

Metodologia para estimativa de produtividade em lavouras de milho, trigo, soja e feijão





Governador do Estado
Carlos Moisés da Silva

Secretário de Estado da Agricultura e da Pesca
Ricardo de Gouvêa

Presidente da Epagri
Edilene Steinwandter

Diretores

Giovani Canola Teixeira
Administração e Finanças

Humberto Bicca Neto
Extensão Rural e Pesqueira

Ivan Luiz Zilli Bacic
Desenvolvimento Institucional

Vagner Miranda Portes
Ciência, Tecnologia e Inovação



ISSN 1413-960X (Impresso)

ISSN 2674-9513 (On-line)

Junho 2020

BOLETIM TÉCNICO Nº 193

Metodologia para estimativa de produtividade em lavouras de milho, trigo, soja e feijão

Organizadores
Celso Luiz Bach
Cristiano Nunes Nesi
Elvys Taffarel
Ivan Carlos Chiapinotto



Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina
Florianópolis
2020

Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri)
Rodovia Admar Gonzaga, 1.347, Itacorubi, Caixa Postal 502
CEP 88034-901, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil
Fone: (48) 3665-5000, fax: (48) 3665-5010
Site: www.epagri.sc.gov.br

Editado pelo Departamento de Marketing e Comunicação (DEMC)

Revisores ad hoc: Simone Silmara Werner – Epagri/Estação Experimental
de Lages

Marcia Mondardo – Epagri/Cepa

Editoração técnica: Paulo Sergio Tagliari

Revisão textual: Laertes Rebelo

Diagramação: Vilton Jorge de Souza

Primeira edição: junho de 2020

Tiragem: 500 exemplares

Impressão: Gráfica CS

É permitida a reprodução parcial deste trabalho desde que citada a fonte.

Ficha catalográfica

BACH, C.L.; NESI, C.N.; TAFFAREL, E.; CHIAPINOTTO, I.C.
(Orgs.). **Metodologia para estimativa de produtividade
em lavouras de milho, trigo, soja e feijão**. Florianópolis,
SC: Epagri, 2020. 28p. (Boletim Técnico, 193)

Amostragem e representatividade; Análise estatística;
Avaliação de resultados; Rendimento de cereais.

ISSN 1413-960X (Impresso)

ISSN 2674-9513 (*On-line*)



Autores/Organizadores

ALBERTO HÖFS

Engenheiro-agrônomo, Dr.

Epagri/Cepaf

Servidão Ferdinando Ricieri Tusset, s/n, São Cristóvão,

Chapecó, SC

(49) 2049-7510

albertohofs@epagri.sc.gov.br

CELSO LUIZ BACH (Org.)

Engenheiro-agrônomo, Me.

Epagri, Escritório Municipal de Pinhalzinho

Av. São Paulo, 1615, Centro,

Pinhalzinho, SC

(49) 3366-6624

cbach@epagri.sc.gov.br

CRISTIANO NUNES NESI (Org.)

Engenheiro-agrônomo, Dr.

Epagri/Cepaf

Servidão Ferdinando Ricieri Tusset, s/n, São Cristóvão,

Chapecó, SC

(49) 2049-7537

cristiano@epagri.sc.gov.br

ELVYS TAFAREL (Org.)

Engenheiro-agrônomo, Esp.

Epagri, Gerência Regional de São Miguel do Oeste - SC

Rod. SC 386, km 3 – Linha Cruzinhas,

São Miguel do Oeste, SC

(49) 3631-3230

taffarel@epagri.sc.gov.br

GILBERTO NEPPEL

Engenheiro-agrônomo, Esp.

Epagri, Gerência Regional de Canoinhas

BR 280 – nº 1.101 – CP 216,

Campo d'Água Verde,

Canoinhas, SC. CEP 89.466-500

(47) 3627-4189

gilbertoneppel@epagri.sc.gov.br

IVAN CARLOS CHIAPINOTTO (Org.)
Engenheiro-agrônomo, Esp.
Epagri, Gerência Regional de Chapecó
Servidão Ferdinando Ricieri Tusset, s/n, São Cristóvão,
Chapecó, SC
(49) 2049-7573
ivan_chiapinotto@epagri.sc.gov.br

MARCELO HENRIQUE BASSANI
Engenheiro-agrônomo, Esp.
Epagri, Gerência Regional de Xanxerê
Av. Brasil, 1071,
Xanxerê, SC. CEP 89.820-000
Fone: (49) 3382-2085
marcelobassani@epagri.sc.gov.br

MARIO JOVINO ALESSIO
Engenheiro-agrônomo,
Epagri, Escritório Municipal de Chapecó
Rua Nereu Ramos, 1750 E,
Bairro Passo dos Fortes,
Chapecó, SC. CEP 89.812-110
(49) 2049-7767
marioalessio@epagri.sc.gov.br

PAULO CESAR MENONCINI
Engenheiro-agrônomo,
Epagri, Escritório Municipal de São Carlos
Av. Santa Catarina, 945 – Centro,
São Carlos, SC. CEP 89.885-000
(49) 3462-4082
paulomenoncini@epagri.sc.gov.br

SIDINEI EGON SIMON
Engenheiro-agrônomo, Esp.
Epagri, Escritório Municipal de Cunha Porã
Rua Moura Brasil, 1639,
Cunha Porã, SC. CEP 89.890-000
(49) 3462-4134
sidineisimon@epagri.sc.gov.br

TADEO CARNIEL
Engenheiro-agrônomo, Me.
Aposentado da Epagri
Rua Paraná, Apto. 201- Centro,
Xanxerê, SC. CEP 89.820-000
(49) 99921 – 5652
tadeocarniel@yahoo.com.br

Apresentação

Entre setembro de 2016 e abril de 2019 a Epagri elaborou 841 relatórios de comprovação de perdas ao Programa de Garantia da Atividade Agropecuária (Proagro), o que corresponde à inspeção de 4.916ha de lavouras, predominantemente com milho (27%), feijão (15%), soja (9%) e trigo (8%). Na realização dos Relatórios de Comprovação de Perdas a ação que mais demanda tempo, custos e responsabilidade é a aferição de produtividade da cultura a campo após a ocorrência do evento. Portanto, faz-se necessário viabilizar e qualificar a metodologia empregada pelo quadro técnico que opera esta política pública para que as estimativas sejam realizadas de forma rápida e com exatidão, pois não há metodologia definida pelas instituições financeiras, mas há exigências sobre a qualidade técnica dos serviços prestados.

Devido à baixa disponibilidade de informações na literatura para embasar de forma adequada os técnicos envolvidos em estimativas de produtividade de culturas anuais, buscou-se ajustar metodologias que ofereçam um referencial teórico nestas ações. A obra é destinada a técnicos da área de agronomia e aborda aspectos indispensáveis para a realização de trabalhos destinados ao levantamento de produtividades nas lavouras. Além de auxiliar o trabalho, o Boletim Técnico visa subsidiar o leitor para obtenção de dados e segurança nas informações geradas.

O desenvolvimento dos estudos para obtenção dos dados a campo ocorreu no período de 2014 a 2018, em propriedades de agricultores familiares das regiões Oeste e Planalto Norte Catarinense. Este trabalho envolveu diversos extensionistas rurais lotados nos municípios e pesquisadores e contou com o indispensável apoio dos agricultores familiares de Santa Catarina na disponibilização das lavouras para as amostragens de campo.

Esta publicação tem por objetivo propor procedimentos de amostragem em levantamentos para aferição nas culturas de milho, soja, trigo e feijão.

A Diretoria Executiva

Agradecimentos

Às famílias dos agricultores que possibilitaram as visitas em suas lavouras para realização dos levantamentos e amostragens de milho, soja, trigo e feijão.

A todos os profissionais da Epagri envolvidos nos trabalhos de campo, direta ou indiretamente.

De modo especial os autores agradecem ao grande incentivador e fomentador para a realização deste trabalho, engenheiro-agrônomo Osvaldo Vieira dos Santos.

Ao engenheiro-agrônomo e colega, Tadeo Carniel, nosso reconhecimento pelas primeiras orientações e participação ativa no desenvolvimento das atividades.

Muito obrigado!

Sumário

1 Introdução	11
2 Metodologia para definição do tamanho amostral	11
2.1 Cultura do milho.....	13
2.2 Cultura da soja.....	14
2.3 Cultura do trigo	16
2.4 Cultura do feijão	19
3 Aspectos gerais na condução dos trabalhos	21
3.1 Perdas na colheita	21
3.2 Correção de umidade e impurezas.....	23
3.2.1 Método para correção de umidade	23
3.3 Uso do aparelho receptor de sinal GPS.....	25
4 Considerações finais	26
Referências	27

1 Introdução

O presente documento visa orientar técnicos da Epagri e demais instituições que atuam no Crédito Rural, quando da realização do levantamento da produtividade das lavouras com culturas anuais atingidas por eventos climáticos adversos, amparadas pelo Programa de Garantia da Atividade Agropecuária (Proagro) ou Seguro Agrícola.

Santa Catarina frequentemente é atingida por algum evento climático extremo, destacando-se as recorrentes estiagens, ventos fortes, granizo, geadas, dentre outros que causam grandes perdas econômicas e sociais a milhares de agricultores catarinenses. Diante destes fatos, as instituições envolvidas com o Crédito Rural necessitam responder em tempo hábil às famílias atingidas, buscando mitigar os efeitos adversos dos eventos climáticos que vierem a ocorrer.

Existem Políticas Públicas, dentre elas o Proagro, que têm por objetivo minimizar os efeitos negativos decorrentes das perdas econômicas e sociais. O sucesso desta Política Pública está intimamente relacionado com o conhecimento de toda sistemática de contratação e operacionalização pelas famílias agricultoras beneficiárias, bem como pelas instituições que operam a mesma.

Estimar a produtividade em culturas anuais é uma atividade de interesse em situações em que o rendimento da lavoura precisa ser determinado antes da colheita, como é o caso do Proagro. Não é usual realizar o levantamento de todo o universo populacional (lavoura), pela dificuldade de sua operacionalização, de forma que métodos de amostragem representativa para a realização de inferências são necessários. Desde que empregada a metodologia adequada, um levantamento por amostragem pode, rapidamente, informar sobre o potencial produtivo da lavoura a um dado momento.

Na realização de Relatórios de Comprovação de Perdas, a ação que mais demanda tempo, custos e responsabilidade é a aferição da produtividade da cultura a campo após a ocorrência do evento. Portanto, faz-se necessário viabilizar e qualificar a metodologia empregada pelo quadro técnico que opera esta política pública, tornando-a cada vez mais eficaz. Aliado a isto, é imperioso conhecer a legislação vigente e as implicações técnicas e jurídicas relacionadas ao rito do Proagro/Seguro Agrícola.

O objetivo deste documento é propor um conjunto de orientações para estimativa de produtividade nas culturas de milho, soja, trigo e feijão.

2 Metodologia para definição do tamanho amostral

Com base na prática de campo, a equipe técnica envolvida em trabalhos de estimativa de produtividade em lavouras comerciais admitiu como um número exequível a coleta de 10 a 20 amostras. Diante disso, necessita-se avaliar quão acurada e precisa é esta metodologia empregada nas diferentes culturas ora

estudadas. Assim, este trabalho partiu desta prática para realizar as coletas de dados a campo.

Os dados deste estudo são provenientes de lavouras comerciais, das regiões Oeste e Planalto Norte de Santa Catarina, as quais foram definidas de acordo com a disponibilidade dos agricultores em receber as equipes para as coletas das amostras. Foram consideradas lavouras homogêneas aquelas implantadas na mesma condição de solo, clima, manejo de pragas, doenças e plantas daninhas, mesma data de semeadura, espaçamento e cultivar. A definição da unidade amostral em cada cultura foi definida com base no conhecimento técnico da equipe envolvida de forma a viabilizar a exequibilidade da metodologia em situações de campo (Figura 1).



Figura 1. Definição da linha amostral em lavoura de trigo pelo engenheiro-agrônomo Tadeo Carniel

Em todos os casos abordados, as amostras foram coletadas e processadas individualmente. Com os dados observados, foram estimadas a média e o desvio padrão dos dados de produtividade da lavoura (kg ha^{-1}). Com estas estatísticas, determinou-se o número mínimo de amostras a serem observadas para estimar a produtividade. Foram estabelecidas as confianças de 90% e 95% (probabilidade de cometer o erro “Tipo I” de 10% e 5%, respectivamente) e erro amostral de 5%, 10%, 15% e 20%, utilizando-se a fórmula

$$n > (t_{\delta} \cdot s / e)^2$$

em que ‘n’ é o tamanho mínimo de amostras, ‘ t_{δ} ’ é o quantil da distribuição “t” na posição $[\delta + (1 - \delta)/2]$ para o teste bilateral, ‘s’ é o desvio padrão da amostra e ‘e’ o erro amostral tolerável, calculado como uma proporção da média na amostra observada.

2.1 Cultura do milho

O trabalho para determinação da estimativa de produtividade na cultura do milho, foi desenvolvido no município de Bom Jesus, SC, Latitude 26°46'08" S e Longitude 52°24'16" O, safra 2015/2016, numa área de 4,0 hectares. Previamente, com o uso de um aparelho receptor de sinal GPS, foi realizado o caminhamento no perímetro para determinar o tamanho efetivo da área a ser amostrada. Os pontos amostrais (15 pontos) foram definidos previamente através de imagens de satélite de forma aleatória cobrindo toda a área em questão. Estas coordenadas foram transferidas para aparelhos receptores de sinal GPS (Garmin e-trex 30) a partir dos quais possibilitou-se a localização a campo dos pontos a serem amostrados.

Cada unidade amostral foi composta de uma linha de 10 metros para determinação do número de plantas por metro linear. A definição da linha amostral baseou-se pela coordenada definida pelo aparelho receptor de sinal GPS, sendo que no momento em que o aparelho identificou a chegada ao ponto, escolheu-se a quinta fileira à direita, a partir do qual foram realizadas a medição (10m) e a contagem de plantas. Para a determinação das espigas amostradas, previamente foram definidas a quinta, a décima quarta e a vigésima quarta plantas na linha em questão a partir do início da medição. Para a determinação da população de plantas na área também foi necessário a medição do espaçamento entre fileiras, sendo que para isso utilizou-se a medida da distância ocupada por 10 fileiras da cultura perpendicular à linha de semeadura. Este procedimento se repetiu em todos os 15 pontos amostrais.

Cada amostra de espigas, das três plantas coletadas, foram separadamente acondicionadas em bolsas de rafia para posterior debulha, pesagem e determinação de umidade da massa de grãos.

Nesta lavoura estimou-se 64.240 plantas.ha⁻¹ (\pm 1.769,3 plantas.ha⁻¹), produtividade estimada em 133,19 sc.ha⁻¹ (\pm 15,43 sc.ha⁻¹) e produtividade efetivamente observada de 114,8 sc.ha⁻¹. Cabe ressaltar que, para fins de definição de produção efetivamente colhida, devem ser também consideradas as perdas decorrentes da colheita e os descontos de umidade conforme abordado no item 2.

Para estimar produtividade (Tabela 1), 9 e 5 amostras são suficientes para estimar a média com 95% de confiança com erro amostral máximo de 15% e 20%, respectivamente. Considerando 90% de confiança, 6 e 3 amostras são suficientes para estimar a média com erro amostral máximo de 15% e 20%, respectivamente.

Tabela 1. Número mínimo de amostras (n) a serem observadas para estimar o rendimento de milho em lavoura homogênea, com erro amostral entre 5% e 20% e confiança de 90% e 95%

Erro Amostral (%)	Confiança (%)	
	90	95
	----- n -----	
5	54	81
10	14	20
15	6	9
20	3	5
Média = 133,19 sc.ha ⁻¹	Desv. Padrão (D.P.) = 27,66 sc.ha ⁻¹	CV = 20,77%

Na estimativa da população, 5 e 1 amostras estimam a população média com 95% de confiança e erro amostral máximo de 5% e 10%, respectivamente. Considerando 90% de confiança, 3 e 1 amostras foram suficientes para estimar a população média com erro amostral máximo de 5% e 10%, respectivamente.

Observações:

Por ocasião da realização dos levantamentos a campo, em lavoura com a cultura homogênea, observa-se que no mínimo 15 pontos amostrais são suficientes para uma confiança de 90% e um erro amostral máximo de 10% para estimar a produtividade da cultura.

A opção por aumentar a confiança e diminuir o erro amostral, como, por exemplo, 90% de confiança e 5% de erro, exige que se eleve o número de amostras para um mínimo de 54. Nesta condição, uma amostragem para fins da realização da comprovação de perdas do Proagro/Seguro Agrícola pode tornar-se operacionalmente inviável em função da demora para realizar o processo.

2.2 Cultura da soja

Nesta cultura o objetivo foi definir o tamanho da amostra necessária para estimar a população de plantas e a produtividade da cultura da soja em lavouras comerciais.

As lavouras escolhidas para o presente estudo localizavam-se nos municípios de Chapecó e Guatambu no ano de 2014. Previamente, com o uso de aparelho receptor de sinal GPS, foi realizado o caminhamento no perímetro das lavouras para determinar o tamanho efetivo da área a ser amostrada. Em cada lavoura

foram definidos aleatoriamente 15 pontos amostrais, em função da capacidade laboral, de forma que toda a área em estudo estivesse representada. Definiu-se como unidade amostral uma linha de plantas com cinco metros. Buscando garantir a aleatoriedade na seleção da unidade amostral, definiu-se previamente que, ao chegar ao ponto anteriormente estabelecido, contam-se cinco fileiras à direita na qual é realizada a coleta da amostra. Nesta fila de cinco metros foram coletadas três plantas distribuídas de forma equidistante (aos 5, 10 e 15 metros) na linha para determinação da produtividade.

A população de plantas por hectare foi definida contando-se todas as plantas da linha e determinando o espaçamento entre 10 linhas da cultura, no sentido perpendicular ao da semeadura. Este procedimento se repetiu em todos os 15 pontos amostrais.

No laboratório, cada amostra foi debulhada e teve a umidade dos grãos corrigida para 14%. Com os dados do estande e o rendimento por amostra, foi estimada a produtividade da lavoura (kg ha^{-1}).

Tabela 2. Número mínimo de amostras (n) a serem observadas para estimar o rendimento de soja em lavoura homogênea, com erro amostral entre 5% e 20% e confiança de 90% e 95% (lavoura 1)

Erro Amostral (%)	Confiança (%)	
	90	95
	----- n -----	
5	132	196
10	33	49
15	15	22
20	8	12
Média = 87,71 sc.ha ⁻¹	D.P. = 28,65 sc.ha ⁻¹	CV = 32,66%

Na lavoura 1 (Tabela 2), estimou-se em 198.897 plantas.ha⁻¹ (± 15.633 plantas.ha⁻¹), produtividade estimada em 87,71 sc.ha⁻¹ ($\pm 15,86$ sc.ha⁻¹) e produtividade efetivamente observada na colheita de 88,91 sc.ha⁻¹.

Para produtividade da lavoura 1, 22 e 12 amostras estimam a média com 95% de confiança com erro amostral máximo de 15% e 20%, respectivamente. Considerando 90% de confiança, 15 e 8 amostras estimam a média com erro amostral máximo de 15% e 20%, respectivamente.

Na estimativa da população, 4 e 2 amostras estimam a população média com 95% de confiança e erro amostral máximo de 15% e 20%, respectivamente. Considerando 90% de confiança, 3 e 2 amostras foram suficientes para estimar a população média com erro amostral máximo de 15% e 20%, respectivamente.

Na lavoura 2 (Tabela 3) estimou-se em 224.635 plantas.ha⁻¹ (\pm 17.691 plantas.ha⁻¹), produtividade esperada em 50,12 sc.ha⁻¹ (\pm 9,36 sc.ha⁻¹) e produtividade efetivamente observada na colheita de 49,15 sc.ha⁻¹.

Para produtividade da lavoura 2, 23 e 13 amostras estimam a média com 95% de confiança com erro amostral máximo de 15% e 20%, respectivamente. Considerando 90% de confiança, 16 e 9 amostras estimam a média com erro amostral máximo de 15% e 20%, respectivamente.

Tabela 3. Número mínimo de amostras (n) para estimar o rendimento de soja em lavoura homogênea, com erro amostral entre 5% e 20% e confiança de 90% e 95% (lavoura 2)

Erro Amostral (%)	Confiança (%)	
	90	95
	----- n -----	
5	141	209
10	35	52
15	16	23
20	9	13
Média = 50,12 sc.ha ⁻¹	D.P. = 16,91 sc.ha ⁻¹	CV = 33,73%

Na estimativa da população, 3 e 2 amostras estimam a população média com 95% de confiança e erro amostral máximo de 15% e 20%, respectivamente. Considerando 90% de confiança, 2 e 1 amostras seriam suficientes para estimar a população média com erro amostral máximo de 15% e 20%, respectivamente.

Observações:

Por ocasião da realização dos levantamentos a campo, em lavoura com a cultura homogênea, observa-se que no mínimo 15 pontos amostrais são suficientes para uma confiança de 90% e um erro amostral máximo de 15% da média para estimar a produtividade da cultura.

A opção por aumentar a confiança e diminuir o erro amostral, como, por exemplo, 95% de confiança e 10% de erro, exige que se eleve o número de amostras para um mínimo de 50. Nesta condição, uma amostragem para fins da realização da comprovação de perdas do Proagro/Seguro Agrícola pode tornar-se operacionalmente inviável em função da demora para realizar o processo.

2.3 Cultura do trigo

Como nas demais culturas, este trabalho teve como objetivo definir o tamanho da amostra necessária para estimar a população de plantas e a produtividade da cultura do trigo em lavouras comerciais.

As lavouras escolhidas para o presente estudo localizavam-se nos municípios de Modelo, Campo Erê e Faxinal dos Guedes.

A lavoura 1 situava-se no município de Modelo, SC, Latitude 26°46'49,01"S e Longitude 53°0'37,84"O, safra 2015, em área de 22,0 hectares. Através do uso de um aparelho receptor de sinal GPS, foi realizado o caminhamento no perímetro para determinar o tamanho efetivo da área a ser amostrada. Os pontos amostrais, num total de 25, foram definidos previamente através de imagens de satélite de forma aleatória cobrindo toda a área em questão. Estas coordenadas foram transferidas para aparelhos receptores de sinal GPS (Garmin e-trex 30) a partir dos quais possibilitou-se a localização a campo dos pontos a serem amostrados.

A definição da linha amostral baseou-se na coordenada definida pelo aparelho receptor de sinal GPS, com o auxílio da função de bússola, sendo que no momento em que o aparelho identificou a chegada ao local escolheu-se a quinta fileira à direita, a partir da qual realizou-se a coleta das espigas.

Cada unidade amostral foi composta de uma linha de 0,40 metros lineares onde todas as espigas foram coletadas para determinação do peso, umidade e peso hectolitro (PH) dos grãos. Cada uma das 25 amostras foram separadamente acondicionadas em bolsas de ráfia e posteriormente processadas.

Para a determinação da população de plantas por área (hectare) realizou-se a medição do espaçamento entre fileiras, sendo que para esta variável o número de pontos amostrais foi 12.

Na lavoura 1 (Tabela 4), 27 e 12 amostras estimam a média com 95% de confiança e erro amostral máximo de 10% e 15%, respectivamente. Considerando 90% de confiança, 18 e 8 amostras estimam a média e erro amostral máximo de 10% e 15%, respectivamente.

Tabela 4. Número mínimo de amostras (n) a serem observadas para estimar o rendimento de trigo em lavoura homogênea, com erro amostral entre 5% e 20% e confiança de 90% e 95% (lavoura 1)

Erro Amostral (%)	Confiança (%)	
	90	95
	----- n -----	
5	74	107
10	18	27
15	8	12
20	5	7
Média = 84,21 sc.ha ⁻¹	D.P. = 21,12 sc.ha ⁻¹	CV = 25,08%

A lavoura 2, localizada no município de Campo Erê, SC com Latitude 26°21'28,32"S e Longitude 53°8'19,08"O, contava com uma área de 10,68 hectares na safra 2016. O processo de amostragem diferenciou-se em relação à lavoura 1, apenas no número de pontos amostrais que foram 15 e na amostra das espigas colhendo-se 0,50m lineares. Para a determinação da população de plantas na área foram utilizados 15 pontos amostrais.

Tabela 5. Número mínimo de amostras (n) a serem observadas para estimar o rendimento de trigo em lavoura homogênea, com erro amostral entre 5% e 20% e confiança de 90% e 95% (lavoura 2)

Erro Amostral (%)	Confiança (%)	
	90	95
	----- n -----	
5	37	55
10	9	14
15	4	6
20	2	3
Média = 83,91 sc.ha ⁻¹	D.P. = 14,49 sc.ha ⁻¹	CV = 17,27%

No levantamento da lavoura 2 (Tabela 5), para a determinação da produtividade, 14 e 6 amostras estimam a média com 95% de confiança e erro amostral máximo de 10% e 15%, respectivamente. Considerando 90% de confiança, 9 e 4 amostras estimam a média e erro amostral máximo de 10% e 15%, respectivamente.

A lavoura 3, localizada no município de Faxinal dos Guedes, SC com Latitude 26°47'46,37"S e Longitude 52°14'4,67"O, contava com uma área de 15,3 hectares na safra 2015. O processo de amostragem foi idêntico ao utilizado na lavoura 2.

Tabela 6. Número mínimo de amostras (n) a serem observadas para estimar o rendimento de trigo em lavoura homogênea, com erro amostral entre 5% e 20% e confiança de 90% e 95% (lavoura 3)

Erro Amostral (%)	Confiança (%)	
	90	95
	----- n -----	
5	89	129
10	22	32
15	10	14
20	6	8
Média = 39,69 sc.ha ⁻¹	D.P. = 10,93 sc.ha ⁻¹	CV = 27,55%

No levantamento da lavoura 3 (Tabela 6) para a determinação da produtividade, 32 e 14 amostras estimam a média com 95% de confiança e erro amostral máximo de 10% e 15%, respectivamente. Considerando 90% de confiança, 22 e 10 amostras estimam a média e erro amostral máximo de 10% e 15%, respectivamente. Nesta lavoura, a colheita realizada pelo produtor totalizou 38 sacas por hectare, muito próximo da produção estimada na amostragem.

Observações:

Por ocasião da realização dos levantamentos a campo, em lavoura com a cultura homogênea, observou-se que no mínimo 14 pontos amostrais são suficientes para uma confiança de 95% e um erro amostral máximo de 15% para estimar a produtividade desta cultura.

Quando comparados dois tamanhos de amostra utilizados nos estudos, 0,4m e 0,5m, verifica-se que não houve diferença expressiva no número de amostras quando considerados o mesmo erro amostral e confiança. No entanto, sugere-se que seja utilizado 0,5m como sendo o comprimento da linha adequado para a coleta das espigas.

A opção por aumentar a confiança e diminuir o erro amostral, como, por exemplo, 95% de confiança e 5% de erro, pode exigir que se eleve o número de amostras para um mínimo de 129. Nesta condição, uma amostragem para fins da realização da comprovação de perdas do Proagro/Seguro Agrícola pode tornar-se operacionalmente inviável em função da demora para realizar o processo.

2.4 Cultura do feijão

Nesta cultura o objetivo foi definir o tamanho da amostra necessária para estimar a produtividade da cultura em lavouras comerciais.

As lavouras escolhidas localizavam-se nos municípios de Canoinhas e Chapecó, SC. Em cada lavoura foram definidos aleatoriamente 30 pontos amostrais. Definiu-se como unidade amostral uma linha de plantas com 0,5m. No ponto amostral, todas as plantas da linha (0,5m) foram coletadas e determinado o espaçamento entre 2 linhas da cultura, no sentido perpendicular ao da semeadura. Este procedimento se repetiu em todos os 30 pontos amostrais.

Cada amostra foi debulhada e teve a umidade dos grãos corrigida para 14%. Com os dados do estande e o rendimento por amostra, foi estimada a produtividade da lavoura.

A lavoura 1 (Tabela 7), localizada no município de Canoinhas, SC, apresentava um bom padrão com alto rendimento de grãos.

Tabela 7. Número mínimo de amostras (n) a serem observadas para estimar o rendimento de feijão em lavoura homogênea, com erro amostral entre 5% e 20% e confiança de 90% e 95% (lavoura 1)

Erro Amostral (%)	Confiança (%)	
	90	95
	----- n -----	
5	52	75
10	13	19
15	6	8
20	3	5
Média = 70,73 sc.ha ⁻¹	D. P. = 14,96 sc.ha ⁻¹	CV = 21,15%

Por ocasião da realização dos levantamentos a campo, em lavoura com a cultura homogênea como na Tabela 7, observa-se que no mínimo 13 pontos amostrais são suficientes para uma confiança de 90% e um erro amostral máximo de 10% para estimar a produtividade da cultura.

A opção por aumentar a confiança e diminuir o erro amostral, como, por exemplo, 90% de confiança e 5% de erro, exige que se eleve o número de amostras para um mínimo de 52.

A lavoura 2, localizada no município de Chapecó, SC, apresentava baixo rendimento de grãos.

Tabela 8. Número mínimo de amostras (n) a serem observadas para estimar o rendimento de feijão em lavoura homogênea, com erro amostral entre 5% e 20% e confiança de 90% e 95% (lavoura 2).

Erro Amostral (%)	Confiança (%)	
	90	95
	----- n -----	
5	232	336
10	58	84
15	26	37
20	15	21
Média = 32,63 sc/ha	Desv. Padrão = 14,63 sc/ha	CV = 44,84%

Na Tabela 8, como a lavoura apresenta maior variabilidade (CV de 44,84%), por ocasião da realização dos levantamentos a campo 15 pontos amostrais asseguram confiança de 90% e erro amostral de 20% para estimar a produtividade da cultura. Desejando-se aumentar a confiança para 95% seriam necessárias 21 amostras para a mesma margem de erro.

Observações:

Com base nos levantamentos realizados, sugere-se a utilização de no mínimo 15 pontos amostrais para assegurar uma confiança de 90% e erro amostral máximo de 20%. Isso contribui para exequibilidade do levantamento de produtividade para fins da comprovação de perdas no Proagro/Seguro Agrícola nesta cultura.

3 Aspectos gerais na condução dos trabalhos

Além da metodologia de amostragem, se faz necessário que o responsável pelo trabalho de estimativa da produtividade tenha presente outros aspectos que influenciam de forma definitiva nos resultados obtidos. Destacam-se as perdas na colheita, a necessidade de correção relativa a umidade, impurezas do produto e, na cultura do trigo, a correção do PH. Estas variáveis deverão ser observadas pelo técnico encarregado do levantamento, o qual deverá proceder às correções necessárias em face da condição em que se apresenta a lavoura.

3.1 Perdas na colheita

Na colheita mecanizada cada vez mais é exigida rapidez e qualidade. No entanto, apesar da alta tecnologia disponível, perdas consideráveis são contabilizadas nesta modalidade de colheita, diminuindo a produtividade e o lucro dos produtores. O problema está associado a diversos fatores, tais como: má regulagem da colhedora, tempo de uso da máquina, altura de corte da plataforma, umidade dos grãos e velocidade de deslocamento.

A Tabela 9 apresenta perdas encontradas nas culturas objeto deste boletim, obtidas em diversos trabalhos publicados entre 2008 a 2018. Observa-se a grande variabilidade de valores de perdas encontrados nas culturas pelos fatores discutidos anteriormente.

Tabela 9. Perdas na colheita encontradas em lavouras de trigo, soja, milho e feijão em diversas publicações

Cultura	Perdas na colheita	Citação
Trigo	0,47 – 1,13 sc.ha ⁻¹	SANTA CATARINA, 2013.
Trigo	Cultivar (Tbio Sinuelo): 23,2 – 84,3kg.ha ⁻¹ Cultivar (Tbio Toruk): 50,3 – 90,7kg.ha ⁻¹	MULLER et al., 2016.
Trigo	59,39 – 98,47kg.ha ⁻¹	FIGUEIREDO et al., 2013.
Soja	60,1 – 120kg.ha ⁻¹	SHANOSKI; RIGHI; WERNER, 2011.
Soja	3,23 sc.ha ⁻¹	FAGGION et al., 2017.
Soja	4,94%	BRABOSA & SCHMITZ, 2015.
Soja	50,93 – 80,86kg.ha ⁻¹	CALDAS, 2009.
Soja	24,92kg.ha ⁻¹	CARA; ROSA; PRIMIERI, 2014.
Soja	94,58kg.ha ⁻¹	CAGOL, 2017.
Milho	9%	CALDAS, 2009.
Milho	7,3 – 8,2 %	LOUREIRO et al., 2012.
Milho	11 sc.ha ⁻¹	VENEGAS; GASPARELLO; ALMEIDA, 2012.
Milho	43 – 70kg.ha ⁻¹	BALABA; REDIVO, 2018.
Milho	33,73kg.ha ⁻¹	MAY, 2016.
Feijão	332,08kg.ha ⁻¹	FAVERSANI, 2014.
Feijão	135kg.ha ⁻¹	SILVA, 2008.
Feijão	4,06 – 8,75%	SONCELA, 2011.
Feijão	21,85%	REYNALDO; MACHADO; VALE, 2016.

Conforme a Embrapa (2002), cerca de 80 a 85% das perdas ocorrem na plataforma de corte, 12% pelos mecanismos internos e 3% pela debulha natural no processo de colheita mecanizada. Schanoski et al. (2011) observaram que as máquinas conduzidas por operadores não treinados apresentaram perdas acima de 150kg.ha⁻¹ em colheita de soja, demonstrando que a redução das perdas na colheita de soja pode ser reduzida pela capacitação dos operadores. Além disso, os autores afirmam que a redução das perdas pode ser obtida se houver monitoramento constante durante a colheita.

Com base na literatura, as perdas na colheita são bastante variáveis e significativas. Esta fonte de perdas, pela sua importância, deve ser considerada pelo técnico responsável pelo levantamento no momento da estimativa de produtividade da lavoura.

3.2 Correção de umidade e impurezas

Para o cálculo do peso dos grãos amostrados, é necessária a correção da umidade para os índices de referência padrão praticados pela indústria, variando de acordo com o produto em questão.

3.2.1 Método para correção de umidade

Após a retirada das impurezas da amostra com utilização da peneira, a amostra limpa é colocada no aparelho de medição de umidade. O aparelho estima o teor de umidade presente na amostra e, a partir deste dado, aplica-se o desconto de umidade conforme tabela da cerealista. Na Tabela 10, há um exemplo de descontos aplicados em função da umidade do produto entregue.

Esse desconto é aplicado sobre o peso total do produto entregue, já descontada a porcentagem de impureza. Assim, após esses descontos, o peso final será considerado o total de produto entregue pelo produtor ao armazém e será por essa quantidade que o comprador pagará o produtor.

Tabela 10. Percentuais de descontos em função da cultura e da umidade dos grãos

Umidade (%)	Soja	Milho	Feijão	Umidade (%)	Soja	Milho	Feijão
Desconto (%)				Desconto (%)			
Até 13	0,00	0,00	0,00	24,50	13,20	13,20	12,60
13,50	0,00	0,00	0,00	25,00	13,80	13,80	13,30
14,00	0,00	0,00	0,00	25,50	14,40	14,40	14,00
14,50	1,20	1,20	0,00	26,00	15,00	15,00	14,70
15,00	1,80	1,80	0,60	26,50	15,60	15,60	15,40
15,50	2,40	2,40	1,20	27,00	16,20	16,20	16,10
16,00	3,00	3,00	1,80	27,50	16,80	16,80	16,80
16,50	3,60	3,60	2,40	28,00	17,40	17,40	17,50
17,00	4,20	4,20	3,00	28,50	18,00	18,00	18,20
17,50	4,80	4,80	3,60	29,00	18,60	18,60	18,90
18,00	5,40	5,40	4,20	29,50	19,20	19,20	19,60
18,50	6,00	6,00	4,80	30,00	19,80	19,80	20,30
19,00	6,60	6,60	5,40	30,50	20,40	20,40	21,00
19,50	7,20	7,20	6,00	31,00	21,00	21,00	21,70
20,00	7,80	7,80	6,60	31,50	21,60	21,60	22,40
20,50	8,40	8,40	7,20	32,00	22,20	22,00	23,10
21,00	9,00	9,00	7,80	32,50	22,80	22,80	23,80
21,50	9,60	9,60	8,40	33,00	23,40	23,40	24,50
22,00	10,20	10,20	9,10	33,50	24,00	24,00	25,20
22,50	10,80	10,80	9,80	34,00	24,60	24,60	25,90
23,00	11,40	11,40	10,50	34,50	25,20	25,20	26,60
23,50	12,00	12,00	11,20	35,00	25,80	25,80	25,30
24,00	12,60	12,60	11,90				

Fonte: Publicação semanal da Cooperativa Castrolanda: Encarte especial safra 2017-2018, Circular Nº 07, 2018.

A classificação de grãos do produto comercializado para a indústria segue os procedimentos de acordo com as legislações e instruções normativas vigentes no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa).

3.3 Uso do aparelho receptor de sinal GPS

Para evitar que a escolha da amostra seja influenciada pelas características das plantas e ação involuntária do perito, pode-se lançar mão da definição prévia dos pontos amostrais com a utilização de coordenadas geodésicas.

Inicialmente, deve-se identificar a área com a delimitação do perímetro da lavoura, com base no croqui e/ou nas coordenadas geodésicas cadastradas junto ao agente financeiro.

Utilizando-se o *Google Earth*, com base nos limites da área, determinam-se aleatoriamente os pontos onde serão coletadas as amostras na lavoura, conforme exemplo apresentado na Figura 2.

No caso de lavouras com mais de uma gleba, o número de pontos amostrais deverá ser proporcional ao tamanho das glebas em relação ao total de área e pontos de amostra, considerando que as áreas amostradas sejam homogêneas (cultivar, solo, época de semeadura, manejo, dentre outros).

Após a definição dos pontos amostrais, as coordenadas desses pontos são transferidas para aparelhos receptores de sinal GPS com os quais localizam-se a campo os pontos a amostrar.



Figura 2. Distribuição de pontos georreferenciados para amostragem com a finalidade de determinação da produtividade

4 Considerações finais

Esta metodologia foi desenvolvida para aplicação em culturas no estágio de maturação fisiológica ou de colheita. Ela é um indicativo mínimo a ser seguido, sendo que especificidades devem ser observadas e ajustadas pelo técnico responsável pelo levantamento de acordo com a precisão e a acurácia desejadas.

Importante considerar que as inferências obtidas aqui são em função de observações em um número reduzido de lavouras e que elas podem não representar as condições de clima, solo, padrões tecnológicos, entre outras especificidades das culturas envolvidas nas regiões produtoras.

É fundamental garantir a representatividade da lavoura no processo amostral, o que é alcançado com um número mínimo de pontos e a aleatoriedade na seleção deles. Além disso, a seleção das plantas a serem amostradas em cada ponto amostral deve seguir critérios previamente estabelecidos à coleta das amostras para evitar tendenciosidade.

Sabe-se que o número de pontos a serem amostrados para estimar a produtividade com nível de confiança pré-estabelecido é influenciado pela média e pela variância da resposta. Nos casos de necessidade da realização da estimativa por algum fenômeno que gere um prejuízo é natural esperar que a média da produtividade seja menor e a variabilidade observada maior. Nesse caso recomenda-se aumentar o número de amostras considerando sempre a exequibilidade do levantamento.

Referências

- BALABA, I. J.; REDIVO, G. D. R. G. **Monitoramento de Perdas em Relação à Velocidade de Trabalho na Colheita do Milho 2ª Safra**. Guarapuava: Tech e Campo, 2018.
- BRABOSA, E. J. A.; SCHMITZ, R. **Avaliação de perdas na colheita da cultura da soja na região noroeste do Rio Grande do Sul**. 2015.
- CAGOL, F. **Perdas na Colheita Mecanizada de Soja (*Glycine max* (L.) Merirl) no Município de Pranchita- PR**. Pato Branco: UTFPR, 2017.
- CALDAS, J. D. **Perdas na colheita mecanizada de grãos: feijão, soja e milho**. 2009. 41 f. Monografia (Graduação em Gestão Agrária e Desenvolvimento Regional) – Faculdade de Ciências Exatas – Universidade Tuiuti do Paraná, Guarapuava, 2009.
- CARA, D.; ROSA, H. A.; PRIMIERI, C. **Estimativa de perdas na colheita mecanizada da soja em função de diferentes regulagens e velocidades de deslocamento**. Cascavel: Acta Iguazu, 2014.
- COOPERATIVA CASTROLANDA. Circular nº 07, de 14 de fevereiro de 2018. **Publicação semanal da Cooperativa Castrolanda: Encarte especial safra 2017-2018**. Castro, 2018. Disponível em: <<https://castrolanda.coop.br/circular/2>>. Acesso em: 16 mai. 2018.
- CUNHA, J. P. A. R.; ZANDBERGEN H. P. Perdas na colheita mecanizada da soja na região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, Brasil. **Bioscience Journal**, v.23, p.61-66. 2007.
- DIEHL, S. R. L; JUNQUETTI, M. T. de G. 2005. **Contextos gerais da soja**. Disponível em: <http://www.agrobyte.com.br/soja.htm>. 01 Dez. 2007.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologias de produção de soja**. Paraná: 2003. Londrina: Embrapa Soja, 2002. 195p. Sistemas de produção 2.
- FAGGION, F.; MELARA, D.F.; CORREIA, T.P.S.; PEREIRA, E.A. Perdas na colheita de soja por duas colhedoras depreciadas. **Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science**. Guarapuava, v.10, n.2, p.89-95, 2017.
- FAVERSANI, M. D. **Perdas na colheita mecanizada de feijão no sudoeste do paraná**. 2014. 42 f. Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2014.

FIGUEIREDO, A. S. T.; RESENDE, J.T.V.; MORALES, R.G.F.; MEERT, L.; RIZZARDI, D.A. **Influência da umidade de grãos de trigo sobre as perdas qualitativas e quantitativas durante a colheita mecanizada.** Guarapuava: **Ambiência Guarapuava (PR)**, 2013.

LOUREIRO, D. R.; FERNANDES, H.C.; TEIXEIRA, M.M.; LEITE, D.M.; COSTA, M.M. Perdas quantitativas na colheita mecanizada do milho cultivado em espaçamentos reduzidos e convencional. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.33, n.2, p.565 – 574, abr. 2012.

MAY, D. **Elaboração de Mapas de Perdas na Colheita Mecanizada do Milho.** Erechim: URI Erechim, 2016.

MULLER V.; ZALAMEMA; F.; PALAVER; L.; MASCHIO, P.; AMES, R. **Utilização de diferentes velocidades na colheita de duas cultivares de trigo (*Triticum aestivum*).** 2016.

REYNALDO, E. F.; MACHADO, T. M.; VALE, W. G. do. **Avaliação de Perdas de uma Colhedora Axial na Colheita do Feijão.** XLV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola – CONBEA, 24 a 28 de julho de 2016. Florianópolis: Conbea, 2016.

SANTA CATARINA, A. **Influência da velocidade de deslocamento da colhedora sobre as perdas na colheita mecanizada do trigo.** 2013. 46 f. Monografia (Graduação em Engenharia Agrícola) - Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI, 2013.

SCHANOSKI, R.; RIGHI, E. Z.; WERNER, V. Perdas na colheita mecanizada de soja (*Glycine max*) no município de Maringá – PR. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.** Campina Grande – PB, v.15, p.1206 – 1211, 2011.

SILVA, J. G. da. **Altura de Corte das Plantas e Perda de Feijão com Colhedora Automotriz Axial.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2008.

SONCELA, R. F. **Parâmetros de Colheita Mecanizada na Qualidade de Sementes e Grãos Armazenados de Feijão Comum.** Cascavel: Unioeste, 2011.

VENEGAS, F.; GASPARELLO, A. V.; ALMEIDA, M. P. de. Determinação de Perdas na Colheita Mecanizada do milho (*Zea mays* L.) Utilizando diferente Regulagens de Rotação do Cilindro Trilhador da Colheitadeira. Rondonópolis: **Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, 2012.



www.epagri.sc.gov.br



www.youtube.com/epagritv



www.facebook.com/epagri



www.twitter.com/epagrioficial



www.instagram.com/epagri



linkedin.com/company/epagri



<http://publicacoes.epagri.sc.gov.br>