

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

GILMAR MACHADO

**VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DE UM  
PROJETO DE PRODUÇÃO DE MANDIOCA EM ALDEIA  
INDÍGENA**

DOURADOS  
MATO GROSSO DO SUL

2016

GILMAR MACHADO

**VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DE UM PROJETO  
DE PRODUÇÃO DE MANDIOCA EM ALDEIA INDÍGENA**

Orientador: Prof. Dr. Cristiano Márcio Alves de Souza

Trabalho de Conclusão de Curso de  
graduação apresentado à Universidade  
Federal da Grande Dourados, para  
obtenção do título de Bacharel em  
Engenharia Agrícola.

DOURADOS  
MATO GROSSO DO SUL  
2016

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).**

M149v Machado, Gilmar

Viabilidade Técnica e Econômica de um Projeto de Produção de Mandioca em Aldeia Indígena / Gilmar Machado -- Dourados: UFGD, 2016.

37f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Cristiano Márcio Alves de Souza

TCC (graduação em Engenharia Agrícola) -Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados.

Inclui bibliografia

1. tecnologia social. 2. mecanização agrícola. 3. planejamento agrícola. 4. mandioca. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

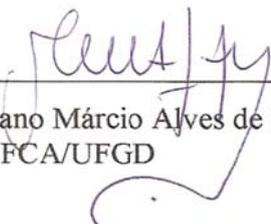
**©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.**

GILMAR MACHADO

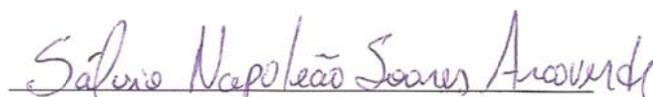
VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DE UM PROJETO DE  
PRODUÇÃO DE MANDIOCA EM ALDEIA INDÍGENA

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito parcial para obtenção do  
título de Bacharel em Engenharia Agrícola na Universidade Federal da Grande  
Dourados, pela comissão formada por:

Dourados, 13 de maio de 2016.

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Cristiano Márcio Alves de Souza  
FCA/UFGD

  
\_\_\_\_\_  
Dra. Priscila Reginato  
AGRAER

  
\_\_\_\_\_  
Me. Sálvio Napoleão Soares Arcoverde  
PGAGRO/UFGD

## **DEDICATÓRIA**

Aos meus pais Fabio e Nilda, e meus irmão Fabiane, Arleti, Fabio Filho,  
Darli e Gilmara.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por me proporcionar saúde e condições para a realização deste trabalho.

Aos meus pais Fabio e Nilda, pelo amor e carinho e por sempre me dar o apoio necessário.

À minha irmã Fabiane, pela ajuda, incentivo e alegrias compartilhadas.

Aos meus irmãos Arleti, Fabio Filho, Darli e Gilmara e ao amigo Zenaldo, por incentivos que contribuíram para minha formação pessoal.

Agradeço ao orientador Prof. Dr. Cristiano Márcio Alves de Souza, pela paciente e dedicada orientação, e pelo grande papel que desempenhou como professor e como amigo.

Ao amigo Prof. Roberto Carlos Orlando, pela confiança em mim depositada como acadêmico Indígena e pelo apoio na formação profissional.

Ao amigo Prof. Natanael Takeo Yamamoto, pela orientação no projeto Baja Guaicurus e pela ajuda em alguns momentos do curso.

## **BIOGRAFIA**

Nascido na Aldeia Amambaí, no município de Amambai-MS, indígena da etnia Kaiowá/Terenos, filho do agricultor Sr. Fabio Martins e da dona de casa Sra. Nilda Ricarte. Estudou na Missão Kaiua até quarta série, concluiu ensino fundamental na Escola Antônio Pinto da Silva, na escola Fernando Correa da Costa concluiu o ensino médio. Engessou como acadêmico no Curso de Engenharia Agrícola no ano de 2010.

## SUMÁRIO

	Página
RESUMO .....	iii
Ñe,e Regua .....	iv
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Histórico .....	3
2.2. Produção Nacional .....	4
2.3. Métodos de cultivo nas aldeias.....	6
2.4. Preparo do solo .....	7
2.5. Plantio.....	8
2.5.1. Plantio semimecanizado em nível .....	11
2.5.2. Sulcamento do terreno-adubação.....	11
2.5.3. Distribuição manual das manivas .....	12
2.5.4. Plantio mecanizado em nível.....	12
2.5.5. Plantadora semiautomática de manivas.....	13
2.5.6. Plantadora semiautomática de ramas.....	13
2.5.7. Plantio semimecanizado em camalhões .....	13
2.5.8. Implemento e máquina camalhadora .....	13
2.5.9. Plantio mecanizado em Camalhões .....	14
2.6. Tratos culturais .....	14
2.7. Colheita de mandioca .....	15
2.8. Projeto de produção agrícola.....	16
2.8.1. Desempenho operacional de maquinaria agrícola.....	16
2.8.2. Custo operacional de maquinário agrícola .....	17
2.8.3. Análise econômica de projeto.....	18
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	19
3.1. Local.....	19
3.2. Caracterização do sistema de produção da mandioca .....	19
3.3. Planejamento da mecanização agrícola.....	19
3.3.1. Levantamento das operações agrícolas e das épocas de execução .....	20
3.3.2. Estimativa do tempo disponível para execução das operações .....	20
3.3.3. Estimativa do ritmo operacional.....	21
3.3.4. Levantamento das características técnicas da maquinaria agrícola.....	22
3.3.5. Desempenho da mecanização agrícola .....	22
3.3.6. Determinação do número de conjuntos motomecanizados .....	22

3.3.7. Seleção das máquinas e implementos agrícolas .....	23
3.4. Análise econômica do projeto de mecanização agrícola.....	25
3.4.1. Custo operacional de maquinário agrícola .....	26
3.4.1.1. Custos fixos de máquinas agrícolas .....	26
3.4.1.2. Custos variáveis de máquinas agrícolas .....	27
3.4.2. Custos de insumos .....	28
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	29
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	35
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	36

## RESUMO

MACHADO, Gilmar. **Viabilidade técnica e econômica de um projeto de produção de mandioca em aldeia indígena**. 37f. Universidade Federal da Grande Dourados (Trabalho de Conclusão de Curso). Orientador: Prof. Dr. Cristiano Márcio Alves de Souza.

Nas aldeias indígenas, o método de produção de mandioca é o mesmo de fora da aldeia, geralmente a mão de obra é familiar é usado desde plantio até a colheita, para atender suas necessidades e o excedente do que é produzido é comercializado de forma *in natura* e suas variações. Adotar máquinas para a produção agrícola, acompanhados de métodos adequados de manejo do solo, aumentaria a capacidade de trabalho mantendo a qualidade. O objetivo do trabalho foi de avaliar a viabilidade técnica e econômica de um projeto de produção de mandioca em aldeia indígena, localizada em Amambaí, estado do Mato Grosso do Sul. O trabalho foi realizado no Laboratório de Projeto de Máquinas da Faculdade de Ciências Agrárias da UFGD, localizado no município de Dourados, MS. Os dados usados no desenvolvimento do projeto e no dimensionamento do sistema de produção de mandioca foram obtidos na região envolvendo o município de Amambaí, MS. Com isso, foi adotado um sistema de produção de mandioca para posterior dimensionamento dos equipamentos utilizando-se técnicas de planejamento e otimização de sistemas agrícolas. Foi feito o dimensionamento da frota de mecanização e dos insumos necessários para trabalhar uma área de 100 ha, visando selecionar os equipamentos e as máquinas agrícolas para execução do programa de produção. Para análise econômica, confeccionou-se uma planilha para dimensionar e simular o planejamento e o fluxo de caixa do projeto, atuando sobre a receita anual, os juros e amortização, os custos anuais, os valores residuais e o fluxo da caixa propriamente dito. O projeto de produção mecanizada da mandioca proposto mostrou-se viável tecnicamente por cumprir o cronograma de atividades necessárias para a boa produção, enquanto simultaneamente buscou-se minimizar a potência exigida nas operações com as máquinas agrícolas. O projeto de investimento para produção de mandioca em aldeia indígena proposto terá condições de ser aceito, por apresentar viabilidade econômica baseado nos resultados positivos obtidos do fluxo de caixa e da taxa interna de retorno do capital investido.

**Palavras-chave:** tecnologia social, mecanização agrícola, planejamento agrícola, mandioca.

## Ñe,e Regua

Umi ava ardeia pegua, anõty madi'õ ocare heguaxa, família cuera o diejusa paga'su ñeñoti ha o colhe pe've, je'u hava ha remburecu'e o vende purai'te ha cu'i cue. Conteve pora'vo umí máquina o ñeñoti hava, ha oñangareco porã'ra pe yvu're, pexa'ro o colhe porã hava. Co travajo oxuka iporã ñenõti hagua ardeia pegua'ra, Amambai'pegua, oputava' va Mato Grosso do Sul'pe. Co travajo jejapo laboratório projeto faculdade ciências kocu'e regua UFGD pegua, oputa'va Zorau'pe, MS. Co'a informacion ojeporu'kwe oipe'a amambai'gui jepopoha'va co travajo ha carcula hava umi oñoti hagua madi'õ. O umiaru'pi ñeñoti ha carcula hava umi maquina jeporu hava ha oipuru técnica jiapo porã hagua ha oputá porã hava. Carcula pete'i maquina frota ha oipuru hava pe ñeñoti hava 100 ha, pe'ara xa conteve poravo equipamento upeixa pe'guara. Ohexa hava, ojapo pete'i planilha funciona zie año'pe, prata regua, phaga hava cuenta ha juro, gasto kocu're caza año ha maquina valor caza año rehe'gua. Pe'projeto ñeñoti hagua o xuka'la funciona porã hava ha poravo trator ijaite jeporu hagua. Pe' projeto o topa porã'ta, mba'e co prata ome'e porã'ta ha taxa de retorna ome'e zero ari.

Ñe'e: tecnologia hente rehegua, jejapovu kocu'e, jiapo hagua kocu'e, mandí'õ.

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil apresentou menor produção de mandioca nos últimos anos, com apenas 21 milhões de toneladas no ano de 2013, ainda representa 75% da América do Sul. Em 1970, esta posição, já havia sido superada com 30 milhões de toneladas, segundo pesquisa realizada pela Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento do estado do Paraná (SEAB) (GROXKO, 2015).

No passado, o Brasil já atingiu 30% da produção mundial, os fatores que contribuíram para a diminuição da produção são a forte seca no Nordeste, pouco retorno financeiro, falta de padronização dos produtos, afetando sua qualidade, pouco investimento na melhoria da qualidade dos produtos, tecnologia e produtividade, redução do consumo animal, as mudanças alimentares das pessoas substituindo derivados de mandioca por derivados de trigo e substituição por outras culturas mais rentáveis e de menor ciclo (GROXKO, 2012).

Muito apreciada por populações de várias regiões do Brasil e por populações indígena e também usada na alimentação animal, a mandioca é uma planta que exige certo grau de manejo em termos de limpeza contra a planta daninha, de adubação orgânica ou química correta antes do plantio da rama de boa qualidade, bem como no transporte, visando a comercialização do produto na forma *in natura* ou processada.

Em algumas aldeias a rama é plantada depois da queima e no meio de restos vegetais, onde geralmente, a mão de obra é familiar. Em outras, no entanto, o método utilizado é semelhante ao de fora da aldeia, que emprega máquinas e arado a tração animal, mão de obra familiar e funcionário, cuja finalidade principal é a exploração comercial de lavoura. O processamento da mandioca na aldeia não difere daquele adotado pela agricultura familiar tradicional, sendo, geralmente, manual em que os produtos *in natura*, como farinha e/ou féculas, são utilizados para subsistência, e o excedente são comercializados.

A adoção de máquinas para a produção agrícola e o processamento das raízes, acompanhados de métodos adequados, aumenta a capacidade de produção com qualidade. Dessa forma, parte da produção pode ser usada para atender o consumo da aldeia e o restante pode ser comercializado na região, como em supermercados e feiras, obtendo valores desejados na comercialização do produto.

Com isso, diminuiria a dependência da aldeia com recursos externos, tendo como fonte de renda a sua própria produção, podendo ser autônomo e autossustentável. Para isso, é necessário incentivo e a qualificação a fim de melhorar a qualidade dos produtos e a aceitação destes por parte das populações indígenas e não indígenas.

Diante disso, o objetivo do trabalho foi avaliar a viabilidade técnica e econômica de um projeto de maquinaria agrícola para produção de mandioca em aldeias indígenas, localizadas no município de Amambaí-MS.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Histórico

A mandioca é planta nativa da América, provavelmente do Brasil onde sua exploração é milenar, era o principal produto agrícola indígena quando aqui chegaram os primeiros colonizadores. Levada para a África pelos portugueses, devido à sua grande capacidade de adaptação em diferentes regiões, expandiu-se rapidamente para outras regiões do planeta, sendo atualmente produzida em mais de oitenta países (PINTO, 2001).

A mandioca pertence à classe das dicotiledôneas, à ordem *Euphorbiales*, à família *Euphorbiaceae*, ao gênero *Manihot* e à espécie *Manihot esculenta subsp. esculenta*. O gênero *Manihot* é composto por cerca de 98 espécies, no qual a única espécie do gênero cultivada comercialmente, visando à produção de raízes tuberosas ricas em amido, é a *Manihot esculenta subsp. esculenta*. Existe grandes variedade de espécies classificadas e diferenciadas pela cor do tronco, pelos recortes da folha, pela cor e conformação da raiz, etc. Estas diferentes espécies dividem-se em dois grupos: mansa ou de mesa e brava ou tóxica (FIALHO e VIEIRA, 2011).

Dentre os principais países produtores de mandioca, destaca-se a Nigéria que em curto espaço de tempo consagrou-se no maior produtor mundial, passando de 10 milhões de toneladas em 1970 para 53 milhões de toneladas em 2013. O volume representa cerca de 34% da produção africana e aproximadamente 20% do total mundial. A produção é destinada ao consumo de humano e reduzir a fome que ainda afeta as populações destes países (GROXKO, 2015).

Países como a Tailândia e a Indonésia são entre os maiores produtores e representam cerca de 60% do total asiático que alcançou 88 milhões de toneladas de mandioca em 2013. Nestes países, ao contrário da África, existem centros de pesquisa avançados, coordenados pelos órgãos oficiais, no qual suas atividades voltadas para a cultura da mandioca. As pesquisas são custeadas com recursos do governo e complementadas através de cotistas tanto das industriais como dos produtores rurais. A produtividade desses países, na média de 21.000 kg ha<sup>-1</sup> contra 13.000 a 14.000 kg ha<sup>-1</sup>, comparado aos demais produtores mundiais (GROXKO, 2015).

## 2.2. Produção Nacional

No Brasil, a produção de mandioca é geralmente realizada por agricultores familiares e camponeses, onde 74,5% do plantio são efetuados em áreas inferiores a 10 hectares (MELO, 2007).

Produzida em diferentes regiões dos Estados, principalmente nas que apresentam menor produtividade, é caracterizado pela produção de subsistência, concentrada nas mãos de pequenos agricultores, que adotam práticas rudimentares de cultivo, com uso de mão de obra familiar e assalariada para ajudar tanto na lavoura como na fabricação da farinha (PINTO, 2001).

Na região Nordeste, os principais estados produtores são Bahia, Maranhão e Ceará, caracterizado por exploração artesanal, cuja mão de obra é essencialmente familiar e as lavouras são pequenas, destinado à alimentação humana, transformando boa parte da produção em farinha, goma, bijus, tapioca e também para alimentação animal, correspondendo a aproximadamente 30% da produção nacional. O maior produtor é a Bahia, que ocupa a segunda posição na produção nacional segundo IBGE e SEAB/DERAL (GROXKO, 2011).

A região Norte é uma grande região produtora, representando 33% da produção nacional e consumidora de mandioca, cultura típica das comunidades ribeirinhas indígenas ou não indígenas, sendo uma das principais fontes de alimento dos povos amazônicos, como também a principal fonte de renda de inúmeros povoados dessa região (GROXKO, 2011).

Nesta região, o principal produtor é o Pará, que ocupa a primeiro lugar na produção nacional e maior consumo per capita deste produto, com 33 kg por ano. No estado, a cultura de mandioca é explorada em centenas de fabricas ou casas de farinha localizadas em propriedades familiares.

Nessas duas regiões, há predomínio de sistemas que utilizam baixa tecnologia no plantio, principalmente na região norte onde o plantio de toco, no qual as áreas de capoeira velhas não mecanizadas são consideradas como sistema padrão.

A região Sudeste é representada com 10% na produção nacional, onde os principais estados produtores são São Paulo e Minas Gerais, sendo a cidade de São Paulo o maior centro de comercialização da cultura e de seus derivados. Nestes estados e no Paraná, além das práticas tradicionais, também são realizados plantios em grandes áreas com uso de tecnologia mecanizada.

Quanto aos produtos derivativos comercializados, o polvilho é os mais destinados ao consumo humano no estado de São Paulo, especialmente para fabricação de pão de queijo e bolacha. Por outro lado, em Minas, destaca-se a fabricação artesanal de farinha, combinado processo simples com uso de algumas tecnologias mecanizada.

A fabricação da farinha em Minas é feita artesanalmente, combinando processo simples com uso de alguma tecnologia mecanizada. O uso dessa combinação tecnologia representa um avanço significativo na modernização da produção, mas sem perder a maneira artesanal de produção da farinha e desenvolve economicamente a região (PINTO, 2001).

A região Sul é representada com 24% na produção brasileira na safra de 2010/11 e seu principal estado produtor é o Paraná, com 70% na produção, possui maior concentração de indústrias de fécula do país, produzindo 65 a 70% do volume brasileiro de fécula. Santa Catarina era pioneira na produção de fécula da região. Porém, hoje, possui a menor produção, pois a sua indústria migrou para o estado do Paraná (GROXKO, 2011).

No Paraná, o cultivo de mandioca tem duas finalidades: 70% da produção é destinado para o consumo industrial e 30% destinado ao consumo humano e animal. A maior região de concentração na produção compreende os municípios de Umuarama, Paranavaí, Toledo e Campo Mourão. Nestes regionais a exploração é mais tecnicada, com objetivos de produção comercial, utilizando manivas selecionadas e adubação adequadas, assim a produtividade média fica em 22.000 kg ha<sup>-1</sup> nas lavouras de um ciclo e em 33.000 kg ha<sup>-1</sup> nas lavouras de dois ciclos (GROXKO, 2011).

A região Centro-Sul apresenta uma característica mais industrial. Os plantios são voltados basicamente para um mercado consumidor formado por fecularias ou farinhas, necessitando constante de elevação dos níveis de produtividade, atingindo médias de 17.000 kg ha<sup>-1</sup> contra 13.000 kg ha<sup>-1</sup>, obtidas nas regiões Norte e Nordeste. Isso se deve, em parte, ao uso de variedades mais resistentes e com melhores teores de amido, já que o mercado do amido tem sido o grande incentivador da expansão do plantio. Em 2006, o Paraná produziu 40,6% de raiz no Centro-Sul, com 4,1 milhão de tonelada (MELO, 2007).

A produção no Mato Grosso do Sul, em 2014, foi de 94,7 Mg, sendo o segundo maior do país, com maior produção do Centro-Oeste, em média de 20 Mg ha<sup>-1</sup>. Principais municípios produtores são Jaguari, Terenos, Sidrolândia e Naviraí, no qual

maior parte comercializada em outros estados (80%). Consumido de mais diferentes formas, farinha e polvilho são os principais produtos (CEPEA, 2014).

A produção de mandioca nas aldeias indígenas é baixa e também apresentam baixa produtividade, por falta de incentivo, orientação e apoio na produção familiar de alimentos. No primeiro ano, na área onde será implantada a lavoura, as árvores são derrubadas controladamente; em seguida, depois da chuva, a maniva é plantada no meio dos tocos. Em geral, em áreas já cultivadas, precede-se com a queima, ou seja, em caso de acesso à máquinas para o preparo do solo, gradeando, e, por fim, realiza-se o plantio sem o uso de fertilizantes.

Na aldeia terena, no município de Aquidauana-MS, estas áreas são destocadas e destinadas ao cultivo de milho, feijão, por necessitarem mais fertilizante, consorciado com abóbora, melancia, batata-doce, entre outros. Entretanto, esta prática reduz, inicialmente, a produtividade das principais culturas, o que viabiliza o plantio de maniva da mandioca e batata doce, que exigem menos fertilizantes.

Nas aldeias, geralmente, os produtos derivados atendem suas demandas, sendo a base alimentar consumidos juntamente com pescado e carne de caça tucupi (sopa feito a partir do caldo que resultou do processo de fabricação de polvilho) e pão e sopa, feitos a partir do polvilho que se encontra armazenado em cesta, e em algumas regiões, parte da produção é comercializada de forma *in natura* nas cidades mais próximas.

### **2.3. Métodos de cultivo nas aldeias**

Na aldeia, em geral, as manivas são cortadas num tamanho tal que tenha no máximo três gemas, em seguida é aberto cova com enxadão ou com arado de tração animal, com 10 cm de profundidade. Depois disso, é feito a cobertura da maniva com o próprio arado e uma enxada. Pode ocorrer o consórcio com milho ou feijão, para aproveitar a área e também para proteger contra planta daninha e erosão.

Durante seu desenvolvimento são realizadas duas limpezas, no qual é feita a limpeza mecânica, enxada ou cultivador mecânico à tração animal na entrelinha, e, em seguida a limpeza manual das plantas daninhas, que estão na linha da mandioca, por meio de capinas com enxada. Em média, duas limpezas, durante o ciclo da cultura. A colheita é feita de forma manual com uso de enxadões.

## 2.4. Preparo do solo

O preparo do solo de pré-plantio influencia o desenvolvimento do sistema radicular e na operação de arrancamento na colheita. No preparo mecanizado, normalmente são feitas uma aração a 40 cm de profundidade, duas gradagens e o sulcamento para o plantio. As gradagens deverão ser feitas cerca de 30 dias após a aração, utilizada para nivelamento da área e incorporação de herbicida quando for usado. Lembrando que o uso de máquinas nos preparos de áreas para o plantio deverá se dar sempre em condições adequada de umidade do solo, dessa forma o solo não deve estar muito molhado nem muito seco, a fim de evitar compactação e desagregação (FIALHO e VIEIRA, 2011).

Seixas realizou em 1979 o primeiro trabalho experimental em solo com gradiente textural, cujos tratamentos limitarem-se ao preparo com arado, com a profundidade não ultrapassando 20 cm, concluindo-se que a tendência era de aumento da produtividade de raízes com a profundidade de aração (MIALHE, 2012).

O plantio em covas é uma técnica primitiva e praticada em pequenas áreas, a mobilização do solo é realizada com ferramentas manuais, geralmente empregando mão de obra familiar ou contratada para o trabalho. O uso de máquinas e implementos é uma técnica utilizada na exploração comercial, destinado para preparo do solo de pré-plantio, plantio em sulcos ou em camalhões.

Em solo arenoso, o preparo do solo é realizado para incorporação de material de superfície, como restos culturais, plantas daninhas e corretivo de solo, e auxilia na operação de plantio. O uso da grade aradora, como a grade em “V”, média ou pesada, com discos recortados, podendo ser tracionada por tratores de pneus, exigindo potência de média para alta. É um conjunto interessante, pois apresenta ótima qualidade de trabalho e elevada capacidade operacional, porém o investimento é elevado. No entanto, a profundidade de trabalho entre 15 a 20 cm é suficiente para incorporação e manejo superficiais, para este solo.

Os solos mistos são os arenoargilosos ou arenosiltosos. Esses solos exigem uma mobilização mais profunda, incorporando cobertura e controlando plantas daninhas. Este tipo de solo é susceptível à compactação ao nível do sistema radicular tuberoso na profundidade de 20 a 40 cm. No entanto, para este solo podem ser empregados dois sistemas de preparo:

- a) arado de discos ou de aivecas, na profundidade de 25-30 cm, em seguida com uso de grade niveladora, preferencialmente em “V”, de arrasto;

- b) mobilização de subsuperfície, com o uso de escarificador ou subsolador, na profundidade de 25-40 cm de profundidade e com espaçamento entre hastes de 30-50 cm, e em seguida com uso de grade destorroadora-niveladora.

Quando o solo apresentar a presença de compactação na camada subsuperficial, que provoca encharcamento temporários em épocas de chuvas intensas, em solos mais argilosos, com precipitação superior a 1.600 mm, recomenda-se o plantio da maniva em camalhões de 40 cm de altura. Nesta situação, o preparo de pré-plantio será finalizado com a máquina ou implemento para fazer os camalhões.

## 2.5. Plantio

A rama deve estar livre de pragas e doenças, uma vez que a disseminação de patógenos é maior nas culturas propagadas vegetativamente do que as espécies propagadas por meio de sementes. Para tanto, é necessário realizar inspeção constante de mandiocal onde serão retiradas as ramas para o plantio e evitando mandiocais com alta ocorrência de bacteriose, broca de haste ácaro e percevejo de renda, bem como aqueles que sofreram granizos ou geadas. A rama para o plantio deve ser de plantas com idade de 10 a 12 meses, que apresentam diâmetro de 2 a 3 cm, de preferência se deve usar material da base até o médio da parte aérea da planta.

O ideal é realizar o plantio logo após o corte da rama, quando coincidem com as épocas da colheita e plantio ou uma parte da área foi preparado para o plantio. O armazenamento das ramas, quando obrigatório, pode ser feito de diferentes maneiras, tais como:

- empilhamento horizontal para o período de armazenamento de 30 a 60 dias, cobrindo as pilhas com capim ou outra cobertura morta;

- empilhamento vertical para o período de armazenamento dor de 30 a 60 dias, com hastes enterradas cerca de 5,0 cm no solo e cobrindo o topo e as laterais das pilhas, também com capim comprido ou outra cobertura morta.

A época de plantio deve ser baseada em condições favoráveis à germinação das manivas, também levando em consideração o ajuste das exigências do ciclo fenológico da planta com as características agroclimatologias da região onde será realizado o plantio. Nas condições de Cerrados considerando-se que o suprimento adequado de água para a mandioca é essencial e crítico nas fases de enraizamento e tuberização, desde primeiro ao quinto mês após o plantio, a época de plantio reveste-se de maior importância. Dessa maneira, os plantios são realizados no período de outubro a

novembro, no qual o suprimento de água tem sido adequado para o desenvolvimento e produção da cultura (FIALHO e VIEIRA, 2011).

Existem duas opções de perfis do terreno para o plantio, em nível ou perfil em camalhões. O perfil em nível apresenta aproximadamente plana da superfície do terreno pós-plantio, a escolha desse perfil é feita para regiões onde são normais as condições de solo, próxima da capacidade de campo, porém possa ter alguma dificuldade na operação de colheita. O perfil em camalhões, formado pela presença de sulcos e camalhões após execução do plantio (MIALHE, 2012), mais adiante tem explicação mais detalhado.

O plantio das manivas pode ser manual, semimecanizado e mecanizado, no qual o plantio de maniva pode ser feito em sulcos, com enxada ou com sulcador, em covas ou em camalhões, que depende do tipo de solo (textura, compactação e declividade).

O plantio mecanizado pode ser realizado por três tipos de plantadora, as que plantam as manivas previamente picadas, as que possuem semelhantes a um facão para cortar as ramas e as que cortam as ramas por meio de serras circulares.

O posicionamento das manivas no solo pode ser feito nas posições vertical, inclinada ou horizontal. Na posição vertical e inclinada são empegados para plantio em camalhões e as na posição horizontal para plantio em sulcos. O posicionamento adequada das manivas de diferentes comprimentos, durante a operação de plantio, resulta no acréscimo de até 55-60% na produtividade da lavoura, em relação a deposição das maniva atiradas no fundo do sulco.

Na cultura de mandioca, existem vários processos de plantio, podendo ser encontrado desde os que utilizam técnicas rudimentares até os que empregam tecnologias mais sofisticadas, que variam de região para região de acordo com as condições edáficas, climáticas e de recursos e grau de conhecimento do agricultor. As modalidades são plantio em matumbo, em covas, em camalhões e em sulcos (CEREDA, 2008).

O plantio em matumbo é muito utilizado por pequenos agricultores na região do nordeste brasileiro, no qual consiste na colocação da manivas em montículos de terra afogada, no formato de tronco-cônico, visando facilitar a drenagem do solo próximo às raízes durante na época das chuvas torrenciais e facilitar a colheita.

O plantio em covas é um processo também utilizado por pequenos agricultores, que possuem poucos recursos e baixa tecnologia, no qual as manivas são

plantadas em solos preparados ou não, mas de preferência naqueles preparados para desenvolver suas raízes.

O plantio em camalhões é um processo utilizado em região que apresenta solo argiloso, sujeito ao fácil encharcamento. Neste processo, o agricultor constrói os camalhões ou leirões que apresentam cristas entre sulcos adjacentes, para facilitar a infiltração da água em solos de má drenagem e evitar o apodrecimento das raízes pelo excesso de umidade, resultado de ocorrência de forte precipitação. Nas regiões que apresentam solos arenosos, sujeitos a chuvas fortes, este processo não é recomendada, pois desmancham os camalhões com facilidade, conseqüentemente expondo as raízes, podendo apodrecer ou a raiz ficando verde.

O plantio em sulcos é mais utilizado nas médias e grandes propriedades, no qual o solo é preparado, em seguida é feito o sulco. Este processo exige recursos em materiais, mão de obra, capital e melhor conhecimento tecnológico por parte do agricultor.

Geralmente, a profundidade de plantio manual e mecanizado é de cerca de 10 cm. Após a distribuição, as manivas devem ser cobertas com uma camada de terra, para ter retenção de umidade junto às mudas, facilitando seu desenvolvimento.

O espaçamento de plantio depende de vários fatores como a fertilidade do solo, a variedade cultivada, o uso de máquinas e a destinação da cultura. Quando o plantio é voltado à produção de raízes, é recomendado fileiras simples, com espaçamento de 1,0 m entre linhas por 0,50 a 0,60 m entre plantas, quando é indicado para solos férteis, onde há maior desenvolvimento da parte aérea. Também, pode ser usado o plantio de fileiras duplas, com espaçamento de 2,0 m entre as fileiras, com 0,60 m entre as linhas e 0,60 m entre plantas.

A mandioca é indicada como cultura consorte, devido ao longo tempo para brotação da maniva e ao desenvolvimento lento na fase inicial da planta, o que contribui para a exposição do solo a condições de degradação e baixo aproveitamento dos fatores de produção. Vale ressaltar que nos sistemas de consórcios múltiplos é o equilíbrio do ambiente criado no sistema, que resulta nas melhores condições para o controle biológico das pragas e doenças, e as plantas atuando como barreiras na disseminação desses patógenos (FIALHO e VIEIRA, 2011).

A mandioca pode ser consorciada com as outras culturas como arroz, milho, feijão, amendoim, batata-doce, hortaliças em geral, leguminosas para adubação verde,

entre outras, tanto em sistemas de plantio de fileiras simples, no qual se deve aumentar o espaçamento entre as linhas, quanto em fileiras duplas (FIALHO e VIEIRA, 2011).

De acordo com Cereda (2008), o espaçamento em fileiras duplas proporcionam as seguintes vantagens:

- aumenta a produtividade;
- facilita a mecanização;
- facilita a consorciação;
- reduz o consumo de manivas e de adubos;
- permite a rotação de culturas na mesma área, pela alternância das fileiras;
- reduz a pressão de cultivo sobre o solo;
- facilita a inspeção fitossanitária e a aplicação de defensivos.

Segundo Souza e Fialho citados por Cereda (2008), no caso do plantio destinado à produção de ramas para ração animal, é recomendado um espaçamento mais estreito com 0,80 m entre linhas e 0,50 entre plantas.

Na colheita mecanizada, a distância entre as linhas deve ser de 1,20 m, para facilitar a movimentação de colhedoras e a realização de manobras de cabeceiras que exigem maior espaço.

Caso o mandiocal seja capinado com equipamento mecanizado, é necessário adotar maior espaçamento entre linhas, para facilitar a circulação do maquinário (CEREDA, 2008). No entanto, a distância entre fileiras duplas deve ser de 2,0 m, caso for usar tratores pequenos, já para uso de tratores grandes, adotar espaçamento de 3,0 m.

### **2.5.1. Plantio semimecanizado em nível**

O plantio semimecanizado em nível é um sistema de plantio realizado por meio da combinação de operações mecanizadas com operações manuais. Nas operações mecanizadas são realizados o sulcamento, a adubação e o cobrimento dos sulcos com implemento de tração animal ou tratorizado. Nas operações manuais é realizada a distribuição da maniva e, podendo também distribuir fertilizantes e cobertura dos sulcos.

### **2.5.2. Sulcamento do terreno-adubação**

O sulcamento deve ser feito de maneira que a maniva fique numa profundidade entre 5 a 10 cm, quando posicionado horizontalmente. O implemento

sulcador-adubador trabalha com os bicos na profundidade de 10 a 12 cm, regulada através das rodas da barra porta-ferramenta ou do controle de posição do sistema hidráulico do trator. O número de sulcadores varia de 2 a 4, dependendo da potência do trator e distância entre bicos, que deve ser regulada de acordo com espaçamento desejado entre as linhas da cultura. Durante a operação de sulcação é necessário que o sistema de controle de ondulação do sistema hidráulico seja desativado para manter a profundidade de sulco uniforme.

A adubação com fósforo e potássio pode ser realizada juntamente com a operação de sulcação. No fundo do depósito da adubadora, existe um mecanismo de dosagem, que pode ser acionamento de três maneiras:

- a) por roda de tração;
- b) por uma roda dentada acoplada ao cubo da roda do trator;
- c) pela TDP do trator.

A qualidade no acionamento do mecanismo de dosagem de adubo melhora do sistema por roda de tração para acionado pela TDP do trator, porém, cresce a complexidade para os cálculos e regulagem da dosagem.

Uma característica fundamental da adubadora é a uniformidade com que libera o fertilizante no tubo de descarga em sulcos de plantio. No entanto, há necessidade de coletar-se a quantidade de adubo liberada a intervalos alternados de 3 a 6 m e comparando com os pesos obtidos por metro linear de sulco. Os resultados não deverão apresentar mais que 5% de variação em torno do valor estipulado na regulagem da dosagem de aplicação.

### **2.5.3. Distribuição manual das manivas**

As manivas cortadas são colocadas numa carreta tracionada por trator e uma equipe de 6 a 8 pessoas caminhando ao lado da carreta ou em assentos instaladas na lateral da carreta, é responsável por lançá-las nos sulcos.

### **2.5.4. Plantio mecanizado em nível**

O plantio mecanizado em nível é realizado por dois tipos básicos de plantadores semiautomáticas, a plantadora semiautomática de manivas e plantadora semiautomática de ramas (MIALHE, 2012). A transferência dos propágulos do reservatório para o mecanismo de deposição é realizado por operador humano. No

entanto, a dosagem de manivas por unidade de comprimento de sulco é de acordo com a habilidade dos operadores e sua precisão, por sua vez, depende do projeto ergonômico da plantadora.

#### **2.5.5. Plantadora semiautomática de manivas**

São plantadoras que necessitam o preparo das manivas, pois o mecanismo de deposição no sulco é alimentado manualmente com dimensões compatíveis com aquelas dos mecanismos lançador. Esta operação apresenta desvantagem, pois precisa selecionar e picar as ramas, oferecendo maior flexibilidade na escolha do comprimento de manivas, garantido a produtividade na lavoura.

#### **2.5.6. Plantadora semiautomática de ramas**

São plantadoras no qual o operador introduz a rama na moega cilíndrica de um picador rotativo e os pedaços cortados chamado de manivas são lançados num tubo de descarga em direção do sulcador.

Na frente ou do lado da moega possuem reservatório para acondicionar as ramas, acoplados através de uma articulação que permite seu basculamento quando vazio, dessa maneira reduz a largura da máquina para facilitar transporte em estradas e carregadores.

#### **2.5.7. Plantio semimecanizado em camalhões**

Apresenta característica pela formação do leito de semeadura e posição mais elevada, no topo de uma leira ou camalhão, conforme descrito no item “Preparo do solo de pré-plantio”.

#### **2.5.8. Implemento e máquina camalhadora**

O implemento camalhador é semelhante a um sulcador, apresenta órgãos ativos fixos, durante a passagem de dois sulcadores adjacentes forma um camalhão entre eles. Nas máquinas camalhadoras os órgãos ativos são um conjunto de discos dispostos em posição simétrica.

As máquinas camalhadoras de discos são divididas em dois tipos:

- a) Montados em colunas individualizadas;
- b) Montados sobre um eixo comum.

Existem modelos de camalhadora de discos individualizados para acoplamento ao trator de pneus, através do engate de três pontos. Esta máquina funciona como um arado de discos, apresentando a diferença de que as leivas de solo são cortadas uma próxima das outras e invertidas aos pares, uma contra a outra, dessa maneira formando um camalhão e dois sulcos. O tamanho do camalhão é função do diâmetro dos discos e espaçamentos entre eles. A regulagem do ângulo horizontal determina a largura de corte de cada disco. A velocidade de deslocamento interfere no trabalho da camalhadora, devendo ser regulada para esses órgãos ativos e ajustada para cada condição de solo, para evitar que as leivas voltem para o fundo do sulco ou sejam atiradas uma contra a outra.

Existe outro tipo de camalhadora que apresenta dois conjuntos desses órgãos ativos num eixo comum, de forma semelhante aos das grades de discos.

#### **2.5.9. Plantio mecanizado em Camalhões**

O plantio mecanizado de mandioca em camalhões é realizado por máquina plantadora combinada, que apresenta um mecanismo semiautomático de deposição de manivas acoplado ao chassi da camalhadora.

O mecanismo plantador é constituído de um disco vertical, é garras articuladas comandadas por anel fixo no formato de meia lua, acionado por roda adensadora. Funciona da seguinte maneira, com o deslocamento da máquina as garras abrem quando atingem a posição superior, nessa posição o operador posiciona a maniva. Em seguida, com o disco girando, a garra prende a maniva. Quando atingir a posição inferior no solo, a garra abre, soltando a maniva e por fim, a roda adensadora comprime o solo lateralmente, para que as manivas mantenham-se na posição vertical ou levemente inclinada.

#### **2.6. Tratos culturais**

A mandioca é considerada uma cultura relativamente tolerante ao ataque de pragas (OLIVEIRA e PAULA-MORAES, 2011), entretanto há relatos de ataque severos causando danos econômicos importantes. De acordo com Anjos et al. (2011), as várias doenças de mandioca são causadas por diferentes agentes etiológicos, tais como bactérias, fungos, vírus e fitoplasmas.

Segundo apresentado em Cereda (2008), devido a sua propagação ser feita vegetativamente ou pelo plantio de manivas, quase sempre há um período longo de tempo para a brotação e um desenvolvimento lento na fase inicial da planta da mandioca, favorecendo o aparecimento de plantas daninhas. Por ser sensível à mato competição com plantas daninhas é estritamente recomendável a adoção de técnica de controle físico ou químico, principalmente até os quatro primeiros meses depois do plantio.

Para o controle físico das plantas daninhas podem ser adotadas práticas mecânicas com o uso de cultivadores mecânicos compostas de enxadas aladas, enquanto são usados pulverizadores hidráulicos para o controle químico das pragas, doenças e plantas daninhas.

## **2.7. Colheita de mandioca**

A mandioca não tem ponto de colheita bem definido, pois é uma planta de crescimento indeterminado. A finalidade das raízes é que define o momento certo para a colheita. Já a produção destinada à industrialização pode ser retirada o ano todo, permitindo o funcionamento contínuo das indústrias.

Com objetivo de se obter uma farinha de melhor qualidade a raiz deve ser colhida entre 16 a 20 meses após o plantio, nos meses entre abril e agosto, quando apresenta o maior rendimento. Transportadas para a casa de farinha, o processamento deve ser iniciado num prazo máximo de 36 horas. Para evitar perdas, escurecimento, resultado em produto de qualidade inferior, pois logo após a colheita, inicia-se o processo de fermentação das raízes por conta do ataque de microrganismos.

Scalon Filho et al. (2005) estudaram o desempenho operacional de dois equipamentos na colheita da mandioca em fazenda localizada em Mato Grosso do Sul, analisando um afofador do solo e uma arrancadora. O conjunto trator e a arrancadora apresentou melhor dinâmica de corte, penetração no solo e menor patinação das rodas. Não foram observadas perdas de raízes para os dois conjuntos avaliados, apresentando semelhante dano mecânico nas raízes. O conjunto trator-afofador apresentou capacidade de campo 25% superior ao conjunto trator-arrancador. Os autores ressaltam que como o conjunto trator-afofador não deixa as raízes expostas e não possui dispositivo de corte frontal da parte aérea das plantas, foi observado aumento de 32% no tempo necessário para as operações de corte e separação das raízes.

## **2.8. Projeto de produção agrícola**

Toda exploração agrícola para ser sólida, técnica e economicamente viável deve ser precedida de um programa de produção devidamente elaborado (ALVES SOBRINHO e SOUZA, 2008). Portanto, para elaborar um programa de produção é necessário dimensionar o equipamento, e, para tal, vários aspectos devem ser levados em consideração:

- Levantamento detalhado do solo, dimensão e topografia da área a ser cultivada;
- Conhecimento das práticas culturais próprias de cada exploração agrícola;
- Conhecimento do tempo disponível para execução das operações agrícolas.

Para a execução de um programa de produção agrícola, é necessário um adequado planejamento de mecanização e este planejamento fundamenta-se basicamente em dois fatores, como as operações agrícolas a serem realizadas e o desempenho operacional da maquinaria são fundamentais para o desenvolvimento do planejamento da mecanização, e assim envolveu:

- Levantamento das operações agrícolas a executar;
- Determinação das épocas de realização das operações;
- Estimativa do tempo disponível para execução das operações;
- Estimativa do ritmo operacional;
- Levantamento das características técnicas da maquinaria agrícola a ser utilizada;
- Determinação do número de conjuntos motomecanizados; e
- Escolha e aquisição das máquinas.

### **2.8.1. Desempenho operacional de maquinaria agrícola**

A capacidade de campo teórico esta relacionado com a largura de corte e com a velocidade de deslocamento do implemento. A capacidade de campo efetiva representa a capacidade efetivamente demonstrada pela máquina no campo, durante o tempo em os órgãos ativos efetivamente estão em operação (ALVES SOBRINHO e SOUZA, 2008).

A capacidade de campo operacional representa a capacidade de máquina durante todo o tempo de jornada de trabalho, incluindo os tempos mortos, como acoplamento e desacoplamento das máquinas, regulagens, manobras nas cabeceiras, abastecimento, etc.

O rendimento de campo é um indicativo das perdas devidas aos tempos mortos. Quanto maior for o rendimento de campo, melhor está sendo aproveitada a capacidade da maquinaria. Para as diversas operações, são adotados rendimentos de campo médios em dados obtidos em medições feitas em várias regiões, em função do equipamento utilizado e para propriedade de tamanho regular.

### **2.8.2. Custo operacional de maquinário agrícola**

A determinação do custo de utilização da maquinaria agrícola é indispensável para avaliar a incidência das operações mecanizadas sobre o custo total de produção de uma determinada cultura.

O custo operacional da maquinaria agrícola é função do preço de aquisição, que varia de acordo com o tipo, a marca e o modelo, do uso, do local e da vida útil de cada máquina.

O melhor uso das máquinas está condicionado à distribuição irregular dos serviços durante o ano. Uma detalhada programação do uso das máquinas é fator essencial para reduzir o custo de operação das mesmas. Na elaboração da programação do uso, deve-se levar em conta: área disponível, culturas a serem exploradas, condições climáticas e época do ano, potência dos tratores, sua manutenção e a dos implementos.

Os custos fixos são aqueles que devem ser debitados, independentemente da máquina ser usada ou não, daí o fato de ser também chamados de custos de propriedade. Nesse particular, é necessário ponderar que, a partir do momento em que foi adquirido um trator ou qualquer outra máquina agrícola, ela passa a onerar seu proprietário, mesmo que seja mantida inativa no galpão de máquinas. A forma de remover tal ônus é utilizar o trator o maior número de horas por ano, reduzindo o quanto possível o tempo ocioso (PACHECO, 2000).

Os custos fixos, são aqueles que não dependem da utilização máquina e implemento, no qual, formados por depreciação, juros, seguros e abrigos. Já os custos variáveis são aqueles que variam com o uso do equipamento ou máquina, sendo compostos por consumos de combustível, de lubrificantes e de graxa, gastos com reparo e manutenção, mão de obra direta e indireta, etc.

### 2.8.3. Análise econômica de projeto

Análise econômica de projeto pode ser feita com base no parâmetro taxa interna de retorno (QUEIROZ et al., 2015), que é a taxa de desconto sobre o somatório dos lucros líquidos previstos para o futuro, que resulta no capital fixo mais o capital de giro investido. Ou seja,

$$Pf + Pg = \frac{L11}{(1 + ir)} + \frac{L12}{(1 + ir)^2} + \dots + \frac{L1n}{(1 + ir)^n} \quad (1)$$

em que,

L1j - lucro líquido no ano j;

ir - taxa interna de retorno, decimal;

Pf - capital fixo investido;

Pg - capital de giro.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. Local**

O trabalho foi realizado no Laboratório de Projeto de Máquinas da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados (latitude 22°14'S, longitude 54°49'W e 452 m de altitude), localizada no município de Dourados, MS.

#### **3.2. Caracterização do sistema de produção da mandioca**

O sistema de produção agrícola da mandioca adotado neste trabalho será o de monocultura, com o plantio sendo realizado no sistema de preparo convencional. A área total disponível de produção advém da união de áreas de 8 a 10 propriedades que possui num total de aproximadamente 200 ha, sendo que 100 ha serão usados para produção da mandioca. Está planejado pelos agricultores rotação de culturas a cada colheita da mandioca com milho e feijão, entretanto será mantida a área inicial para a mandioca, considerando que há área disponível para outras culturas.

O plantio será realizado com o espaçamento de 1,0 m entre linhas. A pulverização para controle de planta daninha deverá ser feita conforme recomendação agrônômica e necessidade, usando pulverizador hidráulico. A colheita da mandioca deverá ser feita com até 18 meses após plantio, recomendando que seja feita a cada ano agrícola. O transporte das raízes do campo até a unidade de recebimento será feito por carretinha agrícola.

#### **3.3. Planejamento da mecanização agrícola**

No dimensionamento da frota de mecanização foram usados dados médios de pluviômetros do ano de 2010 a 2014 de Amambai-MS, que foram organizados a cada 15 dias para determinar dias disponíveis para operação de máquina. Um gráfico de Gantt foi confeccionado para fins de análise operacional, a partir da qual foi feito o levantamento e determinação das operações, e, em seguida realizado planejamento com base nos dias úteis para cada operação, desde preparo do solo até a colheita.

O dimensionamento de frota de mecanização foi realizado para uma área de 100 ha, no qual foram selecionados os equipamentos para confeccionar uma planilha eletrônica para dimensionar e simular a receita anual, juros e amortização, custos

anuais, valor residual e fluxo de caixa, a fim de obter um resultado quando for feito um investimento de capital na produção de mandioca, que auxiliará na tomada de decisão.

### 3.3.1. Levantamento das operações agrícolas e das épocas de execução

As etapas do trabalho de produção agrícola, denominadas operações agrícolas, ocorrem em uma sequência cronologicamente distinta e ordenada. Essas operações agrícolas são caracterizadas em função de sistema de produção. Essas palavras são caracterizadas em função do sistema de produção, sendo neste imprescindível o levantamento das operações a executar, e a determinação das épocas ideais para realização do planejamento, representado no Gráfico de Gantt (Quadro 1).

QUADRO 1. Planejamento das operações agrícolas envolvidas na produção da mandioca, em área de 100 ha

Operação	Ago		Set		Out		Nov		Dez		Jan		Fev		Mar		Abr		Mai		Jun		
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
Correção																							
Aração																							
1ª gradagem																							
2ª gradagem																							
Plantio e adubação																							
1ª pulverização herbicida																							
1ª cultivo e adubação de cobertura																							
Colheita																							

### 3.3.2. Estimativa do tempo disponível para execução das operações

Definidos os períodos nos quais as operações devem ser realizadas, determina-se o tempo de trabalho disponível nas épocas de execução. Isto porque no trabalho em máquinas há interferência de fatores que são incontroláveis do ponto de vista prático e que poderão comprometer todo o programa de produção pré-estabelecido, como o caso dos dias de chuva, da jornada de trabalho, entre outros. Esse tempo poderá ser obtido, aproximadamente, pelas Equações 2 e 3.

$$T_d = Dd \cdot H_j \quad (2)$$

$$Dd = N - (n_{df} + n_u) \quad (3)$$

em que,

$T_d$  - tempo disponível no período considerado, h;

- Dd - dias disponíveis;  
 N - número total de dias do período;  
 n<sub>df</sub> - número de domingos e feriados;  
 n<sub>u</sub> - número de dias úmidos úteis;  
 H<sub>j</sub> - jornada dos operadores, h.

O número de dias úmidos úteis foi obtido de tabelas estatísticas ou por meio de consultas em Estações Experimentais com Regimes Pluviométricas, mais próximas da propriedade e registradas no INMET.

### 3.3.3. Estimativa do ritmo operacional

O ritmo operacional (Equação 4) corresponde à intensidade de trabalho de execução de uma operação, obtido pela relação entre a quantidade de trabalho a executar e o tempo disponível, conforme a equação abaixo:

$$R_m = \frac{A}{t_d} \quad (4)$$

em que,

- R<sub>m</sub> - ritmo operacional, ha h<sup>-1</sup>;  
 A - Área trabalhada ou produto manipulado, ha;  
 t<sub>d</sub> - tempo disponível para a operação, h.

Dessa forma, os valores do ritmo operacional obtidos para cada operação agrícola a ser executada na área de 100 ha de mandioca, seguem no Quadro 2.

QUADRO 2. Estimativa do tempo disponível (t<sub>d</sub>) para produção de 100 ha de mandioca

Operação a executar	Nd (dias)	H <sub>j</sub> (h)	t <sub>d</sub> (h)
Correção	12	08	96
Aração	34	10	340
Gradagem	07	10	70
Plantadora/adubação	23	08	184
1ª Pulverização pré-emergente	23	06	138
2ª Pulverização pós-emergente	07	06	42
Colheita	37	08	296

### 3.3.4. Levantamento das características técnicas da maquinaria agrícola

A partir de folhetos, catálogos, manuais de operação de implementos e máquinas agrícolas e de dados do Programa Mais Alimentos (PRONAF) obtiveram as seguintes informações da: largura de trabalho; número de órgãos ativos; velocidade de operação efetiva, potência disponível ou requerida para operação, entre outros.

### 3.3.5. Desempenho da mecanização agrícola

O rendimento operacional (Equação 5) é designado pela relação entre capacidades operacionais da mesma natureza, e foi calculado conforme segue:

$$R_c = \frac{C_{co}}{C_{ce}} \cdot 100 \quad (5)$$

em que,

$R_c$  - rendimento de campo, %;

$C_{co}$  - capacidade de campo operacional, ha h<sup>-1</sup>;

$C_{ce}$  - capacidade de campo efetiva, ha h<sup>-1</sup>.

Assim obtiveram-se os rendimentos de campo para com isso as respectivas operações agrícolas e velocidades efetivas ou operacionais, como pode ser visto no Quando 3.

### 3.3.6. Determinação do número de conjuntos motomecanizados

Na prática o  $R_m$  corresponde à capacidade operacional que o conjunto motomecanizado deve apresentar para realizar determinada operação agrícola. Assim, podem-se estabelecer as seguintes relações:

$$R_m = C_{co} \quad (6)$$

$$C_{co} = C_{ce} \cdot R_c \quad (7)$$

$$C_{ce} = \frac{V \cdot L}{10} \quad (8)$$

$$R_m = \frac{V \cdot L \cdot R_c}{10} \quad (9)$$

em que,

L - largura de corte do implemento, m;

V - velocidade de deslocamento, km h<sup>-1</sup>.

A partir do cálculo da largura de operação do implemento, necessário para realizar a operação agrícola no ritmo operacional estimado, determinou-se o número de conjuntos motomecanizados para realização daquela operação.

### 3.3.7. Seleção das máquinas e implementos agrícolas

A seleção de máquinas e implementos agrícolas deve ser realizada com base na capacidade de trabalho e no custo operacional (QUEIROZ et al., 2015), como também na demanda mínima de potência dos equipamentos.

Na seleção dos implementos de preparo convencional do solo foi utilizado um sistema composto por um arado de disco e uma grade niveladora, sendo os seus tamanhos escolhidos considerando a potência mínima do motor do trator, atendendo o cronograma de atividades do programa de produção.

A força de tração necessária para mover um arado depende das dimensões do arado, bem como da profundidade de trabalho. Souza e Rafull (2005), utilizaram a resistência do solo ao corte, como uma medida da força de tração, considerada independente tanto da largura quanto da profundidade de aração, mas influenciada quadraticamente pela velocidade de deslocamento do conjunto mecanizado. O requerimento de carga na operação de aração foi determinado pela relação entre a largura e profundidade de corte com a resistência do solo, determinada utilizando a seguinte equação:

$$R_s = 5,2 + 0,039 \cdot v^2 \quad (10)$$

em que,

$R_s$  - resistência do solo ao corte,  $N\ cm^{-2}$ ;

$v$  - velocidade de deslocamento,  $km\ h^{-1}$ .

A força de tração requerida pela grade niveladora, com menos de 90 kg por disco, para ser tracionada pelo trator depende da massa total, conforme a seguinte equação:

$$F_g = 12,3 \cdot m \quad (11)$$

em que,

$F_g$  - força requerida na barra pela grade, N;

$m$  - massa da grade, kg.

No Quadro 3 estão apresentadas as variáveis e os valores adotados para caracterizar o sistema mecanizado de preparo convencional do solo, as condições dinâmicas do conjunto e as eficiências de tração do trator em cada operação.

QUADRO 3. Dados do sistema mecanizado de preparo convencional do solo

Descrição	Valor
Área a ser trabalhada (ha)	100
Tempo máximo para executar o preparo do solo (h)	410
Profundidade de aração (cm)	30
Largura de corte de cada disco (cm)	30
Velocidade de trabalho na aração ( $\text{km h}^{-1}$ )	5,0
Eficiência de campo na aração (%)	75,0
Número de passadas na aração	1
Eficiência tratória no trabalho de aração (%)	73
Velocidade de trabalho na gradagem ( $\text{km h}^{-1}$ )	7,0
Eficiência de campo na gradagem (%)	75
Número de passadas na gradagem	2
Eficiência tratória no trabalho de gradagem (%)	64
Massa da grade por unidade de largura ( $\text{kg m}^{-1}$ )	270

A plantadora-adubadora, o pulverizador, o afofador e a carreta foram dimensionados considerando as características dos equipamentos, e seus respectivos dados operacionais estão apresentados nos Quadros 4, 5, 6 e 7, respectivamente.

QUADRO 4. Características e dados operacionais da plantadora-adubadora

Descrição	Valor
Nº de Linha	2
Largura de entrelinha (m)	1
Velocidade de operação ( $\text{km h}^{-1}$ )	6
Rendimento de campo (%)	60
Tempo máximo para executar (h)	240

QUADRO 5. Características e dados operacionais de pulverizador

Descrição	Valor
Capacidade do reservatório (L)	400
Velocidade de operação ( $\text{km h}^{-1}$ )	6
Rendimento de campo (%)	65
Tempo máximo para executar (h)	296

QUADRO 6. Características e dados operacionais do afofador

Descrição	Valor
Profundidade de operação (cm)	30
Largura de trabalho (m)	0,85
Velocidade de operação (km h <sup>-1</sup> )	6
Rendimento de campo (%)	77
Tempo máximo para executar (h)	324

QUADRO 7. Características e dados operacionais da carreta

Descrição	Valor
Diâmetro do pneu (m)	0,75
Diâmetro do aro (m)	16
Carga (kg)	7000
Índice de cone (kPa)	1800
Velocidade de operação (km h <sup>-1</sup> )	20
Tempo máximo para executar (h)	324

### 3.4. Análise econômica do projeto de mecanização agrícola

Para analisar a competitividade do projeto foi adotado o método a taxa interna de retorno (TIR) como índice de análise econômica (QUEIROZ et al., 2015). Assumiu-se como contribuição social valor de 2,3%.

Neste trabalho a comercialização do produto para indústria de fécula, no qual o valor pago em função do teor de amido, por fim considerando, valor pago por tonelada de mandioca é de 115 reais.

Os dados de receitas com comercialização do produto e do aluguel de máquinas estão apresentados no Quadro 8.

QUADRO 8. Receita bruta esperada da produção de 100 ha de mandioca

Receita bruta da mandioca	Valor
Produtividade da mandioca (Mg ha <sup>-1</sup> )	13,0
Preço da tonelada (R\$ Mg <sup>-1</sup> )	115
Produção esperada (Mg)	1300
Ganho esperado (R\$)	149.500,00

O lucro líquido foi obtido da diferença entre a receita bruta e os custos envolvidos na produção da mandioca, no que envolve a maquinaria agrícola. Para isso foram determinados os custos operacionais.

Os dados usados no cálculo dos juros e amortizações do financiamento do empreendimento estão apresentados no Quadro 9. Embora não haja cobrança de juros

sobre o empréstimo aos projetos advindos dos povos indígenas, aqui ele foi considerado visando calcular os juros sobre o capital empatado na aquisição do maquinário.

QUADRO 9. Dados usados no cálculo do financiamento e dos custos operacionais

Descrição	Valor
Valor financiado (R\$)	163.220,70
Prazo Total (anos)	10
Carência (anos)	3
Juros (% a.a.)	5,5

### 3.4.1. Custo operacional de maquinário agrícola

A determinação do custo de utilização da maquinaria agrícola é indispensável para avaliar a incidência das operações mecanizadas sobre o custo total de produção de uma determinada cultura.

O custo operacional é função do preço de aquisição, que varia de acordo com o tipo, a marca e modelo, do uso e da vida útil de cada maquinaria. Os custos operacionais foram determinados por meio dos seus componentes custos fixos e custos variáveis, conforme descrito em Pacheco (2000).

#### 3.4.1.1. Custos fixos de máquinas agrícolas

Determinou-se os custos fixos anuais do trator e das máquinas e implementos agrícolas, incluindo a depreciação, os juros sobre o capital, as taxas de alojamento e de seguros. Os itens que compõem os custos fixos foram calculados das seguintes formas:

- Depreciação

$$D = \frac{P-S}{V} \quad (12)$$

em que,

D - depreciação, R\$ por ano;

P - valor de aquisição da máquina, R\$;

S - valor de sucata da máquina corresponde a 10 % do valor de aquisição, R\$ por ano;

V - vida útil da máquina, anos.

- Juros sobre o capital (J)

$$J = \frac{(P+S)i}{t} \quad (13)$$

em que,

J - juros sobre o capital, R\$ h<sup>-1</sup>;

i - juros ao ano, decimal;

t - tempo de uso por ano, horas ano<sup>-1</sup>.

- Taxa de alojamento (A)

A taxa de alojamento foi admitida como sendo 1% do preço de aquisição da máquina, por ano.

- Seguros (S)

A taxa de seguros foi adotada como sendo 2% do preço de aquisição da máquina, por ano.

#### 3.4.1.2. Custos variáveis de máquinas agrícolas

Os custos variáveis são aqueles que dependem da quantidade de uso que se faz da máquina, representados pelo consumo de combustíveis (C), de lubrificantes (L), custo com reparos e manutenção (RM) e salário do tratorista (ST).

Na determinação do custo de combustível e do custo com a mão de obra foram usados os dados apresentados no Quadro 10. No custo da mão de obra para operação de máquinas agrícolas foram considerados, além do salário, os encargos sociais. O custo do consumo de lubrificantes foi estimado considerando que o seu custo não ultrapasse 20% do custo com combustível.

QUADRO 10. Custos com mão de obra e combustível

Descrição	Valor	Unidade
Honorário do Engenheiro**	1.300,00	R\$
Consumo de combustível do trator	12,00	L h <sup>-1</sup>
Preço do combustível	2,78	R\$ L <sup>-1</sup>
Salário do tratorista	1.300,00	R\$ mês <sup>-1</sup>

\*\* mão de obra indireta.

O custo de reparo e manutenção foi obtido como sendo uma porcentagem do valor de aquisição das máquinas ou implementos agrícolas, sendo adotados os valores apresentados no Quadro 11.

QUADRO 11. Vida útil e taxa de reparo e manutenção das máquinas e implementos agrícolas

Descrição	Vida útil		Taxa de rep. e man. (%)
	h	Anos	
Trator	10000	10	100
Arado	2000	10	60
Grade niveladora	2000	12	60
Plantadora-adubadora	1250	12	80
Pulverizador	4000	10	20
Afofador	2500	10	35
Carreta agrícola	10000	10	35

### 3.4.2. Custos de insumos

Os dados agronômicos e financeiros que foram usados para estimar os custos de alguns insumos necessários para a produção de mandioca por hectare estão apresentados no Quadro 12.

QUADRO 12. Custo de insumos para produção de mandioca em uma área de 1,0 ha

Descrição	Unidade	Quantidade	Valor unitário (R\$)	Valor Total (R\$ ha <sup>-1</sup> )
Calcário	Mg	0,75	70,00	52,50
Manivas	m <sup>3</sup>	4	25,00	100,00
Fertilizantes (manutenção)	kg	300	0,89	267,00
Herbicidas pré-emergentes	L	0,08	670,00	53,60
Inseticidas	L	0,25	72,00	18,00
Formicida	kg	0,5	10,00	5,00

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A média dos dados de pluviômetros do ano de 2010 a 2014 de Amambai-MS permite realizar as operações de preparo do solo, de plantio, de pulverização e de colheita, ou seja, a janela de operação é adequada. Porém, na rotação da cultura, para o plantio de milho, o tempo de operação é limitado devido ao excesso de chuva.

Na cultura de mandioca é interessante adotar consorciamento/rotação desta com a cultura de menor ciclo, como feijão e milho, para de diminuir a erosão e diminuir as plantas daninhas, principal desvantagem, porém, com decréscimo da produtividade de mandioca.

No dimensionamento de frota de mecanização agrícola de uma pequena propriedade rural, quanto maior o número de dias disponíveis, menor a largura do implemento e, conseqüentemente, implícito a redução o custo de aquisição dos equipamentos.

No Quadro 13 está apresentado o resultado do dimensionamento do sistema de preparo convencional do solo, a partir da utilização técnicas de otimização. A otimização buscou minimizar a exigência de potência do trator durante as operações de aração e gradagem, atendendo o cronograma de atividades planejadas para o preparo do solo.

Pode-se observar que o sistema mecanizado de preparo do solo que mais se apresentou viável foi aquele a apresentar a potência do motor do trator com no mínimo 68,8 cv (Quadro 13).

QUADRO 13. Dimensionamento de um sistema otimizado de aração e gradagem do solo para produção de 100 ha de mandioca

Discos	Aração			Gradagem			Potência Trator (cv)	
	CCo (ha h <sup>-1</sup> )	Tempo (h)	Potência TDP (kW)	Tempo (h)	CCo (ha h <sup>-1</sup> )	Largura (m)		Potência TDP (kW)
3	0,34	296,3	33,04	113,70	1,76	3,35	35,21	55,03
4	0,45	222,22	44,06	187,78	1,07	2,03	21,32	68,85
5	0,56	177,78	55,07	232,22	0,86	1,64	17,24	86,06
6	0,68	148,15	66,09	261,85	0,76	1,45	15,29	103,28
7	0,79	126,98	77,1	283,02	0,71	1,35	14,15	120,49
8	0,9	111,11	88,11	298,89	0,67	1,27	13,40	137,70
9	1,01	98,77	99,13	311,23	0,64	1,22	12,86	154,91
10	1,13	88,89	110,14	321,11	0,62	1,19	12,47	172,13

Depois de se conhecer o número de conjuntos de máquinas e equipamentos a serem utilizados para execução do programa de produção de mandioca, o passo final é a seleção das máquinas e implementos agrícolas, que estão apresentados no Quadro 14.

QUADRO 14. Número de conjuntos motomecanizados para a produção de 100 ha de mandioca.

Descrição	Q <sup>dade</sup>	Características técnicas
Aplicadora de correção	1	Distribuidor de calcáreo e fertilizante químico a lanço, montado nos três pontos, 2 discos distribuidores, até 1.600 litros. Sistema de controle remoto para trator de 75 cv. Faixa de aplicação de 14 m.
Arado de discos	1	Arado fixo de 4 discos com medidas de discos de 26"x3/16", largura de corte 1.100 mm, profundidade de 300 mm, massa de 451 kg, exigindo potência de 75 cv.
Grade niveladora	1	Grade niveladora hidráulica e arrasto de 26 discos de 20 polegadas, altura de 1,3 m, largura de 2,4 m, massa de 656 kg, comprimento de 5,0 m, para trator de 65 cv.
Plantadora	1	Plantadora-adubadora de 2 linhas com depósito em polietileno com sistema distribuidor de adubo com rosca sem-fim, duas bandejas de abastecimentos com capacidade de 0,50 m <sup>3</sup> de ramas cada uma, bancos para os operadores, dois conjuntos de rotores de corte de 18 cm para as manivas. Unidades de plantio com disco duplo paralelo de 17", para trator a partir de 60 cv.
Pulverizador	1	Pulverizador agrícola de barras com faixa de aplicação de 9,5 metros, tanque de 400 litros, bomba de 38 L min <sup>-1</sup> .
Afofador	1	Arrancadora de mandioca de 1 linha hidráulica com 0,85 m largura de trabalho, para trator de 75 cv.
Carreta agrícola	1	Carreta agrícola basculante metálica, com capacidade de 7,0 toneladas, com pistão hidráulico, com freio e pneus com sobre caixa e rodado tandem, para trator de 75 cv.
Trator	1	Trator agrícola de pneus, com motor a diesel de 75 cv, 4 cilindros, cilindrada de 3.908 cm <sup>3</sup> , transmissão 8x2, parcial sincronizada, capacidade do tanque de combustível de 63 litros, tração 4x2, pneus dianteiros 12,4x24 e traseiros 18,4x30, lastros frontais e nas rodas traseiras, capacidade do sistema de levante hidráulico de 2.300 kg no olhal, controle remoto de implementos categoria II, vazão do sistema hidráulico de 32,8 L min <sup>-1</sup> , tomada de força independente com 540 rpm de acionamento mecânico, sistema elétrico completo com faróis de serviço e sinal ética completa, toldo e arco de segurança.

Na Figura 1 estão apresentados os dados do ritmo operacional planejado e a capacidade de campo operacional do maquinário agrícola selecionado. Analisando os dados para cada operação individualmente, pode-se observar que todas as capacidades

de campo operacionais dos maquinários foram maiores que o ritmo operacional planejado, exceto para a operação de gradagem. Embora a gradagem tenha apresentado valores menores de capacidade que o planejado individualmente, não haverá perda do cronograma de atividades, pois o sistema de preparo do solo foi dimensionado visando minimizar a potência do trator, e assim o aumento na capacidade de aração será suficiente para atender o cronograma inicial cedendo tempo para a gradagem.

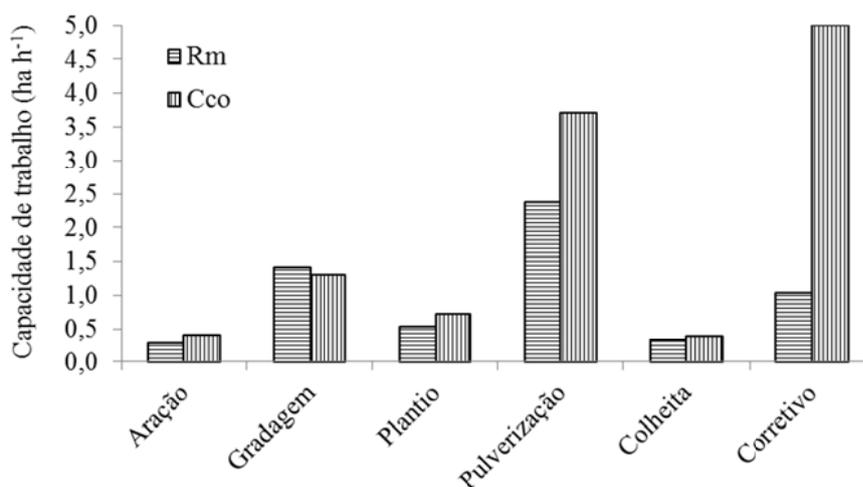


FIGURA 1. Capacidade de trabalho planejada (Rm) e selecionada no projeto de maquinaria agrícola (Cco).

A potência do trator selecionada foi de 75 cv, que atende a demanda de cada implemento, para 100 ha de área. Dessa forma, consultando o site de Mais Alimento do Governo Federal, o valor de comercialização das máquinas e implementos agrícolas no Estado de Mato Grosso do Sul, segue no quadro abaixo.

QUADRO 15. Dados gerais do sistema mecanizado para produção de mandioca

Descrição	Potência (kW)	Nº de equipamentos	Valor (R\$)
Trator	55,2	1	83.810,93
Aplicador de fertilizantes e corretivos	55,2	1	10.807,31
Arado	68,8	1	8.620,12
Grade niveladora	47,8	1	7.259,57
Plantadora	44,1	1	14.414,40
Pulverizador	15,0	1	9.838,64
Afofador	55,2	1	19.660,91
Carreta	55,2	1	8.808,82
<b>Total</b>			<b>163.220,70</b>

A receita anual foi determinada a partir da receita de mandioca e aluguel do trator, uma vez que na região há demanda para o uso de pulverização para aplicação de herbicidas, inseticidas e fungicidas, conforme mostrado no Quadro 16.

QUADRO 16. Receita anual esperada com a execução do projeto

Descrição	Nº de horas totais trabalhadas por ano	Receita por tempo trabalhado (R\$)	Receita anual (R\$)
Mandioca	-	149.500,00	149.500,00
Aluguel médio do trator na operação de pulverização	289,79	121,49	35.206,86
<b>Total</b>			<b>184.706,86</b>

No Quadro 17 estão apresentados os dados anuais de saldo, amortização, juros e pagamento das anuidades do investimento. Pode-se observar que o Ano 4 é aquele a exigir maior pagamento anual, e partir daí a tendência foi de queda com o passar dos anos, com diminuição proporcional à redução ocorrida nos custos devido a incidência de juros.

QUADRO 17. Amortização do investimento ao longo do período

Ano	Saldo	Amortização anual	Juros anuais	Pagamento anual
1	163.220,70	0,00	8.977,14	8.977,14
2	163.220,70	0,00	8.977,14	8.977,14
3	163.220,70	0,00	8.977,14	8.977,14
4	151.562,08	23.317,24	8.656,53	31.973,77
5	128.244,84	23.317,24	7.374,08	30.691,32
6	104.927,59	23.317,24	6.091,63	29.408,87
7	81.610,35	23.317,24	4.809,18	28.126,42
8	58.293,11	23.317,24	3.526,73	26.843,98
9	34.975,86	23.317,24	2.244,28	25.561,53
10	11.658,62	23.317,24	961,84	24.279,08

Nos custos operacionais anuais para a produção mecanizada da mandioca, o trator foi quem apresentou maior custo em função, principalmente, do consumo de combustível e da mão de obra empregada, e em segundo lugar, está o uso de insumos (Quadro 18), principalmente de adubo e manivas (Quadro 12).

QUADRO 18. Resumo dos custos operacionais (R\$) anuais do maquinário agrícola

Descrição	D	A+S	MDO	Combust.	Cons. de lubrif.	Reparo e manut.	Total
Trator	7.542,98	3.352,44	26.520,00	34.564,05	6.912,81	5.952,32	84.844,60
Aplicador de corretivo	972,66	432,29				142,95	1.547,90
Arado	862,01	344,80				545,70	1.752,51
Grade niveladora	725,96	290,38				122,01	1.138,35
Plantadora-adubadora	1.441,44	576,58				800,80	2.818,82
Pulverizador	1.106,85	393,55				26,56	1.526,95
Afofafor	2.211,85	786,44	8.840,00			2.503,30	14.341,59
Carreta	792,79	352,35				628,08	1.773,23
Insumo							49.610,00
<b>Total</b>							<b>159.353,95</b>

D: Depreciação; A+ S: Alojamento e Seguro; MDO: Mão de Obra.

O valor residual dos equipamentos agrícolas proposto no projeto e o fluxo de caixa do empreendimento ao longo do período estão apresentados nos Quadros 19 e 20, respectivamente, no Ano 10, o valor residual do investimento feito no empreendimento de produção de mandioca é de R\$ 6.655,26, estando a frota com possibilidade de ser trocada com o fim de sua vida útil programada.

O fluxo de caixa (Quadro 20) obtido da implementação do projeto proporcionou uma taxa interna de retorno de 9,3%, considerando que não haverá durante os períodos de projeto aumento do preço do produto ou aparecimento de uma variedade mais produtiva.

Conforme dados obtidos pelo CEPEA (2016) para o preço da raiz da mandioca no extremo sul Sul-mato-grossense, entre os anos de 2005 a 2016, houve um aumento médio estimado de 12,1% a.a., com variação média de 44,5% em torno da média geral de preços. Assim, se for considerado que haverá um aumento médio de 5,4% a.a. de aumento de preço da raiz da mandioca, o projeto passaria a proporcionar uma taxa interna de retorno do capital investido de 29,4%.

A literatura especializada define taxa interna de retorno como sendo a taxa de juros que anula o valor presente líquido do fluxo de caixa de um investimento (BARBIERI et al., 2007). Assim, o projeto de investimento proposto terá condições de ser aceito, por apresentar o fluxo de caixa não negativo com taxa interna de retorno maior que zero.

QUADRO 19. Valor residual (R\$) dos equipamentos ao longo do período

Descrição	Valor residual ao longo dos anos									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Trator	76.267,95	68.724,96	61.181,98	53.639,00	46.096,01	38.553,03	31.010,04	23.467,06	15.924,08	8.381,09
Aplicador	9.834,65	8.861,99	7.889,34	6.916,68	5.944,02	4.971,36	3.998,70	3.026,05	2.053,39	1.080,73
Arado	7.758,11	6.896,10	6.034,08	5.172,07	4.310,06	3.448,05	2.586,04	1.724,02	862,01	7.758,11
Grade niveladora	6.533,61	5.807,66	5.081,70	4.355,74	3.629,79	2.903,83	2.177,87	1.451,91	725,96	6.533,61
Plantadora	12.972,96	11.531,52	10.090,08	8.648,64	7.207,20	5.765,76	4.324,32	2.882,88	1.441,44	12.972,96
Pulverizador	8.731,79	7.624,95	6.518,10	5.411,25	4.304,41	3.197,56	2.090,71	983,86	-122,98	8.731,79
Afofador	17.449,06	15.237,21	13.025,35	10.813,50	8.601,65	6.389,80	4.177,94	1.966,09	17.449,06	15.237,21
Carreta	8.016,03	7.223,23	6.430,44	5.637,64	4.844,85	4.052,06	3.259,26	2.466,47	1.673,68	880,88
Total	147.564,16	131.907,61	116.251,07	100.594,52	84.937,98	69.281,44	53.624,89	37.968,35	22.311,81	6.655,26

QUADRO 20. Fluxo de caixa (R\$) do empreendimento ao longo dos anos

Descrição	Anos									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Investimento fixo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Receita operacional	174.725,33	174.725,33	174.725,33	174.725,33	174.725,33	174.725,33	174.725,33	174.725,33	174.725,33	174.725,33
Custo operacional (-deprec.)	149.360,36	149.360,36	149.360,36	149.360,36	149.360,36	149.360,36	149.360,36	149.360,36	149.360,36	149.360,36
Lucro operacional	25.364,96	25.364,96	25.364,96	25.364,96	25.364,96	25.364,96	25.364,96	25.364,96	25.364,96	25.364,96
Depreciação	15.656,54	15.656,54	15.656,54	15.656,54	15.656,54	15.656,54	15.656,54	15.656,54	15.656,54	15.656,54
Encargos financeiros	8.977,14	8.977,14	8.977,14	8.656,53	7.374,08	6.091,63	4.809,18	3.526,73	2.244,28	961,84
Lucro antes do imposto	731,28	731,28	731,28	1.051,89	2.334,34	3.616,79	4.899,24	6.181,68	7.464,13	8.746,58
Contribuição Social	16,82	16,82	16,82	24,19	53,69	83,19	112,68	142,18	171,68	201,17
Lucro após o imposto	714,46	714,46	714,46	1.027,70	2.280,65	3.533,60	4.786,55	6.039,51	7.292,46	8.545,41
Fluxo de caixa com residual	25.348,14	25.348,14	25.348,14	25.340,77	25.311,27	25.281,77	25.252,28	25.222,78	25.193,29	31.819,05

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Adotar máquinas para a produção agrícola, acompanhados de métodos adequados de manejo do solo, aumenta a capacidade de trabalho rural mantendo a qualidade do produto colhido. O projeto de produção mecanizada da mandioca proposto mostrou-se viável tecnicamente por cumprir o cronograma de atividades necessárias para a boa produção, enquanto simultaneamente buscou-se minimizar a potência exigida nas operações com máquinas.

O projeto de investimento para produção de mandioca em aldeia indígena proposto terá condições de ser aceito, por apresentar viabilidade econômica baseado nos resultados obtidos do fluxo de caixa e da taxa interna de retorno do capital investido.

Para que isso ocorra de maneira harmônica é preciso incentivar e qualificar a mão de obra dentro das aldeias a fim de melhorar a qualidade do produto colhido e, conseqüentemente, a sua aceitação por parte das populações indígenas e não indígenas.

A dependência que a aldeia tem de recursos oriundos de fora da mesma é fator marcante no país, assim buscar soluções tecnológicas e alternativas para garantir fonte de renda de sua própria produção, seria importante para tornar o produtor indígena autônomo e autossustentável.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGROFLORESTA. **Produção artesanal de farinha de mandioca**. 7f. Manual técnico. <<http://www.agrofloresta.net/static/fotos/farinha/>>. Acesso em: 16/12/2013.
- ALVES SOBRINHO, T.; SOUZA, C.M.A. **Desempenho e planejamento da maquinaria agrícola**. Dourados: UFGD, 2008, 11p.
- ANJOS, J.R.N.; SILVA, M.S.; VIEIRA, E.A.; FIALHO, J.A. Principais doenças da mandioca no Cerrado. IN: FIALHO, J.F; VIEIRA, E.A. **Mandioca no cerrado: orientações técnicas**. Planaltina: Embrapa Cerrados, p.116-135, 2011.
- ARAUJO, J.S.P.; LOPES, C.A. **Produção de Farinha de Mandioca na Agricultura Familiar**. 2009. 15f. Manual técnica. Niterói-RJ. Disponível em <<http://www.pesagro.rj.gov.br/downloads/riorural/13%20Producao%20de%20farinha%20de%20mandioca.pdf>>. Acesso em: 16/12/2013.
- BARBIERI, J.C.; ÁLVARES, A.C.T.; MACHLINE, C. Taxa Interna de Retorno: controvérsias e interpretações. **Revista GEPROS**, v.2, n.5, p.131-142, 2007.
- CEPEA - Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. **Mandioca**. Piracicaba: USP, 2016. Disponível em: <<http://cepea.esalq.usp.br/mandioca/>>. Acesso em: 06/05/2016.
- FIALHO, J.F; VIEIRA, E.A. Manejo e tratos culturais da mandioca. IN: FIALHO, J.F; VIEIRA, E.A. **Mandioca no cerrado: orientações técnicas**. Planaltina: Embrapa Cerrados, p.58-90, 2011.
- GROXKO, M. **Mandiocultura - Análise da conjuntura Agropecuária**. 2013. 20f. Disponível em <[http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/mandiocultura\\_2013\\_14.pdf](http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/mandiocultura_2013_14.pdf)>. Acesso em: 08/09/2014.
- GROXKO, M. Mandiocultura. 2015. 20f. Análise da conjuntura agropecuária mandioca da Safra 2015/16. Disponível em <[http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/2016/mandioca\\_2015\\_16.pdf](http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/2016/mandioca_2015_16.pdf)>. Acesso em: 17/05/2016.
- MELO, K.L.G.V. **Mandioca e Derivados Proposta de Preço Mínimo**. 2007. 23f. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/b2e93ce0b97c2e5b4ad7946d114c7bb8.pdf>>. Acesso em: 08/09/2014.
- MIALHE, L.G. **Máquinas agrícolas para plantio**. Campinas: SP, 1ed, 2012, 623p.
- OLIVEIRA, C.M.; PAULA-MORAES, S.V. Principais pragas da mandioca no Cerrado. IN: FIALHO, J.F; VIEIRA, E.A. **Mandioca no cerrado: orientações técnicas**. Planaltina: Embrapa Cerrados, p.92-114, 2011.

PACHECO, E.P. **Seleção e custo operacional de máquinas agrícolas**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2000. 21p.

PINTO, M.D.N. **Mandioca e Farinha: subsistência e tradição cultural**. 2001. 16f. Disponível em <[http://www.mao.org.br/wp-content/uploads/pinto\\_01.pdf](http://www.mao.org.br/wp-content/uploads/pinto_01.pdf)>. Acesso em: 16/12/2013

QUEIROZ, D.M.; PINTO, F.A.C.; SOUZA, C.M.A. **Engenharia de sistemas agrícolas**, Dourados: UFGD, 2015, 173p.

SCALON FILHO, H.; ALVES SOBRINHO, T.; SOUZA, C.M.A. Avaliação do desempenho de dois equipamentos na colheita semimecanizada da cultura da mandioca. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v 25, n.2, p.557-564, 2005.

SOUZA, C.M.A.; RAFULL, L.Z.L. **Preparo periódico do solo**. Dourados: UFGD, 1ed., 2005, 31p.

CEREDA, M.P. **Cultivo de mandioca**. Viçosa: MG, 1ed, 2008, 206p.