

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

DANIEL HENRIQUE MARTINS

**ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTOS, CAPACIDADE OPERACIONAL E
PERDAS ENTRE A COLHEITA MECANIZADA E SEMI-MECANIZADA NA
CULTURA DA BATATA**

**Uberlândia
Junho – 2010**

DANIEL HENRIQUE MARTINS

**ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTOS, CAPACIDADE OPERACIONAL E
PERDAS ENTRE A COLHEITA MECANIZADA E SEMI-MECANIZADA NA
CULTURA DA BATATA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
ao curso de Agronomia, da Universidade
Federal de Uberlândia, para obtenção do
grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Walter Gomes da Cunha

**Uberlândia
Junho – 2010**

DANIEL HENRIQUE MARTINS

**ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTOS, CAPACIDADE OPERACIONAL E
PERDAS ENTRE A COLHEITA MECANIZADA E SEMI-MECANIZADA NA
CULTURA DA BATATA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
ao curso de Agronomia, da Universidade
Federal de Uberlândia, para obtenção do
grau de Engenheiro Agrônomo.

Aprovado pela Banca Examinadora em 07 de junho de 2010.

Prof. Dr. João Paulo Rodrigues da Cunha
Membro da Banca

Prof. Dr. Adriano Pirtouscheg
Membro da Banca

Prof. Msc. Walter Gomes da Cunha
Orientador

RESUMO

A batata (*Solanum tuberosum* L.) é a cultura olerácea mais importante não só no Brasil, como em todo o mundo. É considerada a quarta fonte alimentar da humanidade, situando-se logo após o arroz, o trigo e o milho. Dentre os processos que compõem seu sistema de produção a colheita apresenta-se como etapa fundamental, sendo uma das operações mais complexas e onerosas. A viabilização da mecanização da colheita vem apresentando destaque nos últimos anos, principalmente nas grandes regiões produtoras do país. O processo de colheita mecanizada da batata apresenta papel de suma importância para as regiões produtoras, principalmente para a otimização do processo produtivo, onde o produtor pode obter um rendimento de colheita muito superior ao sistema manual ou semi-mecanizado, podendo dessa forma aumentar a área de produção e promover a retirada dos tubérculos mais rápida do solo. Com o intuito de analisar a colheita mecanizada e colheita semi-mecanizada, desenvolveu-se um trabalho no município de Perdizes – MG, na propriedade Água Santa, com o objetivo de comparar tais sistemas no que diz respeito aos custos, capacidade operacional e perdas de produção durante o processo de colheita. Para a colheita mecanizada, utilizou-se uma colhedora importada da marca alemã Grimme, modelo SF 150-60; para colheita semi-mecanizada utilizou-se um trator John Deere 6300 tracionando um arrancador Hennipam WH 20 2L, seguido da operação de catação manual. Com relação aos resultados encontrados, constatou-se um custo total por hectare da colheita mecanizada de R\$ 554,12 e de R\$ 1.059,22 por hectare para a colheita semi-mecanizada. Com relação a capacidade operacional efetiva, a colheita mecanizada apresentou o resultado de 0,6500 ha/h, e a colheita semi-mecanizada uma capacidade operacional 0,0281 ha/h, considerando um catador. Quanto às perdas, a colheita mecanizada apresentou 1.042,5 kg/ha, e a colheita semi-mecanizada 2.800,0 kg/ha.

Palavras-chave: colheita mecanizada, desempenho operacional, análise de custos.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	7
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	9
2.1 Cultura da batata.....	9
2.2 Colheita da batata.....	10
2.3 Custos operacionais da colheita da batata.....	11
2.3.1 Custos Fixos.....	11
2.3.2 Custos Variáveis.....	11
2.4 Capacidade Operacional.....	11
2.5 Perdas na Colheita da Batata.....	12
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	14
3.1 Área de estudo.....	14
3.2 Delineamento experimental.....	14
3.3 Análise estatística	14
3.4 Máquinas e implementos agrícolas utilizados na colheita da batata.....	14
3.4.1 Máquinas e implementos agrícolas utilizados na colheita mecanizada da batata.....	15
3.4.2 Máquinas e implementos agrícolas utilizados na colheita semi-mecanizada da batata....	16
3.5 Análise da produtividade da área	18
3.6 Custos operacionais da colheita da batata.....	18
3.6.1 Custo operacionais da colheita mecanizada batata.....	18
3.6.2 Custo operacionais da colheita semi-mecanizada da batata.....	21
3.6.3 Custo da operação de recolhimento dos tubérculos.....	25
3.7 Avaliação da capacidade operacional da colheita da batata.....	25
3.7.1 Avaliação da capacidade operacional da colheita mecanizada.....	25
3.7.1.1 Capacidade operacional teórica (COt) da colheita mecanizada.....	25
3.7.1.2 Capacidade operacional efetiva (COe) da colheita mecanizada.....	26
3.7.1.3 Eficiência de campo (F) da colheita mecanizada.....	26
3.7.2 Avaliação da capacidade operacional da colheita semi-mecanizada.....	26
3.7.2.1 Capacidade operacional teórica (COt) da colheita semi-mecanizada.....	27
3.7.2.2 Eficiência de campo (F) da colheita semi- mecanizada.....	27
3.7.2.3 Capacidade operacional efetiva (COe) da colheita semi-mecanizada.....	27
3.7.3 Capacidade operacional da operação de recolhimento dos tubérculos.....	27
3.7.3.1 Capacidade operacional teórica (COt) da operação de recolhimento dos tubérculos....	28

3.7.3.2 Capacidade operacional efetiva (COe) da operação de recolhimento dos tubérculos...	29
3.7.3.3 Eficiência de campo (<i>F</i>) da operação de recolhimento dos tubérculos.....	30
3.8 Perdas na colheita da batata.....	31
3.8.1 Perdas na colheita mecanizada da batata.....	31
3.8.2 Perdas na colheita semi-mecanizada da batata.....	32
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	34
4.1 Análise da produtividade da área.....	34
4.2 Análise da capacidade operacional da colheita da batata.....	34
4.2.1 Análise da capacidade operacional da colheita mecanizada.....	34
4.2.1.1 Análise da capacidade operacional teórica (COt) da colheita mecanizada.....	35
4.2.1.2 Análise da capacidade operacional efetiva (COe) da colheita mecanizada.....	35
4.2.1.3 Análise da eficiência de campo (<i>F</i>) da colheita mecanizada.....	35
4.2.2 Análise da capacidade operacional da colheita semi-mecanizada.....	36
4.2.2.1 Análise da capacidade operacional do conjunto trator + arrancadora.....	36
4.2.2.1.1 Análise da capacidade operacional teórica (COt) do conjunto trator + arrancadora.....	36
4.2.2.1.2 Análise da capacidade operacional efetiva (COe) do conjunto trator + arrancadora.....	36
4.2.3 Análise da capacidade operacional da operação de recolhimento dos tubérculos	37
4.2.3.1 Análise da capacidade operacional teórica (COt) da operação de recolhimento dos tubérculos.....	37
4.2.3.2 Análise da capacidade operacional efetiva (COe) da operação de recolhimento dos tubérculos.....	37
4.2.3.3 Análise da eficiência de campo (<i>F</i>) da operação de recolhimento dos tubérculos	38
4.2.4 Análise da capacidade operacional efetiva (COe) total da colheita semi-mecanizada....	38
4.2.5 Análise comparativa entre capacidade operacional efetiva (COe) da colheita mecanizada e semi-mecanizada.....	39
4.3 Análise dos custos da colheita da batata.....	39
4.3.1 Análise dos custos da colheita mecanizada da batata.....	39
4.3.1.1 Análise dos custos fixo e variáveis da colheita mecanizada da batata.....	39
4.3.1.2 Análise do custo total da colheita mecanizada da batata.....	40
4.3.2 Análise dos custos da colheita semi-mecanizada da batata.....	41
4.3.2.1 Análise dos custos fixo e variáveis do trator	41
4.3.2.2 Análise do custo total do trator.....	41
4.3.2.3 Análise dos custos fixos e variáveis da arrancadora.....	41
4.3.2.4 Análise do custo total da arrancadora.....	42

4.3.2.5	Análise do custo da operação de recolhimento dos tubérculos.....	43
4.3.2.6	Análise do custo total da colheita semi-mecanizada.....	43
4.3.3	Análise comparativa do custo total da colheita mecanizada e semi-mecanizada.....	43
4.4	Análise das perdas na colheita da batata.....	44
4.4.1	Análise das perdas na colheita mecanizada.....	44
4.4.2	Análise das perdas na colheita semi-mecanizada.....	44
4.4.3	Análise comparativa entre perdas na colheita mecanizada e semi-mecanizada.....	45
4.5	Análise estatística.....	45
4.5.1	Análise estatística das perdas entre a colheita mecanizada e semi-mecanizada.....	45
4.5.2	Análise estatística da capacidade operacional efetiva entre a colheita mecanizada e semi-mecanizada.....	46
5	CONCLUSÕES.....	47
	REFERÊNCIAS.....	48

1 INTRODUÇÃO

A batata é a cultura olerácea mais importante não só no Brasil como em todo o mundo. É considerada a quarta fonte alimentar da humanidade, situando-se logo após o arroz, o trigo e o milho. Em alguns anos, a produção mundial de batata deverá superar a de cada um desses cereais.

A batata é a primeira cultura olerácea em importância econômica, segundo dados oficiais brasileiros, apresentando maior área cultivada, maior produção física e maior valor da produção. A área total cultivada, anualmente, vem oscilando entre noventa a cem mil hectares, aproximadamente. A produção anual brasileira é de aproximadamente três milhões de toneladas, destacando-se os Estados de Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina – responsáveis por mais de 95% da produção (FILGUEIRA, 2003).

O Produto Interno Bruto da cadeia produtiva da batata, envolvendo a geração de renda ao longo da cadeia até a comercialização final ao consumidor, foi estimado em 1,3 bilhões de dólares, anualmente. Em termos sociais, no meio rural brasileiro estima-se que são gerados 40.000 empregos diretos e 120.000 indiretos; além desses, mais 80.000 empregos durante a comercialização. Essa é a situação atual, entretanto, é viável expandir o consumo interno de batata em 50 %, desde que os preços se tornem estáveis e haja estímulo ao consumo de produtos industrializados (CAMARGO FILHO, 2001 apud FILGUEIRA, 2003).

Dentre os processos que compõem o sistema de produção da cultura da batata, a colheita apresenta-se como etapa fundamental, sendo uma das operações mais onerosas do processo produtivo. No Brasil, a colheita geralmente é realizada de forma manual ou semi-mecanizada, sendo co-responsável pelo alto custo de produção (GOMES, 2002).

De acordo com Gomes (2002), o processo de colheita mecanizada da batata apresenta papel de suma importância para as regiões produtoras, principalmente para a otimização do processo produtivo, onde o produtor pode obter um rendimento de colheita muito superior ao sistema manual ou semi-mecanizada, podendo dessa forma otimizar a área de produção e promover a retirada dos tubérculos mais rápida do solo, estando livre do risco de ataque de pragas e doenças, permitindo assim cumprir rigorosamente os prazos de entrega da produção, quando esta é destinada à indústria.

Nos Estados de São Paulo, Paraná e Minas Gerais, os bataticultores especializados no fornecimento de batata para a indústria iniciaram um movimento para a aquisição e trocas de experiências com colhedoras importadas de batata, conseqüentemente criaram uma demanda

por informações referentes às reais oportunidades de melhoria que a mecanização da colheita vem propiciando (GOMES, 2002).

Com o advento de novas tecnologias, são necessários estudos para se quantificar a real capacidade operacional e os custos destas novas colhedoras, bem como as eventuais perdas de tubérculos durante o processo da colheita.

Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo comparar a colheita mecanizada e semi-mecanizada no que diz respeito aos custos, capacidade operacional e perdas de produção durante o processo de colheita da cultura da batata.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cultura da batata

Segundo Filgueira (2003), a espécie *Solanum tuberosum* ssp. *tuberosum*, cultivada mundialmente, teve como centro de origem a vizinhança do lago Titicaca, próximo à atual fronteira entre Peru e Bolívia. Nos Andes, a bataticultura tem sido praticada pelos indígenas, nos últimos oito milênios, havendo oito espécies botânicas cultivadas e mais de 200 espécies tuberíferas silvestres. A batata andina foi levada para a Espanha em 1570, após a conquista do Império Inca pelos espanhóis; porém, somente duzentos anos depois se tornou um alimento básico para os europeus. A cultura foi disseminada pela maioria das regiões tropicais e subtropicais do planeta, tornando-se a base da alimentação de muitos povos.

A batata (*Solanum tuberosum* ssp. *tuberosum*) pertence a família das solanáceas, apresenta porte herbáceo, multiplicação assexuada e com altura variando de 50 a 70 cm. A planta da batata apresenta três tipos de caule, sendo estes o caule aéreo, os estolões e os tubérculos. Os tubérculos são os caules responsáveis pelo armazenamento de reservas. O tubérculo da batata é considerado um alimento completo, pois apresenta em sua constituição, carboidratos, proteínas, vitaminas, sais minerais, ferro, fósforo e potássio. O ciclo de produção da batata pode ser classificado em precoce (<90dias), médio (90-110 dias) ou longo (>110 dias). Existem três épocas de plantio da batata no Brasil, o plantio das águas (Novembro a Março), o plantio da seca (Abril a Agosto) e o plantio de inverno (Julho a Setembro). Algumas das variedades plantadas no Brasil são: Ágata, Asterix, Atlantic, Bintje, Cupido e Monalisa.

De acordo com o Agriannual (2010), a China é o maior produtor mundial de batata com 72 milhões de toneladas, seguida pela Rússia com 37 milhões de toneladas, e Índia com 26 milhões de toneladas, de acordo com a Associação Brasileira da Batata (ABBA) em 2007 o Brasil produziu cerca de 3,5 milhões de toneladas. Em relação à área plantada a China continua em primeiro com 5,0 milhões de hectares, em segundo a Rússia com 2,9 milhões de hectares, e posteriormente a Ucrânia com 1,5 milhões de hectares. A área plantada com batata pelo Brasil foi, de acordo com o Agriannual (2010) de aproximadamente 100 mil hectares .

Para o processo de produção da cultura da batata vários pontos devem ser atendidos, tendo em vista que esta cultura é bastante suscetível ao ataque de pragas e doenças. Deve-se

cuidar ainda com fatores como preparo do solo, irrigação, adubação, tratos culturais, colheita armazenamento, entre outros conforme Gomes (2005).

2.2 Colheita da batata

Geralmente, o ciclo até a secagem natural da planta é de 90-115 dias do plantio nas condições brasileiras. A duração do ciclo depende da cultivar, mas também de outros fatores, destacando-se: o estado fisiológico da batata-semente plantada; a adubação utilizada, especialmente a nitrogenada, e as condições agroclimáticas. O amarelecimento da parte aérea, seguindo-se o secamento, indica que a planta completou a maturação. Em tal condição, os tubérculos desprendem-se facilmente dos estolões, e apresentam película firme e bem-aderida, resistindo à esfoladura provocada pelo atrito com os dedos. Tubérculos colhidos perfeitamente maduros destacam-se pela qualidade, obtendo-se melhores cotações comerciais, em se tratando de batata-consumo. Também resistem melhor à armazenagem sob condições ambientais (FILGUEIRA, 2003).

A colheita da batata em áreas serranas em pequenas propriedades de terreno acidentado é efetuada manualmente. Pequenos produtores utilizam a enxada para desfazer as leiras e expor os tubérculos para posterior recolhimento. Aradinhos de aiveca reversíveis ou sulcadores tracionados por animais também são utilizados para desfazer as leiras e expor as batatas seguindo-se o recolhimento efetuado manualmente (FILGUEIRA, 2003).

Por outro lado a colheita semi-mecanizada é utilizada por produtores maiores, em regiões de topografia favorável, em glebas planas ou com ligeira declividade. Estão disponíveis pequenas colhedoras mecânicas fabricadas no Brasil, as quais, acopladas a um trator, desfazem as leiras e expõem os tubérculos, com eficiência e rapidez. Funcionam bem, especialmente em solos de textura média, obtendo-se tubérculos sem cortes ou esfoladuras, se colhidos com película firme. O solo ligeiramente úmido favorece a operação. Após a exposição dos tubérculos, o recolhimento é efetuado manualmente por homens, jovens ou mulheres, que também efetuam uma previa seleção a campo (FILGUEIRA, 2003).

Colhedoras mais sofisticadas vêm sendo utilizadas em países de bataticultura avançada, e vêm sendo introduzidas a partir de meados da década de 1990. A tendência à mecanização total da colheita relaciona-se com a disponibilidade e o custo da mão-de-obra. Tais colhedoras desfazem as leiras e recolhem as batatas, de duas ou mais fileiras, encaminhando-as às carretas transportadoras. São máquinas maiores, que exigem fileiras alongadas para serem evitadas manobras freqüentes e perda de tempo. São funcionais em glebas de topografia

plana, preferencialmente em solos mais leves, sendo eficientemente operadas em regiões de cerrado, em plantios extensivos (FILGUEIRA, 2003).

2.3 Custos operacionais da colheita da batata

Os custos das operações mecanizadas podem representar até 50% do custo de produção total dos produtos agrícolas. A estimativa dos custos ajuda a avaliar a melhor opção entre aluguel e compra para o produtor rural. Divide-se o custo operacional em dois componentes, sendo eles, custos fixos, e custos variáveis. Os custos fixos independem da intensidade de utilização da máquina e são divididos em custos fixos operacionais e custos fixos alternativos, em contrapartida os custos variáveis dependem da intensidade de utilização da máquina e também são divididos em custos variáveis operacionais e custos variáveis alternativos. (CUNHA, 2005).

2.3.1 Custos Fixos

Os componentes do custo fixo são: depreciação, abrigo e seguros. A depreciação linear está associada com o desgaste natural da máquina, na medida em que esta envelhece, ou seja, é a desvalorização da máquina em função do tempo. Abrigo e seguros são considerados em conjunto e equivalem a 3% ao ano sobre o valor inicial de aquisição da colhedora. O custo fixo alternativo é a remuneração do capital investido (CUNHA, 2005).

2.3.2 Custos Variáveis

Os componentes do custo variável são: combustíveis, lubrificantes, manutenção, e mão de obra. Os gastos com combustível são variáveis dependendo da intensidade da utilização da colhedora, e da potência do motor da colhedora. O gasto com lubrificante está relacionado com as trocas de óleo e o uso de graxas. A manutenção é dividida entre os gastos com as manutenções preventivas e corretivas. O custo com mão de obra depende do número de trabalhadores, do salário destes trabalhadores e conseqüentemente dos encargos sociais. O variável alternativo é a remuneração do capital investido (CUNHA, 2005).

2.4 Capacidade operacional

Capacidade operacional (ou de trabalho) é a relação entre o trabalho executado em determinada área e o tempo gasto em sua execução, é de grande importância, pois a quantificação da capacidade operacional de uma colhedora influenciará no planejamento e na administração da colheita como um todo. Existem dois tipos de capacidade operacional, uma teórica e uma efetiva. A capacidade operacional teórica considera que, durante o trabalho, todo tempo gasto é utilizado exclusivamente na execução da operação, por outro lado a capacidade operacional efetiva considera as condições reais de trabalho, ou seja, leva em conta paradas necessárias durante a operação da colheita. A relação entre a capacidade operacional teórica e a capacidade operacional efetiva é chamada de eficiência de campo. Alguns fatores influenciam a eficiência de campo, como por exemplo: condições do terreno, formato da área, habilidade do operador, operação executada e a capacidade de depósito da colhedora (CUNHA, 2005).

Montaldo (1984, apud GOMES 2002) comenta que a eficiência de campo de colhedoras de batata está em torno de 70%.

2.5 Perdas na colheita da batata

De acordo com Henz e Brune (2004), o produtor, considera como perda os tubérculos não colhidos no campo e toda condição que reduza a produtividade ou a qualidade dos tubérculos. Em um levantamento realizado em Minas Gerais, a Fundação João Pinheiro (1992, apud HENZ; BRUNE, 2004), estimou as perdas na propriedade entre 5-10% da produção de batata.

Gomes (2002) desenvolveu um trabalho no município de Vargem Grande do Sul, SP, no qual verificou o desempenho operacional de cinco colhedoras, que apresentaram perdas médias de tubérculos de 260 a 3.455 kg/ ha

Com relação ao processo de colheita, Mesquita (1975, apud INFOAGRO, 2000) já comentava que grande número de agricultores considera as perdas durante a colheita mecânica como um fato natural, o autor comenta que a maioria dos agricultores subestima as perdas, não se preocupando com o produto deixado no solo, principalmente quando a cultura apresenta boa produtividade, sendo que neste caso as perdas são reduzidas apenas em termos comparativos ou percentuais, mas sendo altas em quantidade de produto perdido por unidade de área.

Com relação às perdas na colheita mecânica de batata, Mattila (1989, apud GOMES 2005) em estudo na Irlanda, encontrou uma perda média de 2600 kg/ha equivalente a 7,6% da produção encontrada.

Essen e Lint (1974, apud GOMES 2005) comentam que as perdas de tubérculos de batata ocorreram sob e sobre o solo e que os danos nos tubérculos também devem ser considerados como fator de estudos na colheita mecanizada de batata. O Ilr (1960, apud GOMES 2005), avaliando uma colhedora Grimme-Universal, estudou os fatores que poderiam estar contribuindo para a ocorrência de perdas. O trabalho foi realizado em três tipos de solos, arenoso, arenoso/turfoso e argiloso. Os resultados mostraram maiores perdas no solo argiloso, sendo que a perda em forma de dano também foi maior no solo argiloso, devido à maior presença de torrões que sobrecarregaram as peneiras e danificaram os tubérculos. Comenta-se ainda que em solo arenoso, a velocidade de trabalho é bastante superior aos solos argilosos, devido ao fator de eliminação de torrão. Dean (1993, apud GOMES 2005) comenta que para prevenir perdas e evitar danos aos tubérculos na colheita mecanizada, é necessário fazer um bom ajuste da máquina em relação à lavoura a ser colhida.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

O trabalho foi realizado em uma lavoura comercial de batata, cultivada em área sob sistema de pivô central, na propriedade agrícola Fazenda Água Santa, de propriedade de João Emilio Rocheto no município de Perdizes, Estado de Minas Gerais, a cerca de 90 km de Uberlândia. O trabalho foi realizado em uma área de 92 hectares, sendo as variedades plantadas na área, Asterix e Cupido. A cultura foi plantada no dia 24 de junho de 2009 e a colheita iniciou-se em 21 de outubro de 2009: a colheita mecanizada foi realizada em 54 hectares e a colheita semi-mecanizada em 38 hectares.

3.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com dois tratamentos: colheita mecanizada e semimecanizada. Inicialmente determinou-se a produtividade média da área, por meio de 10 amostragens aleatória ao longo da área de estudo. Para análise da capacidade operacional efetiva (Coe) e teórica (COt) da colheita mecanizada e da capacidade operacional teórica (COt) do conjunto trator+arrancador foram feitas 5 amostragens, e para análise da capacidade operacional teórica (COt) e efetiva (COe) da operação de recolhimento dos tubérculos pelos catadores foram feitas 4 amostragens para 6 trabalhadores diferentes. Para análise de perdas na colheita mecanizada e semi-mecanizada, foram feitas 10 amostragens em pontos escolhidos aleatoriamente em cada área.

3.3 Análise estatística

Os resultados obtidos para capacidade operacional teórica, efetiva e perdas na colheita mecanizada e semi-mecanizada foram comparadas entre si pelo Teste T, a 0,05 de probabilidade: duas amostras presumindo variâncias diferentes, utilizando-se o programa Excel 2003.

3.4 Máquinas e implementos agrícolas utilizados na colheita da batata

As máquinas e implementos agrícolas utilizados na colheita da batata foram divididos em máquinas e implementos utilizados na colheita mecanizada e máquinas e implementos utilizados na colheita semi-mecanizada.

3.4.1 Máquinas e implementos agrícolas utilizados na colheita mecanizada

A colheita mecanizada da batata foi realizada utilizando-se uma colhedora de origem alemã da marca Grimme. No processo da colheita mecanizada, além do operador da máquina são necessários mais quatro trabalhadores para realizarem a operação de separação de pedras, torrões, e qualquer outro material que possa ser colhido juntamente com os tubérculos. As características operacionais e econômicas da colhedora foram descritas na Tabela 1. Todos os dados operacionais foram obtidos diretamente com o fabricante da colhedora e os dados econômicos foram obtidos na propriedade onde o trabalho foi realizado. A colhedora foi ilustrada na Figura 1.

Tabela 1 - Características operacionais e econômicas da colhedora Grimme SF150-60.

Descrição	Características operacionais
Marca	Grimme
Modelo	SF 150-60
Nº de linhas	2
Largura de colheita	1,30 metros
Potência do motor	280 cv
Valor de aquisição	R\$882.023,99
Vida útil	10 anos
Velocidade média de trabalho	6,5 km/h
Horas de trabalho anual	1000 horas
Taxa de juros	7,5% a.a.
Salário + encargos operador	R\$ 1569,60/mês
Salário + encargos trabalhadores braçais	R\$ 981,60/mês
Óleo Diesel	R\$ 1,69/L
Óleo Lubrificante	R\$ 7,85/L
Graxa	R\$ 9,80/kg



Figura 1 - Colhedora Grimme SF 150-60. (a): Vista geral da colhedora; (b): Detalhe do sistema de alimentação; (c): Detalhe do reservatório; (d): Detalhe do sistema de descarregamento.

3.4.2 Máquinas e implementos agrícolas utilizados na colheita semi-mecanizada da batata

A colheita semi-mecanizada da cultura da batata é realizada em duas etapas, primeiramente os tubérculos são retirados do solo pelo conjunto trator + arrancador e enleirados de forma retilínea sobre o solo, posteriormente o recolhimento é efetuado manualmente pelos catadores.

As características operacionais e econômicas do trator utilizado na colheita semi-mecanizada foram descritas na Tabela 2, e as características operacionais e econômicas do arrancador utilizado foram descritas na Tabela 3. Todos os dados referentes ao trator e ao arrancador foram obtidos na propriedade onde o trabalho foi realizado. O conjunto trator + arrancador foi ilustrado na Figura 2.

Tabela 2 - Características operacionais e econômicas do trator John Deere 6300.

Descrição	Características operacionais
Marca	John Deere
Modelo	6300
Valor de aquisição	R\$ 60.000,00
Vida útil	10 anos
Horas trabalho anual	1000 horas
Potência nominal	100 cv
Potência na TDP	87 cv
Velocidade média de trabalho	2,5km/h
Salário +encargos Operador	R\$1081,25/mês
Taxa de juros	7,5% a.a.
Óleo diesel	R\$ 1,698/L
Óleo lubrificante	R\$ 7,855/L
Graxa	R\$ 9,80/kg

Tabela 3 - Características operacionais e econômicas do arrancador Hennipman WH 20 2L.

Descrição	Características
Marca	Hennipman
Modelo	WH 20 2L
Valor de aquisição	R\$ 36.190,00
Taxa de juros	7,5% a.a.
Vida útil	5 anos
Horas de trabalho anual	1000
Nº de linhas	2
Largura	1,30 metros
Graxa	R\$ 9,80/kg



Figura 2 - Conjunto trator + arrancador

3.5 Análise da produtividade da área

A produtividade da área foi analisada coletando-se e pesando-se todos os tubérculos em um ponto amostral de 4 m² escolhido aleatoriamente tanto na área a ser colhida mecanicamente quanto na área a ser colhida semi-mecanicamente. Os resultados foram obtidos através da média das 10 amostras realizadas na área, os tubérculos foram pesados com uma balança portátil da marca Walmur, posteriormente os dados foram convertidos para sacos de 50 kg por hectare.

3.6 Custos operacionais da colheita da batata

Foram avaliados todos os custos inerentes a colheita mecanizada e semi-mecanizada da batata.

3.6.1 Custos operacionais da colheita mecanizada da batata

Foram avaliados todos os custos inerentes à colheita mecanizada da batata, sendo estes divididos em custos fixos e variáveis. Os custos fixos da colhedora foram calculados das seguintes maneiras de acordo com Cunha (2005):

Depreciação:

$$D = \frac{V_i - V_s}{V_u} \dots\dots\dots 1$$

D = Depreciação da colhedora..... R\$/h
 Vi = Valor inicial da colhedora..... R\$
 VS = Valor final da colhedora.....R\$
 Vu = Vida útil da colhedora.....horas

Remuneração do capital fixo:

$$J = \frac{(V_i + V_s)}{2} \times i \times \frac{1}{h/\text{ano}} \dots\dots\dots 2$$

J = Remuneração do capital fixo da colhedora.....R\$/h
 Vi = Valor inicial da colhedora.....R\$
 VS = Valor final da colhedora.....R\$
 i = Taxa de juros.....a.a
 h/ano = Horas de utilização anual da máquina.....h

Abrigo e Seguro:

$$A/S = \frac{V_i \times 0,03}{h/\text{ano}} \dots\dots\dots 3$$

A/S = Abrigo e Seguro da colhedora.....R\$/h
 Vi = Valor inicial da colhedora..... R\$
 h/ano = Horas de utilização por ano da colhedora.....h

Os custos variáveis da colhedora foram calculados das seguintes maneiras de acordo com Cunha (2005):

Combustível:

$$C = 0,164 \times PN \times \text{Preço/L} \dots\dots\dots 4$$

C = Consumo de combustível.da colhedora.....R\$/h
 PN = Potência nominal da colhedora.....cv

Preço/L = Preço por litro de combustível.....R\$/L

Óleo lubrificante:

$$C_o = 0,00043x \text{ PN} + 0,02169 x \text{ Preço/L} \dots\dots\dots 5$$

C_o = Custo do óleo lubrificante.....R\$

PN = Potência nominal da colhedora.....cv

Preço/L = Preço por litro e óleo.....R\$/L

Graxa:

$$G : 0,05\text{kg/h} x \text{ Preço/kg graxa} \dots\dots\dots 6$$

G = Custo da graxa.....R\$/h

Manutenção:

$$M = \frac{V_i}{V_u x \text{ h/ano}} \dots\dots\dots 7$$

M = Manutenção da colhedora.....R\$/h

V_i = Valor inicial da colhedora.....R\$

V_u = Vida útil da colhedora.....Anos

h/ano = Horas de utilização da colhedora por ano.....h

Mão-de-obra:

$$M_o = \frac{\text{Salário} + \text{Encargos}}{\text{h/mês}} \dots\dots\dots 8$$

M_o = Mão-de-obra.....R\$/h

Salário = Salário pago por mês ao operador da colhedora.....R\$

Encargos = Encargos sociais relativos ao operador da colhedora...R\$

h/mês = Número de horas trabalhadas por mês pelo operador.....h*

* Para o cálculo do número de horas trabalhadas por mês considerou-se 8 horas por dia e 22 dias por mês, totalizando 176 horas por mês.

Remuneração do capital circulante:

A remuneração do capital circulante foi calculada pela aplicação da taxa de juros sobre o valor total do custo operacional variável da colhedora, conforme descreve Souza (1990).

3.6.2 Custos operacionais da colheita semi-mecanizada da batata

Foram avaliados todos os custos inerentes à colheita semi-mecanizada da batata, sendo estes divididos em custos do trator, custos do arrancador e custos da operação de recolhimento dos tubérculos. Os custos do trator e da arrancadora foram divididos em custos fixos e os custos variáveis. Os custos fixos do trator foram calculados das seguintes maneiras de acordo com Cunha (2005):

Depreciação:

$$D = \frac{V_i - V_s}{V_u} \dots\dots\dots 9$$

D = Depreciação do trator..... R\$/h

V_i = Valor inicial do trator..... R\$

V_s = Valor final do trator.....R\$

V_u = Vida útil do trator.....horas

Remuneração do capital fixo:

$$J = \frac{(V_i + V_s)}{2} \times i \times \frac{1}{h/\text{ano}} \dots\dots\dots 10$$

J = Remuneração do capital fixo do trator.....R\$/h

V_i = Valor inicial do trator.....R\$

V_s = Valor final do trator.....R\$

i = taxa de juros.....a.a
 h/ano = Horas de utilização anual da máquina.....h

Abrigo e Seguro:

$$A/S = \frac{V_i \times 0,03}{h/\text{ano}} \dots\dots\dots 11$$

A/S = Abrigo e Seguro.....R\$/h
 V_i = Valor inicial do trator..... R\$
 h/ano = Horas de utilização por ano do trator.....h

Os custos variáveis do trator foram calculados das seguintes maneiras de acordo com Cunha (2005):

Combustível:

$$C = 0,151 \times \text{PTOmax} \times \text{Preço/L} \dots\dots\dots 12$$

C = Consumo de combustível. do trator.....R\$/h
 PTOmax = Potência máxima na TDP do trator.....cv
 Preço/L = Preço por litro de combustível.....R\$/L

Óleo lubrificante:

$$C_o = 0,00043 \times \text{PN} + 0,02169 \times \text{Preço/L} \dots\dots\dots 13$$

C_o = Custo do óleo lubrificante.....R\$
 PN = Potência nominal do trator.....cv
 Preço/L = Preço por litro e óleo.....R\$/L

Graxa:

$$G : 0,05 \text{kg/h} \times \text{Preço/kg graxa} \dots\dots\dots 14$$

G= Custo da graxa.....R\$/h

Manutenção:

$$M = \frac{Vi}{Vu \times h/\text{ano}} \dots\dots\dots 15$$

M = Manutenção do trator.....R\$/h

Vi = Valo inicial do trator.....R\$

Vu = Vida útil do trator.....Anos

h/ano = Horas de utilização da colhedora por ano.....h

Mão-de-obra:

$$Mo = \frac{\text{Salário} + \text{Encargos}}{h/\text{mês}} \dots\dots\dots 16$$

Mo = Mão-de-obra.....R\$/h

Salário = Salário pago por mês ao operador do trator.....R\$

Encargos = Encargos sociais pagos ao operador do trator.....R\$

h/mês = Numero de horas trabalhadas por mês pelo operador...h*

* Para o cálculo do número de horas trabalhadas por mês considerou-se 8 horas por dia e 22 dias por mês, totalizando 176 horas por mês.

Remuneração do capital circulante:

A remuneração do capital circulante foi calculada pela aplicação da taxa de juros sobre o valor total do custo operacional variável do trator, conforme descreve Souza (1990).

Os custos fixos do arrancador foram calculados das seguintes maneiras de acordo com Cunha (2005):

Depreciação:

$$D = \frac{V_i - V_S}{V_u} \dots\dots\dots 17$$

D = Depreciação do arrancador..... R\$/h

V_i = Valor inicial do arrancador.....R\$

V_S = Valor final do arrancador.....R\$

V_u = Vida útil do arrancador.....horas

Remuneração do capital fixo:

$$J = \frac{(V_i + V_S)}{2} \times i \dots\dots\dots 18$$

J = Remuneração do capital fixo do arrancador.....R\$/h

V_i = Valor inicial do arrancador.....R\$

V_S = Valor final do arrancador.....R\$

i = taxa de juros.....a.a

Abrigo e Seguro:

$$A/S = \frac{V_i \times 0,03}{h/ano} \dots\dots\dots 19$$

A/S = Abrigo e Seguro.....R\$/h

V_i = Valor inicial do arrancador.....R\$

h/ano = Horas de utilização por ano do arrancador.....h

Os custos variáveis do arrancador foram calculados das seguintes maneiras de acordo com Cunha (2005):

Graxa:

$$G : 0,05\text{kg/h} \times \text{Preço/kg graxa} \dots\dots\dots 20$$

G = Custo da graxa.....R\$/h

Manutenção:

Conforme descreve Cunha (2005), a manutenção de implementos é considerada 5% do valor inicial ao ano.

Remuneração do capital circulante:

A remuneração do capital circulante foi calculada pela aplicação da taxa de juros sobre o valor total do custo operacional variável do arrancador, conforme descreve Souza (1990).

3.6.3 Custo da operação de recolhimento dos tubérculos

O custo da operação de recolhimento dos tubérculos foi estimado em R\$0,90 por saco de acordo com dados obtidos na propriedade onde o trabalho foi realizado, tendo em vista o valor pago a mão-de-obra, sendo o salário final de cada trabalhador variável, pois o salário depende da capacidade de recolhimento de cada trabalhador.

3.7 Avaliação da capacidade operacional da colheita da batata

Foram avaliadas as capacidades operacionais da colheita mecanizada , semi-mecanizada e da operação de recolhimento dos tuberculos da batata.

3.7.1 Avaliação da capacidade operacional da colheita mecanizada

Foram avaliadas as capacidades operacionais teórica, efetiva e conseqüentemente a eficiência de campo da colheita mecanizada

3.7.1.1 Capacidade operacional teórica (COt) da colheita mecanizada

A capacidade de operacional teórica (COt) da colheita mecanizada conforme descreve Cunha (2005) é dada por:

$$COt = \frac{V \times L}{10} \dots\dots\dots 21$$

COt = Capacidade operacional teórica.....ha/h

V = Velocidade média da colhedora.....Km/h

L = Largura de colheita.....m

3.7.1.2 Capacidade operacional efetiva (COe) da colheita mecanizada

A capacidade de operacional efetiva (COe) da colheita mecanizada conforme descreve Cunha (2005) é dada por:

$$COe = \frac{A.Tr}{T.e} \dots\dots\dots 22$$

COe = Capacidade operacional efetiva.....ha/h

A.Tr = Área trabalhada.....m²

T.e = Tempo efetivo.....minutos

3.7.1.3 Eficiência de campo (F) da colheita mecanizada

A eficiência de campo (F) da colheita mecanizada conforme descreve Cunha (2005) é dada por:

$$F = \frac{COe}{COt} \times 100\% \dots\dots\dots 23$$

F = eficiência de campo.....%

COe = Capacidade operacional efetivaha/h

COt = Capacidade operacional teórica.....ha/h

3.7.2 Avaliação da capacidade operacional da colheita semi-mecanizada

Foram avaliadas as capacidades operacionais teórica, efetiva e a eficiência de campo da colheita semi-mecanizada no que diz respeito à operação de retirada dos tubérculos do solo pelo conjunto trator + arrancador e também da operação de recolhimento dos tubérculos pelos catadores.

3.7.2.1 Capacidade operacional teórica (COt) da colheita semi-mecanizada

A capacidade de operacional teórica (COt) da retirada de tubérculos conforme descreve Cunha (2005) é dada por:

$$COt = \frac{V \times L}{10} \dots\dots\dots 24$$

COt = Capacidade operacional teórica.....ha/h

V = Velocidade média do arrancador.....Km/h

L = Largura da trabalho.....m

3.7.2.2 Eficiência de campo (F) da colheita semi- mecanizada

A eficiência de campo (*F*) do conjunto trator-arrancadora foi considerada 70% MONTALDO (1984, apud GOMES 2002).

3.7.2.3 Capacidade operacional efetiva (COe) da colheita semi-mecanizada

A capacidade operacional efetiva (COe) da colheita semi-mecanizada conforme descreve Cunha (2005) é dada por:

$$COe = COt \times F \dots\dots\dots 25$$

COe = Capacidade operacional efetivaha/h

COt = Capacidade operacional teórica.....ha/h

F = eficiência de campo.....70%

3.7.3 Capacidade operacional da operação de recolhimento dos tubérculos

Foram avaliadas as capacidades operacionais teórica, efetiva e conseqüentemente a eficiência de campo da operação de recolhimento dos tubérculos.

3.7.3.1 Capacidade operacional teórica (COt) da operação de recolhimento dos tubérculos

A capacidade operacional teórica (COt) da operação de recolhimento dos tuberculos foi calculada da seguinte maneira conforme descreve Cunha (2005) :

$$COt = \frac{V \times L}{10} \dots\dots\dots 26$$

COt = Capacidade operacional teórica.....ha/h

V = Velocidade média de recolhimento dos tubérculos.....Km/h

L = Largura da leira de batata a ser colhida.....m

Para determinação da velocidade de recolhimento dos tubérculos primeiramente foi demarcada uma área de 4 m² (1,30m x 3,08m) em uma área onde os tubérculos foram retirados do solo pelo conjunto trator + arrancador. Posteriormente foi cronometrado o tempo de recolhimento destes tubérculos pelo catador. Foi considerado apenas o tempo de recolhimento dos tubérculos, não considerando o tempo gasto com outras atividades e paradas necessárias, a mesma operação foi repetida com 6 trabalhadores e com 4 repetições por trabalhador. Estes foram escolhidos aleatoriamente no momento da determinação da COt . Os trabalhadores analisados foram apresentados no item Resultados e Discussão com a denominação de letras, (A,B,C,D,E e F) sendo o trabalhador A homem de 23 anos e com 7 meses de experiência na operação de recolhimento de batata; B, mulher, 21 anos, 5 meses de experiência; C, homem, 19 anos, 6 meses de experiência; D, mulher, 22 anos, 1 ano de experiência; E, homem, 23 anos, 2,5 anos de experiência; e F, mulher 23 anos, 3 anos de experiência. A COt foi obtida utilizando-se a média da velocidade de recolhimento dos vários trabalhadores analisados. Esta operação está ilustrada na Figura 3.



Figura 3 - Conjunto de imagens da determinação da velocidade de recolhimentos dos tubérculos pelos trabalhadores.

3.7.3.2 Capacidade operacional efetiva (COe) da operação de recolhimento dos tubérculos

A Capacidade Operacional Efetiva (COe) da operação de recolhimento dos tubérculos foi calculada da seguinte maneira conforme descreve Cunha (2005):

$$COe = \frac{A.Tr}{T.e} \dots\dots\dots 27$$

COe = Capacidade operacional efetiva.....ha/h

A.Tr = Área trabalhada.....m²

T.e = Tempo efetivo.....minutos

Para determinação da capacidade operacional efetiva (COe) da operação de recolhimento dos tubérculos foi cronometrado o tempo total para se completar o saco utilizado na colheita, e posteriormente mediu-se a área necessária para enchimento do saco. Foi considerado o tempo total, ou seja, tempo gasto na operação de recolhimento, tempo gasto

para paradas e deslocamento necessários na área e esvaziamento do saco colhido em seu respectivo “bag”. Sendo os sacos padronizados, a operação foi realizada com 6 trabalhadores e com 4 repetições para cada trabalhador. Os trabalhadores analisados foram os mesmos analisados para determinação da capacidade operacional teórica (COt) (item 3.8.3.1). A operação está ilustrada na Figura 4.



Figura 4 - Conjunto de imagens da determinação da capacidade operacional efetiva na operação de recolhimento dos tubérculos.

3.7.3.3 Eficiência de campo (F) da operação de recolhimento dos tubérculos

A eficiência de campo (F) da operação de recolhimento dos tubérculos conforme descreve Cunha (2005) é dada por:

$$F = \frac{COe}{COt} \times 100\% \dots\dots\dots 28$$

F = eficiência de campo.....%

COe = Capacidade operacional efetivaha/h

COt = Capacidade operacional teórica.....ha/h

3.8 Perdas na colheita da batata

Foram analisadas as perdas na colheita mecanizada e semi-mecanizada da batata.

3.8.1 Perdas na colheita mecanizada

A avaliação de perdas na colheita mecanizada foi realizada verificando-se e coletando-se em cada um dos pontos amostrais a presença de tubérculos remanescentes, imediatamente após a passagem da colhedora (Figura 5). Foi utilizada para essa avaliação uma enxada para revolvimento manual de solo com o intuito de se recolher todos os tubérculos remanescentes sob e sobre o solo. Os pontos amostrados foram escolhidos aleatoriamente na área. Os dados de perdas foram obtidos em uma área de 4m² para cada um dos pontos amostrados. Os tubérculos remanescentes foram coletados, ensacados e pesados com uma balança portátil da marca Walmur (Figura 6), sendo considerados como perdas, todos os tubérculos remanescentes. Foram realizadas 10 amostragens em pontos diferentes da área colhida mecanicamente e considerada como perda de tubérculos na colheita mecanizada a média do peso de tubérculos encontrados nas 10 amostragens.



Figura 5 - Perdas na colheita mecanizada.



Figura 6 - Pesagem dos tubérculos remanescentes na área após a colheita mecanizada.

3.8.2 Perdas na colheita semi- mecanizada

A avaliação de perdas na colheita semi-mecanizada foi realizada verificando-se e coletando-se em cada um dos pontos amostrais a presença de tubérculos remanescentes, imediatamente após a passagem do conjunto trator + arrancador e dos catadores de batata (Figura 7). Foi utilizada para essa avaliação uma enxada para revolvimento manual de solo com o intuito de se recolher todos os tubérculos remanescentes sob e sobre o solo. Os pontos amostrados foram escolhidos aleatoriamente na área. Os dados de perdas foram obtidos em uma área de 4 m² para cada um dos pontos amostrados. Os tubérculos remanescentes foram coletados ensacados e pesados com uma balança portátil da marca Walmur (Figura 6), sendo considerados como perdas, todos os tubérculos remanescentes. Foram realizadas 10 amostragens em pontos diferentes da área colhida semi-mecanicamente e considerada como perda de tubérculos na colheita semi-mecanizada a média do peso de tuberculos encontrados nas 10 amostragens.



Figura 7 - Perdas na colheita semi-mecanizada

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise da produtividade da área

Na análise da produtividade da área encontrou-se o valor de 44.350 kg /hectare, ou 887 sacos de 50 kg, conforme Tabela 4.

Tabela 4 - Produtividade da área

Amostra	Peso/amostra (kg)	kg/hectare	Sacos/hectare
1	16,5	41.450	829
2	17,6	44.000	880
3	17,4	43.500	870
4	16,8	42.000	840
5	18,5	46.250	925
6	18,4	46.000	920
7	19,5	48.750	975
8	17,3	43.250	865
9	18,2	45.500	910
10	17,2	43.000	860
Média	17,74	44.350	887
C.V. (%)	5,09		

4.2 Análise da capacidade operacional da colheita da batata

A análise da capacidade operacional da colheita da batata foi dividida em capacidade operacional da colheita mecanizada, capacidade operacional da colheita semi-mecanizada e análise comparativa entre a capacidade operacional efetiva da colheita mecanizada e semi-mecanizada conforme itens a seguir.

4.2.1 Análise da capacidade operacional da colheita mecanizada

A análise da capacidade operacional da colheita mecanizada foi dividida em análise da capacidade operacional teórica (COt), análise da capacidade operacional efetiva (COe) e análise da eficiência de campo (*F*) da colheita mecanizada.

4.2.1.1 Análise da capacidade operacional teórica (COt) da colheita mecanizada

Aplicando-se a fórmula descrita no item 3.8.1.1 para análise da capacidade operacional teórica (COt) da colheita mecanizada encontrou-se o valor de 0,85 ha/h, ou seja, se todo o tempo em que a colhedora estiver no campo for gasto exclusivamente com a operação da colheita, esta tem capacidade de colher em uma hora 0,85 hectares, ou 8500 m² por hora.

4.2.1.2 Análise da capacidade operacional efetiva (COe) da colheita mecanizada

Encontrou-se uma média de 0,65 ha/h para capacidade operacional efetiva (COe) da colheita mecanizada, ou seja, levando-se em consideração o tempo necessário com paradas no campo, sejam estas para reabastecimento ou descarregamento da batata colhida, a colhedora analisada tem capacidade para colher 0,65 ha/h ou 6500 m² por hora, conforme resultados descritos na Tabela 5.

Tabela 5 - Resultados obtidos para capacidade operacional efetiva (COe) da colheita mecanizada.

Amostra	Área (m ²)	Tempo(minutos)	hectares/hora
1	1813,50	18`28``	0,59
2	1498,90	14`21``	0,63
3	965,77	8`34``	0,68
4	1562,47	19`53``	0,47
5	1862,90	12`41``	0,88
Média	1540,71	14`47``	0,65
C.V. (%)			23,10

4.2.1.3 Análise da eficiência de campo (*F*) da colheita mecanizada

A eficiência de campo relaciona a capacidade operacional efetiva (COe) com a capacidade operacional teórica (COt). A eficiência de campo encontrada para a colheita

mecanizada foi de 77 %, significando assim, que durante o processo de colheita, 77% do tempo é gasto exclusivamente com a colheita e 33 % do tempo é gasto com outras atividades, como por exemplo, paradas, manobras e reabastecimento.

4.2.2 Análise da capacidade operacional da colheita semi-mecanizada

A análise da capacidade operacional da colheita semi-mecanizada foi dividida em análise da capacidade operacional do conjunto trator + arrancador, e análise da capacidade operacional da operação de recolhimento dos tubérculos.

4.2.2.1 Análise da capacidade operacional do conjunto trator + arrancador

A análise da capacidade operacional do conjunto trator + arrancadora foi dividida em análise da capacidade operacional teórica (COt) e análise da capacidade operacional efetiva (COe) .

4.2.2.1.1 Análise da capacidade operacional teórica (COt) do conjunto trator + arrancador

Aplicando-se a fórmula descrita no item 3.8.2.1 para análise da capacidade operacional teórica (COt) do conjunto trator + arrancador encontrou-se 0,325 ha/h, ou seja, se todo o tempo em que o conjunto trator + arrancador estiver no campo for gasto exclusivamente com a operação de retirada dos tubérculos do solo, este tem a capacidade de retirar do solo os tubérculos em uma área de 0,325 ha/h ou 3250 m² por hora.

4.2.2.1.2 Análise da capacidade operacional efetiva (COe) do conjunto trator + arrancador

Sendo a eficiência de campo (F) do conjunto trator + arrancador considerada 70 %, a capacidade operacional efetiva (COe) do conjunto trator + arrancador é de 0,227 ha/h, ou seja, considerando o tempo necessário para paradas, reabastecimento e manobras, o conjunto trator + arrancador tem capacidade para retirar do solo os tubérculos de uma área de 0,227 ha/h ou 2275 m² por hora.

4.2.3 Análise da capacidade operacional da operação de recolhimento dos tubérculos

A análise da capacidade operacional da operação de recolhimento dos tubérculos foi dividida em análise da capacidade operacional teórica (COt), análise da capacidade operacional efetiva (COe) e análise da eficiência de campo (*F*) da operação de recolhimento dos tubérculos.

4.2.3.1 Análise da capacidade operacional teórica (COt) da operação de recolhimento dos tubérculos

A capacidade operacional teórica (COt) da operação de recolhimento dos tubérculos encontrada foi de 0,0374 ha/h, ou seja, se o trabalhador gastasse todo o tempo em que permanecesse no campo exclusivamente recolhendo os tubérculos, ele conseguiria recolher uma área de 0,0374 ha/h ou 374 m² por hora. Os dados da avaliação da capacidade operacional teórica (COt) da operação de recolhimento do tubérculos estão descritos na Tabela 6.

Tabela 6 - Dados da avaliação da capacidade operacional teórica (COt) da operação de recolhimento dos tubérculos .

Trabalhador	Tempo gasto por unidade amostral por repetição				média	hectare/hora
	1	2	3	4		
A	0`47``92	0`37``04	0`34``17	0`25``10	0`36``75	0,0387
B	0`54``68	0`46``30	0`33``30	0`50``35	0`46``25	0,0310
C	0`35``15	0`28``32	0`27``10	0`42``96	0`33``38	0,0428
D	0`41``20	0`30``22	0`36``17	0`40``22	0`37``50	0,0381
E	0`35``18	0`32``07	0`38``13	0`30``13	0`33``57	0,0424
F	0`44``06	0`45``30	0`36``35	0`37``61	0`41``30	0,0347
Média					0`38``26	0,0374
C.V.(%)						11,94

4.2.3.2 Análise da capacidade operacional efetiva (COe) da operação de recolhimento dos tubérculos

A capacidade operacional efetiva (COe) da operação de recolhimento dos tubérculos encontrada foi de 0,0321 ha/h, ou seja, considerando o tempo necessário para paradas,

deslocamento na área e descarregamento do saco colhido no “bag”, o trabalhador tem capacidade de recolher os tubérculos de uma área de 0,0321 ha/h ou 321 m² por hora. Os dados da avaliação da capacidade operacional efetiva (COe) da operação de recolhimento do tubérculos estão descritos na Tabela 7.

Tabela 7 - Dados da avaliação da capacidade operacional teórica (COt) da operação de recolhimento dos tubérculos .

Trabalhador		Repetição				média	ha/h
		1	2	3	4		
A	Tempo	2`09``	2`01``	2`45``	2`38``	2`23``	0,0358
	Área m ²	12,09	11,31	18,20	15,34	14,23	
B	Tempo	1`58``	1`59``	1`46``	2`01``	1`56``	0,0289
	Área m ²	8,24	10,9	8,97	9,16	9,32	
C	Tempo	1`39``	1`48``	1`50``	1`32``	1`42``	0,0389
	Área m ²	10,46	11,37	12,22	10,11	11,04	
D	Tempo	1`55``	1`20``	2`05``	2`14``	1`53``	0,0279
	Área m ²	11,31	5,98	8,97	8,84	8,77	
E	Tempo	1`42``	1`52``	1`34``	2`10``	1`49``	0,0357
	Área m ²	10,66	12,09	10,03	10,53	10,82	
F	Tempo	1`39``	1`44``	1`59``	1`48``	1`47``	0,0253
	Área m ²	7,09	8,19	7,33	7,54	7,54	
Média						1`55``	0,0321
						10,28 m ²	
C.V. (%)							16,90

4.2.3.3 Análise da eficiência de campo (*F*) da operação de recolhimento dos tubérculos

A eficiência de campo relaciona a capacidade operacional efetiva (COe) com a capacidade operacional teórica (COt). A eficiência de campo encontrada para a operação de recolhimento dos tubérculos foi de 85%, significando que durante este processo, 85% do tempo é gasto exclusivamente com o recolhimento dos tubérculos e 15 % do tempo é gasto com outras atividades, como por exemplo paradas, deslocamento na área e descarregamento do saco colhido.

4.2.4 Análise da capacidade operacional efetiva (COe) total da colheita semi-mecanizada

Sabendo-se que a COe do conjunto trator + arrancador é de 0,227 ha/h conclui-se que para se trabalhar 1 hectare são gastos 4,4 horas. Sabendo-se também que a COe da operação de recolhimento dos tubérculos é de 0,0321 ha/h/trabalhador, conclui-se que para recolher os tubérculos de 1 hectare são gastos 31,15 horas. Somando-se o tempo da remoção e do recolhimento dos tuberculos se obtêm 35,55 horas para se colher 1 hectare, ou seja, o conjunto trator + arrancador + 1 trabalhador para recolher os tuberculos tem capacidade operacional efetiva (COe) de 0,0281 ha/h ou 281 m² por hora.

4.2.5 Análise comparativa da capacidade operacional efetiva (COe) da colheita mecanizada e semi-mecanizada

A capacidade operacional efetiva (COe) da colheita mecanizada é de 0,65 ha/h e a capacidade operacional efetiva (COe) da colheita semi-mecanizada é de 0,0281 ha/h concluindo-se que existe uma proporção de 1: 23, ou seja, 1 colhedora equivale a 1 conjunto trator + arrancador + 23 trabalhadores, ou seja, para se colher o mesmo que a colhedora analisada são necessários teoricamente 23 trabalhadores. É importante ressaltar que as avaliações da capacidade operacional teórica e efetiva para a operação de recolhimento dos tubérculos foram realizadas na parte da manhã, ou seja, no período do dia no qual os trabalhadores apresentam um maior rendimento, sendo assim, conclui-se que no decorrer do dia o rendimento dos trabalhadores diminui, portanto para se colher a mesma área que uma colhedora são necessário mais do que 23 trabalhadores, pois estes não mantêm o mesmo rendimento ao longo do dia.

4.3 Análise dos custos da colheita da batata

A análise dos custos da colheita da batata foi dividida em custos da colheita mecanizada, custos da colheita semi-mecanizada e análise comparativa do custo total da colheita mecanizada e semi-mecanizada conforme itens a seguir.

4.3.1 Análise dos custos da colheita mecanizada da batata

Os resultados dos custos da colheita mecanizada foram divididos em custos fixos e custos variáveis e custos totais.

4.3.1.1 Análise dos custos fixos e variáveis da colheita mecanizada da batata

A colheita mecanizada da batata apresentou um custo fixo total de R\$ 142,22 por hora e o custo variável total de R\$ 219,95 por hora. A Tabela 8 apresenta o detalhamento dos custos fixos e dos custos variáveis por hora na colheita mecanizada.

Tabela 8 - Detalhamento de custos fixos e custos variáveis da colheita mecanizada

<u>Custos fixos</u>		<u>Custos variáveis</u>	
Descrição	Valor (R\$/hora)	Descrição	Valor (R\$/hora)
Depreciação	79,38	Combustível	77,99
Abrigo e Seguro	26,46	Óleo Lubrificante	1,11
Remuneração do capital fixo	36,38	Graxa	0,49
		Manutenção	88,20
		Mão-de-obra	36,81
		Remuneração do capital circulante	15,35
Total Custos fixos	142,22	Total custos variáveis	219,95

4.3.1.2 Análise do custo total da colheita mecanizada da batata

Sabe-se que a capacidade operacional efetiva da colheita mecanizada é de 0,65 hectares por hora, totalizando 1,53 horas por hectare, sendo assim o custo por hectare equivale ao custo de 1,53 horas. A Tabela 9 apresenta o total dos custos fixos e variáveis da colheita mecanizada por hora e por hectare.

Tabela 9 - Custo total da colheita mecanizada

Descrição	R\$/hora	R\$/hectare
Custos Fixos	142,22	217,60
Custos Variáveis	219,95	336,52
Total	362,17	554,12

4.3.2 Análise dos custos da colheita semi-mecanizada da batata

A análise dos custos da colheita semi-mecanizada foi dividida em custos fixos e variáveis do trator, custos fixos e variáveis do arrancador e custos da operação de recolhimento dos tubérculos.

4.3.2.1 Análise dos custos fixos e variáveis do trator

A análise do trator utilizado na colheita semi-mecanizada apresentou um custo total fixo de R\$ 9,68 por hora e um custo variável total de R\$ 38,07 por hora. A Tabela 10 apresenta o detalhamento do total de cada componente dos custos fixos e dos custos variáveis do trator por hora.

Tabela 10 - Detalhamento de custos fixos e custos variáveis por hora do trator utilizado na colheita semi-mecanizada

<u>Custos fixos</u>		<u>Custos variáveis</u>	
Descrição	Valor (R\$/hora)	Descrição	Valor (R\$/hora)
Depreciação	5,40	Combustível	22,31
Abrigo e Seguro	1,80	Óleo Lubrificante	0,47
Remuneração do capital fixo	2,48	Graxa	0,49
		Manutenção	6,00
		Mão-de-obra	6,14
		Remuneração do capital circulante	2,66
Total Custos fixos	9,68	Total custos variáveis	38,07

4.3.2.2 Análise do custo total do trator

Sabe-se que a capacidade operacional efetiva do conjunto trator + arrancador é de 0,227 hectares por hora, totalizando 4,4 horas por hectare, sendo assim o custo por hectare equivale ao custo de 4,4 horas. A Tabela 11 apresenta o total dos custos fixos e variáveis do trator utilizado na colheita semi-mecanizada por hora e por hectare.

Tabela 11 - Custo total do trator utilizado na colheita semi-mecanizada

Descrição	R\$/hora	R\$/hectare
Custos Fixos	9,68	42,59
Custos Variáveis	38,07	167,51
Total	47,75	210,10

4.3.2.3 Análise dos custos fixos e variáveis do arrancador

A análise da arrancadora utilizada na colheita semi-mecanizada apresentou um custo fixo total de R\$ 9,08 por hora e um custo variável total de R\$ 2,47 por hora. A Tabela 12 apresenta o detalhamento do total de cada componente dos custos fixos e dos custos variáveis do arrancador por hora.

Tabela 12 - Detalhamento de custos fixos e custos variáveis do arrancador utilizado na colheita semi-mecanizada .

<u>Custos fixos</u>		<u>Custos variáveis</u>	
Descrição	Valor (R\$/hora)	Descrição	Valor (R\$/hora)
Depreciação	6,51	Graxa	0,49
Abrigo e Seguro	1,08	Manutenção	1,81
Remuneração do capital fixo	1,49	Remuneração do capital circulante	0,17
Total Custos fixos	9,08	Total custos variáveis	2,47

4.3.2.4 Análise do custo total do arrancador

Sabe-se que a capacidade operacional efetiva do arrancador é de 0,227 hectares por hora, totalizando 4,4 horas por hectare, sendo assim o custo por hectare equivale ao custo de 4,4 horas. A Tabela 13 apresenta o total dos custos fixos e variáveis do arrancador utilizado na colheita semi-mecanizada por hora e por hectare.

Tabela 13 - Custo total do arrancador utilizada na colheita semi-mecanizada

Descrição	R\$/hora	R\$/hectare
Custos Fixos	9,08	39,95
Custos Variáveis	2,47	10,87
Total	11,55	50,82

4.3.2.5 Análise do custo da operação de recolhimento dos tubérculos

Sabe-se que a capacidade operacional de recolhimento dos tuberculos é de 0,0321 hectares por hora e sabendo-se que em um hectare da propriedade estudada encontram-se 887 sacos, conclui-se que em 0,0321 hectares encontra-se 28,5 sacos. Sendo o custo da operação de recolhimento R\$ 0,90 por saco encontra-se o valor de R\$ 25,65 por hora para a operação de recolhimento dos tubérculos. Como em um hectare são 887 sacos, o custo por hectare é de R\$ 798,3. A Tabela 14 ilustra o custo por hora e por hectare da operação de recolhimento dos tubérculos.

Tabela 14 - Custo mão-de-obra da operação de recolhimento dos tubérculos

Descrição	R\$/hora	R\$/hectare
Mão-de-obra	25,65	798,30

4.3.2.6 Análise do custo total da colheita semi-mecanizada

O custo total da colheita semi-mecanizada da batata na propriedade estudada é de R\$ 85,36 por hora e R\$ 1061,02 por hectare, conforme ilustra a Tabela 15.

Tabela 15 - Custo total da colheita semi-mecanizada

Descrição	R\$/hora	R\$/hectare
Custo total do trator	47,75	210,10
Custo total do arrancador	11,55	50,82
Custo da mão-de-obra	25,65	798,30
Total colheita semi-mecanizada	84,95	1.059,22

4.3.3 Análise comparativa do custo total da colheita mecanizada e da colheita semi-mecanizada

Analisando-se os dados, observa-se que o custo total da colheita mecanizada por hora é de R\$ 362,17 e de R\$ 554,12 por hectare. A colheita semi-mecanizada apresenta um custo total por hora de R\$ 84,95 e um custo por hectare é de R\$ 1.059,22 conforme descrito na

Tabela 16. Observa-se uma diferença de R\$ 505,10 entre o custo por hectare da colheita semi-mecanizada e a colheita mecanizada.

Tabela 16 - Custo total da colheita mecanizada e semi-mecanizada

Descrição	R\$/hora	R\$/hectare
Custo total da colheita mecanizada	362,17	554,12
Custo total da colheita semi-mecanizada	84,95	1.059,22

4.4 Perdas na colheita da batata

As perdas na colheita da batata foram divididas em perdas na colheita mecanizada e perdas na colheita semi-mecanizada, conforme itens a seguir.

4.4.1 Perdas na colheita mecanizada

Observou-se uma perda média na colheita mecanizada da batata em torno de 1.042,5 kg por hectare, o que equivale a 21 sacos de batata por hectare. Os valores das perdas por amostra estão descritos na Tabela 17.

Tabela 17 - Perdas na colheita mecanizada da batata.

Amostra	Peso (kg)	kg/ha	sacos/ha (50 kg)
1	0,570	1425	28,5
2	0,200	500	10
3	0,340	850	17
4	0,280	700	14
5	0,200	500	10
6	0,760	1900	38
7	0,640	1600	32
8	0,380	950	19
9	0,260	650	13
10	0,580	1450	29
Média	0,421	1042,5	21
C.V(%)	47,64		

4.4.2 Perdas na colheita semi-mecanizada

Observou-se uma perda média na colheita semi-mecanizada da batata em torno de 2800 kg por hectare, o que equivale a 56 sacos de 50 kg batata por hectare. Os valores das perdas por amostra estão descritos na Tabela 18.

Tabela 18 - Perdas na colheita semi-mecanizada da batata.

Amostra	Peso (kg)	kg/ha	sacos/ha (50 kg)
1	1,220	3050	61
2	1,040	2600	52
3	1,300	3250	65
4	1,280	3200	64
5	0,960	2400	48
6	0,800	2000	40
7	0,980	2450	49
8	1,640	4100	82
9	1,100	2750	55
10	0,860	2150	43
Média	1,120	2800	56
C.V(%)	22,31		

4.4.3 Análise comparativa entre perdas na colheita mecanizada e semi-mecanizada

A colheita semi-mecanizada apresentou em média 1.757,5 kg a mais de perdas do que em relação à colheita mecanizada, ou seja, houve uma diferença bastante significativa de 21 sacos por hectare.

4.5 Análise estatística

A análise estatística foi dividida entre análise estatística das perdas entre a colheita mecanizada e semi-mecanizada e análise estatística da capacidade operacional efetiva entre a colheita mecanizada e semi-mecanizada.

4.5.1 Análise estatística das perdas entre a colheita mecanizada e semi-mecanizada

Os resultados obtidos para perdas da colheita mecanizada e semi-mecanizada se mostraram diferentes estatisticamente quando submetidos ao teste t: duas amostras presumindo variâncias diferentes a 5% de probabilidade. O teste está detalhado na Tabela 19.

Tabela 19 - Teste-t: duas amostras presumindo variâncias diferentes

	Perdas colheita mecanizada	Perdas colheita semi-mecanizada
Média	1052,5	2795
Variância	251451,4	389138,9
gl		17
t crítico bi-caudal		2,11*

* Significativo a 0,05 de significância pelo teste t.

4.5.2 Análise estatística da capacidade operacional efetiva entre a colheita mecanizada e semi-mecanizada

Os resultados obtidos para capacidade operacional efetiva da colheita mecanizada e semi-mecanizada se mostraram diferentes estatisticamente quando submetidos ao teste t: duas amostras presumindo variâncias diferentes a 5% de probabilidade. O teste está detalhado na Tabela 20.

Tabela 20 - Teste-t: duas amostras presumindo variâncias diferentes

	COe colheita mecanizada	COe colheita semi-mecanizada
Média	0,65	0,0323625
Variância	0,02255	3,53711E-05
gl		4
t crítico bi-caudal		2,77*

* Significativo a 0,05 de significância pelo teste t.

5 CONCLUSÕES

Para as condições nas quais o trabalho foi realizado, pode-se concluir que:

- O custo total da colheita mecanizada é 52,31 % menor que o custo total da colheita semi-mecanizada;
- A capacidade operacional teórica (COT) da colheita mecanizada é maior que a capacidade operacional teórica (COT) da colheita semi-mecanizada;
- A capacidade operacional efetiva (COe) da colheita mecanizada é maior que a capacidade operacional efetiva (COe) da colheita semi-mecanizada. Em média, a colhedora realizou um trabalho relativo a 23 trabalhadores em catação manual;
- A colheita mecanizada apresentou perdas de 2,36 % em relação a produtividade da área.
- A colheita semi-mecanizada apresentou perdas de 6,3 % em relação a produtividade da área.

REFERÊNCIAS

- AGRIANUAL 2010. FNP. Consultoria e comércio. **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo, 2009.520p.
- CUNHA, J.P.A.R. **Apostila de Mecanização Agrícola**. Uberlândia: UFU, 2005. Paginação irregular
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura** - agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 2.ed.Viçosa: UFV, 2003. 412p.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Solanáceas** - agrotecnologia moderna na produção de tomate, batata, pimentão, pimenta, berinjela e jiló. Lavras: UFLA, 2003. 333p.
- GOMES, J. A. **Desempenho operacional de colhedoras de batata (*Solanum tuberosum* L.)**. 2002. 99 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola, área de concentração Máquinas Agrícolas) – Universidade Estadual de Campinas – Unicamp. Campinas.
- GOMES, J. A. ; PECHE A. F. ; KLIMIONTE, M. A . Avaliação de Perdas na Colheita com Auxílio de SIG - O Caso da Colheita Mecânica de Batatas. In: CONGRESSO E MOSTRA DE AGROINFORMATICA, 2000, Ponta Grossa. **Infoagro2000**, 2000. Disponível em <http://infoagro2000.deinfo.uepg.br/artigos/pdf/info_094.pdf> Acesso em 16 setembro 2009.
- GOMES, J. A. **Proposta metodológica para avaliação de colhedoras de batata (*Solanum tuberosum* L.) com base em parâmetros de qualidade**. 2005 154 f. Dissertação (Doutorado em Engenharia Agrícola, área de concentração Máquinas Agrícolas) – Universidade Estadual de Campinas – Unicamp. Campinas.
- HENZ, GP; BRUNE, S. 2004. **Redução de perdas pós-colheita em batata para consumo**. Brasília: Embrapa Hortaliças. 9 p. Disponível em <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/CNPH-2009/31079/1/ct_34.pdf> Acesso em 11 de setembro de 2009.
- SOUZA, R. ; GUIMARAES, J.M.P. ; VIEIRA, G. ; MORAIS, V.A. ; ANDRADE, J.G. **A administração da fazenda**. São Paulo: Globo, 1990. 211p.
- WATANABE, M.K. Colheita Mecanizada. **Batata Show**, 01 set. 2001. Disponível em <http://www.abbabatatabrasileira.com.br/revista03_017.htm>. Acesso em 16 de setembro de 2009.