



Índice de qualidade participativo (IQP) do sistema plantio direto de propriedades rurais de dois municípios da região oeste do estado do Paraná

Participatory quality index (IQP) of the no-tillage system of rural properties in two municipalities in the western region of the state of Paraná

Alvaro Henrique SBARAINI^{1*}, Arlindo Fabrício CORRÊIA¹, Jean Sérgio ROSSET²

¹ Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Marechal Cândido Rondon, PR, Brasil.

² Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Dourados, MS, Brasil.

* E-mail de contato: alvaro.kako@hotmail.com

Artigo recebido em 6 de agosto de 2020, versão final aceita em 12 de agosto de 2022, publicado em 10 de novembro de 2022.

RESUMO: O objetivo do presente estudo foi determinar o Índice de Qualidade Participativo (IQP) do SPD em propriedades rurais dos municípios de Terra Roxa - PR e Nova Santa Rosa - PR. Neste trabalho foram analisadas 50 propriedades no total, 25 delas no município de Terra Roxa - PR e 25 em Nova Santa Rosa, que efetuam o SPD. Foram realizadas entrevistas com os produtores rurais de cada propriedade, aplicando o questionário do IQP2, fundamentada em um conjunto de indicadores relacionadas ao manejo do sistema produtivo no almejo da rentabilidade e conservação ambiental. Os indicadores englobam vários fatores de importância como: Intensidade de Rotação de Culturas (IR); Densidade de Rotação de Culturas (DR); Persistência de Resíduos/Palhada (PR); Frequência de Preparo do Solo (FP); Terraceamento (TC); Avaliação da Conservação (AC); Nutrição Equilibrada (NE) e Tempo de Adoção do SPD (TA). No qual cada indicador atingiu um índice de 0 - 10 para a conservação do SPD em cada propriedade. De modo geral o valor final do IQP oscilou bastante, no município de Terra Roxa - PR os índices ficaram entre 6,00 a 8,00, no município de Nova Santa Rosa - PR oscilou entre 6,13 a 8,75, observou-se que no geral ambos os municípios tiveram índice semelhantes e considerados bom. Os produtores demonstraram a dificuldade em estabelecer a rotação de culturas, e compactação em cabeceiras, porém relataram ausência nos sinais de erosão devido ao terraceamento correto. A possibilidade da diversificação de culturas no SPD é uma solução para a melhoria dos índices de IQP das áreas estudadas, além da melhoria na qualidade do solo durante o tempo de adoção.

Palavras-chave: manejo conservacionista; qualidade do solo; propriedades rurais.

ABSTRACT: The objective of the present study sought to determine the SPD Participatory Quality Index (IQP) in rural properties in the municipalities of Terra Roxa - PR and Nova Santa Rosa - PR. In this work, 50 properties were analyzed in total, 25 of them in the municipality of Terra Roxa - PR and 25 in Nova Santa Rosa, which carries out the SPD. Interviews were carried out with the rural producers of each property using the IQP2 questionnaire, based on a set of indicators related to the management of the productive system with the aim of profitability and environmental conservation. The indicators encompass several important factors such as Crop Rotation Intensity (IR); Crop Rotation Density (DR); Persistence of Residues / Straw (PR); Soil Preparation Frequency (FP); Terracing (TC); Conservation Assessment (CA); Balanced Nutrition (NE) and SPD Adoption Time (TA). Each indicator reached an index of 0 - 10 for the conservation of the SPD in each property. In general, the final value of the IQP fluctuated considerably in the municipality of Terra Roxa - PR, the indices were between 6.00 to 8.00, and, in the municipality of Nova Santa Rosa - PR, it varied between 6.13 to 8.75, it was observed overall, both municipalities had a similar index and were considered good. The producers demonstrated difficulty in establishing the crop rotation and compaction in headlands. However, they reported the absence of signs of erosion due to the correct terracing. The possibility of crop diversification in the SPD is a solution for the IQP indexes of the studied area's improvement, in addition to the improvement in soil quality during the time of adoption.

Keywords: conservationist management; soil quality; rural properties.

1. Introdução

O Sistema Plantio Direto (SPD) foi introduzido no Brasil, no início da década de 1970, no Sul do país, onde o principal objetivo desse tipo de sistema era controlar a erosão causada pelo uso de fogo e o revolvimento de solo na transição entre cultivos.

O SPD ganhou maior visibilidade nos últimos anos, sendo utilizado em diversas culturas, pois, propicia elevado grau de conservação do solo quando comparado ao sistema de preparo convencional (SPC). Outros benefícios também podem ser destacados; como maior rendimento das culturas, melhoria nos atributos químicos, físicos e biológicos do solo, manutenção da palhada sobre a superfície do solo, diminuição do surgimento de processos erosivos, entre outras vantagens (Cruz *et al.*, 2017).

O SPD é conceituado como a forma de manejo conservacionista que envolve todas as técnicas recomendadas para aumentar a produtividade, conservando ou melhorando continuamente o am-

biente (Cruz, 2014) ao longo dos anos de cultivo (Anghinoni, 2007). Fundamenta-se na ausência de revolvimento do solo, em sua cobertura permanente e na rotação de culturas. Pressupõe, também, uma mudança na forma de pensar a atividade agropecuária a partir de um contexto socioeconômico com preocupações ambientais (Salton *et al.*, 1998). Assim, a adoção desse sistema de produção exige visão mais ampla que a adotada pela maioria dos produtores rurais, compreendendo planejamento e entendimento dos fundamentos e benefícios desta modalidade de plantio (Soglio & Kubo, 2016).

A avaliação da qualidade do SPD pode ser realizada através do Índice de Qualidade Participativo (IQP), criado pela Federação Brasileira da Qualidade do SPD (FEBRAPDP), em parceria com a Itaipu Binacional. Desenvolvida para promover a qualidade do SPD na região oeste do estado do Paraná, consiste em uma metodologia participativa capaz de avaliar a qualidade do SPD, fundamentada em um conjunto de indicadores relacionados à eficiência do manejo do sistema produtivo, na busca de

adequada rentabilidade, com conservação ambiental (FEBRAPDP, 2011). Tendo como objetivo avaliar a qualidade do SPD, mensurando indiretamente o seu grau de funcionalidade, gerando um índice para tomada de decisões dos produtores que estão envolvidos nas áreas rurais (Mello, 2014).

Diante deste contexto, o presente estudo buscou determinar o Índice de Qualidade Participativo (IQP) do sistema de plantio direto em propriedades rurais dos municípios de Terra Roxa e Nova Santa Rosa, oeste do estado do Paraná, a fim de identificar os pontos negativos e os aspectos a serem melhorados e que contribuíssem para a sustentabilidade produtiva e ambiental da região.

2. Metodologia

O estudo foi realizado em propriedades agrícolas exploradas comercialmente e conduzidas com base na adoção do SPD, localizadas na Bacia Hidrográfica III do Rio Paraná, abrangendo dois municípios, sendo estes: Terra Roxa e Nova Santa Rosa, região oeste do estado do Paraná (Figura 1). O clima da região, segundo classificação de Köppen-Geiger, pertence ao tipo clima temperado úmido com Verão quente (Cfa) (Moraes *et al.*, 2014). De acordo com o levantamento detalhado de solos do estado do Paraná (Bhering *et al.*, 2007), na região do estudo predominam solos do tipo Latossolo

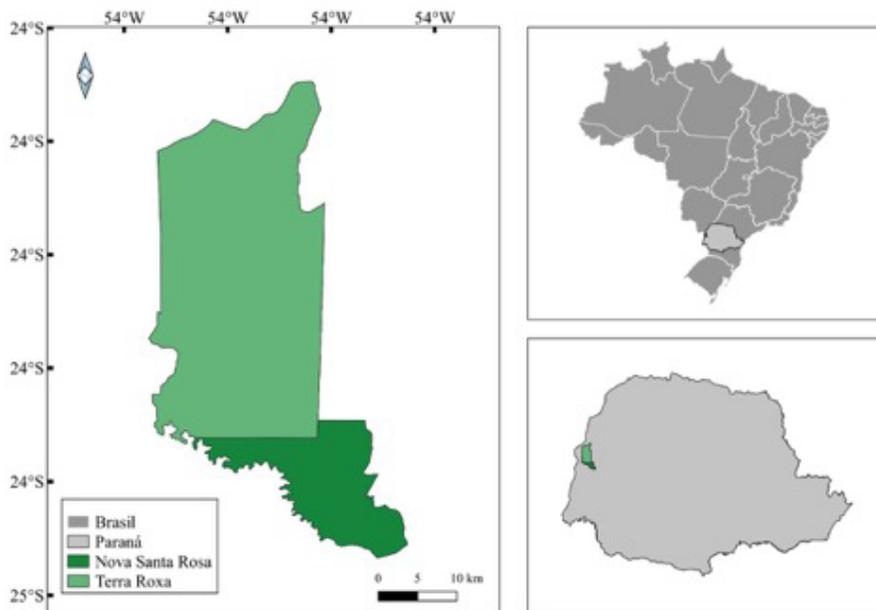


FIGURA 1 – Mapa caracterizando a localização geográfica dos municípios de Terra Roxa e Nova Santa Rosa – Paraná, Brasil.

FONTE: Elaborado pelo autor, 2019.

Vermelho Eutroférico típico, textura muito argilosa (Santos *et al.*, 2013).

Foram avaliadas 25 propriedades, escolhidas de forma aleatória em cada município, sendo avaliadas no total 50 propriedades nos 2 municípios.

A pesquisa foi realizada através da Metodologia Participativa de Avaliação da Qualidade do Sistema Plantio direto – Índice de Qualidade Participativo (IQP 2) (ITAIPU, 2015), criada pela Federação Brasileira da Qualidade do SPD (FEBRAPDP), em parceria com a Itaipu Binacional. O IQP 2 foi uma atualização da metodologia do IQP (FEBRAPDP, 2011) que visa o melhoramento nos aspectos desenvolvidos, sendo que esta atualização foi realizada em 2015. O IQP, de maneira geral, foi desenvolvido para promover a qualidade do SPD na região, com intuito de auto avaliação do produtor rural com a realidade em sua propriedade, auto refletindo suas principais dificuldades, problemas e o que melhorar no seu processo produtivo (Roloff *et al.*, 2013). Sendo um método de pesquisa qualitativa e uma forma de manter o contato direto com o produtor rural, através da extensão universitária.

A coleta de dados foi realizada nos meses de março a junho de 2019 mediante realização de entrevistas em todas as propriedades rurais estudadas. Os indicadores também são associados a valores considerados ideais, usados como objetivos a serem atingidos, e os valores considerados críticos, usados para priorizar e direcionar as ações corretivas.

Após a realização de todas as entrevistas com os produtores rurais, os dados foram tabulados em planilhas do *Excel* de acordo com as equações estabelecidas pela metodologia do IQP2. O IQP 2 foi calculado pela somatória dos indicadores multiplicados pelos respectivos pesos, de modo a gerar valores de 0 a 10, ou seja, grandezas de fácil

entendimento pelos produtores, de acordo com a seguinte equação:

$$IQP = \sum (l_i \cdot f_i)$$

Os indicadores (l_i) e os respectivos fatores de ponderação (f_i) estão representados na Tabela 1. Os fatores de ponderação são regionalizados e decididos através de uma análise subjetiva da importância relativa de cada indicador para o SPD com qualidade regional, como propostos para o SPD instalado na região oeste do estado do Paraná. As funções para a estimativa do valor do indicador é sempre uma proporção, tendo por denominador ou base um número considerado ideal.

Os indicadores também são associados a valores considerados ideais, usados como objetivos a serem atingidos, e a valores considerados críticos, usados para priorizar e direcionar as ações corretivas. Tais valores são mostrados junto com a descrição dos indicadores que segue.

TABELA 1 – Indicadores (l_i) e os respectivos fatores de ponderação (f_i) que compõem o IQP 2 (Índice de qualidade participativo).

Indicadores		Fator de ponderação
Abreviatura	Descrição	
IR	Intensidade da rotação	1,5
DR	Diversidade da rotação	1,5
PR	Persistência dos resíduos	1,5
FP	Frequência do preparo	1,5
TC	Terraceamento	1,0
AC	Avaliação da conservação	1,0
NE	Nutrição equilibrada	1,0
TA	Tempo de adoção do sistema plantio direto	1,0

FONTE: Adaptado de ITAIPU (2015).

2.1. Especificação de cada indicador

2.1.2. Indicadores da rotação de culturas

2.1.2.1. Intensidade da rotação (IR)

É uma proporção entre o número de meses das culturas utilizadas (NM) pelo número máximo possível durante um período. Este período é arbitrado em três anos, ou seja, 36 meses, considerando ser este o tempo que o produtor facilmente recordará de suas culturas e dos meses permanecido. No oeste do Paraná, é possível o estabelecimento de culturas durante os 12 meses do ano, duas comerciais e uma de cobertura. Então, a base para o NM é de 36 meses (Tabela 2).

2.1.2.2. Diversidade da rotação (DR)

Refere-se à proporção entre o número efetivo de famílias diferentes na rotação – (FD) sobre um número ideal. A base para o FD foi arbitrada em três espécies (Tabela 2).

2.1.2.3. Persistência da palha (PR)

Proporção do número de culturas que são gramíneas (GR) pelo número ideal no período. A base para o GR foi arbitrada em seis (Tabela 2).

2.1.3. Indicadores da ausência de preparo do solo

2.1.3.1. Frequência do preparo do solo (FP)

A FP é a proporção entre o intervalo de tempo sem preparo efetivo - intervalo entre preparos (IEP), em anos, pelo tempo considerado suficiente para a estabilização do sistema. Esta base para o IEP foi arbitrada em doze anos (Tabela 3). Também foi considerado o preparo parcial nas cabeceiras das áreas, supondo que essas correspondem a cerca de 20% da área da gleba, o que deixa 80% sem preparo.

2.1.4. Indicadores das práticas conservacionistas

2.1.4.1. Terraceamento (TC)

Este indicador é avaliado pela presença ou ausência do terraceamento em nível e, quando presente, pela sua eficácia em conter o escoamento superficial da água, baseado na frequência do transbordamento (Tabela 4).

2.1.4.2. Avaliação da conservação (AC)

Na região, a presença ou ausência da semeadura e pulverização morro abaixo e compactação são fatores facilitadores da erosão, influenciando então o indicador AC (Tabela 4). Além disso, outros fatores relacionados à conservação podem estar presentes, portanto a presença/ausência de sinais de erosão também influencia AC.

2.1.5. Indicadores da nutrição vegetal

2.1.5.1. Nutrição equilibrada (NE)

TABELA 2 – Determinação do efeito das rotações sobre o IQP 2.

Rotação (em 3 anos)							
Parâmetro	Ab	Dado de Entrada	Unidade de Medida	Base (valor ideal)	Fórmula	Crítico	Ideal
Intensidade	IR	NM = número de meses com cobertura viva em trêsanos (exceto pousioeplantas espontâneas)	Número de Meses	36	$IR = NM/36$	0,75	1
Diversidade	DR	FD = famílias diferentes queocorrem na rotação	Número de Famílias	3	$DR = FD/3$	0,67	1
Persistênciada palha	PR	GR = número de gramíneas na rotação (excetogramíneas para fenação e silagem)	Número de Gramíneas	6	$PR = GR/6$	0,5	1

FONTE: Adaptado de ITAIPU (2015).

TABELA 3 – Determinação do efeito da ausência do preparo no IQP 2.

Preparo do solo							
Parâmetro	Ab	Dado de Entrada	Unidade de Medida	Base (valor ideal)	Fórmula	Crítico	Ideal
		IEP = intervalo entre preparos (anos) Sem preparo: IEP = Base					
Frequência do preparo de solo	FP	Preparo apenas nas cabeceiras: IEP = Base x 0,8 (suposição: 80% da área sem preparo) Preparo nos canais de terraços: IEP = Base x 1,0	Número de Anos	12	$FP = IEP/12$	0,5	1

FONTE: Adaptado de ITAIPU (2015).

Este indicador é avaliado pela presença/ausência das melhores práticas de nutrição vegetal (Tabelas 5 e 6).

2.1.6. Indicadores do histórico do agricultor

2.1.6.1. Tempo de adoção (TA)

Este indicador é avaliado como uma proporção do número de anos que o agricultor pratica o SPD (T) pelo maior deste tempo identificado na região como base, no caso 25 (Tabela 7).

TABELA 4 – Determinação do efeito das práticas conservacionistas no IQP 2.

Conservação (longo prazo)										
Parâmetro	Ab	Dado de Entrada				Unidade de Medida	Base (valor ideal)	Fórmula	Crítico	Ideal
		Com terraços: frequência do transbordamento em 5 anos		Sem terraços						
Terraceamento	TC	Nunca ou 1 vez	2 ou 3 vezes	> 3 vezes		Número de pontos obtidos em Dado de Entrada	1	TE = ITE/i	0,5 (ITE=0,5)	1
		TE = 1	TE = 0,5	TE = 0	TE = 0					
ITEi = Indicador de Terraceamento i										
Conservação (longo prazo)										
Parâmetro	Ab	Dado de Entrada			Unidade de Medida	Base (valor ideal)	Fórmula	Crítico	Ideal	
		Operações em nível*	Solo compactado	Ausência de sinais visíveis de erosão						
Avaliação da Conservação	AC	Semeadura = 0,7	Não = 2	Sim = 1	Número de pontos obtidos em Dado de Entrada	4	AC = \sum ICI/4	0,5	1,0	
		Pulverização = 0,3	Sim, nas cabeceiras = 1	Não = 0						
			Sim, toda a lavoura = 0							
ICI = Indicador Conservação i										

Fonte: Adaptado de ITAIPU (2015).

TABELA 5 – Avaliação do efeito da nutrição vegetal no IQP 2 para produtores que aplicam dejetos orgânicos.

Nutrição equilibrada (longo prazo)									
Parâmetro	Ab	Dado de Entrada		Unidade de Medida	Base (valor Ideal)	Fórmula	Crítico	Ideal	
Nutrição equilibrada	NE	Operações realizadas:		Semconsiderar os resultados de análises desolo	Número de pontos obtidos em Dado de Entrada	2	$FE = \sum \frac{IFE_i}{2}$	0,5 (IFE=1)	
		Com base em resultados de análises de solo							
		Calagem	Adubação Química	Uso de dejetos orgânicos com controle de aplicação e com balanço de nutrientes					Uso de dejetos orgânicos com controle de aplicação, porém sem balanço de nutrientes
		0,5	0,5	1					0,5
Pontuação Máxima para uso de dejetos = 1									
IFE _i = indicador fertilização i									

FONTE: Adaptado de ITAIPU (2015).

TABELA 6 – Avaliação do efeito da nutrição vegetal no IQP 2 para produtores que não aplicam dejetos orgânicos.

Nutrição equilibrada (longo prazo)								
Parâmetro	Ab	Dado de Entrada		Unidade de Medida	Base (valor ideal)	Fórmula	Crítico	Ideal
Nutrição equilibrada	FE	Operações realizadas com base em resultados de análises de solo		Número de pontos obtidos em Dado de Entrada	1	$FE = \sum \frac{IFE_i}{1}$	0,5 (IFE=1)	1,0
		Calagem	Adubação Química					
		0,5	0,5					
IFE _i = indicador fertilização i								

FONTE: Adaptado de ITAIPU (2015).

TABELA 7 – Avaliação do efeito do tempo de adoção do PD da gleba no IQP 2.

Tempo de adoção do sistema de plantio direto							
Parâmetro	Ab	Dado de Entrada	Unidade de Medida	Base	Fórmula	Crítico	Ideal
Tempo de adoção do sistema	TA	T = tempo de adoção (anos)	Tempo praticando o PD	25	$TA = T/25$	0,3 (T = 7)	1,0

FONTE: Adaptado de ITAIPU (2015).

3. Resultados e discussão

Nas Tabelas 8 e 9 estão apresentados os resultados dos indicadores individuais e do IQP, calculados para cada propriedade para os municípios de Terra Roxa e Nova Santa Rosa, respectivamente.

Para o primeiro indicador, IR, os valores variaram de 1,12 a 1,33 no município de Terra Roxa (Tabela 8), e de 1,12 a 1,50 no município de Nova Santa Rosa (Tabela 9). Para esse indicador, destaca-se as propriedades 6, 9, 10, 23, 24 e 25 do município de Nova Santa Rosa, no qual obtiveram valor máximo para o indicador, 1,5, comprovando que estas propriedades fazem o uso de culturas vivas durante os 36 meses.

Em ambos os municípios, as propriedades que obtiveram valores críticos de 1,12, relataram que com a sucessão de soja (verão) e milho (segunda safra), em época de pousio de 3 meses a cada ano. Para o índice ideal de 1,5 foram relatados a rotação, diversidade de culturas instaladas, consequentemente cobertura viva todos os meses do ano. Já para os valores que oscilaram entre os índices crítico e ideal, os produtores relataram diferentes períodos de pousio entre uma cultura a outra, isso aconteceu devido a característica de variedade ou híbrido utilizado, considerados em ciclos precoce e tardio

das espécies vegetais instaladas.

Sabemos a dificuldade de manter o solo coberto permanente, portanto, é um desafio de para manter o manejo do sistema de plantio direto, com excelência. Segundo Teixeira *et al.* (2010) além de manter o solo com cobertura permanente, a quantidade e a quantidade de fitomassa de diversas espécies provenientes, são grandes aliadas para a ciclagem de nutriente, principalmente em camadas profundas, decomposição e liberação de nutrientes para a cultura, além do aspecto amplo de conservação do solo.

Com relação ao índice de Diversidade de Rotação (DR), que considera as famílias diferentes que ocorrem na rotação nos últimos 3 anos, sendo a base considerada de 3 famílias para se utilizar no esquema rotacional, sendo que o nível crítico é de 2 famílias com valor de 1,0 e o ideal de 3 famílias com valor de 1,50. Nas Tabelas 8 e 9 pode-se observar que apenas uma propriedade de cada município apresentou de fato rotação de culturas, com índice ideal, ou seja, apresentou diversificação com 3 espécies vegetais de diferentes famílias. No município de Terra Roxa, o produtor fez a diversificação com soja (*Fabaceae*), milho (*Poaceae*) e mandioca (*Euphorbiaceae*), já o produtor de Nova Santa Rosa fez a diversificação de

TABELA 8 – Indicadores e Índice de Qualidade Participativo (IQP) do sistema de plantio direto, nas propriedades no município de Terra Roxa – PR.

Propriedade	IR	DR	PR	FP	TC	AC	NE	TA	IQP
1	1,25	1,00	0,75	1,00	1,00	1,00	0,50	0,80	7,30
2	1,25	1,00	0,75	1,00	1,00	0,75	0,75	1,00	7,50
3	1,25	1,00	0,75	1,50	1,00	1,00	0,50	1,00	8,00
4	1,25	1,00	0,75	1,50	1,00	1,00	0,50	0,80	7,80
5	1,25	1,00	0,75	1,50	1,00	1,00	0,50	0,80	7,80
6	1,25	1,00	0,75	0,80	1,00	1,00	0,50	0,72	7,02
7	1,25	1,00	0,75	0,70	1,00	0,75	0,50	0,64	6,59
8	1,25	1,00	0,75	1,50	1,00	0,50	0,75	0,48	7,23
9	1,25	1,00	0,75	1,50	1,00	0,75	0,50	1,00	7,75
10	1,25	1,00	0,75	1,50	1,00	0,75	0,50	1,00	7,75
11	1,25	1,00	0,75	1,50	1,00	0,75	0,50	0,80	7,55
12	1,25	1,00	0,75	1,50	0,50	0,75	0,50	1,00	7,25
13	1,25	1,00	0,75	0,50	0,50	0,50	0,50	1,00	6,00
14	1,25	1,00	1,00	0,50	0,50	1,00	0,50	0,80	6,55
15	1,33	1,50	0,50	0,80	1,00	1,00	0,75	0,72	7,60
16	1,12	1,00	0,75	1,50	1,00	0,50	0,50	0,80	7,17
17	1,12	1,00	0,75	1,50	1,00	0,50	0,50	0,80	7,17
18	1,12	1,00	0,75	0,50	1,00	0,50	0,50	0,80	6,17
19	1,25	1,00	0,75	1,50	0,50	0,75	0,75	1,00	7,50
20	1,25	1,00	0,75	1,50	1,00	0,50	0,50	0,60	7,10
21	1,12	1,00	0,75	1,50	1,00	0,50	0,50	0,40	6,77
22	1,12	1,00	0,75	1,50	1,00	0,75	0,50	0,80	7,42
23	1,12	1,00	0,75	1,50	1,00	0,50	0,50	0,88	7,25
24	1,12	1,00	1,00	1,50	1,00	0,25	0,50	1,00	7,37
25	1,25	1,00	0,75	1,50	1,00	0,75	0,50	0,12	6,87

LEGENDA: Regular: 4,51- 6,50; Bom: 6,51-8,50; Muito bom: 8,51-10.

FONTE: Elaborado pelo autor, 2019. Intensidade da rotação (IR), Diversidade da rotação (DR), Persistência dos resíduos (PR), Frequência do preparo (FP), Terraceamento (TC), Avaliação da conservação (AC), Nutrição equilibrada (NE), Tempo de adoção do sistema plantio direto (TA).

TABELA 9 – Índice de qualidade participava do sistema de plantio direto, nas propriedades no município de Nova Santa Rosa – PR.

Propriedade	IR	DR	PR	FP	TC	AC	NE	TA	Resultado
1	1,25	1,00	1,00	1,50	1,00	0,75	0,50	0,80	7,80
2	1,25	1,00	0,75	0,60	1,00	0,75	0,75	0,80	6,90
3	1,25	1,00	0,25	1,50	0,00	0,75	0,75	1,00	6,50
4	1,25	1,00	0,75	1,50	1,00	0,75	0,50	0,60	7,35
5	1,37	1,00	1,25	0,70	0,50	0,75	0,75	0,88	7,20
6	1,50	1,00	1,50	1,50	0,50	0,50	0,75	0,72	7,97
7	1,25	1,00	0,75	1,50	1,00	0,50	0,75	1,00	7,75
8	1,25	1,00	1,00	1,50	0,50	0,75	0,50	1,00	7,50
9	1,50	1,00	1,50	1,50	1,00	0,50	0,75	1,00	8,75
10	1,50	1,00	1,50	1,50	1,00	0,50	0,50	1,00	8,50
11	1,25	1,00	1,00	0,80	1,00	0,50	0,75	0,80	7,10
12	1,25	1,00	0,75	0,60	1,00	0,50	0,75	0,72	6,57
13	1,25	1,00	0,75	1,50	1,00	0,50	0,50	0,60	7,10
14	1,31	1,00	1,25	0,50	0,50	0,75	0,75	0,96	7,02
15	1,25	1,00	0,75	1,50	1,00	1,00	0,75	0,80	8,05
16	1,25	1,00	0,75	1,50	1,00	1,00	0,75	0,80	8,05
17	1,25	1,00	0,75	1,50	0,50	0,75	0,75	0,80	7,30
18	1,12	1,00	0,75	1,50	1,00	0,75	0,50	0,48	7,10
19	1,31	1,00	0,75	1,50	1,00	0,50	0,50	0,80	7,36
20	1,33	1,50	0,25	0,20	1,00	0,75	0,50	0,60	6,13
21	1,37	1,00	1,50	0,20	0,50	0,50	0,75	0,48	6,30
22	1,25	1,00	0,75	1,50	0,50	0,25	0,50	0,80	6,55
23	1,50	1,00	1,50	0,45	1,00	1,00	0,75	0,80	8,00
24	1,50	1,00	1,50	0,45	1,00	1,00	0,50	1,00	7,95
25	1,37	1,00	1,50	0,50	0,50	0,75	0,75	0,80	7,17

LEGENDA: Regular: 4,51- 6,50; Bom: 6,51-8,50; Muito bom: 8,51-10.

FONTE: Elaborado pelo autor, 2019. Intensidade da rotação (IR), Diversidade da rotação (DR), Persistência dos resíduos (PR), Frequência do preparo (FP), Terraceamento (TC), Avaliação da conservação (AC), Nutrição equilibrada (NE), Tempo de adoção do sistema plantio direto (TA).

soja (*Fabaceae*), milho (*Poaceae*) e nabo forrageiro (Crucífera) no período dos três últimos anos. Ambas as propriedades dos dois municípios, apesar de apresentarem diversidade de culturas implantadas, não obtiveram resultados ideais por se tratar de culturas da mesma família.

Sabe-se da importância das plantas de cobertura, tanto para a conservação do solo, evitando o surgimento de processos erosivos, e também para melhoria dos atributos químicos, físicos e biológicos do ambiente edáfico. As plantas de cobertura podem ser conduzidas em duas classes, uma como leguminosas (*Fabaceae*) de rápida decomposição e a outra de gramíneas (*Poaceae*) de decomposição mais lenta (Alvarenga *et al.*, 2001; Costa *et al.*, 2015). No quesito cobertura do solo, a rotação de culturas é uma das maneiras mais efetiva e tradicionais para a diversificação da vida microbiana, reduzir o impacto das plantas daninhas e de doenças (Fiers *et al.*, 2012).

No índice de Persistência de Palhada (PR), considera o número de culturas da família das *Poaceas* na rotação, exceto as culturas que os restos culturais não voltam para o solo, como a silagem e a fenação. Pode-se observar que para o município de Terra Roxa os valores variaram entre 0,50 e 1,00 (Tabela 8), e no município de Nova Santa Rosa os valores variam entre 0,25 e 1,50 (Tabela 9). Os resultados abaixo do valor crítico, devem-se ao uso de culturas para a silagem e fenação, exemplo do milho e aveia, típicos da região. Já para os valores ideais, deve-se a diversidade de culturas, como a aveia e trigo ou consorcio de milho e braquiária. Desde modo vale ressaltar o índice ideal encontrado de 1,50 na (Tabela 9), onde o produtor fez o uso do consorcio milho e braquiária todos os anos, sendo assim incrementando 6 culturas diferentes durante

o período de 3 anos. Porém, a grande maioria dos produtores de ambos os municípios realizam apenas a sucessão de soja e milho, ou seja, as propriedades que obtiveram valor de 0,75.

As culturas da família das poáceas destacam-se pela grande produção de biomassa e de resíduos com relação C/N elevada, o que pode contribuir para uma taxa de decomposição menor e para liberação mais lenta de nutrientes no solo (Silva *et al.*, 2012). Além disso, o uso de poáceas como planta de cobertura é importante para a absorção de nutrientes, principalmente o potássio, sendo disponibilizado na superfície do solo (Boer *et al.*, 2007).

Na Tabela 10 tem-se informações sobre a produção vegetal das principais culturas comercializadas, nos dois municípios da pesquisa. Pode-se observar que a maiorias das áreas plantadas nos dois municípios se restringe entre a monocultura de soja e milho, predominante no oeste do Paraná. Segundo as informações do IPARDES (Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social) obtidas nos anos de 2011 a 2018, outras culturas de menor expressão como mandioca e trigo perderam espaço com o passar dos anos. A mandioca, por exemplo, no município de Terra Roxa houve diminuição gradativa na área plantada de quase 74%, e no município de Nova Santa Rosa de quase 45%, oscilando em um pico de área cultivada no ano de 2014 devido ao incentivo de produção do ano anterior decorrente do bom preço comercializado da raiz.

Uma cultura que perdeu espaço na região, especialmente no município de Terra Roxa, na qual era frequentemente utilizada no sistema rotacional é o trigo. Devido ao custo de implantação e ao baixo preço de comercialização, a área plantada diminuiu gradativamente. Em contrapartida o município de Nova Santa Rosa, teve oscilação variando durante

os anos, com pico em 2015 e queda brusca em 2016, com posterior aumento até 2017 (Tabela 10). Os dados da Tabela 10 comprovam a não adoção da rotação de culturas por parte do produtor rural da região, ou seja, demonstra a predominância dos cultivos de soja e milho.

Os produtores ao serem questionados através das entrevistas sobre a importância da rotação de culturas e sua dificuldade de executá-la, as principais respostas foram expressas da seguinte maneira:

- Falta de incentivo da cooperativa e do governo em subsídio e recursos sobre as culturas

comerciais, por estarmos em uma região que incentiva fortemente o cultivo da soja e milho, por serem mais rentáveis e pelo fácil comércio devido ao grande consumo dos grãos no Brasil e no Mundo;

- Valor de comercialização e retorno econômico. Algumas das opções de culturas para implantar na região seriam o trigo e feijão, porém o custo de produção é alto, sendo consideradas de risco, além de terem valor de comercialização baixo. Outra opção seria a mandioca, porém o preço da raiz não é estável com oscilações frequentes, aumentando a insegurança do produtor. Outras opções seriam

TABELA 10 – Área colhida (ha) de produção vegetal em culturas no período de 2011 a 2018 nos municípios de Terra Roxa e Nova Santa Rosa, estado do Paraná.

Município	Cultura	Anos							
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
		Hectares (ha)							
Terra roxa	Soja	52.300	50.600	51.300	50.800	51.325	51.000	52.325	53.180
	Milho	47.390	52.100	53.000	48.500	49.500	49.800	52.080	52.150
	Mandioca	2.090	1.860	1.800	2.300	1.300	800	500	500
	Trigo	2.300	500	800	2.200	1.200	320	200	200
	Feijão	-	-	53	60	-	-	-	-
	Aveia	-	-	40	-	-	-	-	-
	Triticale	-	-	-	235	100	-	-	-
Nova Santa Rosa	Soja	13.200	12.611	12.991	13.311	13.860	13.560	13.530	13.840
	Milho	12.000	13.180	15.081	13.916	13.200	14.200	14.250	13.820
	Mandioca	450	200	200	600	450	300	250	250
	Trigo	150	70	400	350	600	200	330	-
	Feijão	-	-	-	6	-	-	-	-
	Aveia	-	-	50	-	-	-	-	-
	Triticale	-	-	-	-	-	-	-	-

FONTE: IPARDES (2018); reelaborado pelo autor (2019).

as plantas de cobertura, chamada "adubação verde", porém o produtor tem um custo inicial, não tendo um retorno a curto prazo, pois não se extrai a produção para fora da lavoura, dificultando para o produtor da região;

- *Culturas que se adaptam na região.* Temos poucas opções que em relação ao clima, não se adaptam a região, já outras, com media adaptação apresentam não serem viáveis economicamente;

- *Implementos agrícolas para manejos dessas culturas.* Uma das grandes dificuldades, pois para implantar um outro tipo de cultura, é necessário sementeira específica ou investimento em adaptações mecânicas, ou um equipamento para facilitar seu manejo, dificultando o produtor, uma vez que a margem de lucro está cada vez menor, em contrapartida o valor dos insumos e implementos aumentam.

Porém, mesmo assim, os agricultores desses dois municípios estudados relataram que consideram necessária a rotação de culturas, e tem consciência de sua importância, porém, devido a esses fatores, fica inviável sua prática e a realização. Mas que pretendem fazer em uma oportunidade que se torne mais atrativa no aspecto econômico.

O solo coberto por plantas vivas ou restos culturais fica protegido da ação do impacto direto da gota de chuva, o que pode levar ao surgimento de processos erosivos, através da redução da velocidade das enxurradas, o que resulta na diminuição das perdas de solo por erosão além de contribuir para a redução da temperatura, manutenção da umidade do solo, maior atividade microbiana, controle da incidência de plantas daninhas, aumento da matéria orgânica do solo, entre inúmeros outros benefícios (Pes & Giacomini, 2017). Assim como a cobertura do solo, as práticas mecânicas de controle do escoamento da água, como o terraceamento, o cultivo

em nível e as ações de manejo em nível, sempre são imprescindíveis, mesmo na utilização do SPD.

Uma opção em várias regiões brasileiras para melhoria da manutenção da cobertura permanente do solo, é o consórcio do cultivo de milho com forrageiras do gênero *Brachiaria*, apesar de não ser considerado rotação de culturas, por se tratar de culturas da mesma família. Esse consórcio pode trazer benefícios ao solo, devido sua excelência de cobertura em sementeira direta ou até mesmo sendo usada para pastagem após a colheita do milho (Machado *et al.*, 2011). As espécies de braquiária se destacam neste sistema pois, são consideradas de rápido estabelecimento mesmo quando impostas à épocas de sementeira mais tardias, maior crescimento no pico da estação seca e facilidade de dessecação para culturas subsequentes (Machado & Valle, 2011). Um dos principais benefícios das gramíneas é o acúmulo de matéria orgânica em profundidade, através do sistema radicular bem desenvolvido, disponibilização de nutrientes através da ciclagem e melhoria ao longo do tempo da diversidade biológica do solo (Salton & Tomazi, 2014).

Junto com a rotação de culturas e a cobertura permanente do solo, outro pilar do SPD é o não revolvimento do solo. Diante disso, o índice de Frequência de Preparo (FP), que diz respeito sobre a ocorrência do preparo do solo nas áreas de cultivo, com um período de 12 anos adotado para quase estabilização do SPD, sendo que as pontuações variam de acordo com os anos sem o preparo. É importante destacar que para esse indicador o preparo das áreas agrícolas da região nas cabeceiras é frequente, pois existe maior tráfego de máquinas e implementos nesses locais, principalmente em épocas de plantio e colheita, compactando o solo, sendo assim, no cálculo é considerado 0,8 da base,

que se refere a 80% da área sob SPD, considerando área sem o preparo.

Nas Tabelas 8 e 9 pode-se observar que ambos os municípios apresentam maior parte de suas propriedades com SPD sem o revolvimento do solo, ou mais que 12 anos sem o preparo. Em Terra Roxa e Nova Santa Rosa, 68 e 60% das propriedades, respectivamente, não fazem o revolvimento periódico do solo. Porém, a maior parte dos produtores relataram problemas com a compactação do solo, como o esperado. Os produtores relatam que a maior causa desse problema está relacionada ao tráfego de maquinário, geralmente quando o solo apresenta condição de umidade elevada, próximo a capacidade de campo. Porém, apesar de relatarem problemas de compactação, apenas 32% e 40% das propriedades dos municípios de Terra Roxa e Nova Santa Rosa, respectivamente, fazem o preparo das cabeceiras ou o revolvimento do solo em toda a lavoura. Segundo Lima *et al.* (2009) a compactação do solo ocorre de maneira frequente nas propriedades, pois é iminente a utilização máquinas e implementos agrícolas, ou em áreas onde se pode haver pisoteio excessivo de animais pela inserção da lavoura/pecuária com alta lotação animal, constituindo um dos mais sérios fatores de restrição ao desenvolvimento das plantas.

As ações do revolvimento do solo trazem consigo impactos estruturais, pois tais práticas proporcionam alto nível de perturbação edáfica, gerando colapso dos agregados, com prejuízos também à qualidade biológica do solo, expondo a matéria orgânica do solo antes protegida pelos agregados, assim, impactando a fertilidade ao longo dos anos de cultivo, que por sua vez causam impactos diretos na produtividade com aumento dos gastos com práticas de manejo a longo prazo que visam recuperar a qualidade edáfica da propriedade

rural, com consequentes prejuízos econômicos ao produtor (Loss *et al.*, 2014).

O solo descoberto ou com resíduos culturais insipientes, como ocorre em áreas agrícolas brasileiras que não utilizam da rotação de culturas, não oferece refúgio e, portanto, os organismos do solo morrem, pois não suportam a radiação direta, consequência da elevada temperatura e diminuição da umidade (Primavesi, 2002). Além disso, os resíduos culturais provenientes das plantas de cobertura, contribuem para o enriquecimento de matéria orgânica, responsável pela estimulação dos organismos vivos no solo e aumento da mineralização de nutrientes no solo (Redim *et al.*, 2016). Segundo Pereira & Thomaz (2015), a matéria orgânica é um fator de grande influência sobre os atributos do solo, sendo considerada indicador da qualidade ambiental dos solos.

Macêdo (2015) observou os efeitos significativos nos atributos do solo quando a propriedade adotou a rotação de culturas, e concluiu que a heterogeneidade florística de famílias botânicas inseridas no SDP altera positivamente os atributos físicos do solo. Essas alterações são resultantes da produção de matéria seca e seu acúmulo, como também a liberação de nutrientes provenientes da decomposição dos resíduos.

Com relação ao indicador Terraceamento Correto (TC), sua avaliação se dá pela presença ou ausência dos terraços, e também pelas vezes que foi observado água passando por cima dos terraços nos últimos 5 anos.

Para o município de Terra Roxa, 4 propriedades, ou seja, 16% das propriedades entrevistadas apresentaram de 0,5 (nível crítico), e 21 propriedades, ou seja, 84% tiveram nível ideal, ou seja, não demonstram problemas com água transbordando

pelo terraço (Tabela 8).

Em Nova Santa Rosa, 16 propriedades, 64% tiveram nível ideal de 1,0, e 8 propriedades, 32% com nível crítico de 0,5. Importante destacar que uma propriedade apresentou de TC de 0, considerando mais de três vezes o transbordamento de água dos terraços nos últimos 5 anos. Neste último caso, percebe-se problema de manejo, pois a ausência de terraços, ou os dimensionados de maneira incorreta, pode ocorrer transbordamentos frequentes, tornando a propriedade vulnerável para o surgimento de processos erosivos que, ao longo do tempo, são intensificados.

A importância dessa prática mecânica de conservação do solo está na função de impedir que a água percorra toda extensão da propriedade, diminuindo o risco de erosão. Por sua vez, o terraceamento correto propicia um melhor manejo na propriedade, evitando a degradação do solo, pela perda de matéria orgânica, lixiviação de nutrientes e perda do solo, especialmente da camada superficial.

As práticas que devem conciliar o TC são as execuções de manejo da lavoura, a exemplo da semeadura e pulverização em nível, presença de palhada na superfície do solo, e qualquer prática que possa impedir o escoamento superficial de água. Pois, quando essas práticas são executadas em conjunto, de forma correta, agregam não somente à conservação do solo, mas sim à qualidade da água presente na lavoura, evitando sua perda, permitindo sua infiltração no perfil do solo. A água é o bem comum mais importante no processo produtivo, sendo fundamental criar alternativas que possibilitem que ela permaneça na propriedade, melhorando as condições de vida do solo e bom desenvolvimento das plantas (Roloff *et al.*, 2013).

Já para o índice de Avaliação de Conservação

(AC), que engloba vários aspectos de conservação como: operações em nível, tanto para semeadura como pulverização; solo compactado, tanto para a lavoura toda como também somente para cabeceiras; e a ausência de sinais visíveis de erosão, observa-se nas Tabelas 8 e 9, apenas 28% e 16 %, Terra Roxa e Nova Santa Rosa, respectivamente, com valor ideal de AC, sendo que 32% e 36%, respectivamente apresentaram nível crítico, e apenas uma propriedade de cada município obtiveram valor inferior que o crítico.

Dentre os indicadores avaliados, este é um que deve ser melhorado, pois engloba práticas fundamentais e imprescindíveis de conservação do solo. Quando se fala de SPD com qualidade, todas as práticas se interligam nos 3 pilares, principalmente a conservação a longo prazo. Algumas práticas podem contribuir para minimizar o problema; rotação de culturas e a cobertura permanente do solo por plantas vivas ou por volume de massa morta na superfície, como observado no índice de rotação de culturas. Porém, como já observado nos indicadores de rotação de culturas (Tabela 10), a mesma não é executada de forma correta e, conseqüentemente, as áreas apresentam baixa cobertura morta, devido ao período de pousio pela sucessão de soja/milho comum na região.

Outro ponto discutido, são as operações em nível, que alguns produtores ao serem questionados em relação a sua importância, relataram que essa prática é importante, porém, em algumas áreas se torna inviável devido seu dimensionamento. Nas áreas entrevistadas, a maioria delas apresentam operações em nível, e em alguns casos específicos, como propriedades geometricamente mais retangulares, são feitas a favor ao declive, justificada pela praticidade e agilidade das operações. Como

também os manejos em nível, como a semeadura, pulverização e colheita são efetuadas segundo essa ótica, ou seja, são paralelas ao manejo realizado quando são feitas operações em nível ou não.

No indicador de Nutrição Equilibrada (NE), que abrange a fertilidade do solo, é avaliada a correção do solo mediante calagem, a adubação química e a adubação orgânica, baseadas ou não pelo resultado da análise de solo. Para o município de Terra Roxa 84% das propriedades apresentaram nível crítico de 0,5, e apenas 16% com nível acima do crítico com 0,75, e nenhuma propriedade com nível ideal (Tabela 8). Isso é devido ao fato de que todas as propriedades fazem a calagem através do resultado de análise de solo, já a adubação química, apesar de ser necessária a recomendação perante a análise, ela não é feita. Já a adubação orgânica é pouco usual, visto que a aquisição da mesma é proveniente de terceirização.

Já para o município de Nova Santa Rosa os resultados desta variável foram diferentes, com 40% das propriedades com nível crítico de 0,5, já 60% apresentaram nível entre o crítico e o ideal, sendo de 0,75 (Tabela 9). Porém, essa diferença é justificada pela diversidade das atividades desenvolvida nas propriedades avaliadas no município de Nova Santa Rosa, devido ao fato do município apresentar maior diversificação através da suinocultura, avicultura e gado leiteiro, sendo assim, a aquisição de resíduos orgânicos produzidos na própria propriedade é facilitada. Porém, na maioria das propriedades não é feito balanço de nutrientes e recomendações perante a interpretação da análise de solo. Semelhante ao município de Terra Roxa (Tabela 8), nenhuma propriedade do município de Nova Santa Rosa (Tabela 9) obteve índice ideal.

No indicador de Tempo de Adoção (TA), com

valor base 25 anos, de acordo com o histórico do SPD no Brasil, observa-se que poucas propriedades avaliadas obtém o tempo de adoção de 25 anos ou superior. No município de Terra Roxa 32% das propriedades obtiveram nível ideal (Tabela 8), e 24% no município de Nova Santa Rosa (Tabela 9). Entre os municípios, apenas uma propriedade apresentou valor deste indicador abaixo do nível crítico, com o valor de 0,12, sendo justificada pelo proprietário devido estar na propriedade apenas por 3 anos, e que não tinha conhecimento do histórico anterior dela, porém, a partir do momento da aquisição, passou a efetuar seus cultivos nos moldes do SPD. Usualmente, quanto maior o tempo de adoção do SPD na propriedade, maior serão seus benefícios se for manejada corretamente, evitando a degradação do solo, como também a conservação ampla, como o acúmulo de matéria orgânica, aumento da presença da atividade biológica, ciclagem de nutrientes e a melhoria nos aspectos físicos, químico e biológicos (Stefanoski *et al.*, 2013).

As propriedades apresentaram resultados de IQP considerados como bons, pois o IQP resulta em uma somatória de indicadores. Segundo a Federação Brasileira da Qualidade do Sistema Plantio Direto (FEBRAPDP) as referências são: Baixo: < 4,50; Regular: 4,51- 6,50; Bom: 6,51-8,50; Muito bom: 8,51-10.

Nas propriedades no município de Terra Roxa pode-se observar que a maioria se encontra na faixa entre 6,51 – 8,50, considerado bom, perfazendo (92%) 23 propriedades avaliadas, e apenas 2 propriedades (8%) apresentaram índices Regular entre 4,51 – 6,50 (Tabela 8). Ambas propriedades consideradas regulares, se destacaram pelo seu índice menor, pela somatória do nível baixo decorrentes de alguns indicadores, como IR, DR, PR, FP, TC,

AC, NE.

Nas propriedades no município de Nova Santa Rosa (Tabela 9) a maioria das propriedades obtiveram IQP na faixa ente 6 – 8,50, considerado bom, perfazendo 84%, ou seja, 21 propriedades avaliadas. Já 12%, ou seja, 3 propriedades apresentaram IQP Regular, entre 4,51 – 6,50 e 4%, ou seja, 1 propriedade apresentou IQP na faixa muito bom, entre 8,51 – 10. Está propriedade com IQP de 8,75, se destaca principalmente devido a altos valores de IR, PR, FP e TA, com valores de 1,5, 1,5, 1,5 e 1,0, respectivamente.

Para as propriedades que tiveram resultados de IQP regular, se destaca o baixo valor de TC, que foi detectado na propriedade 3, apresentou sendo zero, ou seja, a propriedade não possui terraços, e nas propriedades 20 e 21 que apresentaram baixos valores de FP, 0,2, respectivamente.

De acordo com Souza (2018) em trabalho realizado com o questionário IQP com 50 propriedades no município de Guaira – PR, obteve-se resultados com variação de 4,73 até 5,75, os índices deficientes sobre o SPD encontrados foram, rotação de culturas, não utilização de esterco, cabeceiras compactadas, e pouco tempo de adoção do SPD. Em contrapartida para Antonio *et al.* (2015) na mesma região encontraram valores do IQP acima de 6,00. Assim como Larini *et al.* (2018) em seus resultados alcançados pelo IQP em propriedades rurais da cidade de Palotina, PR, variaram de 6,51 a 8,50. Porém, os autores relatam no trabalho que os produtores entrevistados diversificavam as culturas, diferente do relatado por Souza (2018) em Guaira, onde os produtores que participaram da avaliação efetuam somente o plantio de soja/milho safrinha.

O IQP é uma importante ferramenta para auxiliar da qualidade do SPD, pois foi criado

com a participação de especialistas em SPD e de produtores rurais, e o conceito que o compõe tem princípios científicos válidos (Roloff *et al.*, 2013). Considerando a complexidade do SPD, desde a sua execução e manutenção, e a fácil aplicabilidade do IQP, é evidente que são resultados que devem ser considerados válidos para avaliar a qualidade do SPD de forma indicativa e, assim, contribuir para a tomada de decisão no que pode ser feito na propriedade.

4. Considerações finais

Os índices da metodologia do IQP para o SPD, mostra-se de grande valia, pois nos permite observar, de modo individual para cada produtor, quais as práticas que precisam ser melhoradas, quais estão sendo realizadas de forma incorreta em sua propriedade e a continuidade das práticas que são executadas de forma correta. Assim, permite que melhoremos nosso SPD nos municípios e na região, contribuindo para o desenvolvimento sustentável na agricultura.

No âmbito geral, entre os dois municípios, 44 propriedades apresentaram valor de IPQ considerado bom, apenas cinco consideradas regular e um obteve índice muito bom.

Diante dos 3 pilares do SPD, ficou nítido que a rotação de cultura não é praticada nas propriedades avaliadas, porém alguns produtores fazem o cultivo de soja com o consorcio de milho/braquiária em segunda safra, que traz o benefício por manter o solo sempre coberto, e contribuindo para a sua conservação.

Um problema relatado pelos produtores foi dificuldade de se fazer a rotação de culturas devido

à falta de culturas que se adaptam na região com valor econômico satisfatório, e a falta de incentivo tanto pelas cooperativas quanto pelo governo, através de subsídios.

Outro problema encontrado, relatado pelos produtores, é a compactação do solo das áreas produtivas principalmente nas cabeceiras, devido ao tráfego de máquinas e a monocultura exercida nas propriedades.

Um ponto positivo é a ausência de sinais de erosão, pelo manejo do SPD e pelo uso de terraceamento, fazendo com que a água não cause erosão, melhorando a infiltração, evitando que o solo e nutrientes possam ser perdidos.

Sabemos que a sustentabilidade deve estar presente cada vez mais em nosso dia a dia, principalmente quando falamos em agricultura, na preservação e conservação de nossos bens naturais, e o SPD, apesar de ser uma prática antiga, precisa ser melhorado constantemente na forma de manejo, tendo como objetivo melhoria da qualidade do solo, alcançando produtividade e a sustentabilidade ambiental.

Referências

Alvarenga, R. C.; Cabezas, W. A. L.; Cruz, J. C.; Santana, D. P. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. *Informe Agropecuário*, 22(8), 25-36, 2001. Disponível em: <http://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=a-d&id=485005&biblioteca=vazio&busca=485005&qFacets=485005&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1>.

Anghinoni, I. Fertilidade do solo e seu manejo no sistema plantio direto. In: Novais, R. F.; Alvarez, V. H.; Barros, N. F.; Fontes, R. L. F.; Cantarutti, R. B.; Neves, J. C. L. (Orgs.). *Fertilidade do solo*. Viçosa: SBCS, p. 873-928, 2007.

Antonio, C. S.; Rosset, J. S.; Lana, M. C.; Pereira, M. G.;

Schiavo, J. A.; Rampim, L.; Sarto, M. V. M. Índice de qualidade participativo em cronosequência de sistema plantio direto na região oeste do estado do Paraná. In: *Anais da Reunião Paranaense de Ciência do Solo*. Cascavel, 22 de mai., 2015.

Bhering, S. B.; Santos, H. G.; Manzatto, C. V.; Bognola, I.; Fasolo, A.; Carvalho, A. P.; Potter, O.; Aglio, M. L. D.; Silva, J. S.; Chaffin, C. E.; Carvalho Junior, W. *Mapa de solos do estado do Paraná*. Rio de Janeiro: Embrapa, 2007.

Boer, C. A.; Assis, R. L.; Silva, G. P.; Braz, A. J. B. P.; Barroso, A. L. L.; Cargnelutti Filho, A.; Pires, F. R. Biomassa, decomposição e cobertura do solo ocasionada por resíduos culturais de três espécies vegetais na região CentroOeste do Brasil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32, 843851, 2008. doi: 10.1590/S0100-06832008000200038

Costa, N. R.; Andreotti, M.; Ulian, N. A.; Costa, B. S.; Pariz, C. M.; Teixeira Filho, M. C. M. Acúmulo de nutrientes e tempo de decomposição da palhada de espécies forrageiras em função de épocas de semeadura. *Bioscience Journal*, 31(3), 818-829, 2015. doi: 10.14393/BJ-v31n3a2015-22434

Cruz, J. C. *No plantio direto o milho é o melhor*. 2014. Disponível em: <<http://www.grupocultivar.com.br/artigos/no-plantio-direto-o-milho-e-o-melhor>>. Acesso em: nov. 2017.

Cruz, J. C.; Alvarenga, R. C.; Viana, H. M. V.; Pereira Filho, I. A.; Albuquerque Filho, M. R.; Santana, D. P. *Plantio direto*. 2017. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01_72_59200523355.html>. Acesso em: nov. 2017.

FEBRAPDP – Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha. *Metodologia participativa para avaliação da qualidade do sistema plantio direto na BPIII*. 2011.

Fiers, M.; Edel-Hermann, V.; Chatot, C.; Le Hingrat, Y.; Alabouvette, C.; Steinberg, C. Potato soil-borne diseases - a review. *Agronomy for Sustainable Development*, 32, 93-132, 2012. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13593-011-0035-z>

IPARDES – Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. *Base de dados do Estado - BDEweb*. 2018. Disponível em: <<http://www.ipardes.gov.br>>. Acesso em: set. 2019.

- ITAIPU. MEMÓRIA DE CÁLCULO DOS INDICADORES. [S. l.: s. n.], 14 abr. 2015. Disponível em: <<https://www.plantiodireto.org/documentos>>. Acesso em: 29 set. 2022.
- Larini, W. F.; Pivetta, L. A.; Luchese, A. Correlação dos teores químicos do solo com índice de qualidade do sistema plantio direto (IQP). In: *Anais do CICA - Congresso Internacional de Ciências Agrárias*. Toledo, 9 de mai., 2018.
- Lima, R. P; Leon, M. J; Gonzaga, B. A. B. S; Santos, R. F. *Resistência a penetração e densidade do solo como indicativos de compactação do solo em área de cultivo da cana-de-açúcar*, 2009. Disponível em: <http://www.falker.com.br/artigos/CBCS_UFPB_RP_CompactacaoCana-de-Acucar.pdf>. Acesso em: nov. 2019.
- Loss, A.; Costa, E. M.; Pereira, M. G.; Beutler, S. Agregação, matéria orgânica leve e carbono mineralizável em agregados do solo. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 113, 1-8, 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/307964375_Agregacao_materia_organica_leve_e_carbono_mineralizavel_em_agregados_do_solo.
- Macêdo, J. R. de A. *Atributos do solo e flora infestante em sistema de semeadura direta do milho na palha de leguminosas arbóreas*. Tese (Doutorado em Agronomia) - UNESP, 2015.
- Machado, L. A. Z.; Ceccon, G.; Adegas, F. S. Integração lavoura-pecuária-floresta. 2. Identificação de forrageiras na integração lavoura-pecuária. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2011. Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 111.
- Machado, L. A. Z.; Valle, C. B. Desempenho agrônomo de genótipos de capim braquiária em sucessão à soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 46, 1454-1462, 2011. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/54062/1/zagov46n11a06.pdf>
- Mello, I. Índice de qualidade do plantio direto – metodologia participativa para avaliar a qualidade do sistema de plantio direto na bacia do Paraná III, 2014. Disponível em: <https://febrapdp.org.br/14enpdp/arquivos14/Metodologia_Participativa_para_Avaliar_a_Qualidade_do_Sistema_Plantio_Direto_na_Bacia_do_Parana_III_Ivo_Mello.pdf>. Acesso em: dez. 2019.
- Pereira, A. A.; Thomaz, E. L. Atributos químicos do solo em áreas sob diferentes sistemas de uso e manejo no município de Reserva-PR. *Caminhos de Geografia*, 16(55), 186-194, 2015. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/28327>
- Pes, L. Z.; Giacomini, D. A. Conservação do Solo. Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Politécnico; Rede e-Tec Brasil, 2017. Disponível em: <https://www.ufsm.br/unidades-universitarias/ctism/cte/wp-content/uploads/sites/413/2018/11/10_conservacao_solo.pdf>. Acesso em: jan. 2020.
- Primavesi, A. *Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais*. São Paulo: Nobel, 2002.
- Redim, M.; Giacomini, S. J.; Ferreira, P. A. A.; Eckhardt, D. P. Plantas de cobertura de solo e agricultura sustentável: espécies, matéria seca e ciclagem de carbono e nitrogênio. In: Tiecher, T. (Orgs.). *Manejo e conservação do solo e da água em pequena propriedade rurais no sul do Brasil*. Porto Alegre: UFRGS, p. 7-22, 2016.
- Roloff, G.; Lutz, R. A. T.; Mello, I.; Ralisch, R. Índice de qualidade participativo do plantio direto – IQP. In: *XXXIV Anais do Congresso Brasileiro de Ciência do Solo*, Florianópolis, 2 de ago., 2013.
- Salton, J. C.; Tomazi, M. Sistema radicular de plantas e qualidade do solo. Dourados, MS: Embrapa Agropecuária Oeste, 2014. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1005326/1/COT198.pdf>>. Acesso em: jan. 2020.
- Salton, J. C.; Hernani, L. C.; Fontes, C. Z. Sistema plantio direto. O produtor pergunta, a Embrapa responde. 1998. Dourados: Embrapa-CPAO. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/98258/sistema-plantio-direto-o-produtor-pergunta-a-embrapa-responde>. Acesso em: jan. 2020.
- Santos, H. G.; Jacomine, P. K. T.; Anjos, L. H. C.; Oliveira, V. A.; Lumberras, J. F.; Coelho, M. R.; Almeida, J. A.; Cunha, T. J. F.; Oliveira, J. B. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: Embrapa, 3. ed., 2013.
- Silva, J. A. N.; Souza, C. M. A.; Silva, C. J.; Bottega, S. P. Crescimento e produção de espécies forrageiras consorciadas com pinhão-mansão. *Pesquisa Agropecuária*

ria Brasileira, 47, 769775, 2012. doi: 10.1590/S0100-204X2012000600006

Soglio, F. D.; Kubo, R. R. *Desenvolvimento, agricultura e sustentabilidade*. Porto Alegre: UFRGS, 2016.

Souza, A. F. Índice de qualidade participativo do sistema plantio direto em propriedades rurais do município de Guairá. Mundo Novo, TCC (Graduação em Tecnologia em Gestão Ambiental) – UEMS, 2018.

Stefanoski, D. V.; Santos, G. G.; Marchão, R. L.; Petter, F. A.; Pacheco, L. P. Uso e manejo do solo e seus impactos sobre a qualidade física. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 17(12), 1301-1309, 2013. doi: 10.1590/S1415-43662013001200008

Teixeira, C. M.; Carvalho, G. J.; Silva, C. A.; Andrade, M. J. B.; Pereira, J. M. Liberação de macronutrientes das palhadas de milho solteiro e consorciado com feijão-de-porco sob cultivo de feijão. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 34, 497-505, 2010. doi: 10.1590/S0100-06832010000200023.