (1993) as a tool to evaluate the risk of P loss to water bodies. Several versions were developed considering the conditions and the main factors influencing P movement in each area. Four PI method were compared with actual data from seven experiments from southern Brasil and one from Mato Grosso do Sul. This way, PI values calculated using the methods selected (USDA-NRCS, 2001; FLYNN et al., 2000; WELD, 2003; LEMUNYON and GILBERT, 1993) were compared with actual P loss through statistical analysis. Stepwise regression was used to analyze the influence of different factors in P concentration and total P loss, P soluble and P particulate in the water. The original PI version (LEMUNYON & GILBERT, 1993) was more significant with concentration values and P loss from soil to water, considering the correlation analyses done pooling all the experiments. PI Alabama was not significantly correlated with the experimental data. Results from the regression analyses suggest that, in a general way, soil erosion did not influence P loss from soil to water in the experiments tested. The soil test P level, the P application rate, P application method and runoff class were the factors that more influenced in the P loss from soil to water.

Key-word: phosphorus index, soil and water conservation, eutrofication.

1. INTRODUÇÃO

A presença de nutrientes no solo é essencial para as plantas e os demais organismos vivos. Em sistemas aquáticos, no entanto, altos níveis de nutrientes podem acelerar o processo de eutrofização.

O nitrogênio (N) e o fósforo (P) são os principais nutrientes responsáveis pela eutrofização das águas. No entanto, algumas algas têm capacidade de fixar o N atmosférico nessas condições e o P passa a ser o elemento limitante e, por isso, seu controle é fundamental para proteger e melhorar as águas superficiais. A eutrofização restringe o uso da água pelos seres humanos como, por exemplo, para bebida, pescarias, recreação e indústrias, devido ao crescimento acelerado de algas aquáticas indesejáveis e a escassez de oxigênio causada pela morte e decomposição destas algas (SHARPLEY e MENZEL, 1987).

A atividade humana pode acelerar o processo de eutrofização por meio de processos que incrementam os nutrientes na água. A agricultura, por exemplo, afeta 60% dos rios e deteriora 50% da água dos lagos nos Estados Unidos (PARRY, 1998). Além disso, segundo SHARPLEY et al. (2003), no ano de 2000, nos Estados Unidos, diversos laboratórios de análises de solo reportaram que a maioria dos solos analisados possuía um nível de P alto ou acima da categoria, requerendo, portanto, pouca ou nenhuma aplicação de fertilizante contendo P.

No Brasil, a preocupação com o movimento de nutrientes do solo para a água tem sido enfatizada. Trabalhos de pesquisa nesta área estão sendo desenvolvidos a fim de responder algumas destas questões (BERTOL et al., 2004; BERTOL, 2005; LEITE et al., 2004; PELES, 2007). No entanto, torna-se necessário, dentre outras demandas, buscar ferramentas de auxílio no planejamento de bacias hidrográficas em relação à poluição das águas por nutrientes, especialmente o P.

O método “P index” (Índice de Fósforo – IP) foi desenvolvido nos Estados Unidos da América para determinar o risco de perda de P por escoamento superficial e auxiliar no planejamento de bacias hidrográficas. O IP foi proposto inicialmente por Lemunyon e Gilbert (1993) e com o passar do tempo, diversas versões deste índice foram desenvolvidas, considerando as condições locais,

bem como outros fatores de influência no movimento de fósforo do solo para água.

De modo geral, a maioria das versões do IP considera a erosão do solo, o escoamento superficial, o teor de P no solo, e o método e a quantidade de P aplicado, como sendo os principais fatores para a estimativa de perda de P. As diferenças entre as versões são os pesos estabelecidos para cada fator, a forma de operacionalizar os fatores e a inclusão de outros fatores que também podem influenciar no movimento de P do solo para a água. Atualmente, vários estados norte americanos possuem versões do IP adaptadas às suas condições (Sharpley et al., 2003). O IP Original (Lemunyon e Gilbert, 1993) apresenta uma estrutura aditiva, pois os fatores de influência, com seus respectivos pesos, são somados para chegar ao índice final. Modificações foram feitas no IP considerando novos fatores e pesos de influência ainda dentro da forma aditiva (NRCS, 2001; Flynn et al., 2000), bem como gerando versões multiplicativas, ou seja, para chegar ao índice final, multiplica-se os valores dos fatores, com seus respectivos pesos (Weld, 2003). Exemplo de versão multiplicativa é o IP do estado da Pensilvânia (WELD, 2003) e Flórida (NRCS, 2000), nos EUA. As versões aditivas são mais freqüentes, como por exemplo, a do estado do Alabama (NRCS, 2001), Novo México (FLYNN, 2000) e Iowa (NRCS, 2004). Neste estudo, as versões utilizadas foram a do estado da Pensilvânia (multiplicativa), Alabama e Novo México (aditivas), além do Índice de Fósforo Original (aditiva). Estas versões do IP foram utilizadas por apresentarem os fatores e pesos melhor definidos, bem como pela possibilidade de adaptação às condições brasileiras.

Recentemente, no Brasil, utilizou-se o IP no estudo de Lopes et al. (2007) com o objetivo de adaptar este método na identificação de áreas de risco de contaminação por fósforo em bacia hidrográfica. No entanto não existem trabalhos, no país, comparando os índices de P obtidos através da metodologia IP com os dados analiticamente determinados de P no escoamento superficial. Neste sentido, o presente estudo teve como objetivos:

- 1) Calcular o índice de P de dados contidos em trabalhos científicos brasileiros, por meio de quatro versões de IP;
- 2) Comparar os índices de P obtidos por meio das quatro versões de IP com os dados de concentração e perda de P no escoamento superficial, na forma solúvel, particulado e total;

- 3) Avaliar a influência dos componentes do IP na concentração e perda de P no escoamento superficial na forma solúvel, particulado e total, utilizando dados de trabalhos científicos brasileiros.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. TRANSPORTE DE NUTRIENTES DO SOLO PARA ÁGUA

O nitrogênio e o fósforo são os principais elementos responsáveis pela eutrofização, no entanto, algumas algas têm capacidade de fixar o nitrogênio atmosférico e, portanto, mesmo que se controle o aporte externo de nitrogênio, sua concentração não seria reduzida em função desta fonte de entrada via atmosfera. Por este motivo, o P é considerado o elemento limitante da eutrofização, e, portanto, o controle das fontes de fósforo é fundamental no controle da eutrofização (SHARPLEY e HALVORSON, 1994; SALAS e MARTINO, 1991).

As atividades agrícolas são consideradas como uma das principais fontes de contaminação dos corpos de água superficial nos EUA. O transporte de P do solo para a água pode ocorrer por diferentes meios (erosão, escoamento superficial, lixiviação, fluxo preferencial). No entanto, pelo fato do P estar retido fortemente na fase sólida do solo, este é transportado principalmente pela erosão (MURREL, 2003). Além disso, o P em solução pode ser transportado pela água de escoamento superficial, principalmente em manejos com aplicações de fertilizantes com alta solubilidade em superfície. O transporte de P do solo via lixiviação ocorre principalmente nos solos que têm superfícies menos reativas, por exemplo, solos muito arenosos situados em regiões de alta precipitação e onde se faz aplicações muito altas de P. Também há evidências que aplicações de dejetos de animais levam a um maior movimento de P através do perfil do solo do que as formas inorgânicas de P (MURREL, 2003; ACHURY, 2005).

Os fatores que influenciam as perdas de nutrientes por erosão em solos agrícolas são geralmente agrupados em duas categorias relacionadas à fonte (quantidade potencialmente disponível para transporte) e relacionadas ao transporte (potencial de escoamento superficial e erosão) (ACHURY, 2005).

Fatores relacionados à fonte: contínuas aplicações de fertilizantes minerais e dejetos animais podem exceder às necessidades nutricionais das plantas e aumentar a concentração de P no solo e, com isso, favorecer sua perda por

escoamento superficial e erosão. Outros aspectos importantes a serem considerados na perda de nutrientes são o período e a forma de aplicação destes, os quais são influenciados pelo clima, cultivo, sistema de manejo e equipe disponível para o trabalho. A seqüência de adubações e o intervalo de tempo entre as aplicações dos nutrientes no solo e o início do primeiro evento de escoamento superficial são a chave para a magnitude da perda de P (ACHURY, 2005; SHARPLEY e HALVORSON, 1994; WELD et al., 2001).

Fatores relacionados ao transporte: os nutrientes podem mover-se do solo para a água na forma solúvel por meio do escoamento superficial e aderidos aos sedimentos no processo de erosão. No caso do P, para solos cultivados com altas taxas de erosão, geralmente a fração particulada (P associado às partículas minerais e orgânicas) constitui de 60 a 90% do total de P perdido (ACHURY, 2005; SHARPLEY e HALVORSON, 1994). A administração do transporte recorre a esforços para controlar o movimento do P do solo para locais sensíveis, como os corpos d'água. O transporte de P via escoamento superficial e erosão pode ser reduzido pelo cultivo conservacionista e pelo manejo dos resíduos da cultura, além das zonas ripárias e terraceamentos, por exemplo. Basicamente, estas práticas protegem a superfície do solo contra o impacto da chuva, reduzem o volume e a velocidade do escoamento superficial e aumentam a resistência do solo à erosão (SHARPLEY et al., 2001a).

A erosão hídrica provoca perdas de solo, água e nutrientes, principalmente, daqueles adsorvidos na superfície das partículas de argila e matéria orgânica e constitui um dos fatores que mais contribui para a queda da capacidade do solo. A erosão hídrica pluvial é influenciada pela chuva, topografia do terreno, natureza do solo, cobertura e manejo do solo e práticas conservacionistas. A principal forma de perda de fósforo em áreas agrícolas de alta declividade é pelo processo erosivo. O fósforo transportado do solo para a água pode estar tanto na forma solúvel como particulado (ligado aos sedimentos). Como o fósforo é fortemente adsorvido pelas argilas, a maior proporção do fósforo transportado, pelo escoamento superficial, para os ambientes aquáticos, a partir de solos cultivados, ocorre na forma adsorvida (SHARPLEY et al., 2001a; SHARPLEY e HALVORSON, 1994).

A aplicação de adubos e corretivos durante longo tempo nas lavouras tende a elevar as concentrações de nutrientes no solo, especialmente na camada

superficial e, conseqüentemente, elevar suas concentrações no escoamento superficial (SCHICK et al., 2000b; BERTOL et al., 2003). O modo e a forma de aplicação de adubos e corretivos também afetam a concentração de nutrientes no escoamento superficial (CASSOL et al., 2002).

Sabe-se que a concentração de nutrientes na água e nos sedimentos varia com sua concentração no solo, a qual é influenciada pelas adubações e pela cobertura e manejo do solo. Um experimento realizado indicou que as concentrações de P na camada de 0-0,025 m de profundidade apresentaram correlação linear e positiva com as concentrações desse elemento nos sedimentos presentes no escoamento superficial (SCHICK et al., 2000b).

As concentrações de nutrientes presentes no escoamento superficial são, em geral, semelhantes ou superiores nos preparos de solo conservacionistas do que nos convencionais, em virtude do transporte de camadas de solo mais ricas em nutrientes nos preparos conservacionistas, já que a quase ausência de preparo de solo nesses sistemas promove a concentração da maioria dos nutrientes na camada superficial do solo. Nos sistemas convencionais, a incorporação dos adubos aplicados deixa os nutrientes menos propensos à remoção pelo escoamento superficial (SCHICK et al., 2000b).

BERTOL et al. (2004a) constataram que as concentrações de P foram maiores nos sistemas de manejo de solo conservacionistas do que nos convencionais, tanto na água quanto nos sedimentos do escoamento superficial, sendo, ainda, substancialmente maiores nos sedimentos do que na água do escoamento superficial.

A perda de nutrientes pode ser expressa tanto em concentração do elemento na suspensão ou nos sedimentos, como em quantidade perdida por área. A concentração de determinado elemento no escoamento superficial varia principalmente com sua concentração no solo, que é influenciada pelas fertilizações, manejo e tipo de solo. A quantidade total transportada, no entanto, depende tanto da concentração do elemento no material erodido quanto do volume total desse material perdido (SEGANFREDO et al., 1997).

A perda de P por escoamento superficial é geralmente <7% do P total aplicado ao solo, o que, agronomicamente, pode não ser representativo, mas, ambientalmente, pode causar sérios problemas (SHARPLEY et al., 1994; FAVARETTO, 2002).

2.2. ÍNDICE DE FÓSFORO - IP

O índice de fósforo (IP) foi proposto inicialmente nos Estados Unidos da América por LEMUNYON e GILBERT (1993). Foi desenvolvido para ser utilizado no planejamento de bacias hidrográficas, visando determinar a vulnerabilidade do solo quanto a perda de P por escoamento superficial. Pode ser utilizado ainda para identificar os fatores mais críticos que influenciam na movimentação do P, tais como solo, topografia e manejo.

Utilizando alguns parâmetros, o IP pode auxiliar na seleção de alternativas de manejo do solo mais adequadas para reduzir a perda de P. O propósito do índice é identificar os locais onde há o maior risco de movimentação de P, constituindo-se, assim, em base para o planejamento correto de conservação de água e solo com sistemas e práticas conservacionistas adequados para cada local (LEMUNYON e GILBERT, 1993; SHARPLEY et al., 2001b; MCDOWELL et al., 2001).

Os fatores que compõem o IP apresentam pesos específicos, de acordo com cada versão. Além disso, tem-se um peso para as diferentes categorias que subdividem cada fator. Por exemplo o fator teor de P no solo pode ser *baixo*: 1, *médio*: 2, *alto*: 4, ou *muito alto*: 8. A seguinte fórmula reúne todos os parâmetros para estabelecer o IP Original (LEMUNYON e GILBERT, 1993):

$$IP = \Sigma [(E \times P) + (EI \times P) + (ES \times P) + (TP \times P) + (TAPM \times P) + (MAPM \times P) + (TAPO \times P) + (MAPO \times P)]$$

Onde:

IP = Índice de fósforo;

P = peso do fator;

E = erosão pluvial;

EI = erosão por irrigação;

ES = escoamento superficial;

TP = teor de fósforo no solo;

TAPM = taxa da aplicação de fósforo mineral;

MAPM = método de aplicação de fósforo mineral;

TAPO = taxa de aplicação de fósforo orgânico;

MAPO = método de aplicação de fósforo orgânico.

No QUADRO 1, pode-se observar os diversos fatores que influenciam a perda de fósforo em bacias hidrográficas, e seus impactos na qualidade da água superficial. Tais fatores podem ser utilizados nas diversas versões dos índices de fósforo existentes.

Uma vez calculado o IP, determina-se a vulnerabilidade do local à perda de fósforo de acordo com faixas de categorias. No caso do IP Original, para valores de $IP < 8$ a vulnerabilidade é baixa, entre 8 e 14 é média, entre 15 e 32 é alta e > 32 é muito alta. Esta classificação facilita a tomada de decisão para desenvolver estratégias e planos de manejo de P nas lavouras (LEMUNYON e GILBERT, 1993; SHARPLEY et al., 2003).

Atualmente, existem diversas versões do IP, as quais se assemelham à versão original, dependendo de condições particulares que afetam o transporte de P em diferentes regiões, demonstrando a flexibilidade desta ferramenta em estabelecer melhores medidas de manejo de P. Nos Estados Unidos, o IP tem sido adotado em 47 estados, com modificações que dependem de condições dos locais específicos. Alguns fatores adicionados à versão original do IP incluem: frequência de inundações, distância do campo ao fluxo de água e fatores que afetam o teor de P na solução do solo (textura, pH, capacidade de sorção de P) (ACHURY, 2005; SHARPLEY et al., 2003).

A versão do estado de Iowa, por exemplo, considera a drenagem de subsuperfície e a precipitação como fatores importantes na predição de perda de P (NRCS, 2004). Já a versão do estado de Minnesota diferencia a aplicação de P no inverno, pois o fator neve, neste estado, pode influenciar na perda de P (MINNESOTA, 2005).

Três grandes mudanças foram feitas para revisar o IP original. Na primeira, os fatores de fonte e de transporte de P se relacionam por multiplicação, na ordem que melhor representa a vulnerabilidade de perda de P do local. Por exemplo, o escoamento superficial não acontece em um local específico e sua vulnerabilidade deveria ser baixa independentemente do conteúdo de P no solo. No IP original, um determinado local poderia apresentar “muito alta” vulnerabilidade, baseada apenas no manejo do solo e, entretanto, poderia não ocorrer escoamento superficial ou erosão. Por outro lado, um local com alto potencial para ocorrer escoamento superficial ou erosão, mas com baixo teor de P

no solo, poderia não apresentar risco de perda de P, a menos que ele fosse aplicado na forma mineral ou orgânica (SHARPLEY et al., 2003).

A segunda mudança do IP original foi a incorporação de um fator de transporte adicional que reflete a distância da fonte de P ao fluxo de água. As categorias de distância contribuintes nos índices de P revisados estão baseadas em análises hidrológicas que consideram a probabilidade, ou o risco, de um evento de chuva de determinada magnitude acontecer, que resultará em um escoamento superficial cujo fluxo alcance a água (GBUREK et al., 2000; SHARPLEY et al., 2003).

A terceira mudança na formulação do IP ocorreu com a inclusão de parâmetros com escala em aberto para a erosão, o teor de P no solo e as taxas de aplicação de P (tanto mineral como orgânico). A escala em aberto para estes fatores evitaria uma situação irreal onde uma, ou duas, unidades aumentadas no valor do parâmetro, poderiam mudar o risco da categoria e, assim, drasticamente poderia mudar o IP final e sua interpretação (SHARPLEY et al., 2003).

QUADRO 1 - FATORES QUE INFLUENCIAM A PERDA DE P E SEUS IMPACTOS NA QUALIDADE DA ÁGUA SUPERFICIAL (ADAPATADO DE SHARPLEY et al., 2003)

FATOR	DESCRIÇÃO
TRANSPORTE DE P	
EROSÃO	Perda de P fortemente relacionada à perda de sedimento.
ESCOAMENTO SUPERFICIAL	Perda de P solúvel liberado do solo ou de outras fontes de P.
ESCOAMENTO SUBSUPERFICIAL	Em solos arenosos, orgânicos ou saturados com P, o P pode ser lixiviado pela água através do solo. Pode também se mover através do fluxo preferencial dos macroporos. A presença de drenagem artificial pode capturar este fluxo de subsuperfície e mover isso diretamente para a superfície da água.
TEXTURA DO SOLO	Influencia a ocorrência de escoamento superficial e subsuperficial.
ESCOAMENTO POR IRRIGAÇÃO	O manejo inadequado da irrigação pode levar a perda de P por escoamento superficial e erosão.
PROXIMIDADE DA ÁREA COM CORPO D'ÁGUA	Maior a proximidade da área com o corpo d'água, maior a chance do P alcançar este corpo d'água.
EFEITOS DO CANAL	O material erodido e o P associado podem ser depositados ou resuspendidos no fluxo de água. O P dissolvido pode ser sorvido ou desorvido pelos sedimentos do canal e material depositado.
VULNERABILIDADE DA ÁGUA	Algumas bacias hidrográficas possuem maior vulnerabilidade à eutrofização que outras. Lagos rasos com grande área de superfície tendem a ser mais vulneráveis.
FONTE DE P	
TEOR DE P NO SOLO	Com o aumento de P no solo, a perda de P no escoamento superficial e subsuperficial aumenta.
APLICAÇÃO DE P NO SOLO	Maior aplicação de P mineral ou orgânico, maior o risco de perda de P.
MANEJO DE P	
MÉTODO DE APLICAÇÃO	A perda de P aumenta na seguinte ordem: injetado subsuperficialmente; com aração, espalhado na superfície sem incorporação.
PERÍODO DE APLICAÇÃO	Quanto maior a proximidade entre aplicação e chuva, maior a chance de perda de P.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. LOCAL DO TRABALHO E OBTENÇÃO DO MATERIAL BIBLIOGRÁFICO

O presente trabalho foi desenvolvido no Departamento de Solos e Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Paraná, no período de março de 2005 a agosto de 2007. O material bibliográfico necessário ao desenvolvimento do trabalho foi obtido principalmente via on line, tanto do material referente aos índices de fósforo (disponibilizados nas agências estaduais do USDA) como dos artigos científicos (disponibilizados via Portal de Periódicos da CAPES) e das teses e dissertações (disponibilizados pelos Programas de Pós-Graduação das diferentes instituições). O material que não estava disponibilizado on line foi obtido na Biblioteca do Setor de Ciências Agrárias da UFPR ou diretamente com os autores via correio postal ou eletrônico.

3.2. VERSÕES DE ÍNDICE DE FÓSFORO UTILIZADAS NESTE TRABALHO

Foram analisadas e utilizadas quatro versões do índice de fósforo. As versões escolhidas foram o Índice de Fósforo Original (LEMUNYON e GILBERT, 1993) (QUADRO 2), a do estado do Alabama (NRCS, 2001) (QUADRO 3), a do Novo México (FLYNN et al., 2000) (QUADRO 4) e a da Pensilvânia (WELD et al., 2003) (QUADRO 5). Estas versões foram escolhidas por apresentarem diferentes formas de calcular o IP (aditiva ou multiplicativa) bem como por apresentarem informações completas sobre suas estruturas, com fatores e pesos bem definidos. Na escolha das versões excluí-se aquelas em que os fatores diferiam muito das condições brasileiras como por exemplo presença de neve, erosão por irrigação em sulco, teor de P particulado e P solúvel no escoamento.

O IP Original é constituído por uma matriz de oito parâmetros (erosão do solo, erosão por irrigação, escoamento superficial, teor de P no solo, taxa e método de aplicação de P orgânico e taxa e método de aplicação de P mineral) cada um subdividido em cinco categorias quanto à aplicação de P (nula, baixa, média, alta e muito alta). Para cada parâmetro, determina-se um peso relativo

baseado na relevância deste no local em estudo. O QUADRO 2 apresenta o índice original de fósforo desenvolvido por LEMUNYON e GILBERT (1993).

A versão para o estado do Alabama é também aditiva, ou seja, seus fatores são somados para se chegar ao índice de fósforo final. O QUADRO 3 apresenta a versão na íntegra. A versão para o estado do Novo México também é aditiva. Esta versão apresenta alguns fatores adicionais de perda de P como o manejo de pastagem e conservação de faixa de vegetação, o que não foi considerado (QUADRO 4). A versão do estado da Pensilvânia é multiplicativa, ou seja, os fatores de perda de P são multiplicados entre si para se chegar ao índice de fósforo final (QUADRO 5).

A TABELA 1 apresenta a interpretação do risco de perda de P para cada método utilizado neste estudo.

TABELA 1 - INTERPRETAÇÃO DO RISCO DE PERDA DE P DE ACORDO COM A VERSÃO

Risco de perda de P	IP	IP	IP	IP
	Original	Alabama	Novo México	Pensilvânia
Valor total (somatório ou multiplicação dos fatores com o respectivo peso)				
Muito Baixo	-	-	0 - 10	-
Baixo	< 8	< 65	10 - 17	0 - 59
Médio	8 - 14	66 - 75	17 - 27	60 - 79
Alto	15 - 32	76 - 85	27 - 37	80 - 99
Muito Alto	> 32	86 - 95	37 - 47	> 100
Excessivo	-	> 96	> 47	-

Fonte: LEMUNYON e GILBERT (1993); NRCS (2001); FLYNN et al. (2000); WELD et al. (2003)

QUADRO 2 – ÍNDICE ORIGINAL DE FÓSFORO (LEMUNYON e GILBERT, 1993)

Fator ⁽¹⁾	Peso do fator	Classificação do fator (valor)				
		Nulo (0)	Baixo (1)	Médio (2)	Alto (4)	Muito alto (8)
Teor de P no solo	1,0	Nulo ⁽⁵⁾	Baixo	Médio	Alto	Excessivo
Erosão do solo (t ha ⁻¹) ⁽²⁾	1,5	Nula	<12	12-25	25-37	>37
Escoamento superficial	0,5	Nulo ⁽⁶⁾	Muito baixo ou Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
Taxa de aplicação de P mineral (kg ha ⁻¹) ⁽³⁾	0,75	Não aplicado	1-34	35-100	101-168	>168
Método de aplicação de P mineral	0,5	Não aplicado	No local do plantio com profundidade maior que 5 cm ⁽⁴⁾	Incorporado imediatamente antes do plantio	Incorporado >3 meses antes do plantio ou aplicado superficialmente <3 meses antes do plantio	Aplicado superficialmente para pastagem ou >3 meses antes plantio
Taxa de aplicação de P orgânico (kg ha ⁻¹) ⁽³⁾	1,0	Não aplicado	1-34	35-67	68-100	>100
Método de aplicação de P orgânico	1,0	Não aplicado	Injetado em profundidade maior que 5 cm ⁽⁴⁾	Incorporado imediatamente <3 meses antes do plantio	Incorporado >3 meses antes do plantio ou aplicado superficialmente <3 meses antes do cultivo	Aplicado superficialmente em pastagem ou aplicado >3 meses antes plantio
IP = \sum valor do fator x peso do fator						

⁽¹⁾ Além dos fatores descritos acima, a metodologia considera também o fator erosão causada por irrigação, não utilizada neste estudo;

⁽²⁾ Unidades transformadas de t ac⁻¹ para t ha⁻¹;

⁽³⁾ Unidades transformadas de lbs ac⁻¹ para kg ha⁻¹;

⁽⁴⁾ Unidade transformada de polegadas para cm;

⁽⁵⁾ Neste trabalho foi interpretado de acordo com SBCS (2004);

⁽⁶⁾ Neste trabalho foi obtido através de Fasching (2006).

QUADRO 3 - ÍNDICE DE FÓSFORO PARA O ESTADO DO ALABAMA (NRCS, 2001)

Fatores ⁽¹⁾	Peso do fator	Classificação do fator (valor)				
		Muito baixo (0)	Baixo (1)	Médio (2)	Alto (4)	Muito alto (8)
Teor de P no solo	1,0	Muito baixo/Baixo ⁽²⁾	Médio	Alto	Muito Alto	Extremamente Alto
Erosão do solo (t ha ⁻¹ ano ⁻¹) ⁽³⁾	3,0	<7	7-12	12-25	25-37	>37
Taxa de aplicação de P (kg P ₂ O ₅ ha ⁻¹ ano ⁻¹) ⁽⁴⁾	3,0	Não aplicado	<67	67-135	135-202	>202
Método de aplicação de P	3,0	Não aplicado	Injetado em profundidade maior que 5 cm ⁽⁵⁾	Incorporado imediatamente ou aplicado com sprinkler	Aplicado superficialment e e incorporado <30 dias	Aplicado superficialment e, não incorporado
Grupo hidrológico do solo	3,0	Nenhum	A ⁽⁶⁾	B	C	D
Declividade (%)	1,0	<1	1-3	3-5	5-8	>8
IP = \sum valor do fator x peso do fator						

⁽¹⁾ Além dos fatores descritos acima, a metodologia considera também os fatores presença de pastagem e de animais, sistemas de drenagem subterrânea, distância de aplicação de P até o rio, largura da vegetação e presença de ambientes críticos ou água degradada, os quais não foram utilizados neste estudo;

⁽²⁾ Neste trabalho foi interpretado de acordo com SBCS (2004);

⁽³⁾ Unidades transformadas de t ac⁻¹ ano⁻¹ para t ha⁻¹ ano⁻¹;

⁽⁴⁾ Unidades transformadas de lbs P₂O₅ ac⁻¹ ano⁻¹ para kg P₂O₅ ha⁻¹ ano⁻¹;

⁽⁵⁾ Unidades transformadas de polegadas para cm;

⁽⁶⁾ Neste trabalho foi considerado de acordo com os dados da versão (NRCS, 2001).

QUADRO 4 - ÍNDICE DE FÓSFORO PARA O ESTADO DO NOVO MÉXICO (FLYNN et al., 2000)

Fatores ⁽¹⁾	Peso do fator	Classificação do fator (valor)				
		Nenhum (0)	Baixo (1)	Médio (2)	Alto (4)	Muito alto (8)
Teor de P no solo (mg kg ⁻¹)	1,0	Muito Baixo <8	Baixo 8-15	Moderado >15-23	Alto >23-30	Muito Alto >30
Erosão do solo (t ha ⁻¹) ⁽²⁾	1,5	Muito Baixo <3	Baixo 3-7	Médio >7-12	Alto 12-37	Muito Alto >37
Escoamento superficial	1,5	Muito Baixo ⁽³⁾	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
Taxa de aplicação de P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹) ⁽⁴⁾	1,0	Não aplicado	<34	34-100	100-168	>168
Método de aplicação de P mineral	1,0	Não aplicado	Local com plantio mais profundo que 5 cm ⁽⁵⁾	Incorporado antes do plantio	Incorporado >3 meses antes do plantio ou aplicado superficialment e <3 meses antes do plantio	Aplicado superficialment e
Método de aplicação de P orgânico	1,0	Não aplicado	Injetado de 8 a 15 cm abaixo da superfície ⁽⁵⁾	Incorporado antes do plantio	Incorporado >3 meses antes do plantio ou aplicado superficialment e <3 meses antes do plantio	Aplicado superficialment e
Proximidade do campo ao fluxo de água (m)	1,5	Muito baixo >305	Baixo >153-305	Médio 61-153	Alto 9-61	Muito Alto <9
Largura da área com vegetação (m)	1,5	> 30	20-30	6-20	< 6	Sem vegetação

$$IP = \sum \text{valor do fator} \times \text{peso do fator}$$

⁽¹⁾ Além dos fatores descritos acima, a metodologia considera também os fatores erosão por irrigação e manejo de pastagem não utilizados neste estudo;

⁽²⁾ Unidades transformadas de t ac⁻¹ para t ha⁻¹;

⁽³⁾ Neste trabalho foi interpretado de acordo com Fasching (2006);

⁽⁴⁾ Unidades transformadas de lbs ac⁻¹ para kg ha⁻¹;

⁽⁵⁾ Unidade transformada de polegadas para cm.

QUADRO 5 - ÍNDICE DE FÓSFORO PARA O ESTADO DA PENSILVÂNIA (WELD et al., 2003)

Parte A – se o local em estudo apresentar uma das duas características abaixo, ir para Parte B					
Teor de P no solo	Maior que 200 mg kg ⁻¹ de P (Mehlich-3)				
Distância entre aplicação de P e o rio	Menor que 45,72 metros ⁽²⁾				
Parte B: fatores de fonte					
Teor de P no solo	P Mehlich-3 (mg kg ⁻¹)				
P solo = 0,20 X Teor de P no solo (mg kg ⁻¹)					
Taxa de aplicação de P mineral	P mineral (1,12 x kg P ₂ O ₅ ha ⁻¹) ⁽³⁾				
Método de aplicação de P mineral	0,2 se aplicado ou injetado 5 cm ⁽⁴⁾ ou maior profundidade	0,4 se incorporado <1 semana seguindo da aplicação	0,6 se incorporado > 1 semana ou não incorporado seguindo de aplicação em abr-out	0,8 se incorporado >1 semana ou não incorporado seguindo de aplicação em nov - mar	1,0 se aplicado superficialmente para solo congelado ou coberto por neve
Aplicação de P mineral = taxa de aplicação x método de aplicação de P mineral					
Taxa de aplicação de P orgânico	P orgânico (1,12 x kg P ₂ O ₅ ha ⁻¹) ⁽³⁾				
Método de aplicação de P orgânico	0,2 se aplicado ou injetado 5 cm ⁽⁴⁾ ou maior profundidade	0,4 se incorporado <1 semana seguindo da aplicação	0,6 se incorporado > 1 semana ou não incorporado seguindo de aplicação em abr-out	0,8 se incorporado >1 semana ou não incorporado seguindo de aplicação em nov - mar	1,0 se aplicado superficialmente para solo congelado ou coberto por neve
Taxa de aplicação de P orgânico = taxa de aplicação x método de aplicação					
Soma fator fonte					
Parte B: fatores de transporte					
Erosão	Perda de solo (2471,58 x kg ha ⁻¹ ano ⁻¹)				
Escoamento superficial	0 – Muito Baixo	2 - Baixo	4 - Médio	6 - Alto	8 - Muito Alto
Soma fator transporte/22					
Índice de P = 2 x Fonte x Transporte					

⁽¹⁾ Além dos fatores descritos acima, a metodologia considera também os fatores disponibilidade de P orgânico, drenagem subsuperficial, distância entre aplicação de P e o rio, os quais não foram considerados;

⁽²⁾ Unidade transformada de pés para m;

⁽³⁾ Unidade transformada de lbs acre⁻¹ para kg ha⁻¹;

⁽⁴⁾ Unidade transformada de polegadas para cm;

⁽⁵⁾ Neste trabalho foi interpretado de acordo com Fasching (2006).

3.3. SÍNTESE COMPARATIVA ENTRE AS VERSÕES DE IP

A versão IP Original é aditiva e considera os fatores erosão do solo e erosão por irrigação (fator não considerado no presente trabalho) como os de maior contribuição para a perda de fósforo e, portanto, possuem pesos maiores em relação aos outros fatores. Além disso, são maiores os pesos para a taxa e o método de aplicação de P orgânico do que o P mineral.

Para a versão do Alabama, a qual é também aditiva, os pesos para o fator erosão do solo, distância entre o local de aplicação do P e o rio (fator não considerado no presente trabalho) e taxa e método de aplicação de P mineral e orgânico são maiores. Nesta versão, não há distinção de peso entre aplicação de P mineral e orgânico.

Para a versão do Novo México, a qual é também aditiva, os fatores com maior peso são: erosão do solo, escoamento superficial, erosão por irrigação (fator não considerado neste trabalho) e a existência ou largura da faixa vegetativa entre o local de aplicação de P e o rio (fator não considerado neste trabalho).

A versão da Pensilvânia, por ser uma versão multiplicativa, não considera pesos para cada fator, pois os valores de cada fator são multiplicados entre si.

Para comparar os dados de estimativa de perda de P obtidos por estas versões de IP buscou-se na literatura trabalhos científicos brasileiros com dados analíticos de diferentes formas de P na água (concentração e perda de P nas formas total, solúvel e particulado) e no sedimento (concentração e perda de P disponível). Além das determinações analíticas, os trabalhos deveriam conter os seguintes itens para o cálculo do IP: erosão do solo, escoamento superficial, teor de P no solo, taxas e métodos de aplicação de P orgânico e/ou mineral. A partir destes dados, obtiveram-se os valores de IP pelas diferentes versões, possibilitando, assim, a correlação entre os valores de IP obtidos pelas diferentes versões e os resultados de concentração e perda de P.

Foram utilizados dados de oito experimentos realizados no Brasil, os quais apresentam P na água e/ou no sedimento, contidos nas seguintes publicações: 1) BERTOL (2005); 2) BERTOL et al. (2004b) e LEITE et al. (2004); 3) BADELUCCI (1997), CASSOL et al (1999) e CASSOL et al (2002); 4) BERTOL et al (2004a) e GUADAGNIN (2003); 5) PELES (2007); 6) BERTOL et al. (2003), MELLO (2002) e MELLO et al. (2003); 7) SCHICK et al. (2000a) e SCHICK et al. (2000b); 8) HERNANI et al. (1999). Os dois últimos trabalhos apresentam resultados de P exclusivamente nos sedimentos.

A partir das informações obtidas nas publicações recém mencionadas, obteve-se o IP segundo os estados de Alabama, Novo México e Pensilvânia e segundo o IP Original, para os diferentes tratamentos relatados nos trabalhos científicos.

3.4. OBTENÇÃO DOS FATORES PARA AS DIFERENTES VERSÕES DE IP

Considerando que as publicações utilizadas neste estudo não apresentam todos os fatores exigidos pelas metodologias de cálculo dos diferentes IP,

utilizaram-se somente os dados disponibilizados, ou seja, teor de P do solo, taxa de aplicação de P mineral e orgânico, método de aplicação de P mineral e orgânico, erosão do solo e escoamento superficial. Além destes fatores, alguns outros, necessários para o cálculo de IP também foram utilizados, como a declividade e a taxa de infiltração final. A seguir a descrição de cada um destes fatores:

3.4.1. TEOR DE P NO SOLO

O teor de P no solo é considerado de diversas formas, dependendo da versão de IP. Para o IP Original (LEMUNYON e GILBERT, 1993) e o IP Alabama (QUADROS 2 e 3), considera-se uma faixa de valores que vai desde “nulo” até “muito alto”. Já para o IP Novo México, o fator P no solo também se apresenta por faixas desde 8 mg dm⁻³ (muito baixo) até 30 mg dm⁻³ (muito alto) (QUADRO 4). Para o IP da Pensilvânia, o teor de P no solo é indicado em mg kg⁻¹, com a determinação sendo feita em Mehlich-3 (QUADRO 5).

Para a definição da classe referente ao teor de P no solo para cada versão de IP, utilizou-se os dados de P extraído via Mehlich, definido em cada trabalho. Para as versões de IP Original e Alabama os níveis “baixo”, “médio”, “alto” ou “muito alto” no solo foram definidos conforme a interpretação da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (SBCS, 2004). A interpretação dos teores de P foi feita conforme o teor de argila para as culturas de sequeiro (TABELA 2).

TABELA 2 - INTERPRETAÇÃO DO TEOR DE FÓSFORO NO SOLO EXTRAÍDO PELO MÉTODO MEHLICH-1, CONFORME O TEOR DE ARGILA (SBCS, 2004)

INTERPRETAÇÃO	CLASSE DE SOLO CONFORME O TEOR DE ARGILA ⁽¹⁾			
	1	2	3	4
	mg dm ⁻³			
MUITO BAIXO	≤ 2,0	≤ 3,0	≤ 4,0	≤ 7,0
BAIXO	2,1 – 4,0	3,1 – 6,0	4,1 – 8,0	7,1 – 14,0
MÉDIO	4,1 – 6,0	6,1 – 9,0	8,1 – 12,0	14,1 – 21,0
ALTO	6,1 – 12,0	9,1 – 18,0	12,1 – 42,0	21,1 – 42,0
MUITO ALTO	> 12,0	> 18,0	> 24,0	> 42,0

⁽¹⁾ Teores de argila: classe 1 = > 60%; classe 2 = 60 a 41%; classe 3 = 40 a 21%; classe 4 = ≤ 20%

3.4.2. TAXAS E MÉTODOS DE APLICAÇÃO DE P MINERAL E ORGÂNICO

Assim como o teor de P no solo, os fatores taxas e métodos de aplicação de P orgânico e mineral foram determinados a partir de parâmetros definidos em cada versão de IP (QUADROS 2, 3, 4 e 5). De forma geral, as diferentes versões de IP atentam para o fato dos fertilizantes mineral ou orgânico serem aplicados superficialmente ou incorporados ao solo. Esta incorporação ou não ao solo pode levar a um maior potencial de perda de P, levando a um peso maior para estes fatores. Isto foi considerado de acordo com as informações contidas nos trabalhos científicos.

3.4.3. EROSÃO DO SOLO

Na versão do IP Original (LEMUNYON e GILBERT, 1993), os fatores de transporte são classificados como “muito baixo”, “baixo”, “médio”, “alto” e “muito alto”, utilizando-se a base 2 (por exemplo, 0, 1, 2, 4 e 8) (QUADRO 2, 3 e 4).

Atualmente, muitos estados do nordeste dos Estados Unidos da América têm alterado os métodos de cálculo, incluindo uma relação linear (toneladas acre⁻¹ ou libras acre⁻¹ X fator), especialmente para o fator erosão, cujo impacto no transporte de P pode ser considerado linear (DANIEL et al., 2001). Este é o caso do IP para o estado da Pensilvânia, onde o valor da erosão do solo é inserido em toneladas acre⁻¹ ano⁻¹ (QUADRO 5).

3.4.4. ESCOAMENTO SUPERFICIAL

O escoamento superficial foi determinado a partir da declividade e da permeabilidade de água no solo, de acordo com FASCHING (2006). A partir destes dados obtidos nos trabalhos científicos e utilizando a TABELA 3, determinou-se a classe do escoamento superficial para cada trabalho ou tratamento quando possível (em função da taxa de infiltração referente ao tratamento). Para refletir o dado de permeabilidade utilizou-se os dados de taxa final de infiltração de água no solo.

TABELA 3 - CLASSE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL DETERMINADA EM FUNÇÃO DA PERMEABILIDADE E DA DECLIVIDADE (FASCHING, 2006)

DECLIVIDADE (%)	CLASSE DE PERMEABILIDADE DO SOLO ⁽¹⁾				
	MUITO RÁPIDO (>508,0 mm hr ⁻¹)	MODERADAMENTE RÁPIDO (50,8-152,4 mm hr ⁻¹) E RÁPIDO (152,4-508,0 mm hr ⁻¹)	MODERADO (15,24-50,8 mm hr ⁻¹) E MODERADAMENTE BAIXO (5,08-15,24 mm hr ⁻¹)	BAIXO (1,52-5,08 mm hr ⁻¹)	MUITO BAIXO (<1,52 mm hr ⁻¹)
DEPRESSÕES	Nenhum	Nenhum	Nenhum	Nenhum	Nenhum
0 – 1	Nenhum	Nenhum	Nenhum	Baixo	Baixo
1 – 5	Nenhum	Muito baixo	Baixo	Médio	Alto
5 – 10	Muito baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito alto
10 – 20	Muito baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito alto
> 20	Baixo	Médio	Alto	Muito alto	Muito alto

⁽¹⁾ Unidades transformadas de polegadas hora⁻¹ para mm hora⁻¹

3.4.5. GRUPO HIDROLÓGICO DO SOLO

O grupo hidrológico do solo é um fator que está presente na versão IP Alabama, onde pode ser igualado ao fator escoamento superficial utilizado nas outras versões. Este fator é subdividido em quatro grupos, de acordo as características de drenagem e infiltração de água no solo (Tabela 4). Neste trabalho, utilizou-se os dados de taxa de infiltração para caracterizar o grupo hidrológico, seguindo a TABELA 3.

TABELA 4 – GRUPO HIDROLÓGICO DO SOLO (NRCS, 2001)

A - BAIXO POTENCIAL DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL	Estes solos têm uma alta taxa de infiltração até mesmo quando completamente molhados. São profundos, bem drenados a excessivamente drenados, com areias e pedregulhos, e alta taxa de transmissão de água.
B – MODERADO POTENCIAL DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL	Estes solos têm uma moderada taxa de infiltração mesmo quando completamente molhados. São moderadamente profundos, bem drenados a moderadamente drenados, possuem textura e taxa de transmissão de água moderadas.
C – MODERADAMENTE ALTO POTENCIAL DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL	Estes solos têm uma lenta taxa de infiltração quando completamente molhados. Normalmente têm uma camada de água que impede o movimento de água para baixo ou têm textura fina a moderadamente fina. Têm uma lenta taxa de transmissão de água.
D – ALTO POTENCIAL DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL	Solos deste grupo têm uma infiltração muito lenta e, assim, um alto potencial de escoamento superficial. Eles consistem principalmente em solos argilosos que tem alto potencial de absorção, solos que têm uma camada de argila próxima à superfície e solos rasos próximo de materiais impermeáveis. Têm uma taxa muito lenta de transmissão de água.

3.5. CÁLCULO E INTERPRETAÇÃO DO IP

Para o cálculo dos índices de IP de acordo com as versões Original, Alabama e Novo México, o peso de cada fator foi multiplicado pelo valor do fator

(convertido em um índice de risco) e, então, os resultados foram somados para obter o IP final. Já para a versão Pensilvânia os valores simples de cada fator foram multiplicados e então os resultados foram somados para se obter o IP final.

A seguir, apresentam-se exemplos de cálculo do índice IP para as versões utilizadas neste trabalho. Os cálculos feitos são para o tratamento 4 (C1 Po= primeiro evento de chuva simulada e aplicação de P orgânico) do experimento de BERTOL (2005), conforme dados dos QUADROS 2, 3, 4 e 5 e dos ANEXOS 2 e 3.

EXEMPLO 1. Cálculo do IP Original (QUADRO 2 e ANEXOS 2 e 3):

$$IP = \Sigma [(erosão\ do\ solo\ x\ peso) + (escoamento\ superficial\ x\ peso) + (teor\ P\ do\ solo\ x\ peso) + (taxa\ aplicação\ P\ mineral\ x\ peso) + (método\ aplicação\ P\ mineral\ x\ peso) + (taxa\ aplicação\ P\ orgânico\ x\ peso) + (método\ aplicação\ P\ orgânico\ x\ peso)]$$

$$IP = [(1 \times 1,5) + (2 \times 0,5) + (8 \times 1,0) + (0 \times 0,75) + (0 \times 0,5) + (1 \times 1,0) + (8 \times 1,0)] = 19,5.$$

De acordo com o a TABELA 1 representa um alto potencial de perda de P.

EXEMPLO 2. Cálculo do IP Alabama (QUADRO 3 e ANEXOS 2 e 4):

$$IP = \Sigma [(teor\ P\ solo\ x\ peso) + (taxa\ de\ aplicação\ de\ P_2O_5\ x\ peso) + (método\ de\ aplicação\ de\ nutrientes\ x\ peso) + (erosão\ do\ solo\ x\ peso) + (grupo\ hidrológico\ do\ solo\ x\ peso) + (declividade\ x\ peso)]$$

$$IP = [(4 \times 1,0) + (1 \times 3,0) + (8 \times 3,0) + (0 \times 3,0) + (2 \times 3,0) + (2 \times 1,0)] = 39.$$

De acordo com a TABELA 1 representa um baixo potencial de perda de P.

EXEMPLO 3. Cálculo do IP Novo México (QUADRO 4 e ANEXOS 2 e 5):

$$IP = \Sigma [(teor\ P\ solo\ x\ peso) + (taxa\ de\ aplicação\ de\ P_2O_5\ x\ peso) + (método\ de\ aplicação\ de\ P\ mineral\ x\ peso) + (método\ de\ aplicação\ de\ P\ orgânico\ x\ peso) + (proximidade\ do\ campo\ ao\ lago\ ou\ fluxo\ de\ água\ x\ peso) + (erosão\ do\ solo\ x\ peso) + (escoamento\ superficial\ x\ peso) + (largura\ da\ área\ com\ vegetação\ x\ peso)]$$

$$IP = [(8 \times 1,0) + (1 \times 1,0) + (8 \times 1,0) + (0 \times 1,0) + (8 \times 1,5) + (0 \times 1,5) + (1 \times 1,5) + (8 \times 1,5)] = 42,5.$$

De acordo com a TABELA 1 representa um muito alto potencial de perda de P.

EXEMPLO 4. Cálculo do IP Pensilvânia (QUADRO 5 e ANEXO 2):

Parte A = [(teor P solo x 0,2) + (método aplicação P mineral x taxa aplicação P mineral) + (método aplicação P orgânico x taxa aplicação P orgânico x disponibilidade P orgânico)]

Parte A = [(65,3 x 0,2) + (43,75 x 1,0) + (0,0 x 0,0 x 0,0)] = 56,81

Parte B = {[erosão) + (escoamento superficial) + (drenagem subsuperficial) + distância de contribuição]} x [conectividade]} / 22

Parte B = {[0,023) + (4,0) + (0,0) + (8,0)] x [1,0]} / 22 = 0,5465

IP = 2 x Parte A x Parte B

IP = 2 x 56,81 x 0,5465 = 62,09. De acordo com a TABELA 1 representa um médio potencial de perda de P.

3.6. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Foi realizada análise estatística de Correlação de Pearson utilizando o “software SPSS versão 11.0 for Windows”. Esta análise foi feita entre os dados de Índice de Fósforo e os dados de concentração e perda de P total, solúvel e particulado do escoamento superficial, bem como com o P disponível do sedimento, obtidos dos trabalhos científicos, para medir o grau de associação entre estas duas variáveis. A análise de correlação foi realizada individualmente por trabalho científico, bem como com os dados dos trabalhos em conjunto considerando sempre a média das repetições de cada tratamento envolvido.

Na análise de correlação obteve-se o coeficiente de correlação de Pearson (r), utilizado para verificar o grau de associação entre duas variáveis, o qual resulta em valores entre -1 e 1. Sua interpretação dependerá de seu valor numérico e do seu sinal. Quanto mais próximo de 1 ou -1 mais forte é o grau de relação linear existente entre as duas variáveis em estudo. Obviamente, quanto mais próximo de 0 mais fraco é o grau de correlação. Além disso, dizer que não existe relação linear entre as duas variáveis estudadas, ou que a relação linear é muito fraca, não implica que não exista relação entre as duas variáveis. As duas variáveis podem não apresentar uma relação linear, mas podem, por exemplo, apresentar uma relação não-linear (GIOLO, 2005).

Posteriormente, foi realizada análise de Regressão Múltipla Linear pela técnica “stepwise” utilizando-se o “software R” (R DEVELOPMENT CORE TEAM,

2006). A análise de regressão foi realizada considerando os diferentes fatores que influenciam na concentração e perda de P total, solúvel e particulado no escoamento. Estas análises foram realizadas com todos os dados dos trabalhos envolvendo P no escoamento superficial, de forma conjunta. Nesta análise não inclui-se o trabalho envolvendo sedimento. Os fatores quantitativos e qualitativos considerados nesta análise de regressão foram os seguintes:

a = Teor de P no solo (mg kg^{-1});

b = Taxa de aplicação de P mineral (kg ha^{-1});

c = Método de aplicação de P mineral (0 = não aplicado, 1 = aplicado incorporado, 2 = aplicado superficialmente);

d = Taxa de aplicação de P orgânico (kg ha^{-1});

e = Método de aplicação de P orgânico (0 = não aplicado, 1 = aplicado incorporado, 2 = aplicado superficialmente);

f = Erosão do solo (kg ha^{-1});

g = Escoamento superficial (mm).

A análise de regressão pelo método “stepwise” foi usada para verificar o grau de dependência entre a perda de P por escoamento superficial e os fatores de fonte e transporte de P do solo para a água.

Após encontrar o modelo de regressão linear simples ajustado, deve-se, antes de adotá-lo, definitivamente, fazer predições (interpolações) e verificar como o modelo se ajusta aos dados. Para isso, fez-se a análise de variância (ANOVA). A análise de variância da regressão é uma técnica usada para verificar a adequação do modelo aos dados (ANEXOS 6 a 11).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. ÍNDICES DE FÓSFORO POR TRABALHO CIENTÍFICO

4.1.1. BERTOL (2005)

O trabalho de BERTOL (2005) foi realizado em campo, em LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico, sobre três tratamentos: 1. Adubo mineral NPK (200 kg ha^{-1}); 2. Dejetos líquidos de suíno ($60 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$); 3. Testemunha (sem aplicação de

adubo). Foram aplicadas três chuvas simuladas com intensidade constante média de 72, 63 e 117 mm h⁻¹ para as chuvas C1, C2 e C3, respectivamente.

O índice de fósforo calculado com a versão Original (TABELA 5), para o trabalho de BERTOL (2005), sugere uma estimativa de perda de P de “média” a “alta”, assim como o IP Novo México, que sugere uma estimativa de perda de P de “alta” a “muito alta”. Já as versões de IP Alabama e Pensilvânia sugerem uma estimativa de perda de P de “baixa” a “muito baixa”. Os baixos índices obtidos pela versão do Alabama podem ser explicados pelo fato desta versão apresentar pesos maiores para os fatores taxa e método de aplicação de P e erosão, além de incluir fatores como o grupo hidrológico do solo, sistemas de drenagem subterrânea e distância de local de aplicação do P ao corpo d’água.

Analisando os resultados de IP (TABELA 5), os quais foram obtidos com todos os tratamentos do trabalho, inclusive com aplicação de P mineral, observa-se que o tratamento testemunha, para todos os índices de P, apresentou o menor índice em relação aos outros tratamentos, pois, nesta área, não foram aplicados fertilizantes que contribuíram para o aumento do índice. Além disso, a erosão e o escoamento superficial apresentaram valores semelhantes em todos os tratamentos, para cálculo do IP, não diferenciando os valores de IP.

A taxa de aplicação de P orgânico pode ser considerada, para o caso deste trabalho, o principal fator determinante de diferenças dos índices finais entre os tratamentos, pois os outros fatores não apresentaram diferenças significativas entre si.

De acordo com as correlações apresentadas, o IP Original foi o único índice que apresentou significância para as correlações com o P solúvel e o P total (TABELA 6), porém mesmo sem significância, este índice apresentou as melhores correlações também para as outras formas de P. Isto pode ter ocorrido pelo fato do IP Original considerar a taxa de aplicação de P orgânico com maior peso.

De acordo com a TABELA 5 observa-se que o IP Original foi a única versão que diferenciou-se de forma crescente entre os tratamentos, apresentando menores valores no tratamento testemunha (IP = 11) e os maiores no tratamento com adubação mineral e orgânica (IP = 15 e 20, respectivamente). As concentrações e perda de P tiveram a mesma tendência. Como nas demais

versões, o IP não correspondeu a tendência de aumento em função da aplicação de esterco, as correlações foram inferiores comparado ao IP Original.

TABELA 5 - ÍNDICES DE FÓSFORO (BERTOL, 2005)

TRATAMENTO ⁽¹⁾	IP			
	ALABAMA	NOVO MÉXICO	ORIGINAL	PENSILVÂNIA
C1 P m	39 (MB) ⁽²⁾	43 (MA)	15 (A)	62 (M)
C2 P m	39 (MB)	43 (MA)	15 (A)	62 (M)
C3 P m	39 (MB)	43 (MA)	15 (A)	63 (M)
C1 P o	39 (MB)	43 (MA)	20 (A)	52 (B)
C2 P o	39 (MB)	43 (MA)	20 (A)	52 (B)
C3 P o	39 (MB)	43 (MA)	20 (A)	53 (B)
C1 T	12 (MB)	35 (A)	11 (M)	14 (B)
C2 T	12 (MB)	35 (A)	11 (M)	14 (B)
C3 T	12 (MB)	35 (A)	11 (M)	14 (B)

⁽¹⁾ Tratamento: C1, C2 e C3 = Chuvas Simuladas; Pm = Aplicação de P Mineral; Po = Aplicação de P Orgânico; T = Testemunha

⁽²⁾ Interpretação do ÍP: MB = Muito Baixo; B = Baixo; M = Médio; A = Alto; MA = Muito Alto

TABELA 6 – ÍNDICE DE CORRELAÇÃO DE PEARSON (r) ENTRE P SOLÚVEL, PARTICULADO E TOTAL E OS VALORES DE ÍNDICES DE FÓSFORO EM MASSA/ÁREA E CONCENTRAÇÃO (BERTOL, 2005)

ÍNDICE	P			P		
	SOLÚVEL	PARTICULADO	TOTAL	SOLÚVEL	PARTICULADO	TOTAL
	(g ha ⁻¹)			(mg L ⁻¹)		
ALABAMA	0,397	0,262	0,312	0,570	0,382	0,515
NOVO MÉXICO	0,397	0,262	0,312	0,570	0,382	0,515
ORIGINAL	0,641	0,399	0,486	0,868*	0,570	0,776*
PENSILVÂNIA	0,271	0,200	0,227	0,396	0,287	0,371

(*) – significativo para p-valor < 0,05

4.1.2. PELES (2007)

O trabalho de PELES (2007) foi realizado em laboratório sobre um solo LATOSSOLO BRUNO Distrófico típico. O solo foi adubado com fertilizante mineral em todos os tratamentos e com dejetos líquido suíno (doses de 0, 30, 60 e 90 m³ ha⁻¹). Foram aplicadas três chuvas simuladas com intensidade constante média de 60 mm h⁻¹ (C1, C2, C3). Neste trabalho aplicou-se também gesso sobre alguns tratamentos, os quais não foram utilizados neste estudo.

Observou-se no trabalho de PELES (2007) que a diferença entre os índices finais variou em função da taxa de aplicação de P orgânico. Para o IP Original, o peso para a taxa de aplicação de P orgânico é maior que o peso para a taxa de

aplicação de P mineral, tendo sido maior quanto maior a aplicação de P orgânico. O mesmo foi observado nos IP do Novo México e do Alabama. Para o IP da Pensilvânia, também foi observado que os índices finais de P foram maiores para os tratamentos nos quais houve a maior aplicação de P orgânico (TABELA 7).

Considerando as correlações feitas apenas para este trabalho (TABELA 8), observa-se que as versões de IP Novo México e Pensilvânia apresentaram as melhores correlações de forma geral para todas as formas de P. Ao contrário do que foi observado com as correlações de BERTOL (2005), a melhor correlação para o trabalho foi com os IP da Pensilvânia e do Novo México. No entanto, analisando-se a perda de P total (g ha^{-1}) observa-se que todas as versões apresentaram bons níveis de significância, inclusive o IP Original.

Observamos que, além do IP Original, as versões IP Novo México e IP Pensilvânia resultaram em correlações significativas para este trabalho. Estas versões diferenciaram-se de forma crescente entre os tratamentos, onde o tratamento sem aplicação de esterco apresentou valores menores do que aqueles onde foi aplicado esterco.

TABELA 7 - ÍNDICES DE FÓSFORO (PELES, 2007)

TRATAMENTO ⁽¹⁾	IP	IP	IP	IP
	ALABAMA	NOVO MÉXICO	ORIGINAL	PENSILVÂNIA
0 C1	23 (MB) ⁽²⁾	31 (A)	6(B)	29 (B)
0 C2	23 (MB)	31 (A)	6 (B)	31 (B)
0 C3	23 (MB)	31 (A)	6 (B)	32 (B)
30 C1	44 (MB)	39 (MA)	15 (A)	52 (B)
30 C2	44 (MB)	40 (MA)	15 (A)	57 (B)
30 C3	44 (MB)	39 (MA)	15 (A)	51 (B)
60 C1	44 (MB)	40 (MA)	16 (A)	79 (M)
60 C2	44 (MB)	40 (MA)	16 (A)	87 (A)
60 C3	44 (MB)	40 (MA)	16 (A)	83 (A)
90 C1	44 (MB)	42 (MA)	16 (A)	103 (MA)
90 C2	44 (MB)	42 (MA)	16 (A)	107 (MA)
90 C3	44 (MB)	42 (MA)	16 (A)	102 (MA)

⁽¹⁾ Tratamento: 0, 30, 60 e 90 = sem aplicação de dejetos suíno, dose de $30 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de dejetos suíno, dose de $60 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de dejetos suíno e dose de $90 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de dejetos suíno, respectivamente. C1, C2 e C3 = Chuvas Simuladas

⁽²⁾ Interpretação do IP: MB = Muito Baixo; B = Baixo; M = Médio; A = Alto; MA = Muito Alto

TABELA 8 - CORRELAÇÃO ENTRE P SOLÚVEL, PARTICULADO E TOTAL E OS VALORES DE ÍNDICES DE FÓSFORO (PELES, 2007)

ÍNDICE	P	P	P	P	P	P
	SOLÚVEL	PARTICULADO	TOTAL	SOLÚVEL	PARTICULADO	TOTAL
	(g ha ⁻¹)			(mg l ⁻¹)		
ALABAMA	0,465	0,570	0,703*	0,463	0,461	0,431
NOVO MÉXICO	0,649*	0,735*	0,831*	0,651*	0,650*	0,603*
ORIGINAL	0,508	0,614*	0,744*	0,509	0,517	0,499
PENSILVÂNIA	0,826*	0,884*	0,931*	0,838*	0,865*	0,845*

(*) – significativo para p-valor < 0,05)

4.1.3. LEITE et al. (2004) e BERTOL et al. (2004b)

Este trabalho envolveu duas publicações e foi conduzido sobre um solo NITOSSOLO HÁPLICO Alumínico, localizado na região do Planalto Sul Catarinense. Os tratamentos foram separados por culturas, ou seja, milho e feijão, com diferentes métodos de manejo do solo. As aplicações de P no solo foram as mesmas para cada cultura. Houveram diferenças no teor de P inicial e na erosão do solo. Para ambas as culturas havia um tratamento com o solo sem cultura (SSC) e sem aplicação de fertilizantes. Desta forma, apesar da erosão neste tratamento ter sido muito elevada e proporcionar um potencial de perda de P e de solo maior, nos outros tratamentos houve a aplicação de P mineral. Assim, para todas as versões do IP, o tratamento SSC apresentou valores de índice final menor em relação aos tratamentos onde houve aplicação de P mineral. Apesar da erosão ter sido alta no tratamento SSC, o peso dado à erosão do solo nas versões de IP, apesar de ser elevado, não foi suficiente para destacar estas perdas no resultado final dos índices. Além disso, os pesos da taxa e método de aplicação de P mineral também são considerados elevados (TABELA 9). Portanto, pode-se observar que a diferenciação entre os IP nos tratamentos deve-se ao fato do teor de P no solo ter sido diferente entre os tratamentos, aos diferentes valores de erosão do solo (conseqüência provável do tipo de cultura existente) e às aplicações de P mineral (TABELA 9) Assim, observa-se índices finais mais elevados nos tratamentos onde houve aplicação de P mineral e teores maiores de P no solo, para ambas as culturas.

As correlações feitas com os dados destes trabalhos mostram que o IP da Pensilvânia foi o melhor, para o caso do teor de P (mg L⁻¹). Já para o P total

(g ha⁻¹) não se obtiveram correlações significativas com as versões de IP utilizadas (TABELA 10).

TABELA 9 - ÍNDICES DE FÓSFORO (LEITE et al., 2004 e BERTOL et al., 2004b)

TRATAMENTO ⁽¹⁾	IP	IP	IP	IP
	ALABAMA	NOVO MÉXICO	ORIGINAL	PENSILVÂNIA
SSC M	14 (B) ⁽²⁾	29 (A)	5 (B)	0,4 (B)
PCO M	44 (B)	37 (A)	10 (M)	59 (B)
SDI M	52 (B)	45 (MA)	16 (A)	64 (M)
SDD M	48 (B)	41 (MA)	16 (A)	61 (M)
SDQ M	52 (B)	45 (MA)	17 (A)	68 (M)
CNM M	14 (B)	27 (M)	2 (B)	0 (B)
SSC F	26 (B)	33 (A)	9 (M)	0,6 (B)
PCO F	44 (B)	37 (A)	10 (M)	83 (A)
SDI F	52 (B)	45 (MA)	16 (A)	82 (A)
SDD F	48 (B)	41 (MA)	16 (A)	79 (M)
SDQ F	52 (B)	45 (MA)	17 (A)	88 (A)
CNM F	14 (B)	27 (M)	2 (B)	74 (M)

⁽¹⁾ Tratamento: SSC = solo sem cultivo em preparo convencional com uma aração e duas gradagens; PCO = solo cultivado em preparo convencional com uma aração e duas gradagens; SDI = solo cultivado em semeadura direta sobre resíduos dessecados; SDD = solo cultivado em semeadura direta sobre resíduos dessecados sem preparo; SDQ = solo cultivado em semeadura direta sobre resíduos queimados; CNM = solo em cultivo de campo nativo melhorado

⁽²⁾ Interpretação do IP: MB = Muito Baixo; B = Baixo; M = Médio; A = Alto; MA = Muito Alto

TABELA 10 - CORRELAÇÃO ENTRE OS ÍNDICES DE FÓSFORO E OS TEORES DE P NA ÁGUA (LEITE et al., 2004 e BERTOL et al., 2004b)

ÍNDICE	P TOTAL	
	(mg L ⁻¹)	(g ha ⁻¹)
IP O	0,294	0,134
IP NM	0,252	0,097
IP A	0,238	0,095
IP P	0,591*	0,557

(*) – significativo para p-valor < 0,05)

4.1.4. CASSOL et al. (2002); CASSOL et al. (1999) e BADELUCCI (1997)

Este trabalho envolveu três publicações e foi realizado no município de Eldorado do Sul (RS), sobre um solo PODZÓLICO VERMELHO - AMARELO distrófico abrupto petroférico, sob pastagem nativa. Os tratamentos consistiram em cinco métodos de plantio das espécies melhoradas: (1) Testemunha (T); (2) Plantio Direto (PD); (3) Convencional (C); (4) Subsolação (S); (5) Gradagem (G). Após preparo e semeadura, foram feitas três aplicações de chuva simulada e dois pastejos.

A TABELA 11 apresenta os índices de fósforo obtidos com as diferentes versões de IP para estes trabalhos. Pode-se observar que apenas para a versão Alabama o IP resultou em um valor baixo. As outras versões utilizadas apresentaram índices, de forma geral, de médio a muito alto. Isto pode ser explicado pelo fato do IP Alabama apresentar alguns fatores adicionais para a estimativa de perda de P que não foram utilizados nos outros trabalhos, como, por exemplo, áreas de pastagem e sistemas de drenagem subterrâneas. Para este último fator considera-se um peso muito elevado para o cálculo do IP.

Na TABELA 12 pode-se observar as correlações entre as versões de IP e as perdas de P, não apresentaram valores significativos para estes trabalhos.

TABELA 11 - ÍNDICES DE FÓSFORO (CASSOL et al., 2002; CASSOL et al., 1999 e BADELUCCI 1997)

TRATAMENTO ⁽¹⁾	IP			
	ALABAMA	NOVO MÉXICO	ORIGINAL	PENSILVÂNIA
55T	50 (B) ⁽²⁾	46 (MA)	15 (M)	91 (A)
55PD	32 (B)	37 (A)	9 (M)	77 (M)
55C	32 (B)	37 (A)	11 (M)	80 (A)
55S	32 (B)	37 (A)	11 (M)	78 (M)
55G	50 (B)	46 (MA)	15 (M)	91 (A)
125T	50 (B)	52 (E)	15 (A)	103 (MA)
125PD	32 (B)	40 (MA)	10 (M)	90 (A)
125C	32 (B)	40 (MA)	12 (M)	91 (A)
125S	32 (B)	37 (A)	9 (M)	77 (M)
125G	50 (B)	43 (MA)	12 (M)	90 (A)
175T	50 (B)	46 (MA)	13 (M)	90 (A)
175PD	32 (B)	40 (MA)	9 (M)	77 (M)
175C	32 (B)	37 (A)	11 (M)	78 (M)
175S	32 (B)	37 (A)	9 (M)	77 (M)
175G	50 (B)	46 (MA)	13 (M)	90 (A)
TOT T	50 (B)	46 (MA)	15 (M)	91 (A)
TOT PD	32 (B)	37 (A)	11 (M)	78 (M)
TOT C	32 (B)	37 (A)	11 (M)	82 (A)
TOT S	32 (B)	37 (A)	11 (M)	78 (M)
TOT G	50 (B)	46 (MA)	15 (M)	19 (B)

⁽¹⁾ Tratamentos: 55, 125 e 175 = número de dias após o preparo do solo e semeadura; T = tratamento testemunha; PD = tratamento plantio direto; C = tratamento convencional; S = tratamento subsolagem; G = tratamento gradagem

⁽²⁾ Interpretação do IP: B = Baixo; M = Médio; A = Alto; MA = Muito Alto; E = Excessivo

TABELA 12 - CORRELAÇÃO ENTRE OS ÍNDICES DE FÓSFORO E OS TEORES DE P NA ÁGUA (CASSOL et al., 2002; CASSOL et al., 1999 e BADELUCCI 1997)

ÍNDICE	P TOTAL	
	(mg L ⁻¹)	(g ha ⁻¹)
IP O	0,285	0,375
IP NM	0,169	0,240
IP A	0,176	0,269
IP P	0,220	0,165

(*) – significativo para p-valor < 0,05)

4.1.5. BERTOL et al. (2004a) e GUADAGNIN (2003)

O trabalho destes autores, sob condição de chuva natural, foi conduzido no município de Lages/SC. O solo do local do experimento é um CAMBISSOLO HÚMICO Alumínico léptico, argiloso, horizonte A moderado e com substrato composto de siltitos e argilitos. O teor de P no solo foi considerado muito baixo. Foram estudados os tratamentos, sem repetição: Preparo Convencional (SSC₉); Preparo Convencional com Sucessão de Culturas (A+2G₉); Preparo Convencional com Rotação de Culturas (A+2G₉); Cultivo Mínimo com Sucessão de Culturas (E+G₉); Cultivo Mínimo com Rotação de Culturas (E+G₉); Semeadura Direta com Sucessão de Culturas (SDI₉); Semeadura Direta com Rotação de Culturas (SDI₉).

O IP Alabama apresentou valores finais “baixos”. A diferenciação de erosão, aplicação de P e método de aplicação de P mineral não foram suficientes para diferenciar os índices finais para esta versão (TABELA 13).

Entretanto, observa-se correlações significativas entre o P solúvel e os IP Alabama, Novo México e Pensilvânia. O IP Original apresentou correlação significativa apenas com o P obtido nos sedimentos. Para o P total, não se observou correlações significativas.

A TABELA 14 apresenta as correlações entre os índices de fósforo e os teores de P na água e nos sedimentos para estes trabalhos.

TABELA 13 - ÍNDICES DE FÓSFORO (BERTOL et al., 2004a e GUADAGNIN, 2003)

TRATAMENTO ⁽¹⁾	IP	IP	IP	IP
	ALABAMA	NOVO MÉXICO	ORIGINAL	PENSILVÂNIA
SDI6 1	41 (B) ⁽²⁾	37 (A)	9 (M)	68 (M)
SDI9 1	41 (B)	37 (A)	9 (M)	68 (M)
E+G9 1	29 (B)	33 (A)	7 (B)	55 (B)
A+2G9 1	23 (B)	31 (A)	6 (B)	42 (B)
SSC 1	17 (B)	30 (A)	4 (B)	1 (B)
SDI6 2	41 (B)	37 (A)	9 (M)	42 (B)
SDI9 2	41 (B)	37 (A)	9 (M)	42 (B)
E+G9 2	29 (B)	33 (A)	7 (B)	36 (B)
A+2G9 2	23 (B)	33 (A)	6 (B)	33 (B)
SSC 2	38 (B)	39 (MA)	14 (M)	3 (B)
SDI6 3	44 (B)	39 (MA)	11 (M)	143 (MA)
SDI9 3	44 (B)	39 (MA)	11 (M)	143 (MA)
E+G9 3	32 (B)	35 (A)	9 (M)	116 (MA)
A+2G9 3	26 (B)	33 (A)	8 (B)	92 (A)
SSC 3	20 (B)	33 (A)	5 (B)	1 (B)
SDI6 4	38 (B)	35 (A)	8 (B)	0,6 (B)
SDI9 4	38 (B)	35 (A)	8 (B)	0,6 (B)
E+G9 4	26 (B)	31 (A)	6 (B)	0,6 (B)
A+2G9 4	20 (B)	29 (A)	5 (B)	0,6 (B)
SSC 4	17 (B)	30 (A)	4 (B)	1 (B)

⁽¹⁾ Tratamento: SSC9 = preparo convencional; A+2G₉ = preparo convencional com sucessão de culturas; A+2G₉ = preparo convencional com rotação de culturas; E+G₉ = cultivo mínimo com sucessão de culturas; E+G₉ = cultivo mínimo com rotação de culturas; SDI₉ = semeadura direta com sucessão de culturas; SDI₉ = semeadura direta com rotação de culturas

⁽²⁾ Interpretação do ÍP: B = Baixo; M = Médio; A = Alto; MA = Muito Alto

TABELA 14 - CORRELAÇÃO ENTRE OS ÍNDICES DE FÓSFORO E OS TEORES DE P NA ÁGUA E NOS SEDIMENTOS (BERTOL et al., 2004a e GUADAGNIN, 2003)

ÍNDICE	P	P	P SEDIMENTO	
	SOLÚVEL	TOTAL	(mg kg ⁻¹)	(g ha ⁻¹)
IP A	0,597*	0,443	0,372	0,123
IP NM	0,507*	0,392	0,313	0,325
IP O	0,358	0,242	0,270	0,560*
IP P	0,551*	0,148	0,352	-0,232

(*) – significativo para p-valor < 0,05)

4.1.6. MELLO et al. (2003); BERTOL et al. (2003) e MELLO (2002)

Este trabalho envolvendo três publicações foi desenvolvido em um NITOSSOLO HÁPLICO Alumínico, textura argilosa, localizado em São José do Cerrito/SC. Foram aplicadas chuvas simuladas sob os seguintes tratamentos: uma aração e duas gradagens sem cultivo (SSC); uma aração e duas gradagens

sobre resíduo de aveia e semeadura de soja (PCO); uma escarificação e uma gradagem sobre resíduo de aveia e semeadura de soja (CMI); semeadura direta de soja sobre o campo natural dessecado (SDD) e semeadura direta de soja sobre o campo natural dessecado e queimado (SDDQ).

O IP Alabama apresentou, para todos os tratamentos um índice “baixo”. Já para os IP Novo México, Original e Pensilvânia, houve uma diferenciação maior (TABELA 15). No entanto, as correlações feitas com os dados destes experimentos não apresentaram significância (TABELA 16).

TABELA 15 - ÍNDICES DE FÓSFORO (MELLO et al., 2003; BERTOL et al., 2003 e MELLO, 2002)

TRATAMENTO ⁽¹⁾	IP			
	ALABAMA	NOVO MÉXICO	ORIGINAL	PENSILVÂNIA
SSC C1	14 (B) ⁽²⁾	27 (M)	4 (B)	0,2 (B)
PCO C1	44 (B)	37 (A)	9 (M)	90 (A)
CMI C1	44 (B)	37 (A)	9 (M)	89 (A)
SDD C1	14 (B)	27 (M)	4 (B)	0,2 (B)
SDDQ C1	14 (B)	27 (M)	4 (B)	0,2 (B)
SSC C2	17 (B)	30 (A)	4 (B)	0,2 (B)
PCO C2	44 (B)	37 (A)	9 (M)	94 (A)
CMI C2	44 (B)	37 (A)	9 (M)	89 (A)
SDD C2	14 (B)	27 (M)	4 (B)	0,2 (B)
SDDQ C2	14 (B)	27 (M)	4 (B)	0,2 (B)
SSC C3	20 (B)	33 (A)	5 (B)	0,3 (B)
PCO C3	44 (B)	39 (MA)	9 (M)	107 (MA)
CMI C3	44 (B)	37 (A)	9 (M)	90 (A)
SDD C3	14 (B)	27 (M)	4 (B)	0,2 (B)
SDDQ C3	14 (B)	27 (M)	4 (B)	0,2 (B)

⁽¹⁾ Tratamento: SSC = uma aração e duas gradagens sem cultivo; PCO = uma aração e duas gradagens sobre resíduo de aveia e semeadura de soja; CMI = uma escarificação e duas gradagens sobre resíduo de aveia e semeadura de soja; SDD = semeadura direta de soja sobre o campo natural dessecado; e SDDQ = semeadura direta de soja sobre o campo natural dessecado e queimado

⁽²⁾ Interpretação do IP: B = Baixo; M = Médio; A = Alto; MA = Muito Alto

TABELA 16 - CORRELAÇÃO ENTRE OS ÍNDICES DE FÓSFORO E OS TEORES DE P NA ÁGUA (MELLO et al., 2003; BERTOL et al., 2003 e MELLO, 2002)

ÍNDICE	P SOLÚVEL	
	(mg L ⁻¹)	(g ha ⁻¹)
IP A	-0,345	-0,339
IP NM	-0,383	-0,376
IP O	-0,341	-0,335
IP P	-0,318	-0,313

(*) – significativo para p-valor < 0,05)

4.1.7. SCHICK et al. (2000a) e SCHICK et al. (2000b)

Este trabalho envolve somente análise de sedimento extraído com Mehlich e foi desenvolvido no município de Lages (SC), em um solo CAMBISSOLO HÚMICO Alumínico argiloso horizonte A moderado. Os tratamentos de preparo do solo consistiram em: solo sem cultura, preparado com uma aração + duas gradagens duas vezes ao ano, na mesma época de preparo do solo e semeadura das culturas nos demais tratamentos, mantido livre de vegetação e de crosta superficial (SSC); preparo convencional com sucessão de culturas (uma aração + duas gradagens duas vezes ao ano) (A + G); preparo convencional com rotação de culturas (uma aração + duas gradagens duas vezes ao ano) (A + G); cultivo mínimo com sucessão de culturas (uma escarificação + duas gradagens duas vezes ao ano) (E + G); cultivo mínimo com rotação de culturas (uma escarificação + duas gradagens duas vezes por ano) (E + G); semeadura direta com sucessão de culturas (SDI); e semeadura direta com rotação de culturas (sem preparo do solo) (SDI). A rotação de culturas do experimento consistiu nos cultivos de soja, feijão, milho, soja, feijão e milho, na primavera-verão, e aveia preta, ervilhaca comum, ervilhaca comum, trigo, nabo forrageiro e aveia preta, no outono-inverno. A sucessão de culturas consistiu nos cultivos de soja, na primavera-verão, e de trigo, no outono-inverno.

A TABELA 17 apresenta os índices de fósforo obtidos para estes trabalhos. Pode-se observar que o IP Alabama apresentou um valor final “baixo” e o IP Novo México apresentou valor final do índice “excessivo”.

Nas correlações realizadas entre as versões de IP e os teores de P perdidos, pode-se observar que apenas o IP Original não apresentou correlação significativa (TABELA 18).

TABELA 17 - ÍNDICES DE FÓSFORO (SCHICK et al., 2000a e SCHICK et al., 2000b)

TRATAMENTO ⁽¹⁾	IP		IP	
	ALABAMA	NOVO MÉXICO	ORIGINAL	PENSILVÂNIA
2 SDI	49 (B) ⁽²⁾	54 (E)	19 (A)	143 (MA)
2E+G	31 (B)	48 (E)	17 (A)	59 (B)
2A+G	31 (B)	50 (E)	16 (A)	44 (B)
2SSC	42 (B)	49 (E)	20 (A)	8 (B)
3SDI	49 (B)	54 (E)	18 (A)	128 (MA)
3E+G	31 (B)	48 (E)	17 (A)	52 (B)
3A+G	31 (B)	50 (E)	16 (A)	38 (B)
3SSC	42 (B)	49 (E)	20 (A)	6 (B)
4SDI	52 (B)	54 (E)	19 (A)	183 (MA)
4E+G	34 (B)	48 (E)	17 (A)	73 (M)
4A+G	34 (B)	48 (E)	16 (A)	58 (B)
4SSC	18 (B)	39 (MA)	10 (M)	4 (B)
5SDI	58 (B)	56 (E)	21 (A)	245 (MA)
5E+G	40 (B)	50 (E)	19 (A)	99 (A)
5A+G	40 (B)	50 (E)	18 (A)	83 (A)
5SSC	18 (B)	37 (A)	10 (M)	4 (B)
6 SDI	46 (B)	52 (E)	16 (A)	63 (M)
6E+G	28 (B)	46 (MA)	15 (A)	25 (B)
6A+G	28 (B)	46 (MA)	15 (M)	10 (B)
6SSC	18 (B)	37 (A)	10 (M)	3 (B)
7SDI	49 (B)	54 (E)	19 (A)	123 (MA)
7E+G	31 (B)	48 (E)	17 (A)	51 (B)
7A+G	31 (B)	48 (E)	16 (A)	35 (B)
7SSC	42 (B)	49 (E)	20 (A)	10 (B)
8SDI	52 (B)	54 (E)	19 (A)	164 (MA)
8E+G	34 (B)	48 (E)	17 (A)	69 (M)
8A+G	34 (B)	48 (E)	16 (A)	52 (B)
8SSC	18 (B)	39 (MA)	10 (M)	4 (B)
9SDI	52 (B)	54 (E)	19 (A)	168 (MA)
9E+G	34 (B)	48 (E)	17 (A)	68 (M)
9A+G	34 (B)	48 (E)	16 (A)	52 (B)
9SSC	42 (B)	49 (E)	20 (A)	9 (B)
10SDI	49 (B)	54 (E)	19 (A)	146 (MA)
10E+G	31 (B)	48 (E)	17 (A)	58 (B)
10A+G	31 (B)	48 (E)	16 (A)	44 (B)
10SSC	24 (B)	43 (MA)	11 (M)	4 (B)
11SDI	52 (B)	56 (E)	19 (A)	177 (MA)
11E+G	37 (B)	51 (E)	17 (A)	78 (M)
11A+G	37 (B)	51 (E)	16 (A)	60 (B)
11SSC	42 (B)	49 (E)	20 (A)	13 (B)
12SDI	49 (B)	54 (E)	19 (A)	134 (MA)
12E+G	31 (B)	48 (E)	17 (A)	54 (B)
12A+G	31 (B)	50 (E)	16 (A)	39 (B)
12SSC	30 (B)	43 (MA)	14 (M)	5 (B)

⁽¹⁾ Tratamento: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 e 12 = ciclo cultural; SDI = semeadura direta; E+G = escarificação + gradagem; A+G = aração + duas gradagens; SSC = solo sem cultura, com aração + duas gradagens

⁽²⁾ Interpretação do ÍP: B = Baixo; M = Médio; A = Alto; MA = Muito Alto; E = Excessivo

TABELA 18 - CORRELAÇÃO ENTRE O ÍNDICE DE FÓSFORO E OS TEORES DE P MEHLICH NOS SEDIMENTOS (SCHICK et al., 2000a e SCHICK et al., 2000b)

ÍNDICE	P SEDIMENTO
	(mg kg ⁻¹)
IP A	0,384*
IP NM	0,404*
IP O	0,270
IP P	0,563*

(*) – significativo para p-valor < 0,05)

4.1.8. HERNANI et al. (1999)

As análises individuais neste trabalho não foram realizadas, pois o mesmo apresenta um número muito baixo de tratamentos (quatro tratamentos), não sendo possível realizar uma análise coerente de correlação com estes dados. Portanto, os dados deste trabalho foram utilizados apenas na análise conjunta de todos os trabalhos que apresentaram dados de P analisados nos sedimentos.

4.2. ÍNDICES DE FÓSFORO ENVOLVENDO O CONJUNTO DE DADOS DOS TRABALHOS

As análises de correlação foram feitas também utilizando os dados dos trabalhos em conjunto. O IP Original foi o que apresentou os melhores resultados para as concentrações de P solúvel, total e particulado no escoamento superficial (TABELA 19). As demais versões não apresentaram correlações significativas com exceção do IP Novo México. Já o IP Pensilvânia apresentou correlação significativa apenas para os valores de P medidos no sedimento. Apesar do teste de correlação ser significativo, de modo geral, os coeficientes de correlação foram muito baixos, variando de 0,33 a 0,48 (TABELA 19).

Os fatores do IP Original que possuem maior peso são a erosão do solo, o teor de P no solo e a taxa e o método de aplicação de P orgânico. Estes fatores, com exceção da erosão do solo, foram os mesmos indicados nas análises de regressão como sendo os de maior influência no movimento de P do solo para água (TABELA 20). Portanto, pode-se considerar que o IP Original apresentou resultados que mais se aproximaram da condição destes experimentos analisados conjuntamente.

TABELA 19 - ÍNDICE DE CORRELAÇÃO DE PEARSON (r) ENTRE P SOLÚVEL (Ps), PARTICULADO (Pp) E TOTAL (Pt) E OS VALORES DE IP PARA OS EXPERIMENTOS EM CONJUNTO

Índice	Ps ⁽¹⁾	Pp	Pt	Ps	Pp	Pt
	mg L ⁻¹			g ha ⁻¹		
IP A	0,24	-0,05	0,17	0,05	0,15	0,12
IP NM	0,31*	0,31	0,19	0,12	0,33	0,33*
IP O	0,46*	0,48*	0,45*	0,25	0,42	0,23
IP P	0,07	-0,15	-0,08	-0,04	0,13	0,22

* – significativo para p-valor < 0,05

⁽¹⁾ Para a correlação utilizou-se a média dos tratamentos sendo que para Ps (mg L⁻¹), Pp (mg L⁻¹), Pt (mg L⁻¹), Ps (g ha⁻¹), Pp (g ha⁻¹) e Pt (g ha⁻¹) o número de médias envolvidas foram 56, 21, 53, 36, 21 e 73, respectivamente.

4.3. ANÁLISES DE REGRESSÃO EFETUADAS

As análises de regressão obtidas utilizando-se P solúvel, tanto em concentração como em perda (mg L⁻¹ e g ha⁻¹) indicam que os fatores que explicam a perda de P são o teor de P no solo, o método de aplicação de P mineral, a taxa de aplicação de P orgânico, o método de aplicação de P orgânico e o escoamento superficial (TABELA 20). Portanto, pode-se considerar que a versão do IP que indicaria maior proximidade da real perda de P, para estas condições, seria aquela onde os pesos para estes fatores fosse maior. As informações detalhadas destas análises estatísticas estão apresentadas nos ANEXOS 6 e 9.

Nos resultados de P particulado, onde os dados referem-se a experimentos com adubação orgânica, observa-se diferença entre os resultados obtidos com concentração de P (mg L⁻¹) e perda de P (g ha⁻¹). No primeiro caso, observamos que o teor de P no solo e o método de aplicação de P orgânico são os principais fatores que influenciam a perda de P. Já para o segundo caso, observamos que os fatores que influenciam a perda de P são o teor de P no solo, a taxa de aplicação de P orgânico e o escoamento superficial.

Desta forma, podemos considerar que, para trabalhos onde são utilizadas adubações orgânicas, devemos escolher um IP com pesos maiores para os fatores taxa e método de aplicação de P orgânico. Já no estudo de EGHBALL e GILLEY (2001), as taxas de aplicação de P mineral e orgânico não influenciaram significativamente na perda de P particulado, apesar de as taxas de aplicação

terem sido maiores que as recomendadas para a área. As informações detalhadas destas análises estatísticas estão apresentadas nos ANEXOS 7 e 10.

Considerando os trabalhos onde foram analisados P total, diferentemente do estudo de EGHBALL e GILLEY (2001), onde o teor de P no solo contribuiu com apenas 1% da perda de P total no experimento, no presente estudo, o teor de P no solo foi um dos principais fatores que contribuíram tanto para a perda quanto para concentração de P (g ha^{-1} e mg L^{-1}). Além deste fator, a taxa de aplicação de P mineral e o método de aplicação de P mineral e de P orgânico também influenciaram na perda de P total. Portanto, quando estamos considerando a perda de P total, podemos utilizar um IP onde estes fatores possuam maiores pesos. As informações detalhadas destas análises estatísticas estão apresentadas nos ANEXOS 8 e 11.

O teor de P no solo contribuiu com 23%, 50% e 22% da concentração de P solúvel, particulado e total, respectivamente. O fator método de aplicação de P mineral afetou de forma mínima (menos que 9%) na concentração e perda de P do solo para a água. O fator método de aplicação de P orgânico contribuiu com 19% e 21% na concentração de P particulado e total, respectivamente. A taxa de aplicação de P orgânico contribuiu com 18% e 33% na perda de P solúvel e particulado, respectivamente.

No estudo de EGHBALL e GILLEY (2001), a erosão do solo foi o fator que mais contribuiu para as perdas de P total e particulado, ao contrário do observado neste estudo, onde este fator não apresentou influência significativa nas perdas de P, devido possivelmente, aos baixos valores de perda de solo na maioria dos tratamentos utilizados.

TABELA 20 – REGRESSÃO STEPWISE DO CONJUNTO DE EXPERIMENTOS INDICANDO OS EFEITOS DAS VARIÁVEIS SELECIONADAS TANTO EM CONCENTRAÇÃO (mg L^{-1}) COMO EM PERDA (g ha^{-1}) DE P SOLÚVEL (Ps), PARTICULADO (Pp) E TOTAL (Pt)

Variável	Ps ⁽¹⁾	Pp	Pt	Ps	Pp	Pt
	mg L^{-1}			g ha^{-1}		
	-----R ² parcial -----					
Teor P no solo	0,23	0,50	0,22	0,05	0,04	0,00
Método de aplicação de P mineral	0,09	-	0,01	0,06	-	0,02
Taxa de aplicação de P orgânico	0,06	-	-	0,18	0,33	-
Método de aplicação de P orgânico	0,04	0,19	0,21	0,05	-	0,09
Escoamento superficial	0,07	-	-	0,02	0,30	-
Taxa de aplicação de P mineral	-	-	0,15	0,01	-	0,17
Total	0,49	0,69	0,58	0,37	0,67	0,28

⁽¹⁾ Para a correlação utilizou-se a média dos tratamentos sendo que para Ps (mg L^{-1}), Pp (mg L^{-1}), Pt (mg L^{-1}), Ps (g ha^{-1}), Pp (g ha^{-1}) e Pt (g ha^{-1}) o número de médias envolvidas foram 56, 21, 53, 36, 21 e 73, respectivamente.

5. CONCLUSÕES

A versão do IP Original apresentou as melhores correlações considerando a concentração de P no escoamento superficial, tanto na forma solúvel como total e particulado, no entanto apesar do teste ser significativo, os coeficientes de correlação foram muito abaixo, em média 0,40.

O teor de P no solo e o método de aplicação de P orgânico foram os principais fatores que influenciaram na concentração (mg L^{-1}) de P na água.

Para as análises com perda (g ha^{-1}) de P, os fatores que mais contribuíram foram a taxa de aplicação de P orgânico e mineral e o escoamento superficial.

Para este conjunto de dados, uma versão de IP que indicaria maior proximidade da real perda de P, seria aquela onde há maior peso para estes fatores, o que ocorre no IP Original.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir destes dados, sugerimos a continuidade deste trabalho, através de experimentos de campo de pequena e grande escala, bem como através da utilização de versões modificadas com fatores e pesos de influência de acordo com as especificidades do local a ser analisado. O desenvolvimento de uma metodologia que estime o potencial de perda de P do solo para a água adaptada às condições brasileiras é de extrema importância principalmente para os Programas de Manejo Integrado ao nível de bacia hidrográfica.

REFERÊNCIAS

ACHURY, S.L.O. **Validación del índice de fósforo del Caribe y evaluación de prácticas de manejo de desechos orgánicos en fincas de producción animal de Puerto Rico.** Porto Rico, Universidade de Porto Rico. 2005, 175p. (Tese de Mestrado).

BADELUCCI, M.P. **Infiltração de água e perdas por erosão em diferentes métodos de melhoramento da pastagem nativa.** Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1997, 140p. (Tese de Mestrado).

BERTOL, I.; GUADAGNIN, J.C.; CASSOL, P.C.; AMARAL, A.J.; BARBOSA, F.T. Perdas de fósforo e potássio por erosão hídrica em um inceptisol sob chuva natural. **R. Bras. Ci. Solo.** 28: 485-494, 2004a.

BERTOL, I.; LEITE, D.; GUADAGNIN, J.C.; RITTER, S.R. Erosão hídrica em um Nitossolo Háplico submetido a diferentes sistemas de manejo sob chuva simulada. II. Perdas de nutrientes e carbono orgânico. **R. Bras. Ci. Solo.** 28: 1045-1054, 2004b.

BERTOL, I.; MELLO, E.L.; GUADAGNIN, J.C.; ZAPAROLLI, A.L.V.; CARRAFA, M.R. Nutrient losses by water erosion. **Sci. Agric.** 60: 581-586, 2003.

BERTOL, O. **Contaminação da água de escoamento superficial e da água percolada pelo efeito de adubação mineral e adubação orgânica em sistema de semeadura direta.** 2005. 209 p. Tese (Doutorado) - Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

CASSOL, E.A.; LEVIEN, R.; ANGHINONI, L.; BADELUCCI, M.P. Perdas de nutrientes por erosão em diferentes métodos de melhoramento de pastagem nativa no Rio Grande do Sul. **R. Bras. Ci. Solo.** 26:705-712, 2002.

CASSOL, E.A.; LEVIEN, R.; JONG VAN LIER, Q. & BADELUCCI, M.P. Infiltração de água e perdas de água e solo por erosão influenciadas por diferentes métodos de melhoramento da pastagem nativa gaúcha. **R. Bras. Ci. Solo.** Viçosa, v. 23, nº 4, pp. 923-931, 1999.

DANIEL, T. JOKELA, W.E.; MOORE JR, P.A. **The Phosphorus Index: Background and status.** White papers on animal agriculture and the environmental national center for manure & animal waste management. WD-CD-1. 2001.

FASCHING, Richard.A. Phosphorus index assessment for Montana. Ecological Sciences – Agronomy Technical Note. Natural Resources Conservation Service. N.80.1 **Nutrient Management.** Agronomy Technical Note MT-77 (Rev.3), 2006.

FAVARETTO, N. **Gypsum amendment and exchangeable calcium and magnesium related to water quality and plant nutrition.** West Lafayette, 2002. 125 p. Tese (Doctor of Philosophy). Universidade de Purdue.

FLYNN, R.; SPORCIC, M. e SCHEFFE, L. **Phosphorus Assessment tool for New Mexico.** U.S. Department of Agriculture-Natural Resources Conservation Service (NRCS). Technical Note Agronomy-57. Publications Distribution Center, NRCS, Albuquerque, New Mexico. 4 pp, 2000.

GBUREK, W.J.; SHARPLEY, A.N.; HEATHWAITE, L. e FOLMAR, G.J. Phosphorus management at the watershed scale: A modification of the phosphorus index. **J. Environ. Qual.** 29: 130-144, 2000.

GIOLO, S.R. **Análise de correlação e regressão.** Departamento de estatística. Universidade Federal do Paraná. 2005.

GUADAGNIN, J.C. **Perdas de nutrientes e carbono orgânico pela erosão hídrica, em um cambissolo húmico alumínico léptico submetido a diferentes sistemas de preparo e cultivo do solo.** Lages, Universidade do Estado de Santa Catarina. 142 p, 2003. (Tese de Mestrado).

HERNANI, L.C.; KURIHARA, C.H.; SILVA, W.M. Sistemas de manejo de solo e perdas de nutrientes e matéria orgânica por erosão. **R. Bras. Ci. Solo.** 23: 145-154, 1999.

LEITE, D.; BERTOL, I.; GUADAGNIN, J.C.; SANTOS, E.J.; RITTER, S.R. Erosão hídrica em um Nitossolo Háptico submetido a diferentes sistemas de manejo sob chuva simulada. I. Perdas de solo e água. **R. Bras. Ci. Solo.** 28: 1033-1044, 2004.

LEMUNYON, J.L.; GILBERT, R.G. **The concept and need for a phosphorus assessment tool.** J. Prod. Agric, 6: 483-486, 1993.

LOPES, F.; MERTEN, G.H.; FRANZEN, M.; GIASSON, E.; HELFER, F.; CYBIS, L.F.A. Utilização de P-Index em uma bacia hidrográfica através de técnicas de geoprocessamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.** V.11, n.3, p.312-317, 2007.

MCDOWELL, R.W.; SHARPLEY, A.N.; BEEGLE, D.B.; WELD, J.L. Comparing phosphorus management strategies at a watershed scale. **Journal of soil and water conservation**, vol.56, n. 4, p. 306-315, 2001.

MELLO, E.L. **Erosão hídrica em diferentes sistemas de manejo do solo sob chuva simulada.** Lages, Universidade do Estado de Santa Catarina. 81 p, 2002. (Tese de Mestrado).

MELLO, E.L.; BERTOL, I.; ZAPAROLLI, A.L.V.; CARRAFA, M.R. Perdas de solo e água em diferentes sistemas de manejo de um Nitossolo Háptico submetido à chuva simulada. **R. Bras. Ci. Solo.** 27: 901-909, 2003.

MINNESOTA. **Minnesota phosphorus site risk index – Worksheet user's guide**. Department of soil, water and climate. University of Minnesota. 17p. 2005.

MURRELL, T.S. **Transformaciones de los nutrientes en el suelo. Informaciones agronómicas**. Instituto de la potasa y el fósforo – INPOFOS. 49:1-5, 2003.

NRCS - NATURAL RESOURCES CONSERVATION SERVICE. **Iowa Phosphorus Index**. U.S. Department of Agriculture. Iowa Technical Note n. 25. Iowa, 2004.

NRCS - NATURAL RESOURCES CONSERVATION SERVICE. **Phosphorus index for Alabama: A planning tool to assess and manage P movement**. U.S. Department of Agriculture-Natural Resources Conservation Service. Agronomy Technical Note AL-72. Auburn, Alabama, 2001.

NRCS - NATURAL RESOURCES CONSERVATION SERVICE. **Phosphorus index worksheet**. U.S. Department of Agriculture. FL-CPS-41. Flórida, 12, 2000.

PARRY, R. Agricultural phosphorus and water quality: A U.S. Environmental Protection Agency perspective. **J. Environ. Qual.** 27: 258–261, 1998.

PELES, D. **Perdas de solo, água e nutrientes sob aplicação de gesso e dejetos líquido de suínos**. Dissertação (Mestrado) – Pós Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal do Paraná. 2007. (Dados não publicados e fornecidos pelo autor).

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical Computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>. Fevereiro de 2006.

SALAS, H.J. e MARTINO, P. A simplified phosphorus trophic state model for warm-water tropical lakes. **Wat. Res.** 25, 341-350, 1991.

SCHICK, J.; BERTOL, I.; BALBINOT JÚNIOR, A.A.; BATISTELA, O. Erosão hídrica em um Cambissolo Húmico alumínico submetido a diferentes sistemas de preparo e cultivo do solo: II. Perdas de nutrientes e carbono orgânico. **R. Bras. Ci. Solo.** 24: 437-447, 2000b.

SCHICK, J.; BERTOL, I.; BATISTELA, O.; BALBINOT JÚNIOR, A.A. Erosão hídrica em um Cambissolo Húmico alumínico submetido a diferentes sistemas de preparo e cultivo do solo: I. Perdas de solo e água. **R. Bras. Ci. Solo.** 24: 427-436, 2000a.

SEGANFREDO, M.L.; ELTZ, F.L.F.; BRUM, A.C.R. Perdas de solo, água e nutrientes por erosão em sistemas de culturas em plantio direto. **R. Bras. Ci. Solo.** 21: 287-291, 1997.

SHARPLEY, A.N.; CHAPRA, S.C.; WEDEPOHL, R.; SIMS, J.T.; DANIEL, T.C.; REDDY, K.R. Managing agricultural phosphorus for protection of surface waters: Issues and options. **J. Environ. Qual.** 23: 437-451, 1994.

SHARPLEY, A.N.; FOY, B.; WITHERS, P. Practical and innovative measures for the control of agricultural phosphorus losses to water: An overview. **J. Environ. Qual.** 29: 1-9, 2000.

SHARPLEY, A.N.; HALVORSON, A.D. The management of soil phosphorus availability and its impact on surface water quality. In: LAL, R. e STEWART, B.A. (ed.). **Soil processes and water quality**. Boca Raton, Lewis Publishers, p. 1-84, 1994.

SHARPLEY, A.N.; KLEINMAN, P.; MCDOWELL, R. Innovative management of agricultural phosphorus to protect soil and water resources. **Commun. Soil Sci. Plant Anal.**, 32 (7&8, 1071-1100), 2001 (a).

SHARPLEY, A.N.; MCDOWELL, R.W.; KLEINMAN, P.J.A. Phosphorus loss from land to water: integrating agricultural and environmental management. **Plant and soil**, Dordrecht, v.237, p. 287-307, 2001 (b).

SHARPLEY, A.N.; MENZEL, R.G. The impact of soil and fertilizer phosphorus on the environment. **Advances in Agronomy**, vol. 41: 297-324, 1987.

SHARPLEY, A.N.; REKOLAINEN, S. Phosphorus in agriculture and its environmental implications. IN: H. TUNNEY & O.T. CARTON (ed.). **Phosphorus loss from soil to water**. CAB International. 1997.

SHARPLEY, A.N.; WELD, J.L. BEEGLE, D.B.; KLEINMAN, P.J.A.; GBUREK, W.J.; MOORE JR, P.A.; MULLINS, G. Development of phosphorus indices for nutrient management planning strategies in the United States. **Journal of Soil and Water Conservation**. v.58, i.3, p.137, 2003.

SBCS - SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. **Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina** / Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Comissão de Química e Fertilidade do Solo. 10 ed, Porto Alegre, 2004.

WELD, J.L.; BEEGLE, D.B.; GBUREK, W.L.; KLEINMAN, P.J.A.; SHARPLEY, A.N. **The Pennsylvania phosphorus index: Version 1**. Publications Distribution Center, Pennsylvania State University, University Park, Pennsylvania, 2003. (planilha excel)

WELD, J.L.; SHARPLEY, A.N.; BEEGLE, D.B.; GBUREK, W.J. Identifying critical sources of phosphorus export from agricultural watersheds. **Nutrient cycling in agroecosystems**. 59: 29-38, 2001.

ANEXO 1 – CONCENTRAÇÕES E PERDAS DE P PARA CADA TRATAMENTO DE ACORDO COM OS EXPERIMENTOS ESTUDADOS

EXPERIMENTO	TRAT ⁽¹⁾	Ps ⁽²⁾	Pp ⁽²⁾	Pt ⁽²⁾	Ps	Pp	Pt	P sedimento	
		(g ha ⁻¹)			(mg L ⁻¹)			mg kg ⁻¹	g ha ⁻¹
[1]	C1 P m	18,41	51,90	70,09	0,83	2,34	3,16	-	-
[1]	C2 P m	9,29	16,95	26,25	0,74	1,35	2,09	-	-
[1]	C3 P m	44,37	446,48	490,86	0,48	4,83	5,31	-	-
[1]	C1 P o	221,42	201,66	423,08	4,93	4,49	9,42	-	-
[1]	C2 P o	84,47	79,69	164,40	3,53	3,33	6,87	-	-
[1]	C3 P o	527,07	1218,61	1745,68	4,07	9,41	13,48	-	-
[1]	C1 t	4,83	45,11	49,71	0,21	1,96	2,16	-	-
[1]	C2 t	3,24	22,78	26,02	0,25	1,76	2,01	-	-
[1]	C3 t	33,20	331,05	364,25	0,35	3,49	3,84	-	-
[2]	0 C1	2,66	29,81	27,15	0,02	0,27	0,24	-	-
[2]	0 C2	2,28	28,45	26,17	0,02	0,24	0,22	-	-
[2]	0 C3	2,66	32,58	29,92	0,02	0,26	0,24	-	-
[2]	30 C1	15,84	85,15	69,34	0,07	0,35	0,29	-	-
[2]	30 C2	17,64	69,08	51,44	0,06	0,24	0,18	-	-
[2]	30 C3	24,15	80,05	55,90	0,08	0,25	0,17	-	-
[2]	60 C1	20,12	87,90	67,77	0,11	0,50	0,38	-	-
[2]	60 C2	31,86	105,89	74,03	0,14	0,46	0,32	-	-
[2]	60 C3	28,24	115,00	86,77	0,11	0,46	0,35	-	-
[2]	90 C1	111,15	212,63	101,48	0,59	1,12	0,54	-	-
[2]	90 C2	170,09	316,18	146,08	0,57	1,06	0,49	-	-
[2]	90 C3	123,07	241,21	118,14	0,40	0,79	0,39	-	-
[3]	SSC M	-	-	2,30	-	-	0,01	-	-
[3]	PCO M	-	-	1,30	-	-	0,01	-	-
[3]	SDI M	-	-	3,10	-	-	0,06	-	-
[3]	SDD M	-	-	12,50	-	-	0,07	-	-
[3]	SDQ M	-	-	69,60	-	-	0,26	-	-
[3]	CNM M	-	-	1,50	-	-	0,01	-	-
[3]	SSC F	-	-	11,80	-	-	0,03	-	-
[3]	PCO F	-	-	61,60	-	-	0,15	-	-
[3]	SDI F	-	-	23,80	-	-	0,22	-	-
[3]	SDD F	-	-	220,70	-	-	0,87	-	-
[3]	SDQ F	-	-	189,20	-	-	0,63	-	-
[3]	CNM F	-	-	198,30	-	-	0,53	-	-
[4]	SDI6 1	-	-	8,00	0,52	-	-	71,0	3,0
[4]	SDI9 1	-	-	27,00	1,22	-	-	414,0	7,0
[4]	E+G9 1	-	-	16,00	0,99	-	-	420,0	21,0
[4]	A+2G9 1	-	-	11,00	0,37	-	-	27,0	3,0
[4]	SSC 1	-	-	76,00	0,35	-	-	7,0	154,0
[4]	SDI6 2	-	-	72,00	0,17	-	-	133,0	41,0
[4]	SDI9 2	-	-	156,00	0,46	-	-	70,0	20,0
[4]	E+G9 2	-	-	15,00	0,14	-	-	139,0	133,0
[4]	A+2G9 2	-	-	24,00	0,02	-	-	28,0	109,0
[4]	SSC 2	-	-	19,00	0,01	-	-	35,0	3857,0
[4]	SDI6 3	-	-	22,00	0,73	-	-	189,0	14,0
[4]	SDI9 3	-	-	142,00	1,40	-	-	68,0	4,0
[4]	E+G9 3	-	-	19,00	0,32	-	-	68,0	15,0
[4]	A+2G9 3	-	-	7,00	0,04	-	-	27,0	23,0
[4]	SSC 3	-	-	10,00	0,05	-	-	10,0	294,0
[4]	SDI6 4	-	-	17,00	0,53	-	-	16,0	7,0
[4]	SDI9 4	-	-	115,00	0,61	-	-	51,0	19,0
[4]	E+G9 4	-	-	18,00	0,16	-	-	14,0	6,0
[4]	A+2G9 4	-	-	4,00	0,01	-	-	8,0	6,0
[4]	SSC 4	-	-	7,00	0,01	-	-	2,0	37,0

Continua

EXPERIMENTO	TRAT ⁽¹⁾	Ps ⁽²⁾	Pp ⁽²⁾	Pt ⁽²⁾	Ps	Pp	Pt	P sedimento	
		(g ha ⁻¹)			(mg L ⁻¹)			mg kg ⁻¹	g ha ⁻¹
[5]	SSC C1	1,56	-	-	0,01	-	-	-	-
[5]	PCO C1	3,15	-	-	0,01	-	-	-	-
[5]	CMI C1	2,75	-	-	0,01	-	-	-	-
[5]	SDD C1	413,29	-	-	2,19	-	-	-	-
[5]	SDDQ C1	273,59	-	-	1,88	-	-	-	-
[5]	SSC C2	3,72	-	-	0,01	-	-	-	-
[5]	PCO C2	3,05	-	-	0,01	-	-	-	-
[5]	CMI C2	2,09	-	-	0,01	-	-	-	-
[5]	SDD C2	3,26	-	-	0,01	-	-	-	-
[5]	SDDQ C2	3,27	-	-	0,01	-	-	-	-
[5]	SSC C3	3,63	-	-	0,01	-	-	-	-
[5]	PCO C3	2,45	-	-	0,01	-	-	-	-
[5]	CMI C3	2,09	-	-	0,01	-	-	-	-
[5]	SDD C3	2,99	-	-	0,01	-	-	-	-
[5]	SDDQ C3	2,99	-	-	0,01	-	-	-	-
[6]	ES	-	-	-	0,06	-	-	26,0	-
[6]	GP	-	-	-	0,06	-	-	24,0	-
[6]	PD	-	-	-	0,06	-	-	56,0	-
[6]	DE	-	-	-	0,06	-	-	19,0	-
[7]	55T	-	-	2800	-	-	5,50	-	-
[7]	55PD	-	-	1300	-	-	2,90	-	-
[7]	55C	-	-	600	-	-	2,30	-	-
[7]	55S	-	-	400	-	-	1,30	-	-
[7]	55G	-	-	200	-	-	0,70	-	-
[7]	125T	-	-	900	-	-	1,50	-	-
[7]	125PD	-	-	400	-	-	0,80	-	-
[7]	125C	-	-	200	-	-	0,90	-	-
[7]	125S	-	-	100	-	-	0,20	-	-
[7]	125G	-	-	100	-	-	0,30	-	-
[7]	175T	-	-	500	-	-	1,20	-	-
[7]	175PD	-	-	300	-	-	0,70	-	-
[7]	175C	-	-	100	-	-	0,70	-	-
[7]	175S	-	-	0	-	-	0,10	-	-
[7]	175G	-	-	0	-	-	0,10	-	-
[7]	TOT T	-	-	4200	-	-	2,70	-	-
[7]	TOT PD	-	-	2000	-	-	1,50	-	-
[7]	TOT C	-	-	900	-	-	1,30	-	-
[7]	TOT S	-	-	500	-	-	0,50	-	-
[7]	TOT G	-	-	400	-	-	0,40	-	-

Continua

EXPERIMENTO	TRAT ⁽¹⁾	Ps ⁽²⁾	Pp ⁽²⁾	Pt ⁽²⁾	Ps	Pp	Pt	P sedimento	
		(g ha ⁻¹)			(mg L ⁻¹)			mg kg ⁻¹	g ha ⁻¹
[8]	2 SDI R	-	-	-	-	-	-	12,6	-
[8]	2E+G R	-	-	-	-	-	-	4,7	-
[8]	2A+G R	-	-	-	-	-	-	2,1	-
[8]	2SSC R	-	-	-	-	-	-	5,1	-
[8]	3SDI R	-	-	-	-	-	-	78,2	-
[8]	3E+G R	-	-	-	-	-	-	70,0	-
[8]	3A+G R	-	-	-	-	-	-	51,1	-
[8]	3SSC R	-	-	-	-	-	-	20,0	-
[8]	4SDI R	-	-	-	-	-	-	258,1	-
[8]	4E+G R	-	-	-	-	-	-	206,5	-
[8]	4A+G R	-	-	-	-	-	-	76,0	-
[8]	4SSC R	-	-	-	-	-	-	19,8	-
[8]	5SDI R	-	-	-	-	-	-	66,5	-
[8]	5E+G R	-	-	-	-	-	-	58,3	-
[8]	5A+G R	-	-	-	-	-	-	44,3	-
[8]	5SSC R	-	-	-	-	-	-	23,6	-
[8]	6 SDI R	-	-	-	-	-	-	24,5	-
[8]	6E+G R	-	-	-	-	-	-	19,9	-
[8]	6A+G R	-	-	-	-	-	-	35,9	-
[8]	6SSC R	-	-	-	-	-	-	16,9	-
[8]	7SDI R	-	-	-	-	-	-	50,4	-
[8]	7E+G R	-	-	-	-	-	-	54,0	-
[8]	7A+G R	-	-	-	-	-	-	29,8	-
[8]	7SSC R	-	-	-	-	-	-	16,2	-
[8]	8SDI R	-	-	-	-	-	-	59,5	-
[8]	8E+G R	-	-	-	-	-	-	60,5	-
[8]	8A+G R	-	-	-	-	-	-	50,0	-
[8]	8SSC R	-	-	-	-	-	-	27,0	-
[8]	9SDI R	-	-	-	-	-	-	76,0	-
[8]	9E+G R	-	-	-	-	-	-	31,5	-
[8]	9A+G R	-	-	-	-	-	-	34,5	-
[8]	9SSC R	-	-	-	-	-	-	14,0	-
[8]	10SDI R	-	-	-	-	-	-	272,9	-
[8]	10E+G R	-	-	-	-	-	-	122,5	-
[8]	10A+G R	-	-	-	-	-	-	80,3	-
[8]	10SSC R	-	-	-	-	-	-	32,5	-
[8]	11SDI R	-	-	-	-	-	-	136,6	-
[8]	11E+G R	-	-	-	-	-	-	73,2	-
[8]	11A+G R	-	-	-	-	-	-	40,0	-
[8]	11SSC R	-	-	-	-	-	-	11,1	-
[8]	12SDI R	-	-	-	-	-	-	120,0	-
[8]	12E+G R	-	-	-	-	-	-	56,0	-
[8]	12A+G R	-	-	-	-	-	-	26,7	-
[8]	12SSC R	-	-	-	-	-	-	9,0	-

(1) Tratamentos:

Experimento [1] – BERTOL (2005): C1, C2 e C3 = Chuvas Simuladas; Pm = Aplicação de P Mineral; Po = Aplicação de P Orgânico; t = Testemunha.

Experimento [2] – PELES (2007): 0, 30, 60 e 90 = sem aplicação de dejetos suíno, dose de 30 m³ ha⁻¹ de dejetos suíno, dose de 60 m³ ha⁻¹ de dejetos suíno e dose de 90 m³ ha⁻¹ de dejetos suíno, respectivamente. C1, C2 e C3 = Chuvas Simuladas.

Experimento [3] – LEITE et al. (2004) e BERTOL et al. (2004b): SSC – solo sem cultivo em preparo convencional com uma aração e duas gradagens; PCO – solo cultivado em preparo convencional com uma aração e duas gradagens; SDI – solo cultivado em semeadura direta sobre resíduos dessecados; SDD - solo cultivado em semeadura direta sobre resíduos dessecados sem preparo; SDQ – solo cultivado em semeadura direta sobre resíduos queimados; CNM – solo em cultivo de campo nativo melhorado.

Experimento [4] - BERTOL et al. (2004a) e GUADAGNIN (2003): SSC9 - preparo convencional; A+2G₉ - preparo convencional com sucessão de culturas; A+2G₉ - preparo convencional com rotação de culturas; E+G₉ - cultivo mínimo com sucessão de culturas; E+G₉ - cultivo mínimo com rotação de culturas; SDI₉ - semeadura direta com sucessão de culturas; SDI₉ - semeadura direta com rotação de culturas.

Experimento [5] – MELLO et al. (2003); BERTOL et al. (2003) e MELLO (2002): SSC - uma aração e duas gradagens sem cultivo; PCO - uma aração e duas gradagens sobre resíduo de aveia e semeadura de soja; CMI - uma escarificação uma gradagem sobre resíduo de aveia e semeadura de soja; SDD - semeadura direta de soja sobre o campo natural dessecado; e SDDQ - semeadura direta de soja sobre o campo natural dessecado e queimado.

Experimento [6] – HERNANI et al. (1999): ES – escarificação + gradagem niveladora; GP – gradagens (pesada + niveladora); PD – semeadura sem preparo sobre palha de trigo e, ou, de soja; DE – aração com discos + duas gradagens niveladoras, sem cobertura vegetal.

Experimento [7] – CASSOL et al. (2002); CASSOL et al. (1999) e BADELUCCI (1997): 55, 125 e 175 – número de dias após o preparo do solo e semeadura; T - tratamento testemunha; PD – tratamento plantio direto; C – tratamento convencional; S – tratamento subsolagem; G – tratamento gradagem.

Experimento [8] – SCHICK et al. (2000a) e SCHICK et al. (2000b) - 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 E 12 = Ciclo Cultural; SDI = Semeadura Direta; E+G = Escarificação + Gradagem; A+G = Aração + Duas Gradagens; SSC = Solo Sem Cultura, Com Aração + Duas Gradagens.

⁽²⁾ Ps = P solúvel; Pp = P particulado; Pt = P total.

ANEXO 2 – DADOS DOS DIFERENTES EXPERIMENTOS ESTUDADOS

Experi- mento	Trat ⁽¹⁾	Teor P solo (ppm)	Tx aplic P min (kg ha ⁻¹) ⁽²⁾	Met aplic P min ⁽³⁾	Tx aplic P org (kg ha ⁻¹) ⁽²⁾	Met aplic P org ⁽³⁾	Erosão (t ha ⁻¹)	Esc Sup (mm)	Manejo solo ⁽⁴⁾	Chuva ⁽⁵⁾	Cultura ⁽⁶⁾	Solo ⁽⁷⁾	Decl (%)
[1]	C1 P m	65,3	21,42	2	0	0	0,059	2,21	1	2	5	1	4,5
[1]	C2 P m	65,3	21,42	2	0	0	0,029	1,26	1	2	5	1	4,5
[1]	C3 P m	65,3	21,42	2	0	0	0,571	9,24	1	2	5	1	4,5
[1]	C1 P o	65,3	0,0	0	16,77	2	0,126	4,49	1	2	5	1	4,5
[1]	C2 P o	65,3	0,0	0	16,77	2	0,056	2,00	1	2	5	1	4,5
[1]	C3 P o	65,3	0,0	0	16,77	2	0,788	2,39	1	2	5	1	4,5
[1]	C1 t	65,3	0,0	0	0,0	0	0,075	2,30	1	2	5	1	4,5
[1]	C2 t	65,3	0,0	0	0,0	0	0,036	1,29	1	2	5	1	4,5
[1]	C3 t	65,3	0,0	0	0,0	0	0,443	9,49	1	2	5	1	4,5
[2]	0 C1	15,84	26,20	2	0,0	2	1,37	11,14	3	2	1	1	10,0
[2]	0 C2	15,84	26,20	2	0,0	2	2,08	11,75	3	2	1	1	10,0
[2]	0 C3	15,84	26,20	2	0,0	2	2,85	12,68	3	2	1	1	10,0
[2]	30 C1	15,84	26,20	2	8,46	2	2,49	24,00	3	2	1	1	10,0
[2]	30 C2	15,84	26,20	2	8,46	2	3,92	28,41	3	2	1	1	10,0
[2]	30 C3	15,84	26,20	2	8,46	2	2,23	31,98	3	2	1	1	10,0
[2]	60 C1	15,84	26,20	2	16,93	2	3,86	17,72	3	2	1	1	10,0
[2]	60 C2	15,84	26,20	2	16,93	2	5,47	23,14	3	2	1	1	10,0
[2]	60 C3	15,84	26,20	2	16,93	2	4,53	24,86	3	2	1	1	10,0
[2]	90 C1	15,84	26,20	2	25,39	2	4,11	18,90	3	2	1	1	10,0
[2]	90 C2	15,84	26,20	2	25,39	2	4,73	29,82	3	2	1	1	10,0
[2]	90 C3	15,84	26,20	2	25,39	2	3,90	30,41	3	2	1	1	10,0
[3]	SSC M	1,69	0,0	0	0,0	0	6,537	17,28	2	2	1	3	16,5
[3]	PCO M	4,98	30,56	1	0,0	0	0,542	7,04	2	2	2	3	16,5
[3]	SDI M	41,03	30,56	2	0,0	0	0,094	3,2	1	2	2	3	16,5
[3]	SDD M	23,86	30,56	2	0,0	0	0,023	14,08	1	2	2	3	16,5
[3]	SDQ M	62,52	30,56	2	0,0	0	0,146	15,36	1	2	2	3	16,5
[3]	CNM M	0,0	0,0	0	0,0	0	0,032	9,6	4	2	1	3	16,5
[3]	SSC F	1,69	0,0	0	0,0	0	25,699	26,88	2	2	1	3	16,5
[3]	PCO F	4,98	40,0	1	0,0	0	2,567	21,12	2	2	3	3	16,5
[3]	SDI F	41,03	40,0	2	0,0	0	0,034	5,76	1	2	3	3	16,5
[3]	SDD F	23,86	40,0	2	0,0	0	0,018	14,72	1	2	3	3	16,5
[3]	SDQ F	62,52	40,0	2	0,0	0	0,731	18,56	1	2	3	3	16,5
[3]	CNM F	0,0	0,0	0	0,0	0	0,02	20,48	4	2	1	3	16,5
[4]	SDI6 1	2,6	27,07	2	0,0	0	0,04	0,1	1	1	5	2	10,2
[4]	SDI9 1	2,6	27,07	2	0,0	0	0,02	0,1	1	1	5	2	10,2
[4]	E+G9 1	2,6	27,07	1	0,0	0	0,05	0,23	5	1	5	2	10,2
[4]	A+2G9 1	2,6	27,07	1	0,0	0	0,11	0,39	2	1	5	2	10,2
[4]	SSC 1	2,6	0,0	0	0,0	0	10,94	1,05	2	1	1	2	10,2
[4]	SDI6 2	2,6	16,16	2	0,0	0	0,31	0,2	1	1	5	2	10,2
[4]	SDI9 2	2,6	16,16	2	0,0	0	0,34	0,61	1	1	5	2	10,2
[4]	E+G9 2	2,6	16,16	1	0,0	0	1,04	0,37	5	1	5	2	10,2
[4]	A+2G9 2	2,6	16,16	1	0,0	0	3,98	0,76	2	1	5	2	10,2
[4]	SSC 2	2,6	0,0	0	0,0	0	56,85	0,59	2	1	1	2	10,2
[4]	SDI6 3	2,6	56,77	2	0,0	0	0,07	0,11	1	1	5	2	10,2
[4]	SDI9 3	2,6	56,77	2	0,0	0	0,06	0,18	1	1	5	2	10,2
[4]	E+G9 3	2,6	56,77	1	0,0	0	0,23	0,46	5	1	5	2	10,2
[4]	A+2G9 3	2,6	56,77	1	0,0	0	0,94	1,33	2	1	5	2	10,2
[4]	SSC 3	2,6	0,0	0	0,0	0	15,77	2,11	2	1	1	2	10,2
[4]	SDI6 4	2,6	0,0	2	0,0	0	0,44	2,79	1	1	5	2	10,2
[4]	SDI9 4	2,6	0,0	2	0,0	0	0,29	2,84	1	1	5	2	10,2
[4]	E+G9 4	2,6	0,0	1	0,0	0	0,4	3,51	5	1	5	2	10,2
[4]	A+2G9 4	2,6	0,0	1	0,0	0	0,81	5,82	2	1	5	2	10,2
[4]	SSC 4	2,6	0,0	0	0,0	0	10,11	4,9	2	1	1	2	10,2

Continua

Experi- mento	Trat(1)	Teor P solo (ppm)	Tx aplic P min (kg ha-1) (2)	Met aplic P min(3)	Tx aplic P org (kg ha-1) (2)	Met aplic P org(3)	Erosão (t ha-1)	Esc Sup (mm)	Manejo solo (4)	Chuva (5)	Cultura (6)	Solo (7)	Decl (%)
[5]	SSC C1	0,7	0,0	0	0,0	0	1,108	25,6	2	2	1	3	15,0
[5]	PCO C1	0,7	39,3	1	0,0	0	0,75	22,4	2	2	5	3	12,0
[5]	CMI C1	0,7	39,3	1	0,0	0	0,305	16,0	2	2	5	3	14,0
[5]	SDD C1	0,7	0,0	2	0,0	0	0,075	8,32	1	2	3	3	22,0
[5]	SDDQ C1	0,7	0,0	2	0,0	0	0,089	8,96	1	2	3	3	21,0
[5]	SSC C2	0,7	0,0	0	0,0	0	8,407	28,16	2	2	1	3	15,0
[5]	PCO C2	0,7	39,3	1	0,0	0	2,034	25,6	2	2	5	3	12,0
[5]	CMI C2	0,7	39,3	1	0,0	0	0,275	14,72	2	2	5	3	14,0
[5]	SDD C2	0,7	0,0	2	0,0	0	0,063	23,68	1	2	3	3	22,0
[5]	SDDQ C2	0,7	0,0	2	0,0	0	0,036	24,96	1	2	3	3	21,0
[5]	SSC C3	0,7	0,0	0	0,0	0	22,51	27,52	2	2	1	3	15,0
[5]	PCO C3	0,7	39,3	1	0,0	0	6,37	25,6	2	2	5	3	12,0
[5]	CMI C3	0,7	39,3	1	0,0	0	0,764	17,28	2	2	5	3	14,0
[5]	SDD C3	0,7	0,0	2	0,0	0	0,02	21,76	1	2	3	3	22,0
[5]	SDDQ C3	0,7	0,0	2	0,0	0	0,047	24,32	1	2	3	3	21,0
[6]	ES	9,0	26,2	2	0,0	0	2,864	72,5	2	1	5	1	3,0
[6]	GP	12,0	26,2	2	0,0	0	5,124	106,3	2	1	5	1	3,0
[6]	PD	11,0	26,2	2	0,0	0	0,605	19,8	2	1	5	1	3,0
[6]	DE	12,0	26,2	2	0,0	0	9,918	146,3	2	1	1	1	3,0
[7]	55T	3,0	78,602	2	0,0	0	0,297	0,71	4	2	4	4	10,7
[7]	55PD	3,0	78,602	2	0,0	0	0,074	0,5	1	2	4	4	10,7
[7]	55C	3,0	78,602	2	0,0	0	1,277	0,46	2	2	4	4	10,7
[7]	55S	3,0	78,602	2	0,0	0	0,335	0,44	2	2	4	4	10,7
[7]	55G	3,0	78,602	2	0,0	0	0,291	0,63	2	2	4	4	10,7
[7]	125T	3,0	78,602	2	0,0	0	0,065	0,79	4	2	4	4	10,7
[7]	125PD	3,0	78,602	2	0,0	0	0,07	0,68	1	2	4	4	10,7
[7]	125C	3,0	78,602	2	0,0	0	0,262	0,72	2	2	4	4	10,7
[7]	125S	3,0	78,602	2	0,0	0	0,049	0,27	2	2	4	4	10,7
[7]	125G	3,0	78,602	2	0,0	0	0,044	0,53	2	2	4	4	10,7
[7]	175T	3,0	78,602	2	0,0	0	0,043	0,69	4	2	4	4	10,7
[7]	175PD	3,0	78,602	2	0,0	0	0,04	0,47	1	2	4	4	10,7
[7]	175C	3,0	78,602	2	0,0	0	0,146	0,49	2	2	4	4	10,7
[7]	175S	3,0	78,602	2	0,0	0	0,042	0,2	2	2	4	4	10,7
[7]	175G	3,0	78,602	2	0,0	0	0,098	0,65	2	2	4	4	10,7
[7]	TOT T	3,0	78,602	2	0,0	0	0,405	0,73	4	2	4	4	10,7
[7]	TOT PD	3,0	78,602	2	0,0	0	0,184	0,55	1	2	4	4	10,7
[7]	TOT C	3,0	78,602	2	0,0	0	1,685	0,56	2	2	4	4	10,7
[7]	TOT S	3,0	78,602	2	0,0	0	0,426	0,3	2	2	4	4	10,7
[7]	TOT G	3,0	78,602	2	0,0	0	0,433	0,61	2	2	4	4	10,7

Continua

Experi- mento	Trat(1)	Teor P solo (ppm)	Tx aplic P min (kg ha-1) (2)	Met aplic P min(3)	Tx aplic P org (kg ha-1) (2)	Met aplic P org(3)	Erosão (t ha-1)	Esc Sup (mm)	Manejo solo (4)	Chuva (5)	Cultura (6)	Solo (7)	Decl (%)
[8]	2 SDI R	216,8	26,2	2	0,0	0	0,665	158,7	1	1	5	2	10,2
[8]	2E+G R	86,8	26,2	2	0,0	0	1,795	166,95	2	1	5	2	10,2
[8]	2A+G R	33,0	26,2	2	0,0	0	3,59	139,15	2	1	5	2	10,2
[8]	2SSC R	11,3	0,0	2	0,0	0	56,59	303,2	2	1	5	2	10,2
[8]	3SDI R	216,8	21,83	2	0,0	0	0,135	36,15	1	1	5	2	10,2
[8]	3E+G R	86,8	21,83	2	0,0	0	0,41	91,7	2	1	5	2	10,2
[8]	3A+G R	33,0	21,83	2	0,0	0	3,165	147,35	2	1	5	2	10,2
[8]	3SSC R	11,3	0,0	2	0,0	0	37,35	245,0	2	1	5	2	10,2
[8]	4SDI R	216,8	40,17	2	0,0	0	0,09	23,4	1	1	5	2	10,2
[8]	4E+G R	86,8	40,17	2	0,0	0	0,155	35,8	2	1	5	2	10,2
[8]	4A+G R	33,0	40,17	2	0,0	0	0,19	26,45	2	1	5	2	10,2
[8]	4SSC R	11,3	0,0	2	0,0	0	3,08	133,1	2	1	5	2	10,2
[8]	5SDI R	216,8	60,92	2	0,0	0	0,22	4,2	1	1	5	2	10,2
[8]	5E+G R	86,8	60,92	2	0,0	0	0,725	10,3	2	1	5	2	10,2
[8]	5A+G R	33,0	60,92	2	0,0	0	0,455	7,1	2	1	5	2	10,2
[8]	5SSC R	11,3	0,0	2	0,0	0	2,82	31,5	2	1	5	2	10,2
[8]	6 SDI R	216,8	0,0	2	0,0	0	0,085	6,45	1	1	5	2	10,2
[8]	6E+G R	86,8	0,0	2	0,0	0	0,345	45,85	2	1	5	2	10,2
[8]	6A+G R	33,0	0,0	2	0,0	0	0,195	18,3	2	1	5	2	10,2
[8]	6SSC R	11,3	0,0	2	0,0	0	2,08	116,4	2	1	5	2	10,2
[8]	7SDI R	216,8	19,65	2	0,0	0	0,435	11,05	1	1	5	2	10,2
[8]	7E+G R	86,8	19,65	2	0,0	0	1,635	67,25	2	1	5	2	10,2
[8]	7A+G R	33,0	19,65	2	0,0	0	1,99	106,5	2	1	5	2	10,2
[8]	7SSC R	11,3	0,0	2	0,0	0	83,78	298,5	2	1	5	2	10,2
[8]	8SDI R	216,8	33,41	2	0,0	0	0,41	26,5	1	1	5	2	10,2
[8]	8E+G R	86,8	33,41	2	0,0	0	2,255	76,0	2	1	5	2	10,2
[8]	8A+G R	33,0	33,41	2	0,0	0	2,565	78,3	2	1	5	2	10,2
[8]	8SSC R	11,3	0,0	2	0,0	0	5,39	140,2	2	1	5	2	10,2
[8]	9SDI R	216,8	34,93	2	0,0	0	0,255	131,2	1	1	5	2	10,2
[8]	9E+G R	86,8	34,93	2	0,0	0	0,595	171,95	2	1	5	2	10,2
[8]	9A+G R	33,0	34,93	2	0,0	0	0,78	228,85	2	1	5	2	10,2
[8]	9SSC R	11,3	0,0	2	0,0	0	73,49	332,8	2	1	5	2	10,2
[8]	10SDI R	216,8	27,29	2	0,0	0	0,515	134,4	1	1	5	2	10,2
[8]	10E+G R	86,8	27,29	2	0,0	0	0,51	105,05	2	1	5	2	10,2
[8]	10A+G R	33,0	27,29	2	0,0	0	1,725	378,1	2	1	5	2	10,2
[8]	10SSC R	11,3	0,0	2	0,0	0	14,39	325,5	2	1	5	2	10,2
[8]	11SDI R	216,8	32,75	2	0,0	0	4,12	124,2	1	1	5	2	10,2
[8]	11E+G R	86,8	32,75	2	0,0	0	8,4	168,85	2	1	5	2	10,2
[8]	11A+G R	33,0	32,75	2	0,0	0	9,19	362,45	2	1	5	2	10,2
[8]	11SSC R	11,3	0,0	2	0,0	0	111,83	343,9	2	1	5	2	10,2
[8]	12SDI R	216,8	21,83	2	0,0	0	1,995	229,0	1	1	5	2	10,2
[8]	12E+G R	86,8	21,83	2	0,0	0	1,945	140,0	2	1	5	2	10,2
[8]	12A+G R	33,0	21,83	2	0,0	0	3,96	307,5	2	1	5	2	10,2
[8]	12SSC R	11,3	0,0	2	0,0	0	26,4	429,0	2	1	5	2	10,2

⁽¹⁾ Tratamentos:

Experimento [1] – BERTOL (2005): C1, C2 e C3 = Chuvas Simuladas; Pm = Aplicação de P Mineral; Po = Aplicação de P Orgânico; t = Testemunha.

Experimento [2] – PELES (2007): 0, 30, 60 e 90 = sem aplicação de dejetos suíno, dose de 30 m³ ha⁻¹ de dejetos suíno, dose de 60 m³ ha⁻¹ de dejetos suíno e dose de 90 m³ ha⁻¹ de dejetos suíno, respectivamente. C1, C2 e C3 = Chuvas Simuladas.

Experimento [3] – LEITE et al. (2004) e BERTOL et al. (2004b): SSC = solo sem cultivo em preparo convencional com uma aração e duas gradagens; PCO = solo cultivado em preparo convencional com uma aração e duas gradagens; SDI = solo cultivado em semeadura direta sobre resíduos dessecados; SDD = solo cultivado em semeadura direta sobre resíduos dessecados sem preparo; SDQ = solo cultivado em semeadura direta sobre resíduos queimados; CNM = solo em cultivo de campo nativo melhorado.

Experimento [4] - BERTOL et al. (2004a) e GUADAGNIN (2003): SSC9 = preparo convencional; A+2G₉ = preparo convencional com sucessão de culturas; A+2G₉ = preparo convencional com rotação de culturas; E+G₉ = cultivo mínimo com sucessão de culturas; E+G₉ = cultivo mínimo com rotação de culturas; SDI₉ = semeadura direta com sucessão de culturas; SDI₉ = semeadura direta com rotação de culturas.

Experimento [5] – MELLO et al. (2003); BERTOL et al. (2003) e MELLO (2002): SSC = uma aração e duas gradagens sem cultivo; PCO = uma aração e duas gradagens sobre resíduo de aveia e semeadura de soja; CMI = uma escarificação uma gradagem sobre resíduo de aveia e semeadura de soja; SDD = semeadura direta de soja sobre o campo natural dessecado; e SDDQ = semeadura direta de soja sobre o campo natural dessecado e queimado.

Experimento [6] – HERNANI et al. (1999): ES = escarificação + gradagem niveladora; GP = gradagens (pesada + niveladora); PD = semeadura sem preparo sobre palha de trigo e, ou, de soja; DE = aração com discos + duas gradagens niveladoras, sem cobertura vegetal.

Experimento [7] – CASSOL et al. (2002); CASSOL et al. (1999) e BADELUCCI (1997): 55, 125 e 175 = número de dias após o preparo do solo e semeadura; T = tratamento testemunha; PD = tratamento plantio direto; C = tratamento convencional; S = tratamento subsolagem; G = tratamento gradagem.

Experimento [8] – SCHICK et al. (2000a) e SCHICK et al. (2000b) - 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 E 12 = Ciclo Cultural; SDI = Semeadura Direta; E+G = Escarificação + Gradagem; A+G = Aração + Duas Gradagens; SSC = Solo Sem Cultura, Com Aração + Duas Gradagens.

⁽²⁾ Taxa de aplicação de P mineral e orgânico.

⁽³⁾ Método de aplicação de P mineral e orgânico: 0 = não aplicado; 1 = aplicação incorporada; 2 = aplicação superficial.

⁽⁴⁾ Manejo do Solo: 1= Campo Plantio Direto; 2 = Campo Plantio Convencional; 3 = Laboratório; 4 = Campo Nativo Sem Preparo do Solo; 5 = Cultivo Mínimo.

⁽⁵⁾ Tipo de chuva – 1 = Chuva Natural; 2 = Chuva Simulada.

⁽⁶⁾ Tipo de cultura: 1= sem cultura; 2 = milho; 3 = feijão ou soja; 4 = pastagem; 5 = sucessão ou rotação de culturas; 6 = trigo, aveia.

⁽⁷⁾ Tipo de solo: 1= Latossolo; 2 = Cambissolo; 3 = Nitossolo; 4 = Podzólico.

ANEXO 3 – VALORES DOS PESOS X FATORES PARA O CÁLCULO DO IP ORIGINAL

Exp	Trat ⁽¹⁾	Teor P solo	Erosão do Solo	Esc Sup	Tx Aplic P min	Met Aplic P min	Tx Aplic P org	Met Aplic P org	Erosão por irrigação
[1]	C1 P m	8	1,5	1	0,75	4	0	0	0
[1]	C2 P m	8	1,5	1	0,75	4	0	0	0
[1]	C3 P m	8	1,5	1	0,75	4	0	0	0
[1]	C1 P o	8	1,5	1	0	0	1	8	0
[1]	C2 P o	8	1,5	1	0	0	1	8	0
[1]	C3 P o	8	1,5	1	0	0	1	8	0
[1]	C1 t	8	1,5	1	0	0	0	0	0
[1]	C2 t	8	1,5	1	0	0	0	0	0
[1]	C3 t	8	1,5	1	0	0	0	0	0
[2]	0 C1	1	1,5	1	1,5	1	0	0	0
[2]	0 C2	1	1,5	1	1,5	1	0	0	0
[2]	0 C3	1	1,5	1	1,5	1	0	0	0
[2]	30 C1	1	1,5	1	1,5	1	1	8	0
[2]	30 C2	1	1,5	1	1,5	1	1	8	0
[2]	30 C3	1	1,5	1	1,5	1	1	8	0
[2]	60 C1	1	1,5	1	1,5	1	2	8	0
[2]	60 C2	1	1,5	1	1,5	1	2	8	0
[2]	60 C3	1	1,5	1	1,5	1	2	8	0
[2]	90 C1	1	1,5	1	1,5	1	2	8	0
[2]	90 C2	1	1,5	1	1,5	1	2	8	0
[2]	90 C3	1	1,5	1	1,5	1	2	8	0
[3]	SSC M	1	1,5	2	0	0	0	0	0
[3]	PCO M	1	1,5	2	1,5	4	0	0	0
[3]	SDI M	8	0	2	1,5	4	0	0	0
[3]	SDD M	8	0	2	1,5	4	0	0	0
[3]	SDQ M	8	1,5	2	1,5	4	0	0	0
[3]	CNM M	0	0	2	0	0	0	0	0
[3]	SSC F	1	6	2	0	0	0	0	0
[3]	PCO F	1	1,5	2	1,5	4	0	0	0
[3]	SDI F	8	0	2	1,5	4	0	0	0
[3]	SDD F	8	0	2	1,5	4	0	0	0
[3]	SDQ F	8	1,5	2	1,5	4	0	0	0
[3]	CNM F	0	0	2	0	0	0	0	0
[4]	SDI6 1	1	1,5	1	1,5	4	0	0	0
[4]	SDI9 1	1	1,5	1	1,5	4	0	0	0
[4]	E+G9 1	1	1,5	1	1,5	2	0	0	0
[4]	A+2G9 1	1	1,5	1	1,5	1	0	0	0
[4]	SSC 1	1	1,5	1	0	0	0	0	0
[4]	SDI6 2	1	1,5	1	1,5	4	0	0	0
[4]	SDI9 2	1	1,5	1	1,5	4	0	0	0
[4]	E+G9 2	1	1,5	1	1,5	2	0	0	0
[4]	A+2G9 2	1	1,5	1	1,5	1	0	0	0
[4]	SSC 2	1	1,5	1	0	0	0	0	0
[4]	SDI6 3	1	1,5	1	3	4	0	0	0
[4]	SDI9 3	1	1,5	1	3	4	0	0	0
[4]	E+G9 3	1	1,5	1	3	2	0	0	0
[4]	A+2G9 3	1	1,5	1	3	1	0	0	0
[4]	SSC 3	1	1,5	1	0	0	0	0	0
[4]	SDI6 4	1	1,5	1	0	4	0	0	0
[4]	SDI9 4	1	1,5	1	0	4	0	0	0
[4]	E+G9 4	1	1,5	1	0	2	0	0	0
[4]	A+2G9 4	1	1,5	1	0	1	0	0	0
[4]	SSC 4	1	1,5	1	0	0	0	0	0

Continua

Exp	Trat(1)	Teor P solo	Erosão do Solo	Esc Sup	Tx Aplic P min	Met Aplic P min	Tx Aplic P org	Met Aplic P org	Erosão por irrigação
[5]	SSC C1	1	1,5	1	0	0	0	0	0
[5]	PCO C1	1	1,5	1	1,5	4	0	0	0
[5]	CMI C1	1	1,5	1	1,5	4	0	0	0
[5]	SDD C1	1	1,5	1	0	0	0	0	0
[5]	SDDQ C1	1	1,5	1	0	0	0	0	0
[5]	SSC C2	1	1,5	1	0	0	0	0	0
[5]	PCO C2	1	1,5	1	1,5	4	0	0	0
[5]	CMI C2	1	1,5	1	1,5	4	0	0	0
[5]	SDD C2	1	1,5	1	0	0	0	0	0
[5]	SDDQ C2	1	1,5	1	0	0	0	0	0
[5]	SSC C3	1	3	1	0	0	0	0	0
[5]	PCO C3	1	1,5	1	1,5	4	0	0	0
[5]	CMI C3	1	1,5	1	1,5	4	0	0	0
[5]	SDD C3	1	1,5	1	0	0	0	0	0
[5]	SDDQ C3	1	1,5	1	0	0	0	0	0
[6]	ES	4	1,5	2	1,5	1	0	0	0
[6]	GP	4	1,5	2	1,5	1	0	0	0
[6]	PD	4	1,5	2	1,5	1	0	0	0
[6]	DE	4	1,5	2	1,5	1	0	0	0
[7]	55T	1	1,5	2	6	4	0	0	0
[7]	55PD	1	0	1	6	1	0	0	0
[7]	55C	1	1,5	1	6	1	0	0	0
[7]	55S	1	1,5	1	6	1	0	0	0
[7]	55G	1	1,5	2	6	4	0	0	0
[7]	125T	1	0	4	6	4	0	0	0
[7]	125PD	1	0	2	6	1	0	0	0
[7]	125C	1	1,5	2	6	1	0	0	0
[7]	125S	1	0	1	6	1	0	0	0
[7]	125G	1	0	1	6	4	0	0	0
[7]	175T	1	0	2	6	4	0	0	0
[7]	175PD	1	0	1	6	1	0	0	0
[7]	175C	1	1,5	1	6	1	0	0	0
[7]	175S	1	0	1	6	1	0	0	0
[7]	175G	1	0	2	6	4	0	0	0
[7]	TOT T	1	1,5	2	6	4	0	0	0
[7]	TOT PD	1	1,5	1	6	1	0	0	0
[7]	TOT C	1	1,5	1	6	1	0	0	0
[7]	TOT S	1	1,5	1	6	1	0	0	0
[7]	TOT G	1	1,5	2	6	4	0	0	0

Continua

Exp	Trat(1)	Teor P solo	Erosão do Solo	Esc Sup	Tx Aplic P min	Met Aplic P min	Tx Aplic P org	Met Aplic P org	Erosão por irrigação
[8]	2 SDI R	8	1,5	4	1,5	4	0	0	0
[8]	2E+G R	8	1,5	4	1,5	2	0	0	0
[8]	2A+G R	8	1,5	4	1,5	1	0	0	0
[8]	2SSC R	4	12	4	0	0	0	0	0
[8]	3SDI R	8	0	4	1,5	4	0	0	0
[8]	3E+G R	8	1,5	4	1,5	2	0	0	0
[8]	3A+G R	8	1,5	4	1,5	1	0	0	0
[8]	3SSC R	4	12	4	0	0	0	0	0
[8]	4SDI R	8	1,5	4	1,5	4	0	0	0
[8]	4E+G R	8	1,5	4	1,5	2	0	0	0
[8]	4A+G R	8	1,5	4	1,5	1	0	0	0
[8]	4SSC R	4	1,5	4	0	0	0	0	0
[8]	5SDI R	8	1,5	4	3	4	0	0	0
[8]	5E+G R	8	1,5	4	3	2	0	0	0
[8]	5A+G R	8	1,5	4	3	1	0	0	0
[8]	5SSC R	4	1,5	4	0	0	0	0	0
[8]	6 SDI R	8	0	4	0	4	0	0	0
[8]	6E+G R	8	1,5	4	0	2	0	0	0
[8]	6A+G R	8	1,5	4	0	1	0	0	0
[8]	6SSC R	4	1,5	4	0	0	0	0	0
[8]	7SDI R	8	1,5	4	1,5	4	0	0	0
[8]	7E+G R	8	1,5	4	1,5	2	0	0	0
[8]	7A+G R	8	1,5	4	1,5	1	0	0	0
[8]	7SSC R	4	12	4	0	0	0	0	0
[8]	8SDI R	8	1,5	4	1,5	4	0	0	0
[8]	8E+G R	8	1,5	4	1,5	2	0	0	0
[8]	8A+G R	8	1,5	4	1,5	1	0	0	0
[8]	8SSC R	4	1,5	4	0	0	0	0	0
[8]	9SDI R	8	1,5	4	1,5	4	0	0	0
[8]	9E+G R	8	1,5	4	1,5	2	0	0	0
[8]	9A+G R	8	1,5	4	1,5	1	0	0	0
[8]	9SSC R	4	12	4	0	0	0	0	0
[8]	10SDI R	8	1,5	4	1,5	4	0	0	0
[8]	10E+G R	8	1,5	4	1,5	2	0	0	0
[8]	10A+G R	8	1,5	4	1,5	1	0	0	0
[8]	10SSC R	4	3	4	0	0	0	0	0
[8]	11SDI R	8	1,5	4	1,5	4	0	0	0
[8]	11E+G R	8	1,5	4	1,5	2	0	0	0
[8]	11A+G R	8	1,5	4	1,5	1	0	0	0
[8]	11SSC R	4	12	4	0	0	0	0	0
[8]	12SDI R	8	1,5	4	1,5	4	0	0	0
[8]	12E+G R	8	1,5	4	1,5	2	0	0	0
[8]	12A+G R	8	1,5	4	1,5	1	0	0	0
[8]	12SSC R	4	6	4	0	0	0	0	0

(1) Tratamentos:

Experimento [1] – BERTOL (2005): C1, C2 e C3 = Chuvas Simuladas; Pm = Aplicação de P Mineral; Po = Aplicação de P Orgânico; t = Testemunha.

Experimento [2] – PELES (2007): 0, 30, 60 e 90 = sem aplicação de dejetos suíno, dose de 30 m³ ha⁻¹ de dejetos suíno, dose de 60 m³ ha⁻¹ de dejetos suíno e dose de 90 m³ ha⁻¹ de dejetos suíno, respectivamente. C1, C2 e C3 = Chuvas Simuladas.

Experimento [3] – LEITE et al. (2004) e BERTOL et al. (2004b): SSC – solo sem cultivo em preparo convencional com uma aração e duas gradagens; PCO – solo cultivado em preparo convencional com uma aração e duas gradagens; SDI – solo cultivado em semeadura direta sobre resíduos dessecados; SDD – solo cultivado em semeadura direta sobre resíduos dessecados sem preparo; SDQ – solo cultivado em semeadura direta sobre resíduos queimados; CNM – solo em cultivo de campo nativo melhorado.

Experimento [4] - BERTOL et al. (2004a) e GUADAGNIN (2003): SSC9 - preparo convencional; A+2G₉ - preparo convencional com sucessão de culturas; A+2G₉ - preparo convencional com rotação de culturas; E+G₉ - cultivo mínimo com sucessão de culturas; E+G₉ - cultivo mínimo com rotação de culturas; SDI₉ - semeadura direta com sucessão de culturas; SDI₉ - semeadura direta com rotação de culturas.

Experimento [5] – MELLO et al. (2003); BERTOL et al. (2003) e MELLO (2002): SSC - uma aração e duas gradagens sem cultivo; PCO - uma aração e duas gradagens sobre resíduo de aveia e semeadura de soja; CMI - uma escarificação uma gradagem sobre resíduo de aveia e semeadura de soja; SDD - semeadura direta de soja sobre o campo natural dessecado; e SDDQ - semeadura direta de soja sobre o campo natural dessecado e queimado.

Experimento [6] – HERNANI et al. (1999): ES – escarificação + gradagem niveladora; GP – gradagens (pesada + niveladora); PD – semeadura sem preparo sobre palha de trigo e, ou, de soja; DE – aração com discos + duas gradagens niveladoras, sem cobertura vegetal.

Experimento [7] – CASSOL et al. (2002); CASSOL et al. (1999) e BADELUCCI (1997): 55, 125 e 175 – número de dias após o preparo do solo e semeadura; T - tratamento testemunha; PD – tratamento plantio direto; C – tratamento convencional; S – tratamento subsolagem; G – tratamento gradagem.

Experimento [8] – SCHICK et al. (2000a) e SCHICK et al. (2000b) - 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 E 12 = Ciclo Cultural; SDI = Semeadura Direta; E+G = Escarificação + Gradagem; A+G = Aração + Duas Gradagens; SSC = Solo Sem Cultura, Com Aração + Duas Gradagens.

ANEXO 4 – VALORES DOS PESOS X FATORES PARA O CÁLCULO DO IP ALABAMA

Exp	Trat ⁽¹⁾	Teor P solo	Erosão	Decliv	Tx aplic P	Met aplic P	Past Animais	Sist Saída subter.	Grupo hid solo	Dist. Aplic ao rio	Veget	Amb críticos
[1]	C1 P m	4	0	2	3	24	0	0	6	0	0	0
[1]	C2 P m	4	0	2	3	24	0	0	6	0	0	0
[1]	C3 P m	4	0	2	3	24	0	0	6	0	0	0
[1]	C1 P o	4	0	2	3	24	0	0	6	0	0	0
[1]	C2 P o	4	0	2	3	24	0	0	6	0	0	0
[1]	C3 P o	4	0	2	3	24	0	0	6	0	0	0
[1]	C1 t	4	0	2	0	0	0	0	6	0	0	0
[1]	C2 t	4	0	2	0	0	0	0	6	0	0	0
[1]	C3 t	4	0	2	0	0	0	0	6	0	0	0
[2]	0 C1	0	0	8	3	6	0	0	6	0	0	0
[2]	0 C2	0	0	8	3	6	0	0	6	0	0	0
[2]	0 C3	0	0	8	3	6	0	0	6	0	0	0
[2]	30 C1	0	0	8	6	24	0	0	6	0	0	0
[2]	30 C2	0	0	8	6	24	0	0	6	0	0	0
[2]	30 C3	0	0	8	6	24	0	0	6	0	0	0
[2]	60 C1	0	0	8	6	24	0	0	6	0	0	0
[2]	60 C2	0	0	8	6	24	0	0	6	0	0	0
[2]	60 C3	0	0	8	6	24	0	0	6	0	0	0
[2]	90 C1	0	0	8	6	24	0	0	6	0	0	0
[2]	90 C2	0	0	8	6	24	0	0	6	0	0	0
[2]	90 C3	0	0	8	6	24	0	0	6	0	0	0
[3]	SSC M	0	0	8	0	0	0	0	6	0	0	0
[3]	PCO M	0	0	8	6	24	0	0	6	0	0	0
[3]	SDI M	8	0	8	6	24	0	0	6	0	0	0
[3]	SDD M	4	0	8	6	24	0	0	6	0	0	0
[3]	SDQ M	8	0	8	6	24	0	0	6	0	0	0
[3]	CNM M	0	0	8	0	0	0	0	6	0	0	0
[3]	SSC F	0	12	8	0	0	0	0	6	0	0	0
[3]	PCO F	0	0	8	6	24	0	0	6	0	0	0
[3]	SDI F	8	0	8	6	24	0	0	6	0	0	0
[3]	SDD F	4	0	8	6	24	0	0	6	0	0	0
[3]	SDQ F	8	0	8	6	24	0	0	6	0	0	0
[3]	CNM F	0	0	8	0	0	0	0	6	0	0	0
[4]	SDI6 1	0	0	8	3	24	0	0	6	0	0	0
[4]	SDI9 1	0	0	8	3	24	0	0	6	0	0	0
[4]	E+G9 1	0	0	8	3	12	0	0	6	0	0	0
[4]	A+2G9 1	0	0	8	3	6	0	0	6	0	0	0
[4]	SSC 1	0	3	8	0	0	0	0	6	0	0	0
[4]	SDI6 2	0	0	8	3	24	0	0	6	0	0	0
[4]	SDI9 2	0	0	8	3	24	0	0	6	0	0	0
[4]	E+G9 2	0	0	8	3	12	0	0	6	0	0	0
[4]	A+2G9 2	0	0	8	3	6	0	0	6	0	0	0
[4]	SSC 2	0	24	8	0	0	0	0	6	0	0	0
[4]	SDI6 3	0	0	8	6	24	0	0	6	0	0	0
[4]	SDI9 3	0	0	8	6	24	0	0	6	0	0	0
[4]	E+G9 3	0	0	8	6	12	0	0	6	0	0	0
[4]	A+2G9 3	0	0	8	6	6	0	0	6	0	0	0
[4]	SSC 3	0	6	8	0	0	0	0	6	0	0	0
[4]	SDI6 4	0	0	8	0	24	0	0	6	0	0	0
[4]	SDI9 4	0	0	8	0	24	0	0	6	0	0	0
[4]	E+G9 4	0	0	8	0	12	0	0	6	0	0	0
[4]	A+2G9 4	0	0	8	0	6	0	0	6	0	0	0
[4]	SSC 4	0	3	8	0	0	0	0	6	0	0	0

Continua

Exp	Trat ⁽¹⁾	Teor P solo	Erosão	Decliv	Tx aplic P	Met aplic P	Past Animais	Sist Saída subter.	Grupo hid solo	Dist. Aplic ao rio	Veget	Amb críticos
[5]	SSC C1	0	0	8	0	0	0	0	6	0	0	0
[5]	PCO C1	0	0	8	6	24	0	0	6	0	0	0
[5]	CMI C1	0	0	8	6	24	0	0	6	0	0	0
[5]	SDD C1	0	0	8	0	0	0	0	6	0	0	0
[5]	SDDQ C1	0	0	8	0	0	0	0	6	0	0	0
[5]	SSC C2	0	3	8	0	0	0	0	6	0	0	0
[5]	PCO C2	0	0	8	6	24	0	0	6	0	0	0
[5]	CMI C2	0	0	8	6	24	0	0	6	0	0	0
[5]	SDD C2	0	0	8	0	0	0	0	6	0	0	0
[5]	SDDQ C2	0	0	8	0	0	0	0	6	0	0	0
[5]	SSC C3	0	6	8	0	0	0	0	6	0	0	0
[5]	PCO C3	0	0	8	6	24	0	0	6	0	0	0
[5]	CMI C3	0	0	8	6	24	0	0	6	0	0	0
[5]	SDD C3	0	0	8	0	0	0	0	6	0	0	0
[5]	SDDQ C3	0	0	8	0	0	0	0	6	0	0	0
[6]	ES	2	0	2	3	6	0	0	12	0	0	0
[6]	GP	2	0	2	3	6	0	0	12	0	0	0
[6]	PD	2	0	2	3	6	0	0	12	0	0	0
[6]	DE	2	0	2	3	6	0	0	12	0	0	0
[7]	55T	0	0	8	12	24	0	0	6	0	0	0
[7]	55PD	0	0	8	12	6	0	0	6	0	0	0
[7]	55C	0	0	8	12	6	0	0	6	0	0	0
[7]	55S	0	0	8	12	6	0	0	6	0	0	0
[7]	55G	0	0	8	12	24	0	0	6	0	0	0
[7]	125T	0	0	8	12	24	0	0	6	0	0	0
[7]	125PD	0	0	8	12	6	0	0	6	0	0	0
[7]	125C	0	0	8	12	6	0	0	6	0	0	0
[7]	125S	0	0	8	12	6	0	0	6	0	0	0
[7]	125G	0	0	8	12	24	0	0	6	0	0	0
[7]	175T	0	0	8	12	24	0	0	6	0	0	0
[7]	175PD	0	0	8	12	6	0	0	6	0	0	0
[7]	175C	0	0	8	12	6	0	0	6	0	0	0
[7]	175S	0	0	8	12	6	0	0	6	0	0	0
[7]	175G	0	0	8	12	24	0	0	6	0	0	0
[7]	TOT T	0	0	8	12	24	0	0	6	0	0	0
[7]	TOT PD	0	0	8	12	6	0	0	6	0	0	0
[7]	TOT C	0	0	8	12	6	0	0	6	0	0	0
[7]	TOT S	0	0	8	12	6	0	0	6	0	0	0
[7]	TOT G	0	0	8	12	24	0	0	6	0	0	0

Continua

Exp	Trat(1)	Teor P solo	Erosão	Decliv	Tx aplic P	Met aplic P	Past Animais	Sist Saída subter.	Grupo hid solo	Dist. Aplic ao rio	Veget	Amb críticos
[8]	2 SDI R	8	0	8	3	24	0	0	6	0	0	0
[8]	2E+G R	8	0	8	3	6	0	0	6	0	0	0
[8]	2A+G R	8	0	8	3	6	0	0	6	0	0	0
[8]	2SSC R	4	24	8	0	0	0	0	6	0	0	0
[8]	3SDI R	8	0	8	3	24	0	0	6	0	0	0
[8]	3E+G R	8	0	8	3	6	0	0	6	0	0	0
[8]	3A+G R	8	0	8	3	6	0	0	6	0	0	0
[8]	3SSC R	4	24	8	0	0	0	0	6	0	0	0
[8]	4SDI R	8	0	8	6	24	0	0	6	0	0	0
[8]	4E+G R	8	0	8	6	6	0	0	6	0	0	0
[8]	4A+G R	8	0	8	6	6	0	0	6	0	0	0
[8]	4SSC R	4	0	8	0	0	0	0	6	0	0	0
[8]	5SDI R	8	0	8	12	24	0	0	6	0	0	0
[8]	5E+G R	8	0	8	12	6	0	0	6	0	0	0
[8]	5A+G R	8	0	8	12	6	0	0	6	0	0	0
[8]	5SSC R	4	0	8	0	0	0	0	6	0	0	0
[8]	6 SDI R	8	0	8	0	24	0	0	6	0	0	0
[8]	6E+G R	8	0	8	0	6	0	0	6	0	0	0
[8]	6A+G R	8	0	8	0	6	0	0	6	0	0	0
[8]	6SSC R	4	0	8	0	0	0	0	6	0	0	0
[8]	7SDI R	8	0	8	3	24	0	0	6	0	0	0
[8]	7E+G R	8	0	8	3	6	0	0	6	0	0	0
[8]	7A+G R	8	0	8	3	6	0	0	6	0	0	0
[8]	7SSC R	4	24	8	0	0	0	0	6	0	0	0
[8]	8SDI R	8	0	8	6	24	0	0	6	0	0	0
[8]	8E+G R	8	0	8	6	6	0	0	6	0	0	0
[8]	8A+G R	8	0	8	6	6	0	0	6	0	0	0
[8]	8SSC R	4	0	8	0	0	0	0	6	0	0	0
[8]	9SDI R	8	0	8	6	24	0	0	6	0	0	0
[8]	9E+G R	8	0	8	6	6	0	0	6	0	0	0
[8]	9A+G R	8	0	8	6	6	0	0	6	0	0	0
[8]	9SSC R	4	24	8	0	0	0	0	6	0	0	0
[8]	10SDI R	8	0	8	3	24	0	0	6	0	0	0
[8]	10E+G R	8	0	8	3	6	0	0	6	0	0	0
[8]	10A+G R	8	0	8	3	6	0	0	6	0	0	0
[8]	10SSC R	4	6	8	0	0	0	0	6	0	0	0
[8]	11SDI R	8	0	8	6	24	0	0	6	0	0	0
[8]	11E+G R	8	3	8	6	6	0	0	6	0	0	0
[8]	11A+G R	8	3	8	6	6	0	0	6	0	0	0
[8]	11SSC R	4	24	8	0	0	0	0	6	0	0	0
[8]	12SDI R	8	0	8	3	24	0	0	6	0	0	0
[8]	12E+G R	8	0	8	3	6	0	0	6	0	0	0
[8]	12A+G R	8	0	8	3	6	0	0	6	0	0	0
[8]	12SSC R	4	12	8	0	0	0	0	6	0	0	0

⁽¹⁾ Tratamentos:

Experimento [1] – BERTOL (2005): C1, C2 e C3 = Chuvas Simuladas; Pm = Aplicação de P Mineral; Po = Aplicação de P Orgânico; t = Testemunha.

Experimento [2] – PELES (2007): 0, 30, 60 e 90 = sem aplicação de dejetos suíno, dose de 30 m³ ha⁻¹ de dejetos suíno, dose de 60 m³ ha⁻¹ de dejetos suíno e dose de 90 m³ ha⁻¹ de dejetos suíno, respectivamente. C1, C2 e C3 = Chuvas Simuladas.

Experimento [3] – LEITE et al. (2004) e BERTOL et al. (2004b): SSC – solo sem cultivo em preparo convencional com uma aração e duas gradagens; PCO – solo cultivado em preparo convencional com uma aração e duas gradagens; SDI – solo cultivado em semeadura direta sobre resíduos dessecados; SDD – solo cultivado em semeadura direta sobre resíduos dessecados sem preparo; SDQ – solo cultivado em semeadura direta sobre resíduos queimados; CNM – solo em cultivo de campo nativo melhorado.

Experimento [4] – BERTOL et al. (2004a) e GUADAGNIN (2003): SSC9 - preparo convencional; A+2G₉ - preparo convencional com sucessão de culturas; A+2G₉ - preparo convencional com rotação de culturas; E+G₉ - cultivo mínimo com

sucessão de culturas; E+G₉ - cultivo mínimo com rotação de culturas; SDI₉ - semeadura direta com sucessão de culturas; SDI₉ - semeadura direta com rotação de culturas.

Experimento [5] – MELLO et al. (2003); BERTOL et al. (2003) e MELLO (2002): SSC - uma aração e duas gradagens sem cultivo; PCO - uma aração e duas gradagens sobre resíduo de aveia e semeadura de soja; CMI - uma escarificação uma gradagem sobre resíduo de aveia e semeadura de soja; SDD - semeadura direta de soja sobre o campo natural dessecado; e SDDQ - semeadura direta de soja sobre o campo natural dessecado e queimado.

Experimento [6] – HERNANI et al. (1999): ES – escarificação + gradagem niveladora; GP – gradagens (pesada + niveladora); PD – semeadura sem preparo sobre palha de trigo e, ou, de soja; DE – aração com discos + duas gradagens niveladoras, sem cobertura vegetal.

Experimento [7] – CASSOL et al. (2002); CASSOL et al. (1999) e BADELUCCI (1997): 55, 125 e 175 – número de dias após o preparo do solo e semeadura; T - tratamento testemunha; PD – tratamento plantio direto; C – tratamento convencional; S – tratamento subsolagem; G – tratamento gradagem.

Experimento [8] – SCHICK et al. (2000a) e SCHICK et al. (2000b) - 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 E 12 = Ciclo Cultural; SDI = Semeadura Direta; E+G = Escarificação + Gradagem; A+G = Aração + Duas Gradagens; SSC = Solo Sem Cultura, Com Aração + Duas Gradagens.

ANEXO 5 – VALORES DOS PESOS X FATORES PARA O CÁLCULO DO IP NOVO MÉXICO

Exp	Trat ⁽¹⁾	Teor P solo	Erosão	Esc Sup	Tx apli P ₂ O ₅	Met aplic P min	Met aplic P org	Erosão por irrigação	Proxim campo	Man past	Área com veg
[1]	C1 P m	8	0	1,5	1	8	0	0	12	0	12
[1]	C2 P m	8	0	1,5	1	8	0	0	12	0	12
[1]	C3 P m	8	0	1,5	1	8	0	0	12	0	12
[1]	C1 P o	8	0	1,5	1	0	8	0	12	0	12
[1]	C2 P o	8	0	1,5	1	0	8	0	12	0	12
[1]	C3 P o	8	0	1,5	1	0	8	0	12	0	12
[1]	C1 t	8	0	1,5	1	0	0	0	12	0	12
[1]	C2 t	8	0	1,5	1	0	0	0	12	0	12
[1]	C3 t	8	0	1,5	1	0	0	0	12	0	12
[2]	0 C1	0	0	3	2	2	0	0	12	0	12
[2]	0 C2	0	0	3	2	2	0	0	12	0	12
[2]	0 C3	0	0	3	2	2	0	0	12	0	12
[2]	30 C1	0	0	3	2	2	8	0	12	0	12
[2]	30 C2	0	1,5	3	2	2	8	0	12	0	12
[2]	30 C3	0	0	3	2	2	8	0	12	0	12
[2]	60 C1	0	1,5	3	2	2	8	0	12	0	12
[2]	60 C2	0	1,5	3	2	2	8	0	12	0	12
[2]	60 C3	0	1,5	3	2	2	8	0	12	0	12
[2]	90 C1	0	1,5	3	4	2	8	0	12	0	12
[2]	90 C2	0	1,5	3	4	2	8	0	12	0	12
[2]	90 C3	0	1,5	3	4	2	8	0	12	0	12
[3]	SSC M	0	0	3	0	0	0	0	12	0	12
[3]	PCO M	0	0	3	2	8	0	0	12	0	12
[3]	SDI M	8	0	3	2	8	0	0	12	0	12
[3]	SDD M	4	0	3	2	8	0	0	12	0	12
[3]	SDQ M	8	0	3	2	8	0	0	12	0	12
[3]	CNM M	0	0	3	0	0	0	0	12	0	12
[3]	SSC F	0	0	3	0	0	0	0	12	0	12
[3]	PCO F	0	0	3	2	8	0	0	12	0	12
[3]	SDI F	8	0	3	2	8	0	0	12	0	12
[3]	SDD F	4	0	3	2	8	0	0	12	0	12
[3]	SDQ F	8	0	3	2	8	0	0	12	0	12
[3]	CNM F	0	0	3	0	0	0	0	12	0	12
[4]	SDI6 1	0	0	3	2	8	0	0	12	0	12
[4]	SDI9 1	0	0	3	2	8	0	0	12	0	12
[4]	E+G9 1	0	0	3	2	4	0	0	12	0	12
[4]	A+2G9 1	0	0	3	2	2	0	0	12	0	12
[4]	SSC 1	0	3	3	2	0	0	0	12	0	12
[4]	SDI6 2	0	0	3	2	8	0	0	12	0	12
[4]	SDI9 2	0	0	3	2	8	0	0	12	0	12
[4]	E+G9 2	0	0	3	2	4	0	0	12	0	12
[4]	A+2G9 2	0	1,5	3	2	2	0	0	12	0	12
[4]	SSC 2	0	12	3	2	0	0	0	12	0	12
[4]	SDI6 3	0	0	3	2	8	0	0	12	0	12
[4]	SDI9 3	0	0	3	2	8	0	0	12	0	12
[4]	E+G9 3	0	0	3	2	4	0	0	12	0	12
[4]	A+2G9 3	0	0	3	2	2	0	0	12	0	12
[4]	SSC 3	0	6	3	2	0	0	0	12	0	12
[4]	SDI6 4	0	0	3	2	8	0	0	12	0	12
[4]	SDI9 4	0	0	3	2	8	0	0	12	0	12
[4]	E+G9 4	0	0	3	2	4	0	0	12	0	12
[4]	A+2G9 4	0	0	3	2	2	0	0	12	0	12
[4]	SSC 4	0	3	3	2	0	0	0	12	0	12

Continua

Exp	Trat(1)	Teor P solo	Erosão	Esc Sup	Tx apli P ₂ O ₅	Met aplic P min	Met aplic P org	Erosão por irrigação	Proxim campo	Man past	Área com veg
[5]	SSC C1	0	0	3	0	0	0	0	12	0	12
[5]	PCO C1	0	0	3	2	8	0	0	12	0	12
[5]	CMI C1	0	0	3	2	8	0	0	12	0	12
[5]	SDD C1	0	0	3	0	0	0	0	12	0	12
[5]	SDDQ C1	0	0	3	0	0	0	0	12	0	12
[5]	SSC C2	0	3	3	0	0	0	0	12	0	12
[5]	PCO C2	0	0	3	2	8	0	0	12	0	12
[5]	CMI C2	0	0	3	2	8	0	0	12	0	12
[5]	SDD C2	0	0	3	0	0	0	0	12	0	12
[5]	SDDQ C2	0	0	3	0	0	0	0	12	0	12
[5]	SSC C3	0	6	3	0	0	0	0	12	0	12
[5]	PCO C3	0	1,5	3	2	8	0	0	12	0	12
[5]	CMI C3	0	0	3	2	8	0	0	12	0	12
[5]	SDD C3	0	0	3	0	0	0	0	12	0	12
[5]	SDDQ C3	0	0	3	0	0	0	0	12	0	12
[6]	ES	0	1,5	6	2	2	0	0	12	0	12
[6]	GP	0	0	6	2	2	0	0	12	0	12
[6]	PD	0	1,5	6	2	2	0	0	12	0	12
[6]	DE	0	0	6	2	2	0	0	12	0	12
[7]	55T	0	0	6	8	8	0	0	12	0	12
[7]	55PD	0	0	3	8	2	0	0	12	0	12
[7]	55C	0	0	3	8	2	0	0	12	0	12
[7]	55S	0	0	3	8	2	0	0	12	0	12
[7]	55G	0	0	6	8	8	0	0	12	0	12
[7]	125T	0	0	12	8	8	0	0	12	0	12
[7]	125PD	0	0	6	8	2	0	0	12	0	12
[7]	125C	0	0	6	8	2	0	0	12	0	12
[7]	125S	0	0	3	8	2	0	0	12	0	12
[7]	125G	0	0	3	8	8	0	0	12	0	12
[7]	175T	0	0	6	8	8	0	0	12	0	12
[7]	175PD	0	0	6	8	2	0	0	12	0	12
[7]	175C	0	0	3	8	2	0	0	12	0	12
[7]	175S	0	0	3	8	2	0	0	12	0	12
[7]	175G	0	0	6	8	8	0	0	12	0	12
[7]	TOT T	0	0	6	8	8	0	0	12	0	12
[7]	TOT PD	0	0	3	8	2	0	0	12	0	12
[7]	TOT C	0	0	3	8	2	0	0	12	0	12
[7]	TOT S	0	0	3	8	2	0	0	12	0	12
[7]	TOT G	0	0	6	8	8	0	0	12	0	12

Continua

Exp	Trat(1)	Teor P solo	Erosão	Esc Sup	Tx apli P ₂ O ₅	Met aplic P min	Met aplic P org	Erosão por irrigação	Proxim campo	Man past	Área com veg
[8]	2 SDI R	8	0	12	2	8	0	0	12	0	12
[8]	2E+G R	8	0	12	2	2	0	0	12	0	12
[8]	2A+G R	8	1,5	12	2	2	0	0	12	0	12
[8]	2SSC R	1	12	12	0	0	0	0	12	0	12
[8]	3SDI R	8	0	12	2	8	0	0	12	0	12
[8]	3E+G R	8	0	12	2	2	0	0	12	0	12
[8]	3A+G R	8	1,5	12	2	2	0	0	12	0	12
[8]	3SSC R	1	12	12	0	0	0	0	12	0	12
[8]	4SDI R	8	0	12	2	8	0	0	12	0	12
[8]	4E+G R	8	0	12	2	2	0	0	12	0	12
[8]	4A+G R	8	0	12	2	2	0	0	12	0	12
[8]	4SSC R	1	1,5	12	0	0	0	0	12	0	12
[8]	5SDI R	8	0	12	4	8	0	0	12	0	12
[8]	5E+G R	8	0	12	4	2	0	0	12	0	12
[8]	5A+G R	8	0	12	4	2	0	0	12	0	12
[8]	5SSC R	1	0	12	0	0	0	0	12	0	12
[8]	6 SDI R	8	0	12	0	8	0	0	12	0	12
[8]	6E+G R	8	0	12	0	2	0	0	12	0	12
[8]	6A+G R	8	0	12	0	2	0	0	12	0	12
[8]	6SSC R	1	0	12	0	0	0	0	12	0	12
[8]	7SDI R	8	0	12	2	8	0	0	12	0	12
[8]	7E+G R	8	0	12	2	2	0	0	12	0	12
[8]	7A+G R	8	0	12	2	2	0	0	12	0	12
[8]	7SSC R	1	12	12	0	0	0	0	12	0	12
[8]	8SDI R	8	0	12	2	8	0	0	12	0	12
[8]	8E+G R	8	0	12	2	2	0	0	12	0	12
[8]	8A+G R	8	0	12	2	2	0	0	12	0	12
[8]	8SSC R	1	1,5	12	0	0	0	0	12	0	12
[8]	9SDI R	8	0	12	2	8	0	0	12	0	12
[8]	9E+G R	8	0	12	2	2	0	0	12	0	12
[8]	9A+G R	8	0	12	2	2	0	0	12	0	12
[8]	9SSC R	1	12	12	0	0	0	0	12	0	12
[8]	10SDI R	8	0	12	2	8	0	0	12	0	12
[8]	10E+G R	8	0	12	2	2	0	0	12	0	12
[8]	10A+G R	8	0	12	2	2	0	0	12	0	12
[8]	10SSC R	1	6	12	0	0	0	0	12	0	12
[8]	11SDI R	8	1,5	12	2	8	0	0	12	0	12
[8]	11E+G R	8	3	12	2	2	0	0	12	0	12
[8]	11A+G R	8	3	12	2	2	0	0	12	0	12
[8]	11SSC R	1	12	12	0	0	0	0	12	0	12
[8]	12SDI R	8	0	12	2	8	0	0	12	0	12
[8]	12E+G R	8	0	12	2	2	0	0	12	0	12
[8]	12A+G R	8	1,5	12	2	2	0	0	12	0	12
[8]	12SSC R	1	6	12	0	0	0	0	12	0	12

(1) Tratamentos:

Experimento [1] – BERTOL (2005): C1, C2 e C3 = Chuvas Simuladas; Pm = Aplicação de P Mineral; Po = Aplicação de P Orgânico; t = Testemunha.

Experimento [2] – PELES (2007): 0, 30, 60 e 90 = sem aplicação de dejetos suíno, dose de 30 m³ ha⁻¹ de dejetos suíno, dose de 60 m³ ha⁻¹ de dejetos suíno e dose de 90 m³ ha⁻¹ de dejetos suíno, respectivamente. C1, C2 e C3 = Chuvas Simuladas.

Experimento [3] – LEITE et al. (2004) e BERTOL et al. (2004b): SSC – solo sem cultivo em preparo convencional com uma aração e duas gradagens; PCO – solo cultivado em preparo convencional com uma aração e duas gradagens; SDI – solo cultivado em semeadura direta sobre resíduos dessecados; SDD – solo cultivado em semeadura direta sobre resíduos dessecados sem preparo; SDQ – solo cultivado em semeadura direta sobre resíduos queimados; CNM – solo em cultivo de campo nativo melhorado.

Experimento [4] - BERTOL et al. (2004a) e GUADAGNIN (2003): SSC9 - preparo convencional; A+2G₉ - preparo convencional com sucessão de culturas; A+2G₉ - preparo convencional com rotação de culturas; E+G₉ - cultivo mínimo com sucessão de culturas; E+G₉ - cultivo mínimo com rotação de culturas; SDI₉ - semeadura direta com sucessão de culturas; SDI₉ - semeadura direta com rotação de culturas.

Experimento [5] – MELLO et al. (2003); BERTOL et al. (2003) e MELLO (2002): SSC - uma aração e duas gradagens sem cultivo; PCO - uma aração e duas gradagens sobre resíduo de aveia e semeadura de soja; CMI - uma escarificação uma gradagem sobre resíduo de aveia e semeadura de soja; SDD - semeadura direta de soja sobre o campo natural dessecado; e SDDQ - semeadura direta de soja sobre o campo natural dessecado e queimado.

Experimento [6] – HERNANI et al. (1999): ES – escarificação + gradagem niveladora; GP – gradagens (pesada + niveladora); PD – semeadura sem preparo sobre palha de trigo e, ou, de soja; DE – aração com discos + duas gradagens niveladoras, sem cobertura vegetal.

Experimento [7] – CASSOL et al. (2002); CASSOL et al. (1999) e BADELUCCI (1997): 55, 125 e 175 – número de dias após o preparo do solo e semeadura; T - tratamento testemunha; PD – tratamento plantio direto; C – tratamento convencional; S – tratamento subsolagem; G – tratamento gradagem.

Experimento [8] – SCHICK et al. (2000a) e SCHICK et al. (2000b) - 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 E 12 = Ciclo Cultural; SDI = Semeadura Direta; E+G = Escarificação + Gradagem; A+G = Aração + Duas Gradagens; SSC = Solo Sem Cultura, Com Aração + Duas Gradagens.

ANEXO 6A – ANÁLISES DE REGRESSÃO “STEPWISE” PARA A VARIÁVEL P SOLÚVEL (mg L⁻¹) - GERAL

Parâmetro	GL	SQ	RSS	Cp	Valor F	p-valor
Erosão do solo	1	3,044	107,040	12,5202	1,3649	0,248467
Taxa aplicação P mineral	1	0,540	109,544	13,7720	0,2367	0,628829
Método aplicação P orgânico	1	8,229	118,313	14,1567	3,6630	0,061485
Escoamento superficial	1	14,605	124,689	17,3444	6,5007	0,013963
Método aplicação P mineral	1	16,011	126,096	18,0478	7,1269	0,010271
Taxa aplicação P orgânico	1	24,077	134,161	22,0807	10,7171	0,001951
Teor P no solo	1	57,655	167,739	38,8695	25,6630	0,0000061

Nível de significância: p-valor < 0,05.

ANEXO 6B – ANÁLISE DE REGRESSÃO “STEPWISE” PARA A VARIÁVEL P SOLÚVEL (mg L⁻¹) - ANOVA

Parâmetro	GL	SQ	MQ	Valor F	p-valor
Teor P no solo	1	50,171	50,171	22,3319	0,000019
Método aplicação P mineral	1	19,095	19,095	8,4997	0,005343
Taxa aplicação P orgânico	1	12,744	12,744	5,6725	0,021161
Método aplicação P orgânico	1	8,557	8,557	3,8087	0,056715
Escoamento superficial	1	14,605	14,605	6,5007	0,013963
Resíduos	49	110,084	2,247	-	-

Nível de significância: p-valor < 0,05.

ANEXO 6C - ANÁLISE DE REGRESSÃO “STEPWISE” PARA A VARIÁVEL P SOLÚVEL (mg L⁻¹) - COEFICIENTES

Parâmetro	Estimativa	Erro Padrão	Valor t	p-valor
Intercepto	-2,899835	0,568206	-5,103	0,00000542
Teor P no solo	0,046738	0,009226	5,066	0,00000617
Método aplicação P mineral	0,727603	0,272548	2,670	0,01027
Taxa aplicação P orgânico	0,161578	0,049356	3,274	0,00195
Método aplicação P orgânico	-0,755572	0,394784	-1,914	0,06149
Escoamento superficial	-0,035001	0,013728	-2,550	0,01396

ANEXO 7A – ANÁLISES DE REGRESSÃO “STEPWISE” PARA A VARIÁVEL P PARTICULADO (mg L⁻¹) - GERAL

Parâmetro	GL	SQ	RSS	Cp	Valor F	p-valor
Escoamento superficial	1	3,240	26,753	2,3766	1,8165	0,197735
Erosão do solo	1	2,009	27,984	2,9921	1,0768	0,315860
Taxa aplicação P orgânico	1	0,442	29,551	3,7755	0,2244	0,642548
Taxa aplicação P mineral	1	0,286	29,707	3,8535	0,1444	0,709254
Método aplicação P mineral	1	0,286	29,707	3,8535	0,1444	0,709254
Método aplicação P orgânico	1	19,490	49,483	9,7413	10,3969	0,005299
Teor P no solo	1	65,518	95,511	32,7555	34,9511	0,00002189

Nível de significância: p-valor < 0,05.

ANEXO 7B – ANÁLISE DE REGRESSÃO “STEPWISE” PARA A VARIÁVEL P PARTICULADO (mg L⁻¹) – ANOVA

Parâmetro	GL	SQ	MQ	Valor F	p-valor
Teor P no solo	1	49,947	49,947	26,645	0,00009456
Método aplicação P orgânico	1	19,490	19,490	10,397	0,005299
Resíduos	16	29,993	1,875	-	-

Nível de significância: p-valor < 0,05.

ANEXO 7C - ANÁLISE DE REGRESSÃO “STEPWISE” PARA A VARIÁVEL P PARTICULADO (mg L⁻¹) - COEFICIENTES

Parâmetro	Estimativa	Erro Padrão	Valor t	p-valor
Intercepto	-2,70979	1,06099	-2,554	0,0212
Teor P no solo	0,08165	0,01381	5,912	0,0000219
Método aplicação P orgânico	1,56083	0,48407	3,224	0,0053

ANEXO 8A – ANÁLISES DE REGRESSÃO “STEPWISE” PARA A VARIÁVEL P TOTAL (mg L⁻¹) - GERAL

Parâmetro	GL	SQ	RSS	Cp	Valor F	p-valor
Taxa aplicação P orgânico	1	0,781	57,891	16,8912	0,6340	0,429907
Escoamento Superficial	1	0,308	58,364	17,3637	0,2483	0,620588
Erosão do solo	1	0,014	58,658	17,6580	0,0113	0,915877
Método aplicação P mineral	1	9,534	68,206	23,2056	7,7995	0,007483
Método aplicação P orgânico	1	30,194	88,866	43,8655	24,7015	0,00000892
Taxa aplicação P mineral	1	45,382	104,054	59,0540	37,1273	0,00000018
Teor P no solo	1	74,684	133,356	88,3563	61,0997	0,0000000004

Nível de significância: p-valor < 0,05.

ANEXO 8B – ANÁLISE DE REGRESSÃO “STEPWISE” PARA A VARIÁVEL P TOTAL (mg L⁻¹) – ANOVA

Parâmetro	GL	SQ	MQ	Valor F	p-valor
Teor P no solo	1	30,662	30,662	25,0846	0,00000783
Taxa aplicação P mineral	1	21,678	21,678	17,7350	0,0001110
Método aplicação P mineral	1	0,382	0,382	0,3128	0,5785848
Método aplicação P orgânico	1	30,194	30,194	24,7015	0,00000892
Resíduos	48	58,672	1,222	-	-

Nível de significância: p-valor < 0,05.

ANEXO 8C - ANÁLISE DE REGRESSÃO “STEPWISE” PARA A VARIÁVEL P TOTAL (mg L⁻¹) - COEFICIENTES

Parâmetro	Estimativa	Erro Padrão	Valor t	p-valor
Intercepto	-3,493936	0,492372	-7,096	0,00000000524
Teor P no solo	0,058145	0,007439	7,817	0,00000000417
Taxa aplicação P mineral	0,059251	0,009724	6,093	0,000000181
Método aplicação P mineral	-0,824989	0,295403	-2,793	0,00748
Método aplicação P orgânico	1,147104	0,230803	4,970	0,00000893

ANEXO 9A – ANÁLISES DE REGRESSÃO “STEPWISE” PARA A VARIÁVEL P SOLÚVEL (g ha⁻¹) - GERAL

Parâmetro	GL	SQ	RSS	Cp	Valor F	p-valor
Escoamento Superficial	1	2,304	84,924	41,9243	1,3383	0,2530555
Erosão do solo	1	0,255	82,366	43,3659	0,1454	0,7046946
Teor P no solo	1	3,931	86,552	43,5522	2,2841	0,1372658
Taxa aplicação P mineral	1	4,204	86,825	43,8245	2,4423	0,1246762
Método aplicação P orgânico	1	6,398	89,019	46,0192	3,7173	0,0597781
Método aplicação P mineral	1	6,504	89,125	46,1249	3,7787	0,0577829
Taxa aplicação P orgânico	1	26,862	109,482	66,4824	15,6057	0,0002549

Nível de significância: p-valor < 0,05.

ANEXO 9B – ANÁLISE DE REGRESSÃO “STEPWISE” PARA A VARIÁVEL P SOLÚVEL (g ha⁻¹) – ANOVA

Parâmetro	GL	SQ	MQ	Valor F	p-valor
Teor P no solo	1	6,710	6,710	3,8986	0,054096
Taxa aplicação P mineral	1	0,894	0,894	0,5193	0,474643
Método aplicação P mineral	1	7,612	7,612	4,4221	0,040744
Taxa aplicação P orgânico	1	23,956	23,956	13,9177	0,000505
Método aplicação P orgânico	1	6,748	6,748	3,9205	0,053448
Escoamento superficial	1	2,304	2,304	1,3383	0,253056
Resíduos	48	82,621	1,721	-	-

Nível de significância: p-valor < 0,05.

ANEXO 9C - ANÁLISE DE REGRESSÃO “STEPWISE” PARA A VARIÁVEL P SOLÚVEL (g ha⁻¹) - COEFICIENTES

Parâmetro	Estimativa	Erro Padrão	Valor t	p-valor
Intercepto	2,59010	0,688636	4,006	0,000214
Teor P no solo	0,012440	0,008231	1,511	0,137266
Taxa aplicação P mineral	-0,148500	0,095024	-1,563	0,124676
Método aplicação P mineral	0,469786	0,241673	1,944	0,057783
Taxa aplicação P orgânico	0,170754	0,043224	3,950	0,000255
Método aplicação P orgânico	-0,667987	0,346460	-1,928	0,059778
Escoamento superficial	-0,015284	0,013211	-1,157	0,253056

ANEXO 10A – ANÁLISES DE REGRESSÃO “STEPWISE” PARA A VARIÁVEL P PARTICULADO (g ha⁻¹) - GERAL

Parâmetro	GL	SQ	RSS	Cp	Valor F	p-valor
Teor P no solo	1	1,5214	8,6248	-9,0062	3,2128	0,093251
Método aplicação P orgânico	1	0,0508	7,0525	-8,8299	0,1008	0,755567
Taxa aplicação P mineral	1	0,0125	7,0908	-8,7271	0,0247	0,877460
Método aplicação P mineral	1	0,0125	7,0908	-8,7271	0,0247	0,877460
Erosão do solo	1	0,0078	7,0956	-8,7144	0,0153	0,903229
Taxa aplicação P orgânico	1	3,9454	11,0487	-4,3004	8,3314	0,011302
Escoamento Superficial	1	6,3586	13,4619	-0,5469	13,4274	0,002301

Nível de significância: p-valor < 0,05.

ANEXO 10B – ANÁLISE DE REGRESSÃO “STEPWISE” PARA A VARIÁVEL P PARTICULADO (g ha⁻¹) – ANOVA

Parâmetro	GL	SQ	MQ	Valor F	p-valor
Teor P no solo	1	0,9491	0,9491	2,0042	0,177289
Taxa aplicação P orgânico	1	7,0830	7,0830	14,9571	0,001519
Escoamento superficial	1	6,3586	6,3586	13,4274	0,002301
Resíduos	15	7,1033	0,4736	-	-

Nível de significância: p-valor < 0,05.

ANEXO 10C - ANÁLISE DE REGRESSÃO “STEPWISE” PARA A VARIÁVEL P PARTICULADO (g ha⁻¹) - COEFICIENTES

Parâmetro	Estimativa	Erro Padrão	Valor t	p-valor
Intercepto	2,627781	0,376365	6,982	0,00000441
Teor P no solo	0,009138	0,005098	1,792	0,0933
Taxa aplicação P orgânico	0,057830	0,020035	2,886	0,0113
Escoamento superficial	0,109238	0,029811	3,664	0,0023

ANEXO 11A – ANÁLISES DE REGRESSÃO “STEPWISE” PARA A VARIÁVEL P TOTAL (g ha⁻¹) - GERAL

Parâmetro	GL	SQ	RSS	Cp	Valor F	p-valor
Escoamento Superficial	1	1,390	51,888	4,3961	1,2586	0,2676100
Taxa aplicação P orgânico	1	0,844	52,433	4,8733	0,7566	0,3888139
Erosão do solo	1	0,123	53,154	5,5042	0,1087	0,7430950
Método aplicação P mineral	1	5,050	58,327	6,0299	4,5498	0,0380640
Método aplicação P orgânico	1	6,779	60,057	7,5429	6,1079	0,0170581
Teor P no solo	1	7,140	60,417	7,8581	6,4324	0,0145140
Taxa aplicação P mineral	1	19,263	72,540	18,4648	17,3550	0,0001284

Nível de significância: p-valor < 0,05.

ANEXO 11B – ANÁLISE DE REGRESSÃO “STEPWISE” PARA A VARIÁVEL P TOTAL (g ha⁻¹) – ANOVA

Parâmetro	GL	SQ	MQ	Valor F	p-valor
Teor P no solo	1	0,025	0,025	0,0222	0,882117
Taxa aplicação P mineral	1	12,815	12,815	11,5455	0,001374
Método aplicação P mineral	1	1,386	1,386	1,2486	0,269390
Método aplicação P orgânico	1	6,779	6,779	6,1079	0,017058
Resíduos	48	53,277	1,110	-	-

Nível de significância: p-valor < 0,05.

ANEXO 11C - ANÁLISE DE REGRESSÃO “STEPWISE” PARA A VARIÁVEL P TOTAL (g ha⁻¹) - COEFICIENTES

Parâmetro	Estimativa	Erro Padrão	Valor t	p-valor
Intercepto	1,523873	0,469190	3,248	0,002125
Teor P no solo	0,017978	0,007088	2,536	0,014514
Taxa aplicação P mineral	0,038603	0,009266	4,166	0,000128
Método aplicação P mineral	-0,600434	0,281495	-2,133	0,038064
Método aplicação P orgânico	0,543551	0,219936	2,471	0,017058