

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS

Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola
Familiar



Dissertação

**Sistema computacional dedicado a avaliação de tratores
agrícolas para propriedades de base familiar**

Maico Danúbio Duarte Abreu

Pelotas, 2014

Maico Danúbio Duarte Abreu

Sistema computacional dedicado a avaliação de tratores agrícolas para propriedades de base familiar

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em AGRONOMIA (linha de pesquisa: Processos Biológicos nos Sistemas de Produção Agrícola).

Orientador: Prof. Dr. Antônio Lilles Tavares Machado

Co-orientador: Prof. Dr. Roberto Lilles Tavares Machado

Pelotas, 2014

Maico Danúbio Duarte Abreu

Sistema computacional dedicado a avaliação de tratores agrícolas para propriedades de base familiar

Dissertação aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Mestre em Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: 21 de agosto de 2014.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Antônio Lilles Tavares Machado (Orientador)
Doutor em Ciência do Solo pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Prof. Dr. Ricardo Ralisch
Doutor em Agronomia pela Universidade Estadual Paulista.

Prof. Dr. Mauro Fernando Ferreira
Doutor em Ciências pela Universidade Federal de Pelotas.

Agradecimentos

Gostaria de agradecer primeiramente ao meu Deus, por permitir que eu chegasse até este momento com saúde, paz no coração e mente.

Ao orientador Prof. Dr. Antônio Lilles Tavares Machado e ao co-orientador Prof. Dr. Roberto Lilles Tavares Machado pelo apoio e orientação neste trabalho e por toda oportunidade que deram-me no NIMEq/UFPel, desde os primeiro momentos de minha vida acadêmica, especialmente pela confiança e amizade que demonstraram ao longo desta jornada, pelo respeito e encorajamento em todos os momentos acadêmicos e profissionais vivenciado em equipe.

A minha mãe Edeli Anne pelos primeiros ensinamentos de respeito e educação, pela ajuda nos momentos difíceis, pelo amor necessário que me tornou um homem de bem que presa pela família e seus ideais. Por toda a ternura que me fez prosperar amando a vida e aprendendo a superar percalços nela contidos. Por ensinar-me que um momento é único e que deve ser vivido com o máximo aproveitamento sem o prejuízo de terceiros, por toda demonstração de uma pessoa forte, de caráter, com esplendorosa coragem e amor, que me fizeram ser Feliz no mais alto compêndio desta palavra.

Aos meus professores Prof. Dr. Mauro Fernando Ferreira, Prof. Dr. Fabrício Ardais Medeiros e Prof. Dr. Ângelo Vieira dos Reis pelo apoio, incentivo e ensinamentos acadêmicos que obtive no Setor de Máquinas Agrícolas do Departamento de Engenharia Rural/FAEM.

Ao grande apoiador de nossos trabalhos Prof. Dr. Mário Conill Gomes pela ajuda, principalmente pela compreensão, e por todo o tempo que me disponibilizou em função deste trabalho de mestrado.

Aos Extensionistas da EMATER/São Lourenço do Sul Everton Vargas, Jairo Dora, Fernando Boeche, Hector Diaz chefiados pelo Sr. Alfredo Passos Decker no apoio e na consolidação do modelo apresentado neste trabalho.

Ao secretário de Desenvolvimento Rural de São Lourenço do Sul Denis Peglow e ao técnico Jeferson Ritter da CRESOL/SLS pelo apoio no levantamento dos dados sobre produção e demanda de tratores agrícolas no município e região.

Aos amigos do NIMEQ e colegas da pós-graduação Tiago Custódio, Roger Spagnolo, André Oldoni, Sandro Teixeira, Norberto Andersson, Giusepe Stefanello, Mônica Balestra, Daniel Massoco; e aos estagiários Cesar Moraes, Nander Hornke, Laurett Mackmill e Rihan Centeno.

Ao amigo e mestre de programação Leonir Mülling pelos conhecimentos iniciais e pela ajuda sempre presente quando necessito e ao graduando em Ciência da Computação/UFPel Israel S. Barbara pelo apoio na solução de erros e codificação do sistema apresentado neste estudo.

Aos demais amigos e colegas que ajudaram-me no dia-a-dia a superar o desânimo e contribuíram para conclusão deste trabalho.

MUITO, MUITO OBRIGADO A TODOS!!

Resumo

ABREU, Maico Danúbio Duarte. **Sistema computacional dedicado a avaliação de tratores agrícolas para propriedades de base familiar**. 2014. 119f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

A agricultura familiar encontra-se frente a uma nova realidade que refere-se à obtenção de recursos por meio de financiamentos do Governo Federal e a possibilidade de, através destes, utilizar meios intensivos de produção, como é o caso do trator agrícola. Tem-se conhecimento de que os agricultores familiares vêm adquirindo tratores com pouco ou nenhum critério técnico, principalmente por ausência de uma sistemática que leve em consideração aspectos relevantes tanto da máquina quanto do seu sistema produtivo. Faz-se, portanto, necessário um dispositivo que auxilie o agricultor familiar a decidir-se pela aquisição de um determinado modelo de trator. Tal dispositivo deve estar baseado em aspectos relacionados à segurança, de desempenho técnico, ergonômicos e econômicos. O ajuste de um modelo consagrado, desenvolvido a partir de metodologia adequada, vem a ser uma ferramenta capaz de apoiar tanto agricultores familiares como profissionais ligados a aprovação de projetos de financiamento de máquinas e tratores agrícolas para a agricultura familiar. Neste trabalho foram redefinidos os valores de escalas dos critérios adotados por Andersson (2010) e construído um sistema computacional, que facilite a identificação da pontuação gerada na avaliação de tratores. Através do sistema computacional, aqui proposto, torna-se possível disponibilizar informações aos agricultores familiares, no sentido de auxiliá-los, de forma simples e rápida, na seleção e/ou aquisição de um modelo de trator que atenda as suas reais necessidades.

Palavras-chave: Estratégias de organização; Metodologia Multicritério; Apoio a decisão; Alternativa de escolhas; Mecanização agrícola.

Abstract

ABREU, Maico Danúbio Duarte. **Computational system dedicated to evaluation of tractors for family-based properties**. 2014. 119p. Dissertation (Master Degree in Agronomy) - Postgraduate Program in Family Farm Production System, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

The family farming is facing a new reality that refers to obtaining resources through funding from the Federal Government and the possibility that, through these, to use intensive means of production, as is the case of agricultural tractor. It is known that family farmers are acquiring tractors with little or no technical criteria, mainly for lack of a system that takes into account relevant aspects of both the machine and your production system. Becomes, therefore, need a device to assist the family farmer to decide on the acquisition of a particular model of tractor. Such a device should be based on security-related aspects, technical, ergonomic and economic performance. The adjustment of an established model, developed from appropriate methodology, a tool has to be able to support both family farmers and professionals attached to approval of financing projects of agricultural machinery and tractors for the family farm. In this work the scale values of the criteria adopted by Andersson (2010) and built a computer system that facilitates the identification of scores generated in the evaluation of tractors were redefined. Through the proposed computer system here, it becomes possible to provide information to farmers, to help them, simply and quickly, in the selection and / or purchase of a tractor model that meets their real needs.

Keywords: Strategies of organization; Multicriteria Methodology; Decision support; Alternative choices; Agricultural mechanization.

Lista de Figuras

Figura 1 - Mecanização do campo (1970-2006).....	25
Figura 2 - Subsistema de Atores.....	33
Figura 3 - Fases do processo MCDA-C.....	37
Figura 4 – Topologia de mapas cognitivos.....	39
Figura 5 - Conceitos a partir dos EPA's.....	40
Figura 6 – Cluster Segurança.....	41
Figura 7 - Arborescência transformada.....	53
Figura 8 - Eixos principais da Arborescência transformada.....	54
Figura 9 - Eixo Custo Operacional.....	55
Figura 10 - Transformação da escala de intervalos do Consumo de combustível. ...	57
Figura 11 - Função de valor transformada do Consumo de Combustível.....	58
Figura 12 - Função de valor transformada do descritor Manutenção sem pneu.....	59
Figura 13 - Eixo Custo de Aquisição.....	59
Figura 14 - Descritor Custo de Aquisição.....	60
Figura 15 - Eixo Facilidade de manutenção.....	61
Figura 16 – Função de valor transformada do descritor Acesso aos itens de manutenção.....	62
Figura 17 – Função de valor transformada Assistência técnica perto/ágil.....	63
Figura 18 – Eixo Capacidade do Trator.....	63
Figura 19 – Ramificação do subcritério Capacidade de Operação.....	64
Figura 20 – Função de valor transformada Reserva de torque.....	65
Figura 21 – Função de valor transformada de descritor Autonomia do tanque.....	66
Figura 22 – Função de valor transformada do descritor Acionamento da TDP independente.....	67
Figura 23 – Função de valor transformada de descritor Número de conexões de controle remoto.....	67

Figura 24 – Função de valor transformada de descritor Raio de giro.	68
Figura 25 – Função de valor transformada de descritor Bitola do trator.	69
Figura 26 – Função de valor transformada de descritor Capacidade de levante.	70
Figura 27 – Ramificação do subcritério Capacidade de tração.....	70
Figura 28 – Função de valor transformada de descritor Capacidade do trator.	71
Figura 29 – Função de valor transformada do descritor Tração dianteira auxiliar.....	72
Figura 30 – Função de valor transformada de descritor N° de marchas entre 4 – 10 km.h ⁻¹	73
Figura 31 – Eixo Segurança.....	73
Figura 32 – Comparativo par-a-par no subcritério EPC.....	74
Figura 33 – Função de valor transformada do subcritério EPC.	75
Figura 34 – Função de valor transformada do subcritério Câmbio sincronizado.....	76
Figura 35 – Função de valor transformada do subcritério Lanterna traseira.....	77
Figura 36 – Função de valor transformada do subcritério Proteção principal TDP. ...	77
Figura 37 – Função de valor transformada do subcritério Alertas de segurança.	78
Figura 38 – Eixo Ergonomia.....	79
Figura 39 – Função de valor transformada do subcritério Posição do escapamento.	79
Figura 40 – Função de valor transformada do subcritério térmico da transmissão. ...	80
Figura 41 – Função de valor transformada do subcritério Número de regulagens das posições de ajuste do assento.	81
Figura 42 – Função de valor transformada do subcritério Nível de ruído.....	82
Figura 43 – Função de valor transformada do subcritério Defletor de poeira/ar quente.....	82
Figura 44 – Função de valor transformada do subcritério Posição da alavanca de câmbio.	83
Figura 45 – Função de valor transformada do subcritério Regulagem da inclinação do volante.	84

Figura 46 – Fluxograma do sistema computacional.	86
Figura 47 – Formulário inicial do sistema computacional.	88
Figura 48 – Formulário de criação, edição e exclusão de perfis de produtores.	89
Figura 49 – Primeiro formulário do sistema computacional.	91
Figura 50 – Segundo formulário do sistema computacional.	94
Figura 51 – Terceiro formulário do sistema computacional.	95

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Descritor consumo de combustível do eixo Custo Operacional	57
Tabela 2 – Manutenção sem pneu do eixo Custo Operacional	58
Tabela 3 – Custo de aquisição do trator novo	60
Tabela 4 – Acesso aos itens de manutenção	61
Tabela 5 – Assistência técnica perto/ágil	63
Tabela 6 – Reserva de torque	65
Tabela 7 – Autonomia do tanque de combustível.....	66
Tabela 8 – Acionamento da TDP independente	66
Tabela 9 – Número de conexões de controle remoto	67
Tabela 10 – Raio de giro	68
Tabela 11 – Bitola do trator	69
Tabela 12 – Capacidade de levante	69
Tabela 13 – Capacidade do trator	71
Tabela 14 – Tração dianteira auxiliar	72
Tabela 15 – Número de marchas entre 4 e 10 km.h ⁻¹	72
Tabela 16 – Ranking de classificação	74
Tabela 17 – Presença de EPC	75
Tabela 18 – Câmbio sincronizado	76
Tabela 19 – Lanterna traseira	76
Tabela 20 - Proteção principal TDP	77
Tabela 21 - Alertas de segurança	78
Tabela 22 - Posição do escapamento	79
Tabela 23 - Isolamento térmico da transmissão	80
Tabela 24 - Número de regulagens das posições de ajuste do assento.....	80
Tabela 25 - Nível de ruído.....	81
Tabela 26 - Defletor de poeira/ar quente.....	82

Tabela 27 - Posição da alavanca de câmbio	83
Tabela 28 - Regulagem da inclinação do volante.....	83

Lista de Abreviatura e Siglas

ASCAR	Associação Sulina de Crédito e Assistência Rural
ATER	Assistência Técnica e Extensão Rural
BD	Banco de Dados
CC	Com Cinto de Segurança
EMATER	Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural
EPA	Elemento Primário de Avaliação
EPC	Estrutura de Proteção no Capotamento
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
MCDA-C	Multicriteria Decision Aid (Constructivist)
MCDM	Multicriteria Decision Making
MDA	Ministério do Desenvolvimento Agrário
PDF	Portable Document Format
PEL	Pelotas (município de)
PIB	Produto Interno Bruto
PRONAF	Programa Nacional de Apoio ao Fortalecimento da Agricultura Familiar
PTDRS	Plano Territorial de Desenvolvimento Rural Sustentável
PVE	Ponto de Vista Elementar
PVF	Ponto de Vista Fundamental
SC	Sem Cinto de Segurança
SDMR	Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural
SLS	São Lourenço do Sul (município de)
SO	Sistema Operacional
TDP	Tomada de Potência
UF	Unidade Familiar
VBP	Valor Bruto da Produção

Sumário

1. Introdução	15
2. Revisão bibliográfica	17
2.1 Colonização no Rio Grande do Sul	17
2.2 Colonização enquanto fundamento social	18
2.3 Agricultura Familiar	18
2.3.1 Importância da Agricultura Familiar na economia brasileira	22
2.3.2 Mecanização na Agricultura Familiar	24
2.4 Processo Decisório	28
2.5 Metodologia Multicritério	34
2.5.1 Construção dos mapas cognitivos	38
2.5.2 Áreas de preocupação, mapas cognitivos e pontos de vista fundamentais	40
2.5.3 Estrutura hierárquica de valor e construção de descritores	41
2.5.4 Formulação das recomendações (Análise dos resultados do modelo e recomendações)	43
2.5.5 Método par-a-par	46
3. Metodologia	47
4. Resultados e Discussão	53
4.1 Arborescência	53
4.2 Sistema computacional dedicado a avaliação de tratores para propriedades de base familiar	84
4.3 Aplicação do modelo	97
5. Considerações finais	99
6. Referências Bibliográficas	101
Apêndices	111
Anexos	117

1. Introdução

A agricultura de base familiar tem sua importância consolidada na capacidade de absorção de mão-de-obra e geração de renda, se tornando um meio eficiente de reduzir a migração do campo para as cidades, possuindo também forte influência, no que diz respeito a segurança alimentar e à preservação ambiental com vistas ao desenvolvimento sustentável (BRIXIUS; AGUIAR; MORAES, 2006).

O Censo Agropecuário Brasileiro de 2006, presente em MDA (2009a), confirmou dados sobre a expressiva participação da agricultura familiar em termos de estabelecimentos agrícolas, que somam 4,4 milhões de propriedades e representam 84,4% dos estabelecimentos agrícolas do país.

A agricultura familiar ocupa uma área total de 24,3%, porém é responsável por 38% do valor bruto da produção (VBP) e ocupa em média 15,3 pessoas a cada 100 hectares, contribuindo com 70% da produção de produtos da cesta alimentar, como feijão, mandioca, leite, aves, suínos, entre outros. Essa agricultura distribui-se nas cinco regiões brasileiras; 35% no Nordeste, 21% no Norte, 12% no Centro-Oeste e 16% nas regiões Sudeste e Sul (IBGE, 2006).

Outra importante cadeia na economia brasileira é formada pela produção de tabaco que se concentra em propriedades de base familiar e utiliza contratação eventual em períodos de colheita e demanda aquém da capacidade da família.

No Brasil cerca de 200 mil famílias são produtoras de tabaco, o que garante o segundo lugar mundial como país produtor e exportador. Apesar do expressivo potencial econômico no estado do Rio Grande do Sul no último censo agropecuário não constam dados sobre a produção gaúcha de tabaco, hortaliças, flores, frutas, dentre outros.

Santos et al. (1998), científicas que, a adoção de sistemas mecanizados pode concorrer para a fixação das pessoas no campo, pois contribuem para uma vida mais fácil e saudável do agricultor, na medida em que podem reduzir as tarefas penosas comuns às atividades do campo, além de possibilitar o aumento de produção.

Andersson (2010), relata que há uma carência de máquinas adequadas às necessidades das unidades familiares de produção. O Governo Federal, principalmente através do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF) Mais Alimentos, vem disponibilizando um considerável volume de crédito a esse setor, o qual tem sido utilizado, em grande parte, para a aquisição de tratores agrícolas.

Em estudo realizado por Machado, Reis e Machado (2010), foi verificado que grande parte dos agricultores de base familiar beneficiados com planos de financiamento do Governo Federal, adquiriram tratores e implementos agrícolas.

Estes autores, indicam que a agricultura familiar encontra-se frente a uma nova realidade; o uso de meios intensivos de produção na forma de mecanização agrícola. Ainda descrevem que os tratores adequados à agricultura familiar devem ser capazes de executar o maior número de tarefas possível dentro da propriedade.

Para Reis et al. (2005), a razão pela qual o trator deve ser versátil, capaz de movimentar e acionar um grande número de máquinas e implementos é a tentativa de tornar mais racional o uso do motor e dos mecanismos de transmissão, que são bastante caros.

Apesar da facilidade da aquisição, impõem-se cautela e cuidados rigorosos na decisão, pois se deve garantir a eficiência na propriedade e baixos custos operacionais e de manutenções.

Não obstante a sua importância para a economia do setor agropecuário do RS, praticamente não há estudos sobre quais características de tratores e máquinas seriam adequadas às operações agrícolas comuns à agricultura familiar (MEDEIROS, 2013).

Frente à realidade econômica atual e projeções futuras na agricultura familiar, torna-se necessário averiguar quais metodologias podem ser empregadas a fim de auxiliar agricultores familiares, técnicos extensionistas e demais profissionais ligados ao tema na escolha mais adequada de um trator agrícola que atenda plenamente as necessidades de operações na propriedade e seja plenamente financiável, permitindo capacidade de custear o valor da parcela sem comprometer a renda familiar.

O objetivo deste trabalho foi desenvolver um sistema computacional baseado nos estudos de Ardersson (2010), cuja finalidade é a obtenção de agilidade no processo de escolha adequada do trator para a unidade familiar, uma vez que a família já tenha decidido pela aquisição, aplicando os dados relativos aos agricultores familiares de São Lourenço do Sul e Pelotas para validação do modelo.

2. Revisão bibliográfica

2.1 Colonização no Rio Grande do Sul

Conforme estudos de Seyferth (1988), a colonização alemã no Rio Grande do Sul até meados do século XIX foi um processo dirigido, administrado e tutelado pelo governo Imperial.

Waibel (1949), complementa que, o imigrante deveria ser um misto de colono e soldado: que fosse capaz de colonizar as terras da Serra e do Planalto, fornecendo alimentos para população urbana da Província e, ainda, capaz de garantir a proteção do território português nas terras "devolutas".

Segundo o Plano Territorial de Desenvolvimento Rural Sustentável - PTDRS (2009), a região Sul do Estado do Rio Grande do Sul era habitada por grupos indígenas nômades, como os Guenoas, Minuanos e Charruas até seu povoamento pelos portugueses através de expedições e acampamentos militares.

Em 1749 chegam os primeiros casais de açorianos, com a tarefa de ocupar o território e produzir alimentos para as tropas e vilas em formação. Para tanto receberam a concessão de frações de terras de aproximadamente 270 hectares. Deste processo surgiram pequenas vilas que deram origem a cidades: Pelotas, Canguçu, Piratini, Arroio Grande, São José do Norte, Herval, Boqueirão (São Lourenço do Sul) e Cacimbinhas (Pinheiro Machado), de acordo com estudos do PTDRS (2009) e Hammes (2010a, 2010).

Conforme estudos de Wojahn e Rech (2009), com o domínio consolidado da região pela Coroa Portuguesa, os militares passaram a receber a concessão de sesmarias, glebas de terras com aproximadamente 13.000 hectares. Efetivando-se o domínio do território com a implantação das estâncias, expandindo-se a pecuária, com a captura de gado selvagem, oriundo da dispersão dos rebanhos das missões jesuíticas.

Estes autores relatam que, o português José Pinto Martins, oriundo do Ceará, instala em 1780 a primeira charqueada às margens do arroio Pelotas. A abundância de gado e mercado para o charque resultou no rápido crescimento da atividade saladeiril, para a qual se busca a mão-de-obra do negro escravo. A charqueada com seus empregados e escravos e ritmo industrial contrasta com a estância. A dinâmica da

economia regional passa a ser ditada por um sistema mercantil-industrial, com capacidade de gerar acumulação capitalista.

2.2 Colonização enquanto fundamento social

Para Santos (1984), a terra para o colono não vem a ser simplesmente mais um “fator” de produção, ela é, sobretudo, o local onde ele nasceu, cresceu e também, em alguns casos, onde constituiu a sua família. A terra é um ente central na lógica produtiva do colono, pois é através dela que este retira o “sustento” da família.

Mas o colono, como estratégia de sucessão e herança, não transmite a terra apenas enquanto patrimônio indiviso a um dos filhos. O patrimônio que o colono transmite, de geração a geração aos seus filhos, não é somente um patrimônio material e produtivo, mas é também um patrimônio simbólico, cultural e uma matriz ou sistema de conhecimentos, como formularam Suárez et al. (1983), aplicados à prática agrícola e à produção dos alimentos para o grupo familiar.

Estes mesmos autores descrevem que o colono, através de uma estratégia de sucessão e herança das “coisas” da terra não transmitia somente o patrimônio que possuía aos filhos, mas também o patrimônio que não pode ser contabilizado materialmente, um patrimônio simbólico, cultural e uma matriz ou sistema de conhecimento.

2.3 Agricultura Familiar

A agricultura familiar não é uma categoria social recente, nem a ela corresponde uma categoria analítica nova na sociologia rural. No entanto, sua utilização, com o significado e abrangência que lhe tem sido atribuído nos últimos anos, no Brasil, assume ares de novidade e renovação (WANDERLEY, 2001).

A ideia defendida por Abramovay (1992), é de que a agricultura familiar é altamente integrada ao mercado, capaz de incorporar os principais avanços técnicos e de responder as políticas governamentais, contribuindo na transformação daquilo que era antes de tudo um modo de vida, convertendo-se numa profissão, numa forma de trabalho.

Uma questão relevante que se coloca de forma recorrente é a viabilidade e eficiência da agricultura familiar no contexto de um mundo crescentemente globalizado e competitivo (GUANZIROLI et al., 2001).

Entende-se a agricultura familiar como um conceito analítico cuja operacionalização possui profundas implicações para a formulação das políticas públicas e como tal não poderia estar imune a controvérsias motivadas por interesses distintos (GASQUES; VIEIRA FILHO; NAVARRO, 2010). Estes autores apontam:

Agricultura familiar, como expressão da agenda nacional, adentrou o cenário político apenas na primeira metade dos anos 1990. Até então, este agrupamento de estabelecimentos de menor escala vinha sendo designado sob diferentes expressões, como minifundiários, pequenos produtores, agricultores de subsistência ou, como era corriqueiro na década de 1970, agricultores de baixa renda.

Camponeses foi palavra apenas ocasionalmente empregada em documentos de vulgarização, como jornais, e quase nunca pelos próprios produtores. Regionalmente, outras expressões nomearam este agrupamento social, como *lavradores*, especialmente no Nordeste, ou *colonos*, particularmente nas regiões do Sul do Brasil onde ocorreram processos de colonização com famílias de origem europeia. [...]

Após o ano de 1995, um importante fator que contribuiu para a nova configuração das políticas de Estado para a agricultura foram os estudos realizados no âmbito de cooperação entre técnicos do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) e a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), os quais deram mais consistência para a delimitação da categoria social representada pela agricultura familiar (SHWANTES; BASSO; LIMA, 2011).

Historicamente no Brasil a agricultura familiar possuía pouca capacitação e forte restrição, quanto ao acesso de tecnologias. Os “pequenos agricultores” e os familiares eram qualificados como uma agricultura de subsistência e pouco qualificada, devido a falta de orientação técnica e crédito rural.

A produção familiar predominantemente descapitalizada ou pouco capitalizada, não sofre óbice tecnológico que a impeça de iniciar um processo de modernização ou se torne progressivamente média e grande, na medida em que se eleva o custo de oportunidade do trabalho (BUAINAIN; ROMEIRO; GUANZIROLI, 2003).

Em decorrência das lutas do movimento sindical por crédito, melhoria de preços, formas de comercialização diferenciadas, implementação da regulamentação constitucional da previdência social rural, entre outras, essas denominações foram cedendo espaço para a agricultura familiar, que deslocou igualmente a própria identidade sindical em torno da noção de trabalhador rural (SCHNEIDER; NIEDERLE, 2008).

Os mesmos autores relatam que na atualidade, há um novo cenário, desde que a agricultura familiar reafirmou sua legitimidade social, política e acadêmica, e o aparecimento de clivagens e argumentos que defendem a necessidade e a pertinência de se caracterizar os agricultores familiares como camponeses, o que às vezes resulta na criação de termos como agricultura familiar camponesa.

Fialho e Waquil (2008), descrevem que as políticas públicas para a agricultura, até meados da primeira metade da década de 1990, eram quase que exclusivamente para o setor patronal, restringindo significativamente o acesso a recursos financeiros para produção do segmento identificado, hoje, como agricultura familiar.

Tais acontecimentos começaram a mudar a estrutura de poder no campo dos interesses políticos e econômico na agricultura foram resultados da crescente visibilidade do segmento da agricultura de base familiar (FIALHO; WAQUIL, 2008).

O movimento social no campo norteou a reforma agrária que foi impulsionada pelos movimentos sociais, formado principalmente por agricultores excluídos, obrigavam a sociedade a criar um plano de reforma agrária, sustentado no discurso de eliminar com latifúndios improdutivos, fazendo a divisão de terra entre os que desejam trabalhar nela e não poderiam acessá-la por limitações financeiras (KAGEYAMA, 1993).

Abramovay (1999), salienta que a agricultura familiar tem papel importante no desenvolvimento brasileiro, necessitando de mobilização de forças sociais, interessadas em valorizar o meio rural, contribuindo para que as regiões condenadas ao atraso e abandono, possam prosperar e impulsionar seu desenvolvimento. O autor enfatiza que o êxodo rural pode causar consequências desastrosas quanto a interação aos mercados urbanos de trabalho e que as oportunidades no campo são capazes de gerar renda e promover melhor integração das populações rurais e das urbanas, sem necessidade da migração em direção às cidades.

Conforme o MDA (2009a), este acontecimento é fruto de uma longa jornada de afirmação e reconhecimento pelo Estado brasileiro da importância econômica e social e

da legitimidade das demandas e reivindicações da agricultura familiar, impulsionada por lutas que integram a agenda da redemocratização brasileira e que aos poucos foram inscrevendo no marco institucional as políticas públicas de desenvolvimento rural.

A agricultura familiar foi assim definida na Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006 (BRASIL, 2006).

Art. 3º Para os efeitos desta Lei considera-se agricultor familiar e empreendedor familiar rural aquele que pratica atividades no meio rural, atendendo, simultaneamente, aos seguintes requisitos:

- I - não detenha, a qualquer título, área maior do que 4 (quatro) módulos fiscais;
- II - utilize predominantemente mão-de-obra da própria família nas atividades econômicas do seu estabelecimento ou empreendimento;
- III - tenha renda familiar predominantemente originada de atividades econômicas vinculadas ao próprio estabelecimento ou empreendimento;
- IV - dirija seu estabelecimento ou empreendimento com sua família.

§ 1º O disposto no inciso I do caput deste artigo não se aplica quando se tratar de condomínio rural ou outras formas coletivas de propriedade, desde que a fração ideal por proprietário não ultrapasse 4 (quatro) módulos fiscais.

§ 2º São também beneficiários desta Lei:

- I - silvicultores que atendam simultaneamente a todos os requisitos de que trata o caput deste artigo, cultivem florestas nativas ou exóticas e que promovam o manejo sustentável daqueles ambientes;
- II - aquicultores que atendam simultaneamente a todos os requisitos de que trata o caput deste artigo e explorem reservatórios hídricos com superfície total de até 2ha (dois hectares) ou ocupem até 500m³ (quinhentos metros cúbicos) de água, quando a exploração se efetivar em tanques-rede;
- III - extrativistas que atendam simultaneamente aos requisitos previstos nos incisos II, III e IV do caput deste artigo e exerçam essa atividade artesanalmente no meio rural, excluídos os garimpeiros e fiscoadores;
- IV - pescadores que atendam simultaneamente aos requisitos previstos nos incisos I, II, III e IV do caput deste artigo e exerçam a atividade pesqueira artesanalmente. [...]

Segundo Schröder (2005), apesar da instituição do PRONAF, permanecem as dificuldades para que o agricultor familiar tenha acesso aos recursos do crédito rural. Este autor salienta ainda que:

Tramitação das operações de crédito nos bancos está, geralmente, calcada na burocracia, na cobrança de tarifas, na seletividade da clientela e na exigência de garantias reais e de reciprocidade financeira para o acesso a uma oferta mais ampla de serviços financeiros, as regras do Pronaf têm sido simplificadas a cada ano para facilitar a contratação do crédito por parte dos agricultores e suas famílias e reduzir os custos da operacionalização do programa – a adoção do Cartão do Agricultor Familiar e da cédula rural padrão são exemplos dessas simplificações - (SCHRÖDER, 2005).

Isso demonstra que somente ter possibilidade de acesso ao crédito não garante que o agricultor efetivar-se-á ao mesmo; dependendo de um projeto técnico amplo e elaborado por profissionais capacitados, bem como o devido encaminhamento administrativo da documentação necessária à liberação dos recursos. Nesse viés, a Lei Nº 12.188/2010 vem a instituir a Política Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural para a Agricultura Familiar e Reforma Agrária - PNATER e o Programa Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural na Agricultura Familiar e na Reforma Agrária – PRONATER.

De acordo com o Brasil (2010), a união das três esferas públicas governamentais (federal, estadual e municipal), também associadas a cooperativas, representações sindicais dos trabalhadores rurais, e demais setores públicos e privados que contribuem e corroboram no amparo às famílias em prol da diversidade de cultura, melhoramento nos tratos culturais e manejo adequado.

2.3.1 Importância da Agricultura Familiar na economia brasileira

Atualmente o Brasil vive um ciclo de crescimento econômico e social marcado pela distribuição de renda e inclusão social e a agricultura familiar constitui-se de um dos pilares desse crescimento, pois com mais de 4,3 milhões de unidades produtivas, impulsiona o desenvolvimento sustentável no meio rural brasileiro, a agricultura familiar produz 70% dos alimentos que chegam à mesa dos brasileiros e responde por mais de 74% do pessoal ocupado no campo e por 10% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro (MDA, 2011a).

Canuto e Carmo (2009), apontam que no Brasil, mais de um terço da produção da agricultura familiar se destina ao mercado. As unidades familiares (UF's) procuram mesclar uma variedade de produtos característicos de Consumo de Combustível

familiar com um ou alguns produtos orientados tipicamente à obtenção de renda monetária. Os próprios produtos da cesta alimentar também são em parte comercializados, chegando a perfazer 30% da renda dos estabelecimentos agrícolas.

As UF's destacam-se na contribuição nacional da produção de alimentos. Entre os produtos que são comercializados pode-se citar a soja, em que a agricultura familiar contribui com quase 30% da produção nacional, o milho com aproximadamente 45%, o tabaco com 95%, os bovinos com 30% e as aves, leite e suínos, com mais de 50% (IBGE, 2006).

Os números referentes a produção da agricultura familiar demonstram que além da sua contribuição no mercado brasileiro que incidem positivamente no PIB nacional, promovem o abastecimento de alimentos nas cidades.

Os agricultores familiares representam 85,2% do total de estabelecimentos, ocupam 30,5% da área total e são responsáveis por 37,9% do Valor Bruto da Produção agropecuária nacional. Quando considerado o valor da renda total agropecuária de todo o Brasil, os estabelecimentos familiares respondem por 50,9% do total de R\$ 22 bilhões. A participação destes estabelecimentos na renda total agropecuária é maior do que no VBP, o que pode ser explicado pelo fato de este último desprezar os gastos de produção incorridos pelos agricultores. Esse conjunto de informações revela que os agricultores familiares utilizam os recursos produtivos de forma mais eficiente que os patronais, pois, mesmo detendo menor proporção da terra e de financiamento, produzem e empregam mais do que a agricultura patronal ou de grande escala (BUAINAIN; ROMEIRO; GUANZIROLI, 2003).

O enquadramento das famílias de agricultores em conformidade com esta lei 11.326/2006 garante acesso a muitos benefícios, sendo que há um grande esforço do Governo Federal em parceria com os estados e municípios a fim de liberar o crédito através de diferentes modalidades: PRONAF Custeio, Mais Alimentos – Investimento, Agroindústria, Agroecologia, Eco, Floresta, Semiárido, Mulher, Jovem, Custeio e Comercialização de Agroindústrias Familiares, Cota-Parte, Microcrédito Rural.

Mais tarde a Lei Federal nº 11.947/2009 que dispõe sobre o atendimento da alimentação escolar e do Programa Dinheiro Direto na Escola aos alunos da educação básica - somou-se de forma positiva para agricultores familiares, visto que a mesma prevê que, no mínimo, 30% dos gêneros alimentícios da agricultura familiar devem ser adquiridos sem intermediários e com dispensa do processo licitatório (BRASIL, 2009).

Os dados, apresentados por Guanzioli (2007), informam que o número de contratos e o total de recursos liberados via PRONAF subiram, respectivamente, de R\$ 969 mil e R\$ 2,2 bilhões, em 2000, para R\$ 1,8 milhão e R\$ 6,3 bilhões, em 2005.

De acordo com o MDA (2014), o Governo Federal, em parceria com estados e municípios, vem incentivando o acesso ao crédito rural por meio principalmente do PRONAF, que possui linhas de financiamento rural compatível à renda da unidade produtiva.

A crescente aceitação do programa se dá principalmente devido as suas baixas taxas de juros, em média 2% a.a., fazendo com que os agricultores beneficiam-se com aquisição de, principalmente, tratores e implementos agrícolas, tendo ainda, até 10 (dez) anos para quitação com 3 (três) anos de carência (MDA, 2014).

Anjos et al. (2004), narram que o surgimento do PRONAF marca um momento singular na trajetória do processo de intervenção estatal na agricultura e no meio rural do Brasil, pois o surgimento do programa marca, indiscutivelmente, um divisor de águas no processo de intervenção estatal na agricultura e no mundo rural brasileiros.

Tais fatores propiciam atratividade aos agricultores, contudo este necessita amparo técnico para realização de projetos que visam a identificação da necessidade operacional na propriedade.

De acordo com MDA (2011b), o PRONAF, desde sua criação, tem registrado as menores taxas de atraso no pagamento de dívidas, entre os programas de crédito do país, fundamentando a agricultura familiar como geradora de emprego e renda, propiciando o surgimento de um novo modelo agrícola alicerçado na satisfação e bem-estar dos agricultores e consumidores.

2.3.2 Mecanização na Agricultura Familiar

O Brasil é um dos poucos países com capacidade de expandir sua produção agropecuária, seja através do aumento da área plantada, seja pelo incremento da produtividade, assim a mecanização pode desempenhar um papel fundamental para que esse potencial se realize (NOGUEIRA, 2001).

Nogueira (2001), considera que para alcançar essa escala é fundamental a mecanização das diversas etapas do processo produtivo, como o preparo do solo, aplicação de fertilizantes e defensivos, plantio e colheita.

Conforme Weiss (1998), as atividades mecanizadas, na pequena propriedade, são divididas em sistemas com utilização da força humana, animal e tratores de pequeno porte.

Medeiros (2013), descreve que ao longo dos anos tem-se notado que a tração animal vem diminuindo nas unidades agrícolas de base familiar e que tal fato encontra-se associado ao aumento da moto-mecanização, que por sua vez, tem trazido facilidades para a vida do agricultor.

Segundo Alves et al. (2006), é preciso lembrar que as máquinas e equipamentos também complementam o trabalho, porque ajudam a ocupar a fronteira interna do estabelecimento, além de realizar, com muito mais precisão e menos sacrifícios, as tarefas que a agricultura e a pecuária requerem.

Santos et al. (1998), informam que a adoção de sistemas mecanizados pode concorrer para a fixação das pessoas no campo, já que contribuem para uma vida mais fácil e saudável do agricultor, na medida em que podem reduzir as tarefas penosas das atividades de campo, além de aumentar a produção.

Salienta-se que é relevante estimar a expansão da demanda por mecanização na agricultura brasileira, que deve acompanhar os aumentos previstos na produção e na produtividade. Essa estimativa pode subsidiar a elaboração de estratégias por parte de governos, cadeias produtivas do setor de máquinas agrícolas, instituições financeiras e agricultores (NOGUEIRA, 2001).

No que tange à mecanização do campo, nota-se um aumento crescente do uso de tratores no período de 1996 e 2006, conforme mostra a figura 1.

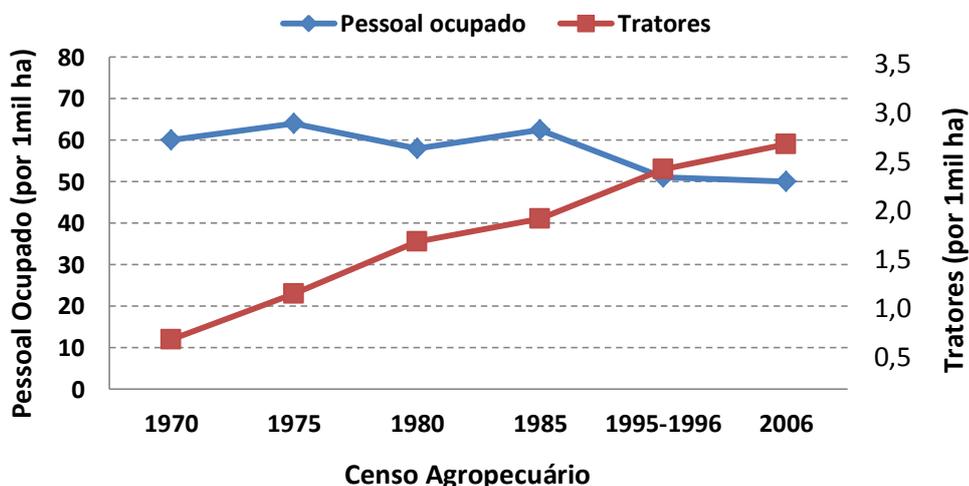


Figura 1 - Mecanização do campo (1970-2006).

Fonte: Gasques, Vieira Filho e Navarro (2010); adaptado pelo autor.

A mecanização é um indicativo da modernização agrícola que não necessariamente se relaciona à expulsão direta dos trabalhadores do campo. Se as políticas públicas devem fomentar o aumento do emprego na agricultura, mudanças institucionais devem ser criadas a ponto de se reduzirem os custos relativos do trabalho e se induzirem inovações no campo gerencial, o que, por sua vez, melhoraria a renda dos trabalhadores e desestimularia o êxodo rural (GASQUES; VIEIRA FILHO; NAVARRO, 2010).

O fortalecimento deste setor expandiu-se a partir da criação de programas governamentais de incentivo a agricultura familiar, destacando-se Programa Nacional de Apoio ao Fortalecimento da Agricultura Familiar, (PRONAF - Mais Alimentos, que estabeleceu acesso a uma linha de crédito especial para o seguimento).

O PRONAF quer fazer da agricultura opção viável para a agricultura familiar, mas para isso tem que mudar sua visão com relação à administração rural, insumos modernos e mecanização da agricultura, além de continuar o esforço pelo aprimoramento do crédito e para dar voz de comando ativa aos agricultores na extensão rural (ALVES; SOUZA; OLIVEIRA, 2006).

Conforme estudos realizados por Machado, Reis e Machado (2010), com agricultores de base familiar que foram beneficiados com recursos do PRONAF, este tem sido um fator determinante para que os mesmos venham a adquirir tratores. Estes autores apontam que os tratores destinados a agricultura familiar, principalmente os de faixa de potência compreendida entre 37 a 55kW, teve uma tendência mais que duplicada no crescimento das vendas desde o ano de 2006.

A agricultura brasileira, em especial a agricultura familiar, tem despertado olhares da indústria de máquinas e equipamentos agrícolas que veem neste setor um mercado econômico em potencial, principalmente em função do crédito disponibilizado pelo Governo Federal. O Pronaf Mais Alimentos financia tratores de 11,03 a 58,8 kW. Um acordo entre o Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA) e a Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (Anfavea) garante desconto de até 15% em relação aos preços de mercado desses produtos (MDA, 2014).

O Pronaf Mais Alimentos foi responsável pela comercialização de 12.900 tratores novos financiados por agricultores familiares de todos os estados brasileiros, compreendidos no período de setembro de 2008 e junho de 2009 (MDA, 2009b).

Apesar da necessidade de mecanizar a propriedade, frente a importância do aproveitamento de área e maximização da produção para obtenção de lucros, segundo Andersson (2010):

Há uma carência, no mercado nacional, de máquinas e implementos de baixa potência, que são justamente aqueles mais apropriados para o uso nas pequenas áreas mais comumente empregadas nas unidades familiares de produção. As máquinas de baixa potência disponíveis provêm de fabricantes de pequeno porte ou são importadas, o que gera alguma insegurança com respeito aos aspectos técnicos de sua utilização e manutenção.

Após a decisão do que financiar, a família deve procurar o sindicato rural ou uma empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (Ater), como a EMATER, para obtenção da Declaração de Aptidão (DAP) ao PRONAF, que será emitida segundo a renda anual e as atividades exploradas, direcionando o agricultor para as linhas específicas de crédito a que tem direito. Para os beneficiários da reforma agrária e do crédito fundiário, o agricultor deve procurar o INCRA ou a Unidade Técnica Estadual (UTE).

No tocante a aquisição de máquinas e implementos agrícolas, o projeto deve prever atendimento das necessidades operacionais, sem comprometer a renda familiar. Este projeto técnico deve ser elaborado juntamente com a família, que detém o poder de decisão, contudo não pode deixar a racionalidade exclusiva ao mesmo, conforme recomenda a CGU (2010).

Silveira (1987), considera que a seleção dos equipamentos agrícolas é a resultante do ajuste do planejamento da produção da propriedade com o mercado de máquinas, onde se procura obter a máxima eficiência com custos mínimos.

O referido projeto técnico visa o dimensionamento apropriado da máquina agrícola e implementos a serem adquiridos a fim de atender a demanda operacional na propriedade. O ajuste das configurações técnicas do conjunto-mecanizado com as operações desenvolvidas pelos agricultores deve proceder na mais perfeita sincronia, caso não, implicações no custo operacional serão percebidos pelo produtor e certamente causando-lhe prejuízos econômicos. Portanto, recomenda-se que o agricultor familiar busque informações e desenvolva seu projeto técnico de acesso ao PRONAF junto a entidades oficiais Assistência Técnica e Extensão Rural, conforme implementa a Lei nº 12.188, presente em Brasil (2010).

2.4 Processo Decisório

A tomada de decisão é, de fato, parte integrante da vida cotidiana, considerada por Bunn (1984), uma atividade ambígua inerente ao comportamento dos indivíduos, das organizações e da sociedade. A teoria da decisão pode ser aplicada sob condições de certeza, risco ou incerteza (OLIVEIRA, 2007).

Segundo Abreu (2013), o processo decisório descreve um envoltório de situações complexas, de alto grau de incerteza e com diferentes possibilidades de solução. Quando se trata de agricultura familiar, as decisões administrativas e operacionais são tomadas em conjunto, ou seja, a família decide qual estratégia adotar em sua propriedade.

Em seu trabalho Dalcin (2010) relata que na agricultura familiar observa-se que o negócio é complexo devido à interação das necessidades da família (estilo de vida) com os requisitos da atividade (objetivos comerciais).

Souza Filho e Batalha (2005), descrevem que na administração rural é necessário ter capacidade de escolher canais de distribuição; de planejar as atividades produtivas; de garantir a qualidade dos produtos; de administrar a aquisição de insumos; de escolher mecanismos de comercialização; de controlar e analisar custos; de identificar fontes de financiamento, entre outras.

As decisões, principalmente de ordem administrativa ou de gestão, envolvem objetivos específicos, como minimizar as incertezas e fortificar a opção escolhida pelo decisor (ENSSLIN; MONTIBELLER; NORONHA, 2001). Os mesmos autores relatam que o processo de decisão forma-se através do tempo, sendo evolutivo, possuindo etapas, sendo que inicialmente possui inúmeras divergências entre as preferências dos atores envolvidos.

Portanto, o decisor é limitado em relação a capacidade cognitiva, sendo que o processo decisório também fica limitado por esta capacidade. Logo, o indivíduo, em decorrência da limitação no seu conhecimento e dos aspectos de valores e conceitos de finalidade que o influenciam na tomada de decisão, possui racionalidade limitada (SIMON, 1979).

A atividade de tomar decisões é crucial para as organizações. Esta atividade acontece todo o tempo, em todos os níveis, e influencia diretamente o desempenho da organização (FREITAS et al., 1997).

Dalcin (2010), avalia que por meio das transformações na economia mundial e em especial pelo advento da globalização, a agricultura modificou-se e o produtor rural passou a necessitar de conhecimento e agilidade na busca de competitividade e, até mesmo, de sobrevivência neste novo cenário de complexidade.

Ancorado nas transformações vivenciadas pelas sociedades rurais contemporâneas, Dalcin e Trojan (2009) relatam que podem ser percebidas significativas transformações no âmbito das concepções de mundo, estilos de vida, modalidades de trabalho e, sobretudo, dos processos de tomada de decisão.

Estudos em administração rural mostram que o produtor inicia o processo decisório, que é particular às suas características quanto aos recursos de seu meio e com as restrições que o limita, finalizando-o nele mesmo (CARRIERI, 1992).

Administração é o processo de tomar e colocar em prática decisões sobre objetivos e utilização de recursos. O processo administrativo abrange quatro tipos principais de decisões, também chamados de processos ou funções: planejamento, organização, execução e controle (MAXIMIANO, 2012).

Na administração rural é preciso ter capacidade de escolher canais de distribuição; de planejar as atividades produtivas; de garantir a qualidade dos produtos; de administrar a aquisição de insumos; de escolher mecanismos de comercialização; de controlar e analisar custos; de identificar fontes de financiamento; entre outras (SOUZA FILHO; BATALHA, 2005).

Lima et al. (2005), caracterizam o ato administrativo como uma atividade humana, contingente e situacional, que consiste em um processo contínuo de ações e decisões sobre a atualização racional dos recursos, tendo em vista alguns objetivos.

Neste sentido a preocupação com o aperfeiçoamento dos conhecimentos na área social dos moradores do campo, que objetivam soluções e avaliações comportamentais que resultem em efetiva ação para a população rural, tem sido alvo de pesquisas nos últimos anos (PEREIRA, 2004; SCHNEIDER, 2001).

Ainda, segundo Lima et al. (2005), a especificidade da racionalidade administrativa nas unidades de produção familiar pode ser expressa nos seguintes elementos: força de trabalho familiar muito presente; interação muito grande entre família e os meios de produção, sem divisão hierárquica; participação solidária; objetivos e estratégias voltados para a família; diversificação e diferenciações sociais e econômicas. Pode-se, empiricamente, atrelar diferenças culturais, institucionais,

organizacionais presente neste segmento que influenciam diretamente na decisão familiar.

Para explicar a racionalidade na tomada de decisão por um indivíduo que pode ser considerada irracional por outro, Simon (1979) propõe uma taxonomia da racionalidade das decisões, que é útil para que se entenda a relação da racionalidade com o contexto, sempre associando o termo a um advérbio:

[...] uma decisão pode ser chamada **objetivamente racional** se representa de fato o comportamento correto para maximizar certos valores numa dada situação.

É **subjetivamente racional** se maximiza a realização com referência ao conhecimento real do assunto.

É **conscientemente racional** na medida em que o ajustamento dos meios aos fins visados constitui um processo consciente.

É **deliberadamente racional** na medida em que a adequação dos meios aos fins tenha sido deliberadamente provocada (pelo indivíduo ou pela organização).

Uma decisão é **organizacionalmente racional** se for orientada no sentido dos objetivos da organização; é pessoalmente racional se visar aos objetivos do indivíduo.

March e Simon (1966), salientam que a alternativa escolhida normalmente representa apenas a mais adequada entre as disponíveis, portanto não significa a intenção de se atingir os objetivos visados em toda a sua plenitude.

Bandejo (2005), afirma que a tomada de decisão do pequeno produtor é baseada em uma racionalidade própria que não se determina em função da lucratividade simplesmente, mas em decorrência da satisfação social ou mesmo da subsistência da família.

O pensamento da família funciona como uma estrutura funcional de gestão participativa. Tendo como decisores os membros da família (pai, mães, filhos, avós...), e estes optam pelas saídas econômicas e sustentáveis que lhes são construídas no espaço-tempo. A racionalidade adotada em um grupo familiar rural nem sempre é compreendida por pessoas externas daquele grupo agrícola familiar, pois leva em consideração aspectos vivenciados e herdados pelo grupo familiar; Schneider (2003), descreve que:

A tomada de decisão e as opções, sejam quais forem, possuem um referencial que, na prática, se materializa por meio das relações sociais, econômicas e culturais estabelecidas entre os indivíduos. Assim, embora se tratem de estratégias conscientes e racionais, essa consciência é mediatizada por uma racionalidade informada pela realidade que tanto é a expressão das relações materiais presentes como daquelas herdadas e transmitidas culturalmente (SCHNEIDER, 2003).

Segundo Lima et al. (2005), algumas características da agricultura, tais como relação de trabalho e produção, interação família e propriedade, não divisão clássica de trabalho, estratégias para segurança alimentar e diferenças de trajetória da propriedade, devem ser caracterizadas como independentes à escolha do agricultor, por isso nem sempre são entendidas como irracionalidade administrativa.

A tomada de decisão na agricultura, especialmente na familiar, não segue a lógica da racionalidade econômica que busca apenas a maximização do lucro. Fazem parte desta, outros elementos de ordem não econômica, os quais influenciam o processo de tomada de decisão dos agricultores familiares, quais sejam; aspectos sociais, ambientais, éticos, culturais e ideológicos que estão acima do econômico para muitos agricultores e influenciam a tomada de decisão (REICHERT, 2012).

As decisões e ações dos agricultores familiares relativas à condução de suas atividades de produção são coerentes e racionais. Elas visam atender um ou mais objetivos percebidos como possíveis pelo grupo familiar, tendo em vista a percepção que o(s) agente(s) tem de sua situação e das finalidades atribuídas às suas unidades de produção (LIMA et al. 2005).

Simon (1976), relata que o homem, enquanto gestor possui uma capacidade cognitiva limitada, e ao passo que ocorra evolução no negócio essa capacidade “afunila-se”, não sendo capaz de gerir todas as atividades envolvidas. Nesse momento deve realizar a divisão das tarefas e orquestrar os processos administrativos.

Keeney e Raiffa (1976), relatam que inúmeros problemas complexos de decisão envolvem múltiplos objetivos, conflitantes entre si.

A decisão, de modo genérico, possui dois objetos: a ação no momento e a descrição para um futuro (SIMON, 1979).

O processo decisório compreende um sistema dotado de etapas de “amadurecimento”, envolvendo mais do que o momento, anterior da decisão propriamente dita (SIMON, 1960).

Os pesquisadores Ericsson e Simon (1993), apontam que no processo de decisão não apenas devem-se mensurar resultados, mas também as motivações e causas destes resultados, mapeando o processo de decisão com ferramentas baseadas na ciência cognitiva.

Segundo Andersson (2010), o ato de decidir é aparentemente muito simples, no entanto guarda em si um todo complexo formado por diversos elementos que formam o sistema do processo de apoio à decisão. A compreensão destes elementos com suas inter-relações e a posterior estruturação é que levarão o decisor a uma solução que o satisfaça.

Ensslin, Montibeller e Noronha (2001), relatam que raramente as decisões são tomadas por indivíduos únicos, mesmo que exista, ao final, um responsável único por seus resultados, uma vez que são produtos de diversas interações entre as preferências de indivíduos e grupos de influência (chamados de atores).

Os atores têm interesses relevantes e diversos na decisão e irão intervir diretamente para afetá-la, através dos sistemas de valores que possuem. Além disto, aqueles indivíduos e grupos de influência que não participam ativamente da decisão, mas que são afetados por suas consequências, também precisam ser considerados (ENSSLIN; MONTIBELLER; NORONHA, 2001).

Para Zanella (1996), os atores são agentes que de alguma forma intervêm no processo decisório, através de seu sistema de valores, expressando suas preferências, com o propósito de atingir os seus objetivos, sofrem influencia dos valores dos demais atores, que igualmente, interagem com o ambiente, no qual estão inseridos.

Roy (1996), considera que o processo decisório acontece de forma caótica, com muitas confrontações e interações entre as preferências dos atores. A decisão é um processo que é construído através do tempo e das influências mútuas dos atores envolvidos, os quais possuem interações em comum no dia-a-dia, realizando as mesmas funções laborais e exercendo os mesmos papéis na administração familiar.

O autor ainda descreve que cada ator tem seu sistema de valores que defende e o representa, podendo ser definido como o sistema que sustenta os julgamentos de valor de um indivíduo ou de um grupo. Os valores dos atores condicionam a formação dos seus objetivos, interesses e aspirações.

Faucheux et al. (1997), descrevem que na formação dos valores ocorre um processo interativo de identificação de alternativas satisfatórias de várias opções de acordo com critérios de sustentabilidade, percebido igualmente por O'Connor e Rutter

(1996), os quais complementam que tal processo tem a função de identificar os compromissos (*trade-offs*) por meio de vários critérios.

Os atores do sistema decisório podem ser classificados, segundo Ensslin, Montibeller e Noronha (2001), como **agidos** e **intervenientes**, mostrado na figura 2.

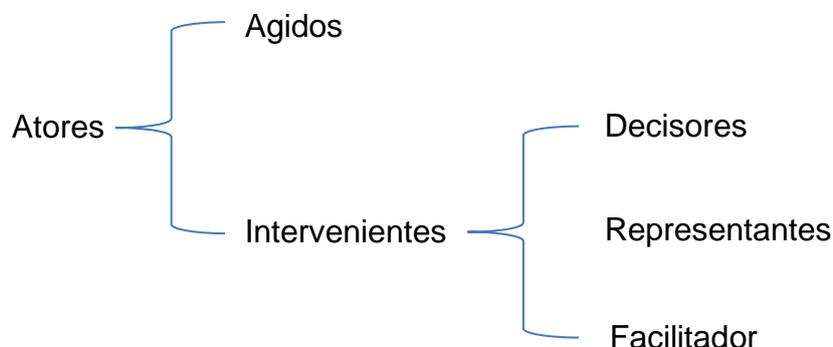


Figura 2 - Subsistema de Atores.

Fonte: Ensslin, Montibeller e Noronha (2001).

Os **agidos** são aqueles atores que sofrem de forma passiva as consequências (boas ou más) da implementação da decisão tomada. Apesar de não se envolverem diretamente no processo decisório, e sofrerem as consequências das decisões, podem, no entanto, exercer pressões sobre os intervenientes. Participam, portanto, indiretamente do processo.

Já os **intervenientes** são aqueles atores que, por ações intencionais, participam diretamente do processo decisório com o objetivo de nele fazer prevalecer seus sistemas de valores. São aqueles atores que “sentam à mesa para decidir”. Neste(s) pode(m) haver três grupos: os *Decisores*, os *Representantes* e o *Facilitador*.

O **decisor** é aquele a quem foi formalmente ou moralmente delegado o poder de decisão. Ou ainda, decisor é a pessoa que assume a culpa se a decisão gera um resultado desastroso.

O **representante** é o ator incumbido pelo decisor para representá-lo no processo de apoio à decisão.

O **facilitador**, que também é um ator do processo decisório, possui a função de facilitar e apoiar o processo de tomada de decisão através de ferramentas (modelos) construídas para tal finalidade. Ele nunca será neutro no processo de apoio à decisão, contudo suas recomendações devem buscar serem isentas de seu sistema de valores.

2.5 Metodologia Multicritério

Algumas metodologias adotadas para solução de problemas podem ser encontradas na literatura, por exemplo, os fundamentos teóricos da Pesquisa Operacional Tradicional.

Conforme Wagner (1986), esta metodologia vale-se de métodos de avaliação das alternativas com um único critério, e, em geral uma medida quantitativa de eficiência econômica, mas busca encontrar soluções que sigam fidedignamente as regras da racionalidade, onde são excluídas as considerações subjetivas dos envolvidos no processo de decisão.

Por meio da metodologia multicritério é possível trabalhar com problemas os quais envolvam múltiplos critérios e, de acordo com os conhecimentos, experiências, e preferências dos atores envolvidos pode-se modelar um sistema em que seja possível expressar seus desejos e objetivos.

Para Ensslin, Montibeller e Noronha (2001), as metodologias voltadas ao apoio à decisão adotam o construtivismo como paradigma científico, diferentemente das metodologias voltadas à tomada de decisão, que seguem o paradigma racionalista.

Tais paradigmas são dispostos em padrões, de forma que possam ser modelados, podendo ou não serem seguidos a fim de dimensionar qualitativamente algo que deve ser mensurado, dividindo-se em:

- **Paradigma racionalista:** requer o uso da racionalidade dos decisores e que todos possuam o mesmo nível e tipo de conhecimento, perseguindo os mesmos objetivos racionais (minimizar custos e maximizar benefícios tangíveis).

- **Paradigma construtivista:** neste ocorre o reconhecimento da subjetividade dos decisores (seus valores, objetivos, preconceitos, cultura e intuição), onde a finalidade é a geração de conhecimento a todos os envolvidos no processo decisório.

Nickel et al. (2010), informam que a abordagem multicritério se desenvolveu a partir de duas escolas principais, com duas modalidades de gênese do conhecimento: subjetiva e construtivista. Uma é conhecida como **MCDM** (*Multicriteria Decision Making*), de origem americana e visão **objetivista**; e outra é conhecida como **MCDA** (*Multicriteria Decision Aid*), de origem europeia e visão **subjetivista**.

A linha subjetiva limita-se a considerar somente o envolvido, isto é, os resultados alcançados são inerentes ao sujeito (PETRI, 2005). Já o conhecimento construtivista considera a visão do sujeito e do objeto, sendo possível entender que a

construção do conhecimento é sobre as alternativas existentes, partindo-se da interação entre o objeto e o sujeito.

Raiffa (1977) apud Nickel et al. (2010), apontam certas diferenças entre as duas correntes teóricas ao afirmar que:

[...] os subjetivistas desejam introduzir julgamentos e sensações intuitivas, diretamente na análise formal do problema de decisão.

[...] os objetivistas acham que esses aspectos subjetivos devem ser deixados fora da análise formal, e que se forem usados, o sejam apenas para ligar, ao mundo real, os resultados objetivos que são obtidos pelo uso de um modelo formal.

Na metodologia MCDA, duas convicções básicas científicas fundamentam a modelação da situação investigada; a consideração simultânea dos elementos de natureza objetiva e subjetiva e a convicção construtivista que tem a participação e a aprendizagem dos decisores, como pilares do paradigma que a informa (BANA e COSTA; PIRLOT, 1997).

Segundo Lewin (1965), a aprendizagem é uma característica relevante da mudança no espaço de vida durante o desenvolvimento cognitivo de um indivíduo.

A decisão multicritério consiste num conjunto de métodos e técnicas para auxiliar ou apoiar pessoas (atores) a tomarem decisões, sob influência de uma multiplicidade de critérios. A aplicação de qualquer método de análise multicritério pressupõe a necessidade de especificação anterior sobre qual objetivo o tomador de decisão pretende alcançar quando se propõe a comparar, entre si, várias alternativas de decisão, recorrendo ao uso de múltiplos critérios (BANA e COSTA; ALMEIDA, 1990).

Montibeller (2000), relata que o pressuposto básico do construtivismo é que as pessoas desenvolvem continuamente representações mentais a partir do que percebem da realidade, assim sendo, constroem seu modelo mental a partir do desenvolvimento e avanços das etapas do processo metodológico.

Segundo Landry (1995), a definição de problema é peça central no processo de encontrar as formas para solucioná-lo, na literatura isto é amplamente reconhecido, contudo na prática, é ignorado.

Roy e Vincke (1981), descrevem que um problema de decisão existe, quando tem-se um conjunto de opções entre as quais deve-se escolher a melhor delas, para isso a melhor forma é selecionar um conjunto ou produzir um ranking.

As metodologias construtivistas têm sido adotadas como ferramentas importantes no apoio à tomada de decisão, como exemplo tem-se a metodologia multicritério de apoio a decisão – construtivista (MCDA-C), que considera as percepções e valores dos atores (agricultor familiar, grupo familiar rural, cooperativas agrícolas) envolvidos no processo da tomada de decisões, conforme aplicações dos autores Gomes (2001), Andesson (2010), Reichert (2012) e Machado (2013).

Conforme Ensslin, Montibeller e Noronha (2001), não existe um modelo único que possa ser empregado para construir conhecimento confiável, mas sim modelos dos quais sejam mais ou menos adequados ao estudo em questão, igualmente o problema do facilitador é distinto dos decisores.

Gomes (2001), Andesson (2010), Reichert (2012) e Machado (2013), demonstram que esta metodologia pode perfeitamente ajustar-se para a identificação dos problemas enfrentados pelos agricultores familiares, fornecendo ao fim do processo uma visão ampla da realidade existente na condição socioeconômica da família, podendo auxiliá-la (enquanto grupo de decisores) na escolha “mais acertada” das soluções que sanem as necessidades dentro da propriedade agrícola familiar, ou seja, recomendar o(s) caminho(s) mais viável(is) que os decisores criaram em comum quanto a percepção e análise de todas as informações pesquisadas.

Para isso é necessário identificar os problemas, os objetivos, as limitações, realidade social e econômica, demanda do mercado etc.; construindo assim as percepções de valores envolvidos no processo (ENSSLIN, 2002).

Conforme Ensslin, Montibeller e Noronha (2001), no paradigma construtivista, por outro lado, deve-se levar em conta também os aspectos subjetivos dos decisores. No entendimento de Landry et al. (1996), a consideração dos aspectos subjetivos e a percepção da influência que estas exercem sobre os decisores é um fator de legitimação do modelo.

Portanto, o problema a ser identificado é uma “peça-chave” e compõem-se como um desafio na decisão administrativa. Bana e Costa et al. (1999), acreditam que a fase da estruturação representa aproximadamente 80% do esforço requerido para desenvolver o conhecimento que permita chegar à solução.

Ainda mais, quando a administração rural trata-se de agricultura familiar, onde os recursos devem ser dimensionados a fim de se obter o melhor aproveitamento na propriedade. Nesse viés, um fator indispensável é a construção do conhecimento com base em informações sobre o problema e possíveis soluções, que via de regra,

compõe-se de construção coletiva e gradual. Dalcin (2010), complementa que o teor das informações possibilita formar uma base de conhecimento e ajuda no raciocínio, contribuindo para a formação de valores positivos (recursos) e a eliminação de crenças ou mitos, encaminhando o administrador para decisões acertadas e sua execução.

A construção de um modelo a partir da MCDA–C pode ser subdividida em três fases: Estruturação, Avaliação e Recomendações (CARPES; ENSSLIN; ENSSLIN, 2003; ENSSLIN et al., 2010; LONGARAYA; ENSSLIN, 2014)

A primeira fase objetiva o entendimento da contextualização de todos os aspectos de decisão, onde a estruturação facilita o processo de amadurecimento por parte dos decisores.

A estruturação é a parte mais importante da metodologia por ser seu grande diferencial e demonstrar o contexto no qual o problema se encontra inserido, segundo a percepção do decisor em um primeiro momento, e por, em seguida, expor a ampliação do conhecimento e de seus critérios (ENSSILN et al., 2013). Nesta fase é definido o rótulo para o problema em questão.

Sequencialmente ocorre a identificação dos atores e o envolvimento destes com o processo de decisão. A recomendação é a fase, portanto, em que se expressam as alternativas mais viáveis para aquela realidade no tempo, amparada por todo o processo e envolvimento anterior dos atores na construção do modelo.

A figura 3, mostra as três fases do processo de modelamento através da Metodologia Multicritério de Apoio a Decisão – Construtivista.

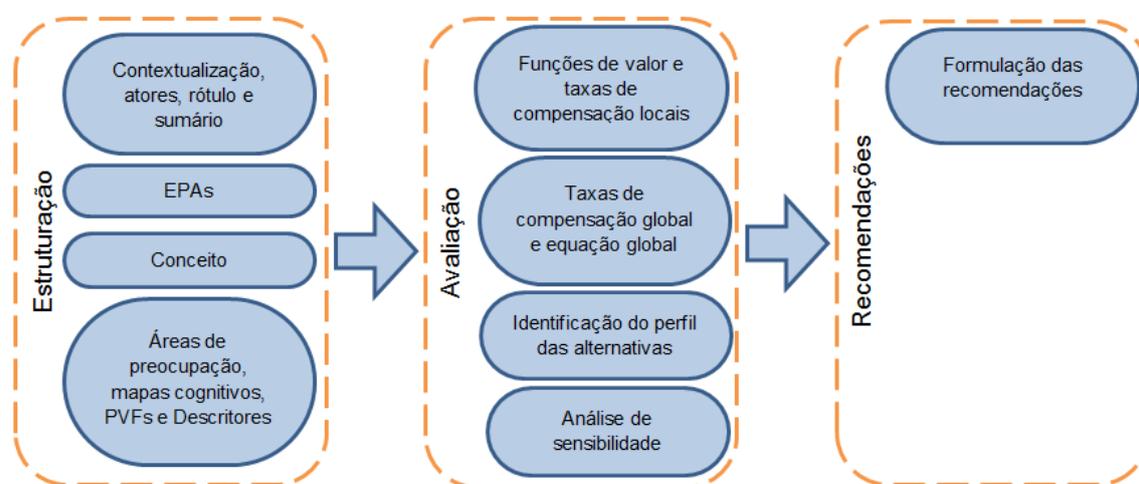


Figura 3 - Fases do processo MCDA-C.

Fonte: Ensslin et al. (2000); Ensslin, Montibeller e Noronha (2001); Ensslin et al. (2013) e Gomes (2001), adaptado pelo autor.

Cabe ressaltar que o decisor é o detentor da escolha, preferência e decisão final, pois de acordo com Zeleny (1982) estas são tarefas que o ator tem de exercer por si próprio e ninguém pode realizá-las por ele; ninguém pode tomar o seu lugar. Logicamente o facilitador pode ajuda-lo a construir ao longo do processo o amparo para a decisão.

Conforme descrito por Gomes (2001), através de entrevistas busca-se elementos para a construção do *mapa cognitivo*; da identificação dos candidatos a Pontos de Vista Fundamental – PVF, da construção de descritores, e por fim realizar a construção dos modelos de análise multicritério.

Segundo Camacho e Paulus (1995) apud Ensslin, Montibeller e Noronha (2001), o procedimento tradicional para obter os Elementos Primários de Avaliação (EPA's) consiste em encorajar a criatividade estabelecendo junto ao decisor que: todos os EPA's que vêm à mente devem ser expressos; deseja-se quantidade, portanto quanto mais EPA's aparecerem, melhor; assim evitam-se críticas às ideias pronunciadas e pode-se melhorar e combinar ideias já apresentadas.

Ensslin et al. (2000), descrevem que o agrupamento dos EPA's possibilita organizar os primeiros conceitos de forma a explicar os valores do decisor e as propriedades do contexto que o mesmo tem em conta em sua avaliação.

2.5.1 Construção dos mapas cognitivos

Segundo Ensslin, Montibeller e Noronha (2001), partindo do paradigma construtivista o decisor constrói seu problema a partir das informações do contexto decisório, percebidas e interpretadas por ele. Assim sendo, um mapa cognitivo é uma forma de representar o problema do decisor, bem como lidar com grupos de decisores, cada qual com seu próprio problema.

A cognição é um conceito geral que alcança todas as formas de conhecimento, incluídos a percepção, o raciocínio e o julgamento (CHAPLIN, 1985).

Cossette e Audet (1992), consideram os mapas cognitivos como reproduções gráficas de conjuntos de representações discursivas feitas por um sujeito (o ator) com vistas a um objeto (o problema), em contextos de interações particulares.

O ator desenvolve representações discursivas que são transmitidas ao facilitador via um discurso ou também conhecido como *brainstorming*. Deste discurso, proferido pelo ator, o facilitador faz representações mentais, que são então

transformadas em representações gráficas, gerando o mapa cognitivo conforme mostrado na figura 4.

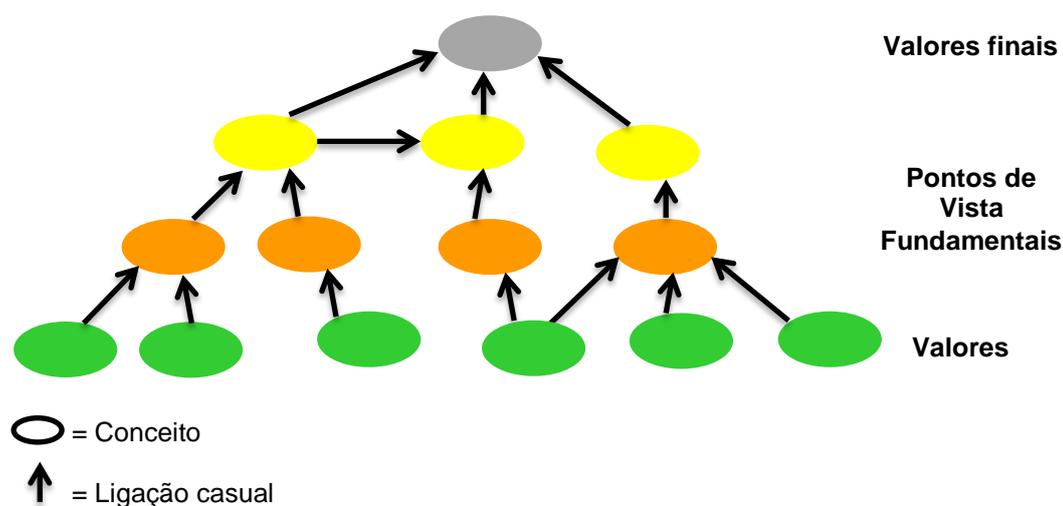


Figura 4 – Topologia de mapas cognitivos.

Conforme Montibeller (2000), o mapa cognitivo é definido como uma hierarquia de conceitos, relacionados por relações de influências entre meios e fins, ou seja, é estabelecida uma relação entre valores construídos pelos decisores e o problema a ser resolvido, onde são identificados os meios que objetivam alcançar os fins (solução do problema).

A construção do mapa cognitivo, para Reichert (2012), tenta retratar ideias, sentimentos, valores e atitudes, bem como seu inter-relacionamento, utilizando para tanto uma representação gráfica. Sua construção tem início com a definição do “rótulo” do problema, ou seja, uma descrição sintética e precisa da situação analisada. Onde cada nó é um conceito e as ligações indicam causalidade. Portanto trata-se de uma representação de causas-efeitos (ou, alternativamente, meios-fins) sobre uma determinada situação.

Em suma, o mapa cognitivo é uma ferramenta auxiliar que permite aos atores envolvidos no processo decisório definir o problema e identificar as possíveis alternativas existentes, contribuindo para formação decisão final (objetivo do modelo).

Uma vez definido o mapa cognitivo, Reichert (2012), descreve que o segundo passo é a identificação dos EPA's, que são informações iniciais de grande relevância para a construção do mapa e do modelo multicritério. Os EPA's são obtidos através da intervenção do grupo de decisores com utilização do *brainstorming* a fim de extrair deste os aspectos mais relevantes para a solução do problema.

O terceiro passo é a construção de conceitos, constituídos pela ideia do EPA. O conceito possui dois polos: um diz respeito a posição atual e o outro a posição contrária. Conforme Ensslin et al. (2013), o conceito expressa a direção de preferência associada ao EPA acompanhado da motivação para sua existência, onde cada conceito é contra-atacado por seu polo oposto psicológico, o qual explicita o grau mínimo de aceitação do objetivo em questão. Entre os dois polos usam-se “...” e leia-se “ao invés de”.

Andersson (2010), representou os elementos primários de avaliação (Figura 5) e posteriormente, os direcionou para o conceito cabeça “Satisfação com a compra do trator”, conforme mostrado no anexo A.

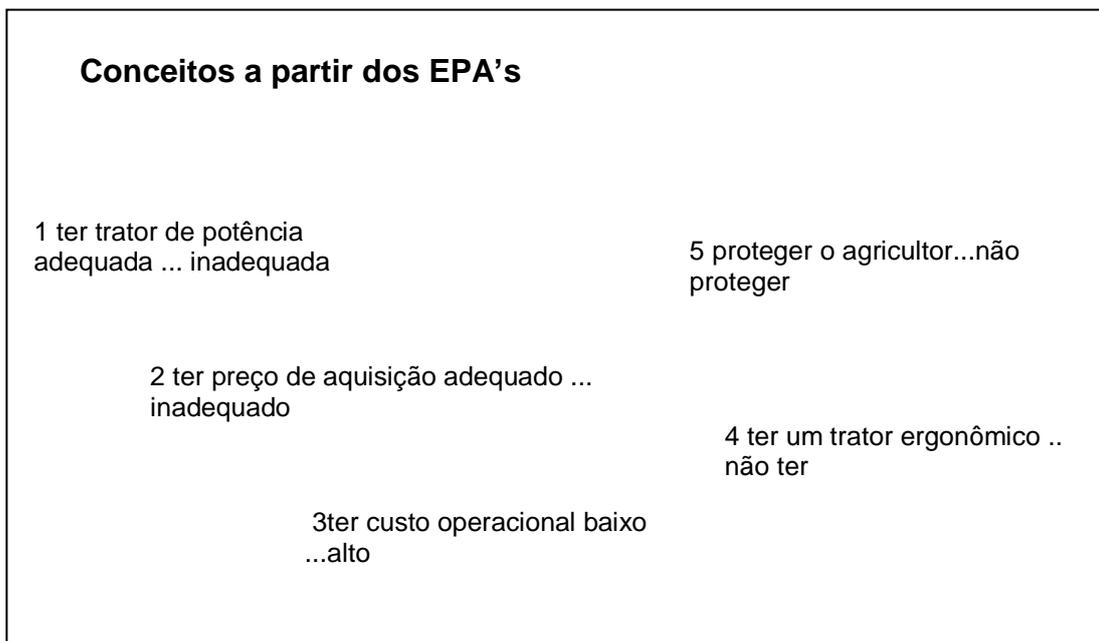


Figura 5 - Conceitos a partir dos EPA's.

Fonte: Andersson (2010), adaptado pelo autor.

2.5.2 Áreas de preocupação, mapas cognitivos e pontos de vista fundamentais

A evolução do mapa cognitivo para Pontos de Vista Fundamentais (PVF's), em conformidade com a MCDA-C, é originado pelo agrupamento dos conceitos em áreas de preocupação, tendo como função reunir os conceitos criados e levando em conta os valores do decisor e o contexto.

Cada área de preocupação recebe um nome que tem a responsabilidade de refletir da melhor forma possível a preocupação principal do decisor. Esta transição inicia com a organização e identificação dos *clusters* ou áreas de preocupação (interesse), linhas de argumentação e ramos do mapa cognitivo decisor (ENSSLIN, MONTIBELLER; NORONHA, 2001; ENSSLIN et al., 2013; REICHERT, 2012).

Cluster é um conjunto de nós relacionados de forma muito forte, que pode ser analisado com um mapa independente, de complexidade reduzida. Para cada cluster, conforme mostrado na figura 6, associa-se um nome que deve refletir o foco de interesse do decisor (ENSSLIN et al., 2013).

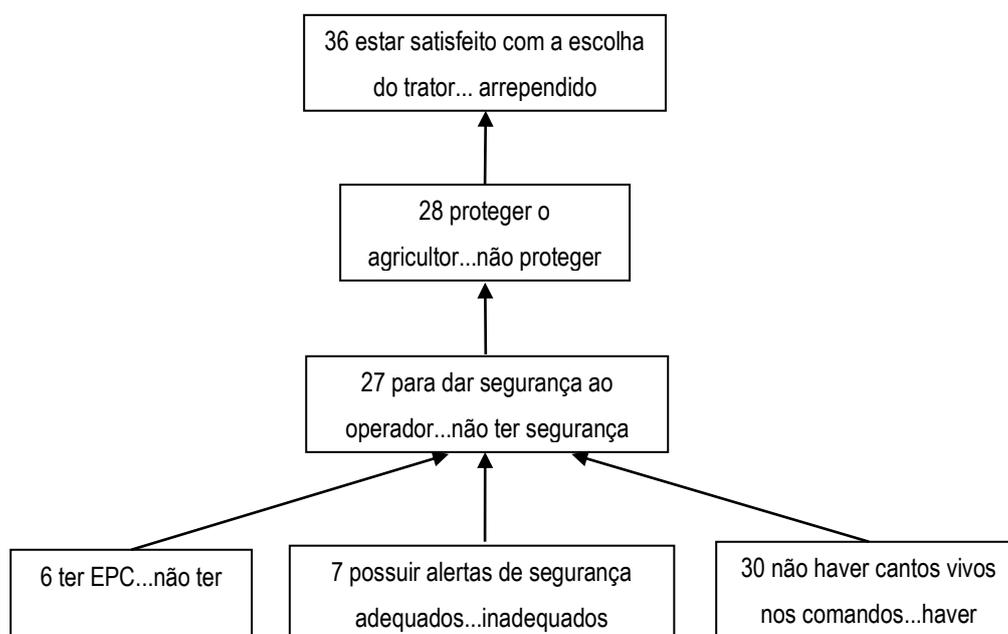


Figura 6 – Cluster Segurança.

Fonte: Andersson (2010).

2.5.3 Estrutura hierárquica de valor e construção de descritores

Os candidatos a Pontos de Vista Fundamentais serão organizados em uma estrutura descrita por Bana e Costa (1992), como *Árvore de Pontos de Vista* (arborescência).

A arborescência visa melhorar o entendimento do decisor sobre seu problema, assim, consegue-se aumentar o grau de compreensão sobre os aspectos a serem

avaliados no conjunto de ações potenciais (ENSSLIN; MONTIBELLER; NORONHA 2001). Os mesmos autores descrevem:

A estrutura arborescente (árvore) utiliza a lógica de decomposição, em que um critério mais complexo de ser mensurado é decomposto em subcritérios de mais fácil mensuração. O critério de nível hierárquico superior é definido pelo conjunto de critérios de nível hierárquico inferior que estão ligados a ele na árvore.

Os critérios de nível hierárquico inferior devem ser mutuamente exclusivos e coletivamente necessitam fornecer uma caracterização exaustiva (isto é, completa) do critério de nível hierárquico superior.

Segundo Ensslin et al. (2013), os PVF's definidos representam o nível estratégico do modelo (não podendo ser mensurados), portanto faz-se necessário decompor de forma contínua cada *cluster* a fim de se obter um ponto de vista elementar (PVE), onde mensura-se a forma objetiva e não ambígua (referência terceirizada).

Zanelato (2007), propõe a decomposição do PVF em PVE's, quando aquele apresentar elevado grau de complexidade para ser descrito, sendo possível a construção de subcritérios para a avaliação da performance das ações potenciais no ponto de vista considerado.

Uma vez definida a família de PVF's, pode-se iniciar a construção de um modelo multicritério para a avaliação das ações em potenciais segundo tais eixos de avaliação (ENSSLIN; MONTIBELLER; NORONHA, 2001).

Para Roy (1996), um critério de avaliação constitui-se de uma ferramenta que possibilita mensurar, da forma menos ambígua possível, a performance das ações de acordo com um particular eixo de avaliação ou ponto de vista.

A partir da determinação da função de valor associada a um descritor, considera-se que foi construído um critério de avaliação para um dado Ponto de Vista ou eixo de avaliação (ENSSLIN; MONTIBELLER; NORONHA, 2001).

Segundo Gomes (2001), a partir do momento em que uma função de valor é associada a um PVF ele pode ser chamado de critério e seus Pontos de Vistas Elementares (PVE's) podem ser denominados de subcritérios.

O número de níveis de impacto de um descritor deve ser em torno de cinco. Caso seja quantitativo, é aconselhável que tenha intervalos constantes entre si, conforme Ensslin, Montibeller e Noronha (2001).

Outra corrente é defendida por Miller (1956), apontando que o limite superior para a capacidade humana de processamento das informações sobre os elementos que interagem simultaneamente para ter um resultado preciso, com confiabilidade e validade e este limite é de sete, mais ou menos dois elementos. Ou seja, acima deste número não possuímos capacidade de distinção entre as funções de valor.

Fleck (1983) apud Carvalho (2004), afirma que a cognição não é um processo individual, mas sim resultado de uma atividade social, uma vez que o estoque de conhecimentos disponíveis na sociedade excede em muito o espectro disponível para cada um individualmente.

Bana e Costa e Vansuick (1997), recomendam a identificação do meio da escala, através da demarcação dos extremos com Nível Neutro e Nível Bom, onde são associados os valores 0 e 100, respectivamente. Devido a este ancoramento da faixa de variação, diz-se que o intervalo acima do nível Neutro representa atratividade e acima do nível Bom apresenta-se com excelência.

2.5.4 Formulação das recomendações (Análise dos resultados do modelo e recomendações)

Nessa fase são definidas as ações segundo a problemática de referência, a análise da sensibilidade das respostas do modelo frente às variações dos parâmetros utilizados, além da geração de estratégias orientadas a ação e análise de sensibilidade do modelo perante a performance das ações (ENSSLIN; MONTIBELLER; NORONHA, 2001).

Segundo Zamcopé et al. (2010), a análise de sensibilidade é uma importante ferramenta da terceira fase da MCDA-C, pois seu fim é testar a robustez do modelo diante das variações de seus diversos parâmetros fazendo que as indefinições dos dados gerados, assim como incertezas remanescentes dos decisores venham a ser definidas, proporcionando melhorias e aperfeiçoamentos dos critérios que ainda não atendem a real necessidades ou as expectativas.

A análise de sensibilidade permite que se conheça a variação que uma alteração na taxa de compensação de um critério ou na performance de uma ação

poderá causar na avaliação das ações potenciais, pois, conforme Ensslin, Montibeller e Noronha (2001), fornece maiores subsídios para as recomendações do facilitador quanto o caminho a ser seguido pelos decisores. O que se observa nela é se a ordenação proposta pelo modelo de avaliação se altera quando as taxas de compensação se alteram (REICHERT, 2012).

A análise de sensibilidade é uma fase importante na aplicação de qualquer modelo porque contribui para superar a falta de precisão na determinação dos valores parametrizados, para gerar conhecimento sobre o problema e também aumentar a confiança nos resultados obtidos (DIAS; COSTA; CLIMACO, 1997).

A ancoragem é requerida para determinação dos parâmetros, transformando as taxas de substituição ou pesos como fatores de escala, onde se considera as taxas de substituição como constantes de escalas, que transformam os valores locais de preferência em valores globais (ROY, 1996; ENSSLIN, MONTIBELLER, NORONHA, 2001; REICHERT, 2012).

Para obter-se a transformação de escalas de intervalo utiliza-se uma conversão linear positiva como mostra a equação 1,

$$V'(x) = \alpha \cdot \mu(N_x) + \beta \dots \dots \dots \text{equação 1}$$

onde:

$\mu(N_x)$ é a função de valor da escala de intervalos original;

$V(N_x)$ é a função transformada;

α e β igual a constantes, $\{\alpha \in R_+ / \alpha > 0\}$

As constantes α e β podem ser obtidas através da montagem de um sistema, conforme as equações 2 e 3, respectivamente.

$$\alpha = \frac{V(x_2)}{\mu(Nx_2 - Nx_1)} \dots \dots \dots \text{equação 2}$$

$$\beta = - \alpha \cdot \mu(Nx_1) \dots \dots \dots \text{equação 3}$$

O método *trade-off* é uma ferramenta empregada em comparações entre duas ações fictícias, sendo estas, com performance diferentes em apenas dois critérios que impactam no nível Neutro no extremo inferior e no nível Bom no extremo superior.

Ensslin, Montibeller e Noronha (2001) e Reichert (2012) descrevem que o método *trade-off* é utilizado pelos facilitadores de forma a questionar os decisores. Este método inicia-se com o facilitador instruindo que todos os critérios estão empatados no nível Neutro.

Posteriormente questiona-se: “Como todos os critérios estão no nível neutro, qual dos critérios detém sua preferência, passando-o do nível Neutro pra o nível Bom em primeiro lugar?”. Para o segundo lugar: “Qual dos critérios detém sua preferência ocupando o segundo lugar?”. Assim por diante até completar todas as posições dos critérios.

A terceira etapa, consiste em informar que o primeiro lugar do ranking, na preferência dos decisores recebeu 100 pontos. Sequencialmente, pergunta-se: “Observando o segundo lugar, com quantos pontos você elege, quando comparado ao primeiro lugar, que possui 100 pontos?”. E assim segue até completarem-se os critérios.

Obtém-se a pontuação final em resultado do somatório ponderado expresso pela equação 4, onde a avaliação global de uma ação potencial “**A**”.

$$V(A) = w_1 \cdot v_1(A) + w_2 \cdot v_2(A) + w_n \cdot v_n(A) \dots \dots \dots \text{equação 4}$$

Onde:

$V(A)$ é o valor global da ação **A**.

w_1, w_2, \dots, w_n são as taxas de compensação dos critérios 1, 2, ..., n.

$v_1(A), v_2(A), \dots, v_n(A)$ são os valores parciais da ação **A** nos critérios 1, 2, ..., n.

n é o número de critérios do modelo.

O somatório de w_1, w_2, \dots, w_n é igual a 1.

Os valores das taxas de compensação (w_1, w_2, \dots, w_n) variam entre 0 e 1.

Reichert (2012), propõe que o modelo utilizado para a agregação das funções de valor local, será uma função de agregação aditiva, onde a ponderação de cada critério será definida pelas taxas de substituição.

2.5.5 Método par-a-par

A metodologia de comparação par-a-par constitui uma ferramenta promissora para a obtenção de pesos para vários critérios. A técnica denominada de Processo Analítico Hierárquico (*Analytic Hierarchy Process*,) foi desenvolvida na *Wharton School of Business* pelo matemático Thomas Saaty com o objetivo de facilitar a solução de problemas complexos relacionados à tomada de decisão (SAATY, 1977).

Nesta metodologia os pesos e prioridades são derivados a partir de um conjunto de julgamentos subjetivos realizados por avaliadores ou participantes envolvidos no processo, onde o modelo permite ainda o desenvolvimento de uma estrutura hierárquica na qual são visualizadas as relações existentes entre a meta principal ou objetivo a ser atingido, e os demais elementos, critérios, sub-critérios e alternativas, considerados para a tomada de decisão (FORMAN; SELLY, 2001).

A técnica baseia-se em uma matriz quadrada $n \times n$ de comparação de n critérios (equações 5 e 6), onde estes são dispostos na mesma ordem ao longo das linhas e das colunas.

$$a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}} \quad \text{e} \quad a_{ij} = 1 \dots \dots \dots \text{equações 5 e 6}$$

Deste modo, o valor “ a_{ij} ” representa a importância relativa do critério da linha “ i ” face ao critério da coluna “ j ”, portanto uma matriz recíproca (COSTA, 2003).

Este procedimento torna capaz a mensuração do grau de importância de cada critério avaliado.

3. Metodologia

O presente estudo encontra-se fundamentado no trabalho de Andersson (2010), que aplicou à metodologia multicritério de apoio a decisão para criar um modelo de arborescência, o qual teve como o fator cabeça à “satisfação com o trator”, dado por quatro grandes eixos estabelecidos pelos *clusters*: Custos (Custo Operacional e Custo de Aquisição), Desempenho técnico (Facilidade de Manutenção e Capacidade do Trator), Ergonomia e Segurança.

Este autor executou seu trabalho nos municípios gaúchos de: Pelotas – Colônia Santa Áurea; Morro Redondo - Colônia Colorado e Turuçu – Colônia São João. Os locais foram selecionados a partir de constatações da elevada concentração de unidades agrícolas de produção de base familiar que adquiriram tratores novos, com recursos do PRONAF.

A necessidade de construir um modelo que auxilie o agricultor familiar na tomada de decisão quanto à escolha de um modelo de trator, que atenda plenamente suas necessidades sem comprometer sua renda define-se como uma estratégia a fim de minimizar as probabilidades de uma tomada de decisão equivocada das quais podem conduzir o agricultor às dificuldades econômicas.

Notou-se a importância de existir uma metodologia capaz de caracterizar o agricultor familiar, em sua economia e capacidade de produção. Desta forma pode ser constatado que um modelo para avaliação de tratores para a agricultura familiar deva ser abrangente as mais diversas necessidades operacionais e que possa retratar o senso de valor do agricultor quanto às características e especificações da máquina.

Obviamente, para que o modelo seja válido e representativo aos diferentes grupos de produtores é necessário versatilidade de ajuste dos pesos da função de valor expresso pelos interesses dos agricultores familiares, assim pode-se abranger diferentes grupos e diferentes momentos de suas vidas.

Uma nova estrutura para o modelo apresentado por Andersson (2010), foi proposta pelos decisores, compostos pelo corpo docente da Universidade Federal de Pelotas (UFPel) atuantes no Departamento de Engenharia Rural (DER) e no Departamento de Ciências Sociais Agrárias (DCSA), ambos da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM).

Foram realizadas reuniões para estudar o modelo de Andersson (2010), e analisá-lo criteriosamente a fim de expressar a amplitude necessária para

caracterização dos agricultores familiares e sequencialmente a seleção do trator agrícola mais adequado a suas necessidades operacionais e capacidades econômicas.

Na primeira reunião utilizando-se a arborescência descrita por Andersson (2010), iniciou-se a análise crítica sobre os *clusters* e o fator cabeça: “Estar satisfeito com a escolha do trator adequado”.

Ante a necessidade de ampliar as possibilidades de avaliação de tratores agrícolas determinou-se o centro do remodelamento em: “Trator adequado para a agricultura familiar”.

No modelo de Andersson (2010), o eixo principal Custos apresentava as seguintes ramificações: Custo de Operação e Custo de Aquisição.

Neste trabalho, os decisores verificaram a importância que ambos os custos tinham no momento de optar por um modelo de trator, pois tanto o custo de operação quanto o de aquisição representam gastos reais na economia da família do agricultor, caso tais fatores não sejam minuciosamente dimensionados a realidade econômica da família podem implicar em prejuízos futuros.

Desta forma, o Custo Operacional e Custo de Aquisição; Facilidade de Manutenção e Capacidade do Trator tornaram-se candidatos a eixos principais para obtenção do trator adequado a agricultura familiar.

Assim, pode-se gerar seis grandes eixos: Custo Operacional, Custo de Aquisição, Facilidade de Manutenção, Capacidade do Trator, Segurança e Ergonomia.

Para o presente modelo, os decisores propuseram a criação de perfis, que caracterizassem a realidade social, de produção e econômica das famílias de agricultores. Os perfis caracterizaram-se por possuir diferentes pesos (senso de valor) para os diferentes critérios que são considerados para avaliação de um trator agrícola ideal para a agricultura familiar.

Desta forma, sendo possível valorar determinado critério conforme as necessidades e preferências dos agricultores familiares.

A criação de diferentes perfis de agricultores familiares quando utilizados pelo modelo construído por meio da MCDA-C, possibilita uma ampliação na capacidade de um profissional da área técnica de dimensionar um trator agrícola que seja adequado à agricultura familiar.

Tal inovação gerou a necessidade de propiciar versatilidade e dinamismo ao decisor no momento de indicar o trator mais adequado à realidade do agricultor.

Deste instante em diante iniciou-se a idealização de um software que contivesse todos os quesitos abordados pelo modelo MCDA-C e que representasse facilidade e operacionalidade de uso.

A plataforma utilizada inicialmente para desenvolvimento do software foi a linguagem de programação orientada a objetos, estabelecido assim o Visual Basic 6.0 - desenvolvido pela Microsoft (1998), para incremento da codificação necessária e execução dos equacionamentos matemáticos, conforme prescreve a metodologia utilizada, frente ao modelo desenvolvido para avaliação de tratores para a agricultura familiar.

Para o banco de dados (BD), foi utilizado o Microsoft Access 2000, onde foram criadas as tabelas referentes aos critérios e subcritérios do modelo, alvo deste estudo.

O gerenciamento do BD foi realizado por um módulo do tipo ADO (*ActiveX Data Objects – Data Base*), através dos eventos gerados pelos objetos na interface idealizada.

Porém devido a instabilidade de conexão ao banco de dados local, o que gerou sucessivos erros de indexação em tabelas do banco de dados e também a alta complexidade da codificação, ante ao grande número de variáveis e retornos destas, optou-se por estudar as possibilidades de plataformas que contivesse mesmos atributos sem necessitar desenvolvimento de sistema com complexidade extrema, tornando o software lento e instável.

Foi possível verificar que a melhor alternativa para migração da linguagem Visual Basic seria a linguagem C#, também orientada a objetos, da Microsoft Visual C# 2010.

Para modelar computacionalmente a arborescência criada neste estudo foi utilizada a linguagem em POO (Programação Orientada a Objeto) usando o C#, demais das particularidades das Classes da plataforma do Framework .NET 4.5 e seu uso geral.

Para Troelsen (2012), descreve que o .NET é uma plataforma de software que conecta informações, sistemas, pessoas e dispositivos, onde é possível conectar uma grande variedade de tecnologias de uso pessoal, de negócios, de telefonia celular a servidores corporativos, permitindo assim, o acesso rápido a informações importantes onde elas forem necessárias e imprescindíveis.

Sharp (2007), descreve o Visual Studio é o melhor editor para executar código C#, pois admite-se escolher a aplicação console baseado para executar o programa

diretamente, ou ainda, escrever programa no bloco de notas e, em seguida, executá-los em prompt de comando do Visual Studio.

Estruturou-se um banco de dados de tipo MySQL com funcionamento local, o que se demonstrou seguro e estável durante o transbordo de dados com ligação através da linguagem *Structured Query Language* (SQL), que segundo Batista (2003), é uma linguagem padrão para manipular bancos de dados relacionais. Incluem recursos para definir estruturas de dados; consultar, inserir e modificar dados do banco de dados e especificar restrições de segurança.

Foram necessárias criação de trinta e uma tabelas, as quais se intitularam com o mesmo nome de cada critério, subcritério e subitem, a fim de facilitar a indexação.

Dentre as tabelas existentes, nomeou-se uma de “tabperfil” a fim de registrar os pesos dos critérios correspondentes a cada perfil¹ que for inserido, podendo-se trabalhar com inúmeros perfis de produtores familiares, os quais possuem necessidades e interesses diferentes um do outro.

Um fator importante foi a possibilidade de realizar a edição do perfil de determinado grupo de agricultores, pois fatores externos como o políticas públicas, economia e até mesmo o amadurecimento da mentalidade dos agricultores através do tempo pode ocasionar mudanças de preferências, gerando assim alterações nos pesos destinado aquele grupo. Outra possibilidade existente é do perfil ser apagado, isso se o decisor entender que o dado perfil não é mais de interesse.

Primou-se pela funcionalidade do sistema computacional dedicado a avaliação de tratores agrícolas para a agricultura familiar, ainda mais por se tratar de um programa protótipo e que pode possuir ampla utilização na área de projetos de dimensionamentos de máquinas agrícolas.

A validação do modelo transcorreu através de reuniões com dois grupos: Engenheiros Agrícolas e Agrônomos (que trabalham com agricultura familiar) do município de Pelotas e extensionistas da Associação Riograndense de Empreendimentos de Assistência Técnica e Extensão Rural - Associação Sulina de Crédito e Assistência Rural (EMATER/RS - ASCAR) do município de São Lourenço do Sul.

¹ Para inclusão, edição e exclusão de perfis somente o decisor fica habilitado para tal tarefa, devido necessidade de conhecimento técnico da área de máquinas.

O objetivo das reuniões com os profissionais descritos anteriormente foi de verificar se o modelo atual era representativo das necessidades operacionais e técnicas dos tratores agrícolas que são dimensionados em projetos em ambos os municípios, outro questionamento foi a visão de valor dos engenheiros e extensionistas quanto da importância de cada eixo teria para sua região, em função da representatividade majoritária da produção em seus municípios.

Através destas reuniões foi possível identificar que os produtores familiares do município de São Lourenço do Sul praticam as atividades de lavoura nas culturas principais de: leite, batata, milho e tabaco (este último é a principal cultura para muitos produtores, principalmente os que possuem área menor do que 4ha). Já no município de Pelotas as produções principais foram descritas como: hortifrutigranjeiros, milho, tabaco, leite e frutíferas, com concentração da área de produção em torno da faixa de 10ha até 20ha.

Tanto o grupo de São Lourenço do Sul quanto o de Pelotas foram unânimes na definição de que o tabaco, leite e milho estão presentes no dia-a-dia da produção agrícola familiar.

O milho promove a manutenção da propriedade, sendo utilizado como forma de sustento da família, alimentação animal e também como moeda de troca entre os agricultores. Podendo ser também usado no Programa Troca-Troca de Sementes mantido pelas prefeituras municipais de São Lourenço do Sul e Pelotas, por meio de suas secretarias, dada pela Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural (SDMR).

O tabaco é a principal cultura encontrada em propriedades que possuem áreas reduzidas, garantindo uma forma principal de renda, pois, a cultura fica segurada e possui venda garantida. Outro fator que os produtores relatam é quanto a assistência técnica que é bem mais constante do que em outros tipos de cultura.

Outra promoção econômica amplamente praticada na região é a pecuária de leite, atividade desenvolvida na maioria dos municípios gaúchos e que representa importante fonte de renda para os agricultores de pequeno porte e de cunho familiar.

Posteriormente a identificação das demandas produtivas com os grupos, trabalhou-se na necessidade operacional necessária nas atividades laborais dos municípios.

Através do entendimento da produção local readequaram-se os requisitos propostos por Andersson (2010) através da redefinição de pesos, de modo a contemplar os diferentes perfis de produtores de São Lourenço do Sul e Pelotas.

Adotou-se a metodologia da redefinição arbitrária das taxas de substituição, também conhecida na literatura por “trade-offs” ou simplesmente “pesos”, conforme descrevem Ensslin, Montibeller e Noronha (2001), a fim de verificar no modelo a validade dos perfis de produtores familiares que possuem interesses, necessidades operacionais e econômicas diferentes.

Partiu-se, então, ao redimensionamento dos pesos de escala a fim de selecionar somente o meio da escala de valores, ou seja, pegou-se o Bom (B) e o Neutro (N), sendo que os extremos foram eliminados durante a abordagem e apresentados aos grupos somente o corpo de escala. O procedimento realizado foi conforme descrito por Ensslin, Montibeller e Noronha (2001).

As transformações de escalas geradas a partir da intervenção do grupo de técnicos de São Lourenço do Sul e de Pelotas puderam ser percebidas quando da aplicação no sistema computacional criado neste trabalho.

4. Resultados e Discussão

Para facilitar a leitura deste capítulo, os resultados foram fracionados em três partes. A primeira diz respeito ao modelo MCDA-C, a segunda quanto ao programa computacional desenvolvido a partir do modelo alvo deste estudo e a terceira é uma aplicação prática do modelo com o uso de dois perfis de produtores familiares da região Sul do Rio Grande do Sul.

4.1 Arborescência

Inicialmente foi necessário estabelecer-se a arborescência (descritores), a qual foi baseada no trabalho de Andersson (2010), que considerou quatro Clusters: Economia, Técnica, Ergonomia e Segurança (anexo B), centrado em: “Estar satisfeito com a escolha do trator adequado”.

Como uma forma de facilitar o entendimento da arborescência resultante neste estudo (Figura 7), ao leitor, atribuiu-se cores para a diferenciação hierárquica. O terceiro escalão refere-se aos subitens e são apresentados na cor verde. Os subcritérios representam o segundo escalão hierárquico e apresenta-se na cor laranja; e finalmente o primeiro escalão é constituído pelos critérios e são mostrados na cor amarela.

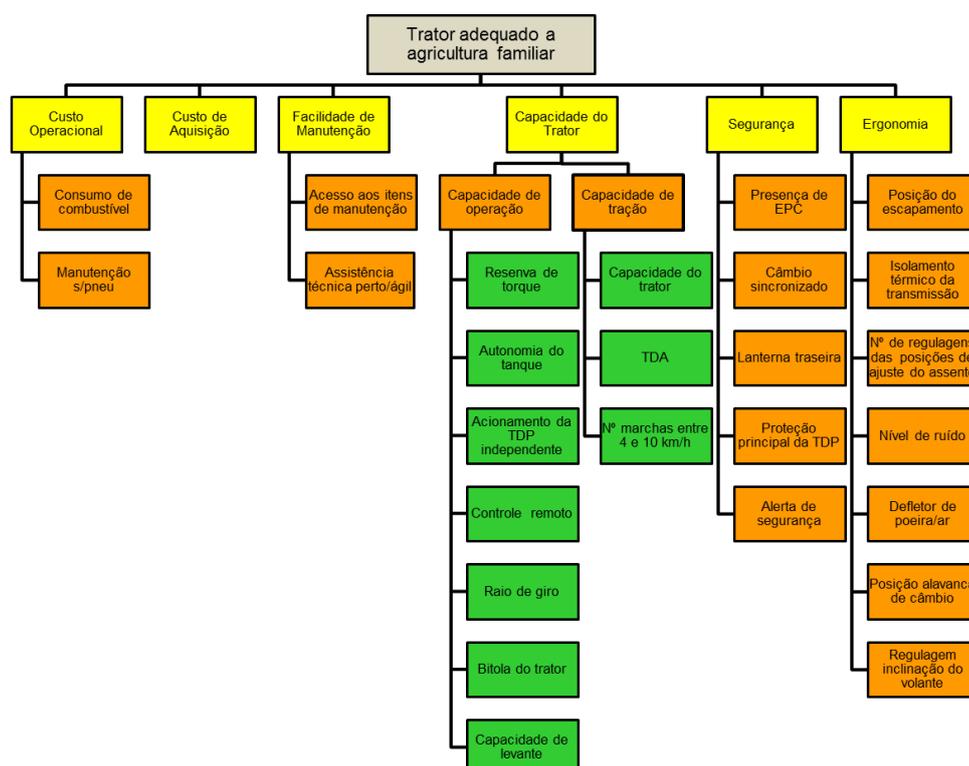


Figura 7 - Arborescência transformada.

O intuito é realizar uma apresentação genérica a fim promover a mentalização da arborescência, contudo enfatiza-se que está melhor apresentada no apêndice A.

Elucida-se, também, que os escalões hierárquicos defendidos neste trabalho serão minuciosamente abordados.

A arborescência sofreu adaptações dos decisores que centraram seus posicionamentos no “Trator adequado para a agricultura familiar”, assim gerando seis grandes eixos: Custo Operacional, Custo de Aquisição, Facilidade de Manutenção, Capacidade do Trator, Segurança e Ergonomia; apresentado pela figura 8.

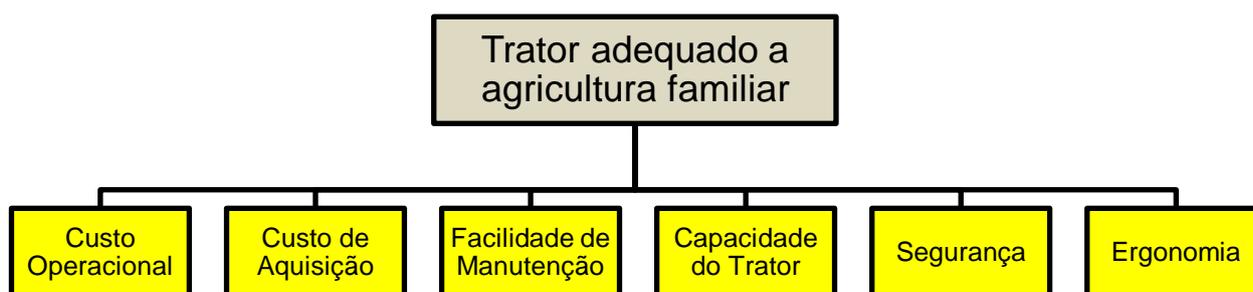


Figura 8 - Eixos principais da Arborescência transformada.

No estudo de Andersson (2010), o eixo principal Custos apresentava as seguintes ramificações: Custo de Operação e Custo de Aquisição.

Neste trabalho, os decisores verificaram a importância que ambos os custos tinham no momento de optar por um modelo de trator, pois tanto o custo de operação quanto o de aquisição representam gastos reais na economia da família do agricultor, caso tais fatores não sejam minuciosamente dimensionados a realidade econômica da família podem implicar em prejuízos futuros.

Desta forma, o custo operacional e custo de aquisição tornaram-se eixos principais para obtenção do trator adequado a agricultura familiar.

A partir da associação da função de valor aos PVF's, foi possível transformá-los em seis critérios: Custo Operacional, Custo de Aquisição, Facilidade de Manutenção, Capacidade do Trator, Segurança e Ergonomia.

O critério Custo Operacional (Figura 9) relaciona o valor ou custo gerado em uma operação tratória, ou seja, o quanto se gasta em valores reais para desempenhar determinada operação com o trator na propriedade, o qual neste eixo foi desmembrado nos subcritério: Consumo de Combustível e manutenção sem pneu.

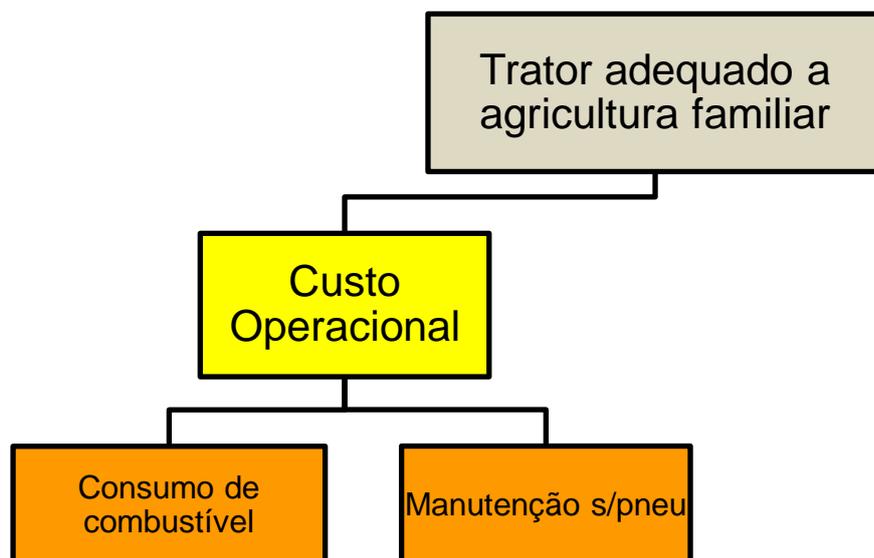


Figura 9 - Eixo Custo Operacional.

Para a transformação de escala de intervalos do critério Consumo de combustível, adotou-se a metodologia descrita por Ensslin, Montibeller e Noronha (2001).

O equacionamento apresentado a seguir, foi aplicado a fim de realizar redefinição de escala de intervalos, com base no trabalho de Andersson (2010).

Neste momento faz-se necessário lembrar que escalas de intervalos não podem ser confundidas com escalas de razões². Escalas de intervalos são as utilizadas neste livro para representar funções de valor, em virtude de não existir um zero fixo, mas sim meramente um ponto escolhido pelo decisor para ancorar seus julgamentos, onde este nível pode ser o pior aceitável ou o nível neutro (ENSSLIN; MONTIBELLER; NORONHA, 2001).

Os valores de escala originais (N4, N3, N2 e N1) de Andersson (2010), foram submetidos a aplicação nas equações 2 e 3, a fim de obtenção das constantes “ α ” e “ β ”.

² Para maiores esclarecimentos vide Capítulo 8 do livro Apoio a Decisão de Ensslin, Montibeller e Noronha (2001), que aborda o tema Funções de Valor.

Onde foi imprescindível a identificação do meio da escala, delimitados pela expressão B e N, das quais representam nível Bom e Nível Neutro.

$$\mu(N_4) = 100$$

$$\mu(N_3) = 70 \text{ (B)}$$

$$\mu(N_2) = 15 \text{ (N)}$$

$$\mu(N_1) = 0$$

$$[1] \alpha = \frac{V(100)}{\mu(70-15)}$$

$$[2] \alpha = \frac{100}{55} = 1,818 \cong 1,82$$

$$[3] \beta = -1,82 \cdot \mu(15)$$

$$[4] \beta = -1,82 \cdot (15) = -27,27$$

Com a obtenção das constantes, apresentadas anteriormente, foi possível desenvolver o equacionamento através do cálculo produzido pela equação 1 a fim de calcular a nova escala $V'(x)$, em que α e β foram substituídos, da mesma forma que os valores de escala originais N_4 , N_3 , N_2 e N_1 .

$$V'(x) = \alpha \cdot \mu(N_x) + \beta$$

$$[5] V'(N_4) = [1,82 \cdot u(100)] + (-27,27) = 154,55$$

$$[6] V'(N_3) = [1,82 \cdot u(70)] + (-27,27) = 100,00$$

$$[7] V'(N_2) = [1,82 \cdot u(15)] + (-27,27) = 0,00$$

$$[8] V'(N_1) = [1,82 \cdot u(0)] + (-27,27) = -27,27$$

Ensslin, Montibeller e Noronha (2001), Gomes (2001) e Reichert (2012), salientam que a função de valor original e transformada são escalas de intervalo equivalentes e muito embora possuam diferenças numéricas são mantidas as relações entre as diferenças de atratividade entre quaisquer dois pares de ações, medidas em qualquer uma das duas escalas.

Logo:

$$V'(N_4) = 154,55$$

$$V'(N_3) = 100,00 \text{ (B)}$$

$$V'(N_2) = 0,00 \text{ (N)}$$

$$V'(N_1) = -27,27$$

Uma importante constatação é de que os valores originais limitados pelo centro de escala, ou seja, indicados pelo nível Bom no limite superior e Neutro no limite inferior na nova escala estes valores aparecem com os valores 100 e 0 (zero), respectivamente, assim os valores acima do limite superior geram a sensação de excelência e os abaixo de 0 (zero) os menos desejados.

A figura 10 mostra a redefinição dos pesos, deste modo a percepção do decisor fica mais clara e o sentimento de valoração do eixo mais preciso.

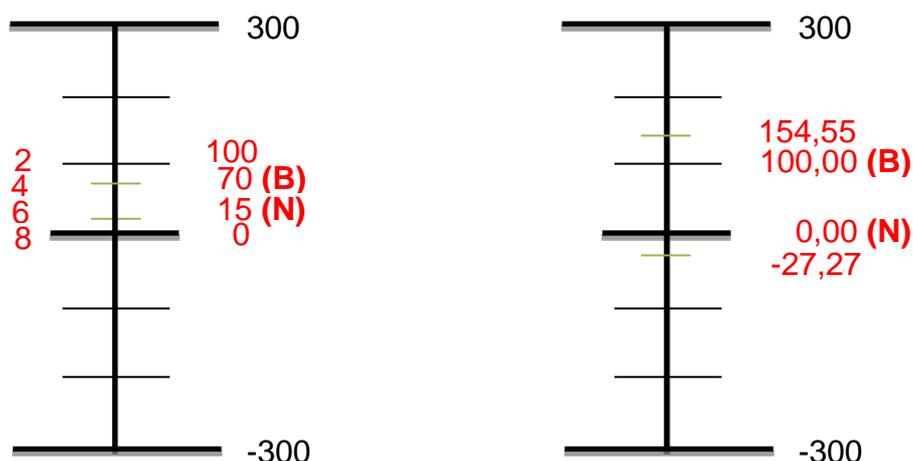


Figura 10 - Transformação da escala de intervalos do Consumo de combustível³.

A tabela 1 mostra o descritor Consumo de combustível, sendo possível verificar que nesta condição o meio da escala está presente entre os níveis de impacto N2 e N3, para neutro e bom, respectivamente, dos quatro níveis existentes. Assim, no N2 e N3 podem ser observados os valores zero e cem, respectivos.

Tabela 1 – Descritor consumo de combustível do eixo Custo Operacional

Nível de impacto	Nível de referência	Representação com notas $\mu(N_x)$	α	β	Função de valor transformada $V'(N_x)$
N4		100			154,55
N3	Bom	70	1,82	-27,27	100,00
N2	Neutro	15			0,00
N1		0			-27,27

³O mesmo procedimento adotado neste critério serviram para construção das transformações de escala de intervalos de todos os descritores presentes neste trabalho.

O descritor Consumo de Combustível relaciona-se ao gasto de combustível quando o trator encontra-se em funcionamento sendo expresso em $L.h^{-1}$. Os valores de escala estabelecidos variam de 2 a 8 $L.h^{-1}$, sendo que o consumo de combustível de 4 $L.h^{-1}$ ficou com nível Bom e 6 $L.h^{-1}$ com nível Neutro. O meio desta escala, limitados por Bom e Neutro associa que o consumo de combustível de um trator para ser adequado ao agricultor familiar esteja entre 6 e 4 $L.h^{-1}$, e de forma excepcional com consumo menor do que 4 $L.h^{-1}$, conforme mostrado na figura 11.

Consumo de combustível ($L.h^{-1}$)	
Escala Ordinal	Escala Cardinal
2	154,55
4 (B)	100,00
6 (N)	0,00
8	-27,27

Figura 11 - Função de valor transformada do Consumo de Combustível.

A manutenção sem pneu referente ao custo de manutenção em função do número de horas de trabalho com o trator, sem considerar o desgaste dos pneus. Considera o valor do financiamento, capacidade do tanque de combustível, capacidade do cárter e óleo da transmissão, potência no motor, número de horas recomendado para trocas de óleo e filtros.

O produto dos equacionamentos dos referidos itens, conforme mostrado na tabela 2 este item possui seis níveis de impacto.

Tabela 2 – Manutenção sem pneu do eixo Custo Operacional

Nível de impacto	Nível de referência	Representação com notas $\mu(N_x)$	α	B	Função de valor transformada $V'(N_x)$
N6		100			213,64
N5	Bom	75			100,00
N4		70	4,55	-240,91	77,27
N3	Neutro	53			0,00
N2		20			-150,00
N1		0			-240,91

O descritor Manutenção sem pneus mostrado na figura 12, expresso por unidade R\$.h⁻¹. Apresenta sua escala dividida em seis níveis, com variação de 0,45 a 2,98 R\$.h⁻¹. O meio da escala está entre 0,60 e 1,85 R\$.h⁻¹, representando a condição de gastos por hora mais adequada ao agricultor.

Manutenção s/pneu (R\$.h⁻¹)	
Escala Ordinal	Escala Cardinal
0,45	213,64
0,60 (B)	100,00
1,29	77,27
1,85 (N)	0,00
2,13	-150,00
2,98	-240,91

Figura 12 - Função de valor transformada do descritor Manutenção sem pneu.

O critério custo de aquisição retrata o valor total de aquisição do trator agrícola novo financiável, este descritor compõe um eixo de importância significativa para o agricultor familiar dentro do processo decisório.

A figura 13 mostra eixo principal custo de aquisição, em que seu respectivo descritor é expresso em reais (R\$) X 1.000.

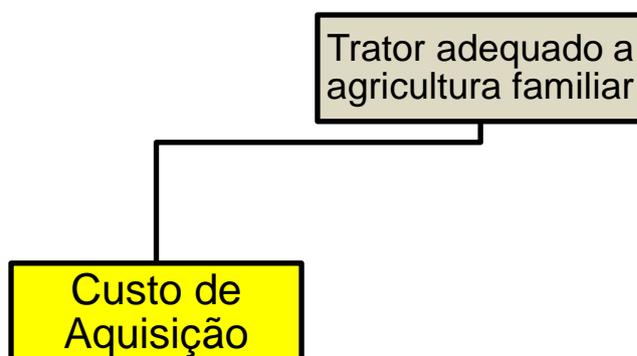


Figura 13 - Eixo Custo de Aquisição.

Pode ser observado na tabela 3 que dos quatro níveis de impacto do eixo custo de aquisição, o nível Neutro apresenta-se no nível três e Bom no nível quatro.

Tabela 3 – Custo de aquisição do trator novo

Nível de impacto	Nível de referência	Representação com notas $\mu(N_x)$	α	β	Função de valor transformada $V'(N_x)$
N4	Bom	100			100,00
N3	Neutro	40	1,67	-66,67	0,00
N2		15			-42,00
N1		0			-67,00

Na figura 14, verifica-se que a escala do custo de aquisição variou de R\$ 30.000,00 a R\$ 85.000,00, sendo que o valor de um trator novo para a agricultura familiar mais adequado seria o que estivesse compreendido entre R\$ 30.000,00 e R\$ 48.000,00; representado os níveis Bom e Neutro do meio da escala.

Custo de Aquisição (R\$ * 1.000)	
Escala Ordinal	Escala Cardinal
30 (B)	100,00
48 (N)	0,00
66	-42,00
85	-67,00

Figura 14 - Descritor Custo de Aquisição.

Andersson (2010), caracterizou o eixo Desempenho Técnico como dividido em Facilidade de Manutenção e Capacidade do Trator. No presente estudo foram criados os eixos principais Facilidade de Manutenção e Capacidade do Trator, visto a importância que tais itens apresentam para a agricultura familiar, tanto no quesito de manutenção corretiva e preventiva como na operacionalidade do trator proporcionada por suas características de fábrica conforme o modelo escolhido.

A facilidade de manutenção mostrada na figura 15, está associada à disponibilidade de assistência técnica, em caso de quebra de algum componente ou peça da máquina e ao acesso que se tem aos itens a serem trocados na maioria das vezes pelo próprio agricultor. Este eixo resultou dividido em dois subcritérios, sendo acesso aos itens de manutenção e assistência técnica perto/ágil.

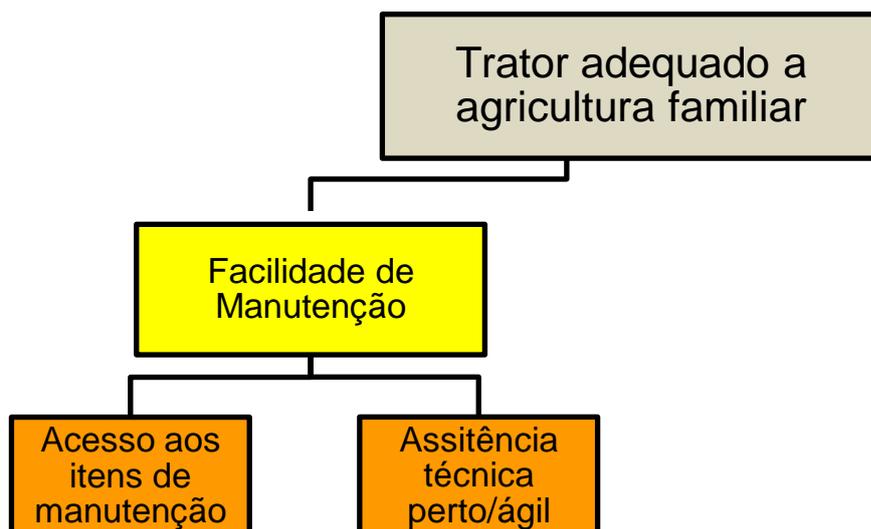


Figura 15 - Eixo Facilidade de manutenção.

O acesso aos itens de manutenção diz respeito ao quanto de “facilidade” que o agricultor terá no momento de realizar a manutenção corretiva ou preventiva no trator agrícola.

Na tabela 4 pode ser observado que o subcritério acesso aos itens de manutenção possui seis níveis de impacto.

Tabela 4 – Acesso aos itens de manutenção

Nível de impacto	Nível de referência	Representação com notas $\mu(N_x)$	α	β	Função de valor transformada $V'(N_x)$
N6		100			130,77
N5	Bom	80			100,00
N4		35	1,54	-23,08	30,77
N3	Neutro	15			0,00
N2		10			-7,69
N1		0			-23,08

Nesta escala de seis níveis o descritor mostrado na figura 14 apresenta subdivisões expressas pelas combinações de C1 a C6, sendo:

C1 = engate rápido + acesso direto; **C3** = porca borboleta + acesso direto; **C5** = precisa ferramentas + acesso direto; **C2** = engate rápido + acesso indireto; **C4** = porca borboleta + acesso indireto; **C6** = precisa ferramentas + acesso indireto.

As combinações apresentadas anteriormente descrevem-se por acesso direto quando o agricultor consegue acessar o item a ser substituído sem a necessidade de

retirada de componentes ou parte da carenagem do trator e para o acesso indireto quando necessita. No engate rápido quando somente por acoplamento da peça na máquina sem a intervenção de ferramenta para maiores ajustes. Da porca borboleta quando trata-se de fixação com certa facilidade devido a tal dispositivo ou quando este não é disponibilizado, sendo necessário uso de ferramentas adequadas à manutenção.

No descritor apresentado pela figura 16, pode ser observado que o C3 (porca borboleta + acesso direto) resultou com nível Bom e C2 (engate rápido + acesso indireto) impactou com o nível Neutro.

Acesso aos itens de manutenção	
Escala Ordinal	Escala Cardinal
C1	130,77
C3 (B)	100,00
C5	30,77
C2 (N)	0,00
C4	-7,69
C6	-23,08

Figura 16 – Função de valor transformada do descritor Acesso aos itens de manutenção.

Com relação à assistência técnica perto/ágil, o desejável em caso de quebra do trator, ou seja, necessidade de manutenção corretiva é que a assistência técnica seja perto da propriedade, podendo o próprio agricultor comprar as peças e fazer a manutenção e também ágil, no caso de deslocamento de técnico até a propriedade a fim de realizar a manutenção.

A assistência técnica perto/ágil, diz respeito à resposta em tempo que tem a assistência técnica com a função de agilizar o máximo possível o retorno do agricultor em suas atividades com o emprego da máquina, pois em muitos casos apesar de estar a poucos quilômetros da propriedade agrícola, ainda assim a correção da máquina não se faz no tempo esperado pelo produtor em função do tempo de emprego da máquina no campo.

Na tabela 5 pode ser observado que este PVE possui dois níveis de impacto, sendo Bom e Neutro para: possui e não possui assistência técnica perto/ágil, respectivamente.

Tabela 5 – Assistência técnica perto/ágil

Nível de impacto	Nível de referência	Representação com notas $\mu(N_x)$	α	β	Função de valor transformada $V'(N_x)$
N2	Bom	100	1,00	0,00	100,00
N1	Neutro	0			0,00

A figura 17 mostra o descritor Assistência técnica perto/ágil, no qual o nível Bom relaciona-se a 100 pontos e Neutro 0 (zero) pontos.

Assistência técnica perto/ágil	
Escala Ordinal	Escala Cardinal
Possui (B)	100,00
Não possui (N)	0,00

Figura 17 – Função de valor transformada Assistência técnica perto/ágil.

O eixo principal Capacidade do Trator (Figura 18) foi dividido nos subcritérios: capacidade de operação (características gerais da máquina indispensáveis durante as operações na propriedade) e capacidade de tração (relacionada potência e caixa de câmbio).

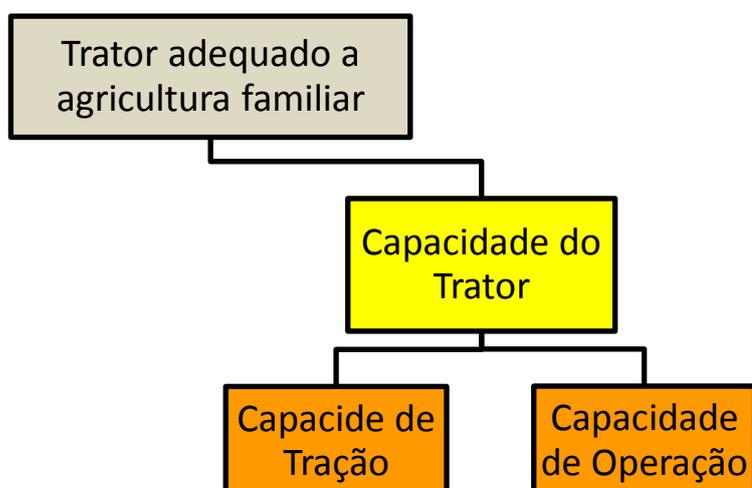


Figura 18 – Eixo Capacidade do Trator.

A Capacidade de Operação foi dividida em sete subcritérios, os quais referem-se à capacidade do trator em realizar operações na propriedade, sendo estes mostrados na figura 19:

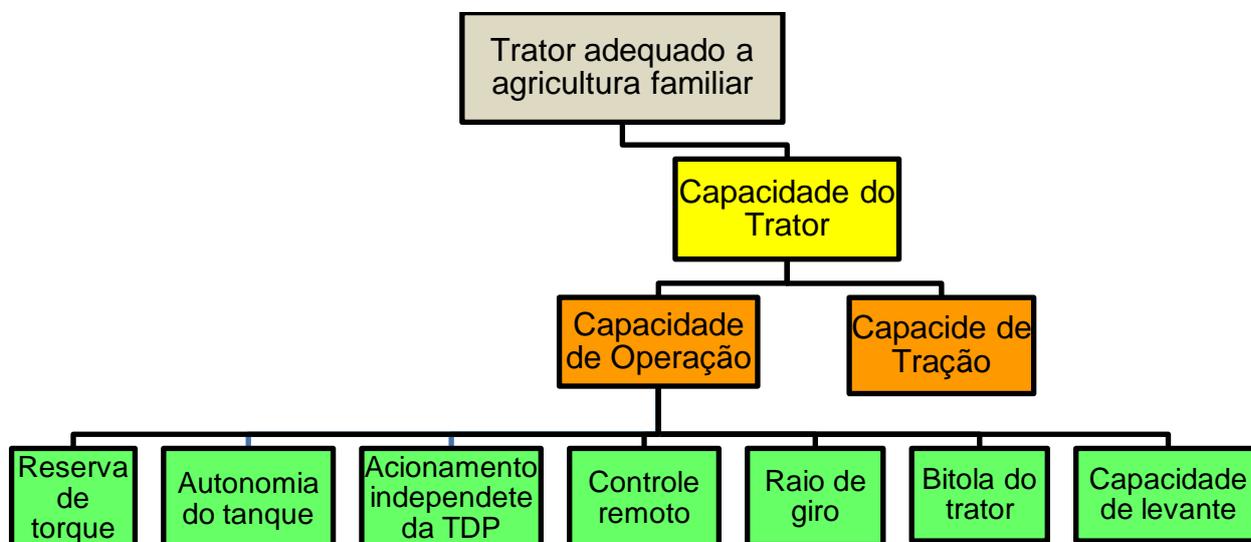


Figura 19 – Ramificação do subcritério Capacidade de Operação.

Pode-se dizer que a reserva de torque é a capacidade que o trator apresenta de aumentar o torque à medida que ocorre diminuição na rotação do motor (MACHADO; REIS; MACHADO, 2010).

Reis et al. (2005), definem a reserva de torque como o incremento porcentual de torque na rotação nominal ao torque máximo, o que de forma prática permite um incremento temporário ao motor superando uma eventual resistência.

Devido a este fato, pode-se recomendar que quanto maior esta reserva, melhor é o desempenho do motor, quando da necessidade de vencer um obstáculo, conseqüentemente, melhor adequação ao seu uso nas tarefas agrícolas, resultando em menor necessidade de trocas de marchas.

Através da tabela 6, são mostradas as redefinições da função de valor na escala do descritor reserva de torque.

Tabela 6 – Reserva de torque

Nível de impacto	Nível de referência	Representação com notas $\mu(N_x)$	α	β	Função de valor transformada $V'(N_x)$
N4	Bom	100			100,00
N3		80			66,67
N2	Neutro	40	1,67	-66,67	0,00
N1		0			-66,67

A figura 20 mostra o descritor reserva de torque que é estabelecido em porcentagem (%). Para Mialhe (1999), a reserva de torque mínima de um motor deve estar entre 10-15%. Seu intervalo de escala varia de menos do que 15% e maior do que 30%. Pode ser observado que o nível Bom está presente no nível quatro (30%) e Neutro no nível dois (20%).

Reserva de torque (%)	
Escala Ordinal	Escala Cardinal
>30 (B)	100,00
25	66,67
20 (N)	0,00
<15	-66,67

Figura 20 – Função de valor transformada Reserva de torque.

Na Autonomia do tanque de combustível, considera-se como adequado para agricultura familiar que o trator agrícola tenha uma capacidade, expressa em unidade de volume, de combustível, compatível com um dia de trabalho sem necessidade de parar para realizar abastecimento.

Na tabela 7 pode ser observado que o descritor autonomia do tanque possui dois níveis, onde apresenta-se: capacidade de trabalho para mais de 10h contínuas e capacidade inferior a este tempo.

Tabela 7 – Autonomia do tanque de combustível

Nível de impacto	Nível de referência	Representação com notas $\mu(N_x)$	α	β	Função de valor transformada $V'(N_x)$
N2	Bom	100	1,00	0,00	100,00
N1	Neutro	0			0,00

O descritor mostrado na figura 21 apresenta o nível Bom para autonomia do tanque para mais de dez horas e o nível Neutro para menos de dez horas contínuas de trabalho.

Autonomia do tanque	
Escala Ordinal	Escala Cardinal
Tanque p/ 10 h ou + (B)	100,00
Tanque p/ < 10 h (N)	0,00

Figura 21 – Função de valor transformada de descritor Autonomia do tanque.

O acionamento da tomada de potência (TDP) independente, o qual pode ocorrer por intermédio de alavanca ou botão no painel do trator, sem a necessidade de pará-lo para ligar ou desligar o acionamento do eixo da TDP.

Isso caracteriza uma agilidade e eficiência na condição de operação da máquina. É possível verificar na tabela 8 que existem dois níveis presentes neste subitem.

Tabela 8 – Acionamento da TDP independente

Nível de impacto	Nível de referência	Representação com notas $\mu(N_x)$	α	β	Função de valor transformada $V'(N_x)$
N2	Bom	100	1,00	0,00	100,00
N1	Neutro	0			0,00

É mostrado na figura 22 o nível de impacto Bom apresenta-se quando existe acionamento independente e Neutro quando da inexistência.

Acionamento da TDP independente	
Escala Ordinal	Escala Cardinal
Possui (B)	100,00
Não possui (N)	0,00

Figura 22 – Função de valor transformada do descritor Acionamento da TDP independente.

O Controle remoto (pontos de conexão) de equipamentos e implementos agrícolas, refere-se à quantidade de terminais de engate rápido presentes no sistema hidráulico auxiliar do trator, conforme descreve Reis et al. (2005).

Considera-se a presença deste item interessante ao agricultor a fim de auxiliá-lo quando ele possuir equipamentos agrícolas que utilizam este tipo de sistema. A tabela 9 mostra que existem três níveis de impacto neste subitem.

Tabela 9 – Número de conexões de controle remoto

Nível de impacto	Nível de referência	Representação com notas $\mu(N_x)$	α	B	Função de valor transformada $V'(N_x)$
N3	Bom	100			100,00
N2	Neutro	80	5,00	-400,00	0,00
N1		0			-400,00

Na figura 23, é possível verificar que o nível 2 está impactando no Neutro e o nível 3 está no Bom, constituindo assim uma alteração no modelo apresentado por Andersson (2010), que considerou o N2 como Bom e N1 como Neutro.

Os decisores justificam que tal modificação se deve a necessidade da existência de um número mínimo aceitável de um conector no trator agrícola, ante os benefícios e facilidades que tais controles propiciam ao agricultor familiar.

Número de conexões de controle remoto	
Escala Ordinal	Escala Cardinal
2 ou + (B)	100,00
1 (N)	0,00
0	-400,00

Figura 23 – Função de valor transformada de descritor Número de conexões de controle remoto.

O raio de giro vem a ser o raio de menor circunferência descrito pela roda mais externa do trator com relação ao solo de acordo com ABNT NBR 789-3:2009 que dita sobre procedimento de ensaio de diâmetros de giro e do espaço de giro.

Quanto menor raio de giro, melhor será o desempenho da manobrabilidade necessária, principalmente em pequenas áreas.

Pode ser observado na tabela 10 que o descritor raio de giro possui quatro níveis de impacto.

Tabela 10 – Raio de giro

Nível de impacto	Nível de referência	Representação com notas $\mu(N_x)$	α	β	Função de valor transformada $V'(N_x)$
N4	Bom	100			100,00
N3	Neutro	20	1,25	-25,00	0,00
N2		10			-12,50
N1		0			-25,00

Na figura 24 verifica-se que este subitem, expresso em metros, possui nível Bom para raio descrito a menos de 2,70m e nível Neutro para 4,06m.

Raio de giro (m)	
Escala Ordinal	Escala Cardinal
< 2,70 (B)	100,00
4,06 (N)	0,00
5,40	-12,50
> 6,80	-25,00

Figura 24 – Função de valor transformada de descritor Raio de giro.

A bitola de um trator representa a distância horizontal entre os centros dos pneus traseiros e os centros dos pneus dianteiros. Conforme Machado, Reis e Machado (2010), a variação das bitolas permitem que o trator se adapte às diferentes tarefas que se apresentam, do preparo do solo (em função da largura de corte do arado) ao cultivo (adequar ao espaçamento entre linhas da cultura em questão),

Na tabela 11 é possível perceber que este subitem possui quatro níveis de impacto.

Tabela 11 – Bitola do trator

Nível de impacto	Nível de referência	Representação com notas $\mu(N_x)$	α	β	Função de valor transformada $V'(N_x)$
N4	Bom	100			100,00
N3	Neutro	50	2,00	-100,00	0,00
N2		15			-70,00
N1		0			-100,00

A figura 25 mostra que a largura de 1,20m impacta no nível Bom e 1,46m no nível Neutro.

Bitolado trator (m)	
Escala Ordinal	Escala Cardinal
1,20 (B)	100,00
1,46 (N)	0,00
1,73	-70,00
2,00	-100,00

Figura 25 – Função de valor transformada de descritor Bitola do trator.

A Capacidade de levante, que vem a ser a capacidade de elevação de carga pelo sistema de engate de três pontos do trator quando o implemento ou equipamento agrícola é acoplado ao mesmo. O descritor Capacidade de levante resultou com quatro níveis de impacto, conforme mostra a tabela 12.

Tabela 12 – Capacidade de levante

Nível de impacto	Nível de referência	Representação com notas $\mu(N_x)$	α	β	Função de valor transformada $V'(N_x)$
N4	Bom	100			100,00
N3		66	1,00	0,00	66,00
N2		33			33,00
N1	Neutro	0			0,00

Na figura 26 é possível verificar que este item é expresso em kgf e apresenta o nível Bom para capacidade de 2.000kgf ou mais e o nível Neutro para capacidade abaixo dos 1.300kgf.

Capacidade de levante (kgf)	
Escala Ordinal	Escala Cardinal
2.000 ou + (B)	100,00
1.766	66,00
1.533	33,00
< 1.300 (N)	0,00

Figura 26 – Função de valor transformada de descritor Capacidade de levante.

O subcritério Capacidade de tração, do eixo principal Capacidade do trator, apresenta divisão em três subitens, podendo ser percebido através da figura 27.

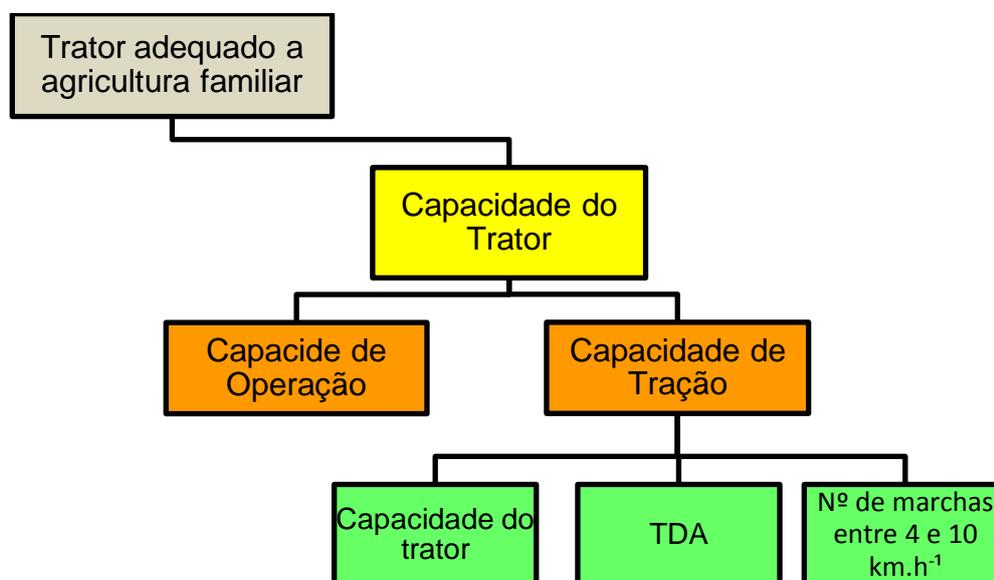


Figura 27 – Ramificação do subcritério Capacidade de tração.

A potência no motor do trator, expressa em kW, é considerada a capacidade do trator para a execução de trabalho mecânico. Conforme mostra a tabela 13 possui seis níveis de impacto.

Tabela 13 – Capacidade do trator

Nível de impacto	Nível de referência	Representação com notas $\mu(N_x)$	α	β	Função de valor transformada $V'(N_x)$
N6		100			188,24
N5		80			129,41
N4	Bom	70	2,94	-105,88	100,00
N3		50			41,18
N2	Neutro	36			0,00
N1		0			-105,88

Pode ser observado na figura 28, que a faixa de potência adequada a um trator para agricultura familiar deve estar compreendida entre 18,39 e 36,77kW; impactando, respectivamente, no nível Neutro e Bom. Esta faixa de potência justifica-se pela necessidade de potência disponível na TDP e barra de tração, amplamente utilizados pelo agricultor familiar nas operações usuais na propriedade.

Capacidade do trator (kW)	
Escala Ordinal	Escala Cardinal
55,16	188,24
41,18	129,41
36,77 (B)	100,00
27,94	41,18
18,39 (N)	0,00
14,71	-105,88

Figura 28 – Função de valor transformada de descritor Capacidade do trator.

A tração dianteira assistida (TDA) melhora o desempenho de tração do trator com melhor aproveitamento da potência do motor, este ganho reflete-se em melhor aproveitamento de energia. A tabela 14 mostra que a TDA apresenta dois níveis de impacto, constituídos Possui ou Não possui.

Tabela 14 – Tração dianteira auxiliar

Nível de impacto	Nível de referência	Representação com notas $\mu(N_x)$	α	β	Função de valor transformada $V'(N_x)$
N2	Bom	100	1,00	0,00	100,00
N1	Neutro	0			0,00

O subitem TDA apresentado pela figura 29 mostra os níveis de impacto Bom e Neutro.

Tração dianteira auxiliar (TDA)	
Escala Ordinal	Escala Cardinal
Possui (B)	100,00
Não possui (N)	0,00

Figura 29 – Função de valor transformada do descritor Tração dianteira auxiliar.

O número de marchas compreendidas entre 4 e 10 km.h⁻¹ está associado a versatilidade nas operações com o trator, pois quanto maior número de marchas compreendidas entre 4 e 10 km.h⁻¹ melhor a adequação e eficiência do trator para desempenhar sua tarefa de tracionar equipamentos.

Na tabela 15 pode ser verificado que existem quatro níveis de impacto para este subitem.

Tabela 15 – Número de marchas entre 4 e 10 km.h⁻¹

Nível de impacto	Nível de referência	Representação com notas $\mu(N_x)$	α	β	Função de valor transformada $V'(N_x)$
N4	Bom	100	1,18	0,00	117,65
N3		85			100,00
N2		40			47,06
N1	Neutro	0			0,00

Através do descritor mostrado na figura 30, é possível perceber que o nível Bom impacta com seis marchas, enquanto que o Neutro impacta com número menor do que quatro marchas.

N° de marchas entre 4 – 10 km.h ⁻¹	
Escala Ordinal	Escala Cardinal
> 7	117,65
6 (B)	100,00
5	47,06
< 4 (N)	0,00

Figura 30 – Função de valor transformada de descritor N° de marchas entre 4 – 10 km.h⁻¹.

A segurança, expressa pelo critério Segurança, envolve o uso da máquina e preservação da integridade física de seu operador.

O subcritério Presença de cantos vivos, apresentado no trabalho de Andersson (2010) foi eliminado deste modelo por sugestão dos decisores, em função de se considerar que os tratores vêm sendo fabricados com padrões aceitáveis em função das normas de segurança brasileiras.

Assim sendo, o eixo segurança resultou com seis subcritérios, conforme mostrado na figura 31.

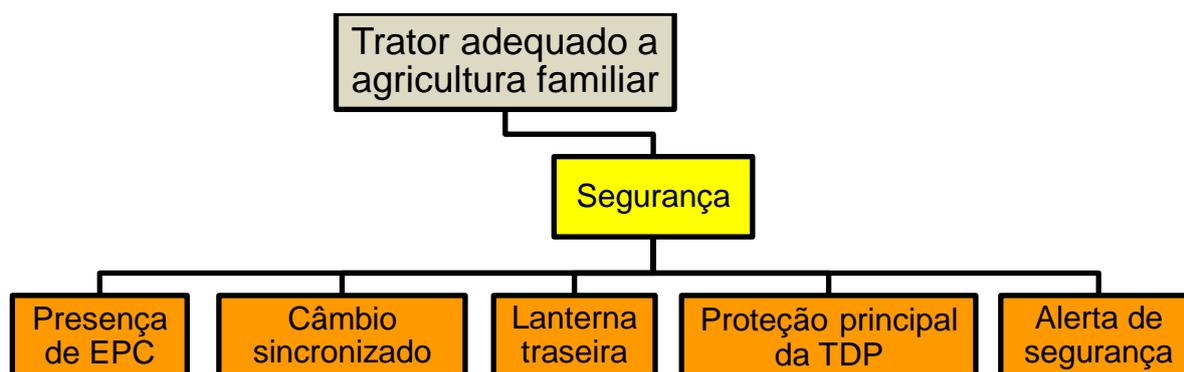


Figura 31 – Eixo Segurança.

A presença da Estrutura de proteção no capotamento (EPC) juntamente com o cinto de segurança garante que o posto do operador seja preservado em caso de capotamento longitudinal ou lateral.

Este subcritério sofreu adequações conforme prevê a ABNT NBR NM 81:1998, onde os descritores identificaram que a norma brasileira está sendo seguida pelos fabricantes de tratores agrícolas.

Foi realizado um comparativo par-a-par entre as alternativas de EPC com três pontos, dois pontos, fixo e sem EPC (todos com e sem cinto de segurança); conforme mostra a figura 32.

	3Pt CC	3Pt SC	2Pt CC	2Pt SC	Fixo CC	Fixo SC	Sem SC	Total
3Pt CC		1	1	1	1	1	1	6
3Pt SC	0		0	1	0	1	1	3
2Pt CC	0	1		1	1	1	1	4
2Pt SC	0	0	0		0	0	1	1
Fixo CC	0	1	0	1		1	1	2
Fixo SC	0	0	0	1	0		1	1
Sem SC	0	0	0	0	0	0		0

Figura 32 – Comparativo par-a-par no subcritério EPC.

Na tabela 16 é possível verificar o ranking de classificação resultante da combinação par-a-par, onde o primeiro lugar ficou com EPC de 3 pontos com cinto de segurança (CC); o segundo lugar com dois pontos e com cinto de segurança; no terceiro lugar três pontos sem cinto de segurança (SC); quarto lugar fixo com cinto de segurança; e, empatados na quinta posição dois pontos sem cinto de segurança e fixo sem cinto de segurança.

Tabela 16 – Ranking de classificação

Ranking		
1º lugar	=	3Pt CC
2º lugar	=	2Pt CC
3º lugar	=	3Pt SC
4º lugar	=	Fixo CC
5º lugar	=	2Pt SC / Fixo SC

Os decisores ainda expressaram sua preferência quanto a 2Pt SC, quando comparado com Fixo SC, resultando este para última posição e aquele para penúltima. Este momento de deliberação atrela-se ao problema de decisão descrito por Roy e Vincke (1981), quando da existência de um problema de decisão e tem-se um conjunto

de opções entre as quais deve-se escolher a melhor delas, para isso a melhor forma é selecionar um conjunto ou produzir um ranking.

A partir da ordenação do ranking de classificação, foi possível utilizar a técnica de pontuação direta, de forma que o 1º lugar (3Pt CC) obteve 100 pontos. Perguntou-se aos decisores: Como o primeiro lugar obteve 100 pontos, quantos pontos podem ser atribuídos ao segundo, quando comparado ao 1º lugar? E assim, a técnica foi utilizada nos seis níveis de impacto.

Em seguida os decisores classificaram o centro de escala com Bom para o N5 e com Neutro o N3, conforme mostrado na tabela 17.

Tabela 17 – Presença de EPC

Nível de impacto	Nível de referência	Representação com notas $\mu(N_x)$	α	β	Função de valor transformada $V'(N_x)$
N6		100			166,67
N5	Bom	80			100,00
N4		70	3,33	-166,67	66,67
N3	Neutro	50			0,00
N2		20			-100,00
N1		0			-166,67

O descritor mostrado na figura 33 apresenta a classificação da EPC e as respectivas pontuações ajustadas conforme juízo de valor de escala.

Presença de EPC	
Escala Ordinal	Escala Cardinal
3Pt CC	166,67
2Pt CC (B)	100,00
3Pt SC	66,67
Fixo CC (N)	0,00
2Pt SC	-100,00
Fixo SC	-166,67

Figura 33 – Função de valor transformada do subcritério EPC.

O câmbio sincronizado facilita o trabalho do operador durante a troca de marchas, principalmente em situações aonde são necessárias trocas contínuas de marchas. Facilita o engate das marchas e reduz erros durante execução das trocas. A

tabela 18 mostra os dois níveis deste descritor, onde obteve no nível dois a função de valor Bom, e para o nível um o valor Neutro.

Tabela 18 – Câmbio sincronizado

Nível de impacto	Nível de referência	Representação com notas $\mu(N_x)$	α	β	Função de valor transformada $V'(N_x)$
N2	Bom	100	1,00	0,00	100,00
N1	Neutro	0			0,00

A figura 34 mostra o descritor câmbio sincronizado, o qual foi nomeado com Possui e Não possui, respectivamente nos níveis Bom e Neutro.

Câmbio sincronizado	
Escala Ordinal	Escala Cardinal
Possui (B)	100,00
Não possui (N)	0,00

Figura 34 – Função de valor transformada do subcritério Câmbio sincronizado.

A presença do equipamento lanterna traseira facilita a visualização noturna quando o operador trafega em estradas vicinais, principalmente no transporte de cargas. Este descritor possui dois níveis de impacto, conforme mostrado na tabela 19.

Tabela 19 – Lanterna traseira

Nível de impacto	Nível de referência	Representação com notas $\mu(N_x)$	α	β	Função de valor transformada $V'(N_x)$
N2	Bom	100	1,00	0,00	100,00
N1	Neutro	0			0,00

Na figura 35 é possível verificar que o descritor Lanterna traseira com a descrição “Possui” impactando no nível Bom e “Não possui” no nível Neutro.

Lanterna traseira	
Escala Ordinal	Escala Cardinal
Possui (B)	100,00
Não possui (N)	0,00

Figura 35 – Função de valor transformada do subcritério Lanterna traseira.

A presença de capa protetora do eixo da tomada de potência (TDP) previne possíveis acidentes, pois mesmo com ela desativada a mesma apresenta movimento e quando ligada possui 540 ou 1000rpm. Portanto a proteção principal TDP é indispensável para garantir a segurança do operador do trator. Através da tabela 20 é possível verificar que o descritor apresenta dois níveis de impacto

Tabela 20 - Proteção principal TDP

Nível de impacto	Nível de referência	Representação com notas $\mu(N_x)$	α	β	Função de valor transformada $V'(N_x)$
N2	Bom	100	1,00	0,00	100,00
N1	Neutro	0			0,00

Na figura 36 é mostrada a função de valor transformada do subcritério, podendo ser percebido que a descrição Não possui impacta no nível Neutro e Possui impacta no nível Bom.

Proteção principal TDP	
Escala Ordinal	Escala Cardinal
Possui (B)	100,00
Não possui (N)	0,00

Figura 36 – Função de valor transformada do subcritério Proteção principal TDP.

A presença de alertas de segurança (pictogramas de aviso de perigo dos acidentes mais comuns com tratores, sinais sonoros e luminosos) importantes na prevenção de acidentes que tragam risco ao operador. O descritor de Alertas de segurança é dado em porcentagem (%).

A porcentagem refere-se à quantidade de alertas de segurança (adesivos) presentes no modelo de trator considerado em relação ao número de alertas considerados necessários em face às recomendações das normas de segurança disponíveis (ANDERSSON, 2010).

Na tabela 21 é possível verificar que há cinco níveis de impacto no descritor, sendo que para avaliar um trator neste subcritério faz-se necessário conhecer a legislação vigente sobre normas de segurança e a visualização dos locais de risco presente no trator agrícola.

Tabela 21 - Alertas de segurança

Nível de impacto	Nível de referência	Representação com notas $\mu(N_x)$	α	β	Função de valor transformada $V'(N_x)$
N5		100			200,00
N4		75			150,00
N3	Bom	50	2,00	0,00	100,00
N2		25			50,00
N1	Neutro	0			0,00

Na figura 37 é possível verificar que o nível Bom impacta em 90% e o nível Neutro em 80% ou menos.

Alertas de segurança (%)	
Escala Ordinal	Escala Cardinal
100	200,00
95	150,00
90 (B)	100,00
85	50,00
80 ou - (N)	0,00

Figura 37 – Função de valor transformada do subcritério Alertas de segurança.

O eixo principal da Ergonomia, mostrado na figura 38, apresenta sete subcritério referentes a adaptabilidade da anatomia do corpo humano, quando acessa ou entra em contato com mecanismos do trator agrícola.

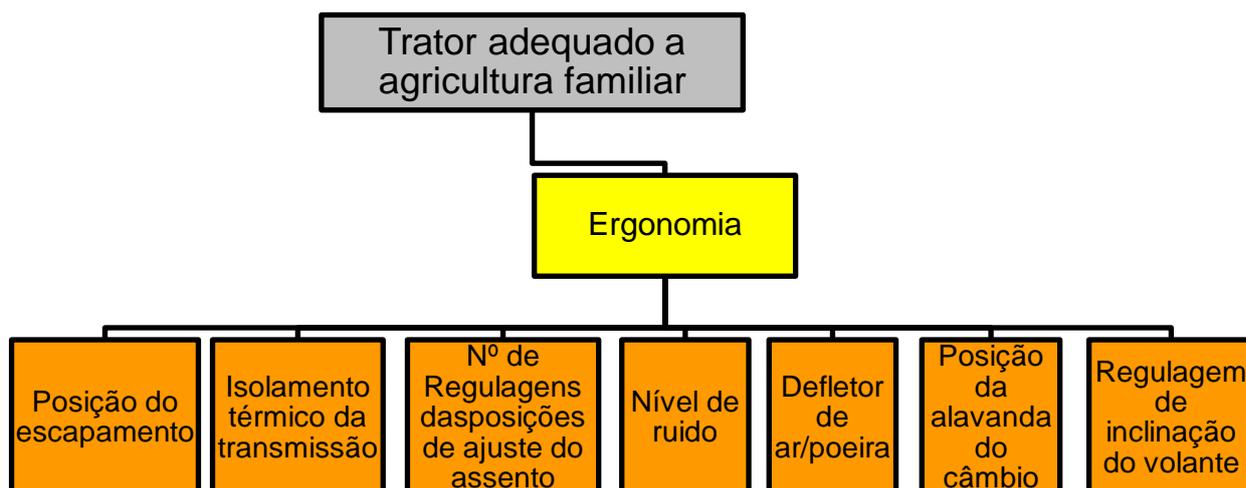


Figura 38 – Eixo Ergonomia.

A posição (altura) adequada do escapamento, de modo que passe a linha da capota e não jogue fumaça decorrente de liberação de gases resultantes da combustão do motor no operador da máquina é expresso pelo descritor Posição do escapamento. Na tabela 22 pode-se perceber que este descritor possui dois níveis de impacto.

Tabela 22 - Posição do escapamento

Nível de impacto	Nível de referência	Representação com notas $\mu(N_x)$	α	β	Função de valor transformada $V'(N_x)$
N2	Bom	100	1,00	0,00	100,00
N1	Neutro	0			0,00

Por meio do descritor Posição do escapamento apresentado na figura 39, pode ser percebido que o nível Bom impactou na descrição Não direciona fumaça no operador e o nível Neutro em Direciona.

Posição do escapamento	
Escala Ordinal	Escala Cardinal
Não direciona fumaça no operador (B)	100,00
Direciona... (N)	0,00

Figura 39 – Função de valor transformada do subcritério Posição do escapamento.

O isolamento térmico da transmissão é um elemento que representa um sistema de proteção e conforto térmico na cabine de comando, principalmente aos membros inferiores do operador. A inexistência deste sistema pode causar desconforto térmico devido o calor dissipado do motor, principalmente em dias quentes. A tabela 23 apresenta os dois níveis do descritor isolamento da transmissão.

Tabela 23 - Isolamento térmico da transmissão

Nível de impacto	Nível de referência	Representação com notas $\mu(N_x)$	α	β	Função de valor transformada $V'(N_x)$
N2	Bom	100	1,00	0,00	100,00
N1	Neutro	0			0,00

O descritor isolamento térmico da transmissão apresentado pela figura 40, mostra que o nível Bom impacta quando o trator possui isolamento e Neutro quando Não possui.

Isolamento térmico da transmissão	
Escala Ordinal	Escala Cardinal
Possui (B)	100,00
Não possui (N)	0,00

Figura 40 – Função de valor transformada do subcritério térmico da transmissão.

A regulagem da altura do assento é um importante item da ergonomia que possibilita adequar-se a diferentes alturas dos operadores. É possível perceber na tabela 24 o descritor Número de regulagens das posições de ajuste do assento, o qual possui cinco níveis de impacto.

Tabela 24 - Número de regulagens das posições de ajuste do assento

Nível de impacto	Nível de referência	Representação com notas $\mu(N_x)$	α	β	Função de valor transformada $V'(N_x)$
N5		100			200,00
N4	Bom	75			100,00
N3	Neutro	50	4,00	-200,00	0,00
N2		25			-100,00
N1		0			-200,00

Na figura 41, observa-se que o descritor Número de regulagens das posições de ajuste do assento possui sua escala compreendida de zero a quatro posições de ajuste, sendo que o N3 impactou no Neutro e N4 no nível Bom.

Nº de Regulagens das posições de ajuste do assento	
Escala Ordinal	Escala Cardinal
4	200,00
3 (B)	100,00
2 (N)	0,00
1	-100,00
0	-200,00

Figura 41 – Função de valor transformada do subcritério Número de regulagens das posições de ajuste do assento.

O descritor Nível de ruído representa o ruído causado pelo motor do trator, quando o mesmo encontra-se em funcionamento, conforme ABNT NR15. Tal Norma apresenta diretrizes das quais visam proteger a integridade física do trabalhador. O ruído gerado pela máquina não deve ultrapassar 90dB a fim de permitir que o trabalho seja continuado sem necessidade de protetor auricular. Na tabela 25 pode ser verificado que o descritor nível de ruído possui quatro níveis de impacto.

Tabela 25 - Nível de ruído

Nível de impacto	Nível de referência	Representação com notas $\mu(N_x)$	α	B	Função de valor transformada $V'(N_x)$
N4		100			150,00
N3	Bom	80	2,50	-100,00	100,00
N2	Neutro	40			0,00
N1		0			-100,00

A figura 42, mostra que o nível de ruído que impacta no nível Neutro está para 5,5h de trabalho assim como o nível Bom está para 6,5h de trabalho sem a necessidade de uso de protetor auricular.

Nível de ruído	
Escala Ordinal	Escala Cardinal
8h	150,00
6,5h (B)	100,00
5,5h (N)	0,00
4h	-100,00

Figura 42 – Função de valor transformada do subcritério Nível de ruído.

O subitem Defletor de poeira/ar quente é caracterizado por ser um elemento que bloqueie a passagem de ar quente provindo do radiador e poeira/pedregulhos dos rodados dianteiros, antes de penetrarem no posto do operador vindo a ferir ou causar mal estar no agricultor.

A tabela 26 mostra os dois níveis de impacto enquanto que na figura 43 é possível perceber-se que o nível Bom refere-se a Possui (presença do equipamento) e Neutro para Não possui (ausência).

Tabela 26 - Defletor de poeira/ar quente

Nível de impacto	Nível de referência	Representação com notas $\mu(N_x)$	α	β	Função de valor transformada $V'(N_x)$
N2	Bom	100	1,00	0,00	100,00
N1	Neutro	0			0,00

Defletor de poeira/ar quente	
Escala Ordinal	Escala Cardinal
Possui (B)	100,00
Não possui (N)	0,00

Figura 43 – Função de valor transformada do subcritério Defletor de poeira/ar quente.

A Posição da alavanca de câmbio é importante para mobilidade do operador do trator, pois na posição lateral possibilita que não haja necessidade do operador se curvar para efetuar troca de marchas. A tabela 27 apresenta os dois níveis de impacto para este item da ergonomia.

Tabela 27 - Posição da alavanca de câmbio

Nível de impacto	Nível de referência	Representação com notas $\mu(N_x)$	α	β	Função de valor transformada $V'(N_x)$
N2	Bom	100	1,00	0,00	100,00
N1	Neutro	0			0,00

O nível de impacto Bom relaciona-se à posição lateral e Neutro à posição central, conforme a figura 44.

Posição da alavanca de câmbio	
Escala Ordinal	Escala Cardinal
Lateral (B)	100,00
Central (N)	0,00

Figura 44 – Função de valor transformada do subcritério Posição da alavanca de câmbio.

Por meio da regulação da inclinação do volante é possível adequabilidade desta ao porte do operador no sentido de melhorar ergonomicamente a função de dirigibilidade, neste descritor apresentam-se dois níveis de impacto, conforme tabela 28.

Tabela 28 - Regulação da inclinação do volante

Nível de impacto	Nível de referência	Representação com notas $\mu(N_x)$	α	β	Função de valor transformada $V'(N_x)$
N2	Bom	100	1,00	0,00	100,00
N1	Neutro	0			0,00

O subitem Regulação da inclinação do volante apresentado na figura 45, possibilita verificar que o nível Bom impacta em possuir regulação da inclinação do volante e Neutro em não possuir.

Regulagem da inclinação do volante	
Escala Ordinal	Escala Cardinal
Possui (B)	100,00
Não possui (N)	0,00

Figura 45 – Função de valor transformada do subcritério Regulagem da inclinação do volante.

4.2 Sistema computacional dedicado a avaliação de tratores para propriedades de base familiar

O Sistema Computacional criado na plataforma Microsoft Visual C# foi gerado a partir da arborescência, apresentada no apêndice A, sendo que na construção a facilidade de uso do mesmo foi priorizada. Assim gerando uma pasta com um pacote executável e não havendo a necessidade de maiores instalações no Sistema Operacional (SO) do usuário.

Para melhor desempenho recomenda-se a instalação de um pacote disponibilizado gratuitamente pela Microsoft Corporation através do endereço eletrônico: <<http://www.microsoft.com/pt-br/download/confirmation.aspx?id=5783>>, onde são disponibilizados dois pacotes de *installers* para SO de 32 e 64bits.

Isso, pois, caso o usuário não tenha instalado em sua máquina algum dos componentes (plug-ins) do Microsoft SQL Server Compact 3.5 Service Pack 2, Para garantir o funcionamento adequado de todos os aplicativos que dependerem deste tipo de conexão, evitando existência de erros na identificação de biblioteca de banco de dados.

O modo de execução do *software* foi planejado de modo que o usuário não venha a encontrar dificuldades para efetivação dos comandos, devido à interface possuir aparência autoexplicativa que conduz a interação do usuário-máquina.

Pois, segundo Ferreira e Leite (2003), a usabilidade é a característica que determina se o manuseio de um produto é fácil e rapidamente aprendido, dificilmente esquecido, não provoca erros operacionais, oferece alto grau de satisfação para seus usuários e resolve eficientemente as tarefas para as quais ele foi projetado.

A estrutura funcional do *software* releva a composição hierárquica seguida durante sua execução, onde é desencadeado eventos por parte do usuário que interage com os formulários e objetos nestes dispostos.

Com o programa em fase de execução é possível clicar sobre um botão de opções, desta forma ocorre a conexão ao banco de dados (BD), que uma vez estabelecida, tem-se acesso a uma lista com perfis cadastrados pelo usuário.

O usuário, ao optar por um determinado perfil de agricultores, estará desencadeando a seleção da tabela nomeada de “tabperfil”, sendo que esta contém os valores que determinado grupo de agricultores (incluídos previamente), expressaram conforme suas preferências e/ou necessidades frente a realidade de produção ou diferentes necessidades de emprego do trator agrícola, especificamente, o valor dado a cada critério deste modelo.

Podem ser incluídos os fatores externos como as políticas públicas, economia e amadurecimento da mentalidade dos agricultores construída através do tempo.

O equacionamento diz respeito aos cálculos necessários, conforme prescrito no MDCA-C, para determinação dos pontos obtidos através da avaliação do trator agrícola.

O *software* possui um momento de decisão quando da abertura do primeiro formulário:

1. **Geração de Perfis:** O usuário (técnico conhecedor da metodologia MCDA-C) pode realizar a manipulação dos dados cadastrais de perfis de produtores da região de interesse, onde poderão ser inseridos os pesos correspondentes à hierarquia prescrita pela arborescência apresentada neste trabalho (Apêndice A), onde constam o primeiro, segundo e terceiro escalão.
2. **Gerar Avaliação:** Tem por fim promover a avaliação de um modelo de trator agrícola para um produtor familiar contido em um perfil criado através da geração de perfis. Há necessidade de seleção do perfil de trabalho, para que sejam desencadeados os equacionamentos com os pesos adequados a realidade do agricultor a quem se destina a avaliação.

O sistema computacional foi desenvolvido com a partir da tipologia descrita e apresentada pela figura 46, que mostra a estrutura funcional do software, representando o posicionamento hierárquico durante a execução das rotinas.

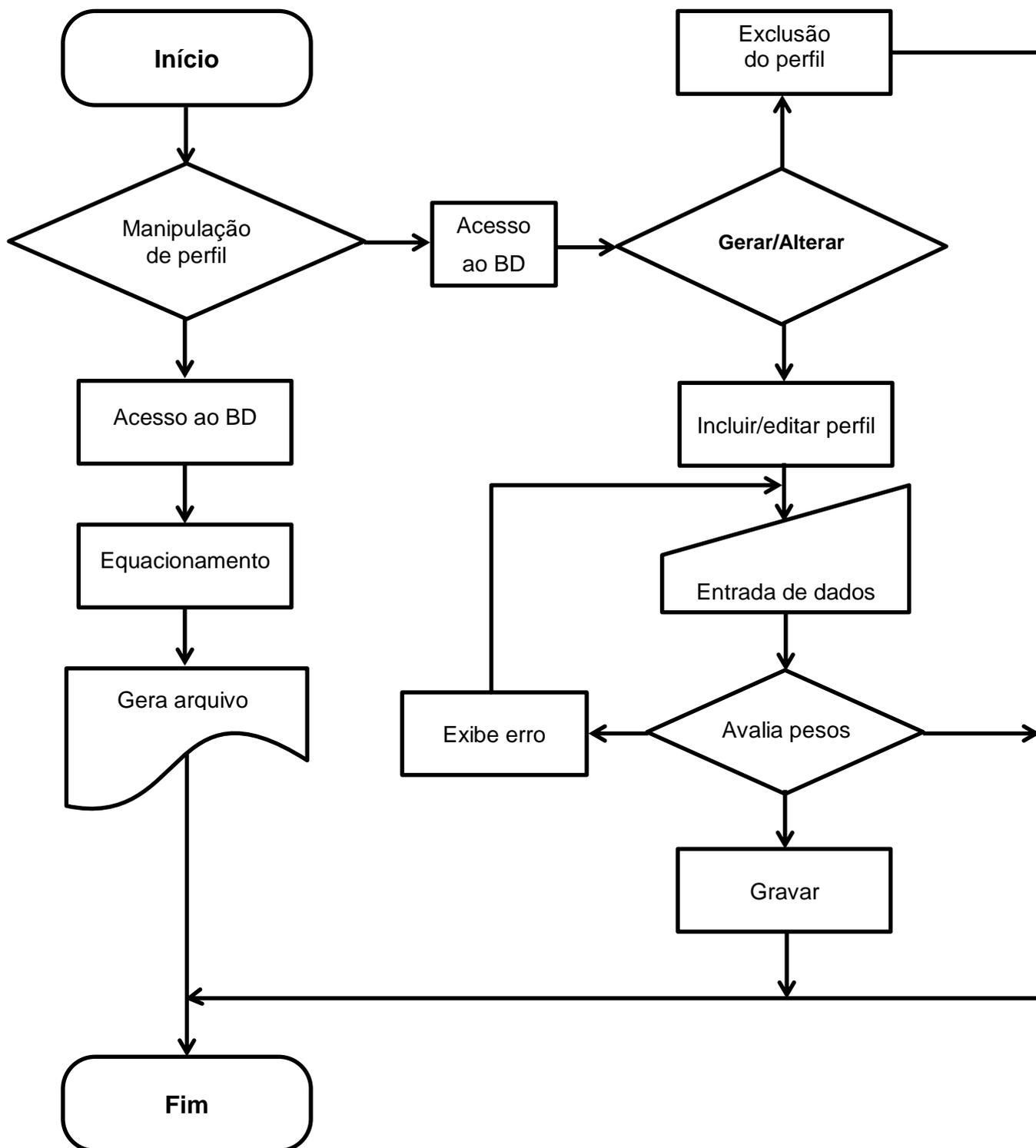


Figura 46 – Fluxograma do sistema computacional.

Na figura 46, foi possível perceber que o sistema computacional teve sua abertura, descrita por “Início”, apresentado um momento de decisão “Manipulação de perfil”, ou seja, quando o usuário pode optar por dar início a duas funções distintas.

A primeira é criação, edição ou exclusão dos perfis de agricultores familiares. A inclusão ocorre com entrada manual de dados, sendo digitados os valores de pesos (em percentual “%”) para cada critério existente no modelo. Podendo ser editados conforme mudança de algum padrão na distribuição dos pesos, o que aplica-se as mudanças nas condições econômicas, políticas e sociais do agricultor ou de sua comunidade (ao longo de anos).

Os dados inseridos, tanto na criação ou edição dos perfis passam por uma avaliação no controle de erros, sendo que para cada escalão (mesmo nível hierárquico) podem ser admitidos valores de pesos com somatório total de 100 pontos, conforme a distribuição em percentual. Após passar pelo sistema de controle de erros, os dados são gravados no BD, caso contrário o usuário é informado da condição e pode repetir o processo de inclusão/edição ou sair sem gravar. Para este último deve ser pressionado a tecla “ESC” ou fechar o formulário.

Como estamos trabalhando com BD, abre-se a possibilidade de exclusão de perfis, uma vez que estes não sejam mais de interesse para o usuário que vai aplicar a avaliação utilizando o sistema computacional.

A outra função da “Manipulação de perfil” é simplesmente o uso a partir da seleção de um perfil de trabalho, ou seja, o usuário seleciona o perfil pelo nome de cadastro e aplica-o na avaliação, sendo que todo equacionamento decorrente das opções selecionadas conforme características técnicas da máquina em avaliação serão cruzadas com os pesos presentes no BD expresso pelo perfil em questão.

Ao final da interação do usuário/máquina na seleção dos itens representativos do modelo de trator avaliado, o sistema computacional gera um arquivo (do tipo .PDF) em que são mostrados as opções selecionadas durante execução e o resultado final da pontuação obtida através das seleções realizadas pelo usuário com os dados selecionados durante a execução do *software*, que é produto da soma dos critérios equacionados. O arquivo gerado permite ao usuário salvá-lo em disco de gravação permanente ou imprimir

O “Fim” é dado quando o usuário encerra a interação com o sistema, que pode ser descarregado (fechado).

O programa foi construído com o auxílio de cinco *forms* (formulários), dispostos da seguinte forma:

- a. Abertura: Geração de perfil ou seleção do perfil de trabalho desejado;
- b. Formulário de criação, edição e exclusão de perfis de produtores;
- c. Seleção/digitação das opções nos eixos principais: Custo Operacional, Custo de Aquisição e Facilidade de Manutenção;
- d. Seleção/digitação das opções nos eixos principais: Capacidade do trator, sendo apresentadas as opções de Capacidade operacional e Capacidade de tração;
- e. Seleção das opções nos eixos principais: Segurança e Ergonomia.

A figura 47 mostra o formulário inicial do sistema computacional, que possui um *option button* (botão de opções) e dois *command button* (botão de comando).



Figura 47 – Formulário inicial do sistema computacional.

O botão de comando com *text* “Gerar Perfis” indica que ao realizar o evento clique sobre este, abrir-se-á o formulário de criação, edição e exclusão de perfis de produtores que é responsável pela inclusão/edição dos perfis, onde são tabulados em campos do BD. Uma vez gerado evento de chamada do próximo formulário, o formulário inicial é fechado (descarregado).

A inclusão de perfis, edição, exclusão e demais parâmetros possíveis de serem manipulados em banco de dados, são previamente inseridos assim como os pesos que cada critério terá no perfil em questão.

Através da tela de abertura é possível selecionar o perfil de interesse no botão de opções. Neste botão serão listados os nomes de perfis que estão indexados no banco de dados e apresentam as pontuações resultantes dos *trade-offs*; o perfil nada mais é do que uma junção de escolhas do decisor, ou seja, as pontuações referentes ao sentimento de valor dos decisores para uma determinada região ou realidade agrícola.

Na figura 48, é possível visualizar o formulário de criação, edição e exclusão de perfis de produtores, que foi construído com um objeto *DataGrid*, que possui a qualidade de conexão a um banco de dados, possibilitando visualização direta ao usuário dos dados contido neste.

	Nome do Perfil	Reserva de torque	Autonomia do tanque	Acionamento TDP da independente	Controle remoto	Raio de giro	Custo Operacional	Custo de Aquisição	Fac Mar
*									

Incluir Editar Apagar

Figura 48 – Formulário de criação, edição e exclusão de perfis de produtores.

A disposição da arborescência no *Grid* foi de: terceiro escalão (subitens), segundo escalão (subcritério) e por último o primeiro escalão (critérios), de modo a efficientizar o processo ao facilitador ou administrador do sistema, conforme a MCDA-C preconiza através do método de *trade-offs*.

Para este formulário foram implantado três botões de comando: Incluir, Editar e Apagar. Tais botões ditam a ação sobre o *Grid*, onde é necessário clicar sobre o botão “Incluir” para habilitar a inclusão de dados, para editar algum perfil, o usuário deve selecioná-lo e então clicar em “Editar”. O objeto *Grid* foi parcialmente bloqueado contra alterações e conseqüentemente gravações indevidas.

Para a exclusão, deve-se posicionar a seleção na linha correspondente ao perfil e clicar sobre “Apagar”, será aberto uma caixa de mensagem com dois botões e o seguinte questionamento: “Você realmente deseja excluir este perfil?”, caso o usuário realmente deseje excluir, clica-se no botão “Sim” para efetivar a exclusão do perfil do BD, e caso negativo “Cancelar”, em que a ação torna-se nula. Esse tratamento é importante para prevenção contra exclusão de dados por acidente.

Quando empregado o procedimento para incluir perfis, o banco de dados é conectado na função “Add” e liberando os campos do grid para digitação dos valores (pesos), então o texto do botão “Incluir” modifica-se para “Gravar”, do botão “Editar” para “Cancelar” e o botão “Apagar” é desativado. Neste momento o usuário pode gravar os novos dados em disco ou sair sem gravar clicando em “Cancelar”. Uma vez ocorrida ação nestes dois botões, suas legendas retornam a Incluir e Editar, respectivamente.

Quanto à legenda de execução e a desativação do botão “Apagar”, é válida também quando clica-se em “Editar”, que habilita o estado de edição no BD, podendo o usuário editar os valores percentuais relativos aos perfis já inclusos em sua banco de dados.

Durante a manipulação do BD, no que refere-se à inclusão e edição serão verificados quatro processos chaves: (1) nome do perfil, (2) somatório do percentual correspondente ao terceiro escalão, (3) somatório do percentual correspondente ao segundo escalão, (4) somatório do percentual correspondente ao primeiro escalão.

A verificação de nome ao sair da célula ativa retorna com mensagem informativa, quando houver duplicação, tendo o usuário que modificar o nome para seguir no processo, não existindo duplicidade, é possível seguir normalmente.

Caso algum dos níveis não tenham somatório total de 100%, será exibida uma mensagem ao usuário informando que a condição apresentada contém erros, pois valores estão abaixo ou acima cem por cento. Este procedimento de verificação ocorrerá no desencadeamento dos passos (2), (3) e (4).

A efetivação da gravação dos dados ocorrerá quando o botão “Gravar” foi pressionado.

Uma vez selecionado o perfil de trabalho desejado, por meio da indexação do perfil, é buscada a tabela contida no banco de dados, desta forma o perfil escolhido retorna com as pontuações dos *trade-offs* previamente definido pelo facilitador e/ou administrador do sistema. Então o botão de comando com *text* “Nova Avaliação” é habilitado, possibilitando que o usuário clique sobre ele.

Esta ação gera um evento de chamada do próximo formulário, enquanto o formulário inicial é fechado (descarregado) por evento *Unload Me*. O padrão de fechamento de um formulário antes da abertura do outro foi proposta a fim de minimizar os erros em nível de usuário.

O descarregamento do primeiro formulário (Figura 47) promove a abertura do *form* que contém os eixos principais: Custo Operacional, Custo de Aquisição e Facilidade de Manutenção, apresentados pela figura 49.

UFPEl - NIMEq

Avaliação de Tratores para Agricultura Familiar

Custo Operacional

Consumo de combustível:

Outro valor:

Manutenção s/pneu:

Outro valor:

Custo de Aquisição

Custo Financiável:

Outro valor:

Facilidade de Manutenção

Acesso a itens de manutenção:

Assistência técnica perto/ágil:

Próximo

Figura 49 – Primeiro formulário do sistema computacional.

Na figura 49, constatou-se a existência de caixas de opções, que apresentam as alternativas expostas neste trabalho quanto ao modelo para avaliação de tratores para agricultura de base familiar orquestrado conforme Metodologia Multicritério de Apoio a Decisão – Construtivista.

Para facilitar a identificação dos seis eixos principais (Custo Operacional, Custo de Aquisição, Facilidade de Manutenção, Capacidade do Trator, Segurança e Ergonomia), estes foram dispostos em *GroupBox* que melhor distribuem as opções de cada eixo sem causar poluição visual no ambiente dos formulários, contudo não interferem na ação do usuário e na interação com o sistema, onde foram identificados com o nome de cada *cluster*.

Os parâmetros internos do programa foram protegidos por um sistema de controle de erros, nomeado como “Trata erros”, que foi construído de acordo com a percepção de necessidade, como por exemplo, ao acessar o banco de dados, travamento de formulários, sinalização de caixas de texto/botão de opções.

Foley et al. (1990), considera que uma interface bem projetada deve prover mecanismos de prevenção de erro, de modo que o usuário não escolha uma opção inválida para só receber uma mensagem de erro.

Em cada *form* foi implantado, por meio do controle de erros, uma condição para o usuário completar todos os quesitos (campos) existentes no formulário antes de passar a próxima etapa (formulário), caso alguma instrução não tenha sido preenchida pelo *peopleware* (usuário ou cliente) será imediatamente alertado através de sinalização dos *labels* (etiqueta ou rótulo), das referidas caixas de texto ou lista e imediatamente travando o sistema quanto à execução do passo seguinte. Bastando para prosseguir, selecionar ou digitar no objeto que não teve ação do usuário.

Neste instante a caixa de texto ou lista, a qual não foi selecionada, é sinalizada com contorno do *label* na cor vermelha, permanecendo assim até sofrer ação de clique ou dígito, no caso de caixas de texto e naquela para os botões de opções.

Através deste sistema de trata erro foi possível perceber que o controle de erros pode ser administrado e tratado computacionalmente, gerando segurança e eficácia.

Pode-se observar, também, a existência de caixas de texto com a presença de lacunas previamente definidas com máscara de entrada. Estas caixas são precedidas de um *label* “Outro valor:”, que sugere ao usuário entrar com um valor diferente dos listados nas caixas de opções.

A função *Mask* protege o sistema contra entrada incorreta de dados, dos quais não possam ser tabulados e ao mesmo tempo em que limita a entrada de dados.

Por medida cautelar, as caixas de texto foram formatadas com uma máscara de entrada, possibilitando apenas digitação numérica e uso de vírgula para dividir números inteiros de fracionários, estes com duas casas decimais, sendo possível formatar a máscara para números e números fracionários.

Neste caso o sistema retornará o valor resultante de equacionamento de uma interpolação linear, contidos no intervalo da escala de valor transformada $V'(N_x)$ com o valor digitado pelo usuário na caixa de texto, dado pela equação 7.

$$\frac{(A.C)}{(A.D)} = \frac{(B.x)}{(B.E)} \dots\dots\dots\text{equação 7}$$

Segundo Stark (1979), a interpolação é o processo matemático de se estimar valores intermediários entre os valores discretos de uma função f , sendo uma função f para valores de x diferentes x_i , para $i=0, \dots, n$; sabendo-se apenas os valores de $f(x)$ nos pontos x_0, x_1, \dots, x_n .

Por meio da interpolação

Uma vez obtido o valor de “ x ” interpolado a função acima, o sistema guarda este dado em variável temporária na memória de trabalho até a conclusão das seleções finalizarem a fim da realização do equacionamento final.

A próxima etapa é clicar sobre o botão “Próximo” para seguir com a avaliação, onde a figura 50 mostra o *layout* do formulário seguinte, sendo possível verificar os quesitos do eixo Capacidade do Trator, representados pela: Capacidade Operacional e Capacidade de Tração.

UFPEL - NIMEq

Avaliação de Tratores para Agricultura Familiar

Capacidade Operacional

Reserva de torque:

Autonomia do tanque:

Acionamento independente da TDP:

Controle remoto:

Raio de giro:

Largura do trator:

Capacidade de levante:

Capacidade de Tração

Capacidade do motor:

Outro valor:

TDA:

Nº de marchas entre 4-10km.h-1:

Próximo

Figura 50 – Segundo formulário do sistema computacional.

Neste formulário o usuário poderá encontrar nos botões de opção, as listas referentes a cada subitem dos subcritérios Capacidade Operacional e Capacidade de Tração.

No segundo formulário é possível perceber que existe uma caixa de texto disposta para a capacidade do trator devido a este subitem possuir diferenciação em tratores de fabricação nacional, de fabricantes diferentes e modelos afins, entretanto deve ser observada a variação na potência do motor e digitado o valor correspondente a potência nominal do motor do trator expressa na unidade kW, conforme Sistema Internacional (SI) presente em INMETRO (2012).

Da mesma forma se o usuário inserir uma numeração na caixa texto, referente a “outro valor”, o valor numérico digitado será equacionado por interpolação linear entre a escala de intervalo do quesito Capacidade do Motor, igualmente aos quesitos anteriormente apresentados.

Uma vez, completados os campos, o usuário poderá através do botão “Próximo” e prosseguir com a avaliação.

Ao clicar neste botão, o segundo formulário será congelado e o próximo será aberto, conforme mostrado na figura 51.

Figura 51 – Terceiro formulário do sistema computacional.

O terceiro e último formulário de seleção de opções apresenta os critérios de Segurança e Ergonomia. Neste formulário o usuário poderá selecionar as alternativas que caracterizam o trator que está almejando adquirir.

Sabendo-se que para a correta seleção nos botões de opções ou mesmo de inserção de valores numéricos nas caixas de texto, o usuário deverá, previamente, obter a caracterização técnica do trator (catálogos técnicos, manuais, informações do fabricante etc.) ao qual está inserindo no programa.

Igualmente aos procedimentos adotados anteriormente, após completar totalmente os quesitos dos botões de opções, pode-se clicar sobre o botão “Gerar Avaliação” para finalizar e avançar para a última etapa do sistema computacional.

O processo final de avaliação do sistema computacional construído e apresentado neste trabalho constitui na soma dos pontos, utilizando-se a equação 4,

obtidos através da modelamento da metodologia MDCA-C, descrito por Ensslin, Montibeller e Noronha (2001).

Desta forma, o último processo do *software* é o equacionamento matemático dos pontos referentes aos critérios nos eixos de Custo Operacional, Custo de Aquisição, Facilidade de Manutenção, Capacidade do Trator, Segurança e Ergonomia.

A fim de promover eficácia nos dados de saída, criou-se uma matriz em arquivo do tipo .PDF, ao fim das rotinas (desempenhadas nas linhas de código). Esse processo desencadeia um sistema de captura das alternativas escolhidas/digitadas pelo usuário, onde são identificados os valores nas respectivas variáveis para torná-los visíveis no momento em que o arquivo gerado.

Para a criação da matriz .PDF foi adotada a divisão de uma tabela, na primeira coluna foram inseridas as legendas dos descritores devidamente numerados e identificados, conforme mostrado no Apêndice D e E. Já na segunda abriu-se o campo de referência ligado aos botões de opções e das caixas de texto. Assim, é desencadeado o processo de “*link*” das alternativas do modelo com os campos previamente definidos e tabulados, em que são inseridas as informações contidas nas variáveis, descritas anteriormente.

Na primeira coluna da tabela existente no arquivo gerado também é possível verificar a presença de uma legenda “Seu Trator Recebeu Pontuação:” e na mesma linha, porém na segunda coluna da tabela, a presença de um campo em que é mostrado o resultado final da pontuação obtida, referente aos equacionamentos internos conforme prevê o modelo.

São disponibilizadas duas alternativas ao usuário quanto à manipulação do arquivo gerado, de forma que possa optar por trabalhar os dados da avaliação do modelo de trator agrícola salvo como documento em discos de memória permanente ou mesmo descartar o arquivo gerado após ser impresso ou analisado.

O formulário final (Figura 51) após gerar o arquivo com as opções escolhidas e com o valor da pontuação total do modelo de trator agrícola é descarregado, possibilitando nova avaliação, podendo-se realizar inúmeras comparações de tratores, com o uso do sistema computacional como uma ferramenta auxiliar de apoio a decisão final do agricultor familiar.

4.3 Aplicação do modelo

Para a validação do sistema computacional foi realizado um teste com um trator com capacidade no motor de 47,78kW (65cv), com sistema TDA, tendo um Consumo de Combustível de 4,82L.h⁻¹; custo de manutenção s/pneu de 1,76R\$.h⁻¹; encontrado no mercado brasileiro por R\$77.500,00; que necessita de ferramentas para manutenção, mas tem acesso direto e com assistência técnica perto; capacidade total de tanque de combustível de 70 L; acionamento independente da TDP; um ponto de controle remoto; descreve um raio de giro de 2,70m; possui largura de bitola de 2,1m; capacidade de levante de 2.000kgf; com 4 marchas compreendidas entre 4-10km.h⁻¹; EPC fixo; não possui câmbio sincronizado; possui lanterna traseira; alerta de segurança avaliado em 55%, não joga fumaça no operador; possui duas regulagens de posição de ajuste do assento; seu nível de ruído é de 90dB na potência máxima; possui: defletor de poeira/ar quente e regulagem de inclinação do volante além de posição da alavanca do câmbio lateral.

Os dados referentes às características técnicas do trator, anteriormente mostrado, foram inseridos no sistema computacional construído neste trabalho, onde foi possível verificar que para uma mesma caracterização técnica do trator agrícola, podem ser gerados produtos (pontuação final) diferentes, ante o valor atribuído aos critérios construídos pela metodologia multicritério, conforme mostrado no apêndice B e C.

A análise dos perfis, apresentados nos apêndices B e C, revelam que a importância do custo operacional para os produtores de São Lourenço do Sul (SLS) representa 20% dos critérios apresentados, ao passo que para os de Pelotas representa 17%, destes o subcritério Custo de Operação para SLS equivale-se a 60%, enquanto para os de Pelotas 77%.

O perfil de Pelotas (PEL) valoriza o Custo de Aquisição em 23% do total de pontos e o de SLS em 17%.

No critério Facilidade de Manutenção SLS valoriza em 17% e PEL em 10% do total dos pontos dos descritores deste modelo. Nos respectivos subcritérios deste descritor, ambos os perfis resultaram empatados com 66 pontos no Acesso aos itens de manutenção e 34 para Assistência técnica perto/ágil.

A Capacidade do Trator foi mais considerada para PEL com 25 pontos comparado com a importância de SLS que considerou com 18 pontos para este critério,

sendo que o subcritério Capacidade Operacional foi melhor avaliado para SLS que considerou 53% contra 47% do perfil de PEL.

A Segurança e Ergonomia no perfil de SLS obteve o mesmo valor de consideração com 16% do total.

No perfil de PEL considerou-se 15% para a Segurança e 7% para Ergonomia, representando que os produtores do município valorizam a segurança do trator como um fator mais importante que a ergonomia no uso da máquina.

Desta forma podem ser expressos sentimentos de valor diferentes que são representativos em determinada região ou mesmo em função do tempo, devido o sentimento de valor variar temporalmente.

A caracterização de determinado grupo ou região, quanto ao grau de importância que atribuem aos critérios do modelo, que aqui, chamou-se de perfis é o que caracteriza o sistema computacional dedicado a avaliação de tratores para a agricultura familiar, como uma ferramenta versátil e com grandes possibilidades de uso.

Verifica-se que o modelo construído neste estudo através da MCDA-C e a incorporação em um programa computacional, no qual seja possível alterar o sentimento de valor dos decisores, representa uma inovação.

Desta forma considera-se que o programa computacional aqui descrito vem a ser uma ferramenta útil no apoio aos agricultores familiares em suas decisões, quanto à escolha de um trator agrícola mais indicado para sua realidade, tanto operacional quanto econômica.

O teste executado com os perfis de produtores para São Lourenço do Sul e para produtores de Pelotas (apresentados pelos apêndices D e E, respectivamente) possibilitou constatar a estabilidade do programa, hora desenvolvido.

5. Considerações finais

Importante ressaltar que o modelo apresentado neste estudo pretende apoiar a decisão do agricultor familiar que já se decidiu pela aquisição de um trator, no que refere-se à escolha de um modelo de trator financiável mais adequado a sua realidade. Uma vez que, devemos estabelecer sérios critérios quando do dimensionamento de uma máquina agrícola no tocante a fatores econômicos (capacidade do agricultor custear parcelas do financiamento, custo de operações e manutenções) e operacionais (área da propriedade, produção, necessidade de tração, levante no sistema hidráulico de três pontos, potência na TDP etc.).

Muito embora haja facilidades de adquirir um trator agrícola, deve-se ter cautela quando da seleção adequada de um modelo que atenda as necessidades operacionais e não comprometa a renda familiar e assim gerando transtornos sociais e econômicos.

O produto (modelo final) gerado neste estudo possibilitou demonstrar que a Metodologia de Apoio a Decisão Construtivista disponibiliza instrumentos capazes de gerar versatilidade em modelos já consagrados desenvolvidos a partir desta metodologia.

Foi possível constatar que a Metodologia de Apoio a Decisão Construtivista é uma poderosa ferramenta que permite a resolução de problemas, podendo ser empregada na montagem de um modelo a fim de amparar a decisão em situações adversas.

A redefinição da função de valor dos descritores possibilitou plena visão do decisor sobre a real valoração escalar, e, assim melhores condições de representar sua vontade em valores associados à escala.

O estudo gerado a partir da reordenação da função de escala permitiu verificar que o modelo possui versatilidade para adequar-se e ser representativo para produtores familiares de regiões diferentes.

Foi possível construir um sistema computacional, que possui a versatilidade necessária para traduzir a vontade e expectativa de diferentes grupos de produtores familiares, quanto a escolha do trator.

O Sistema Computacional Dedicado a avaliação de Tratores Agrícolas para Propriedades de Base Familiar vem a ser uma ferramenta útil para apoiar a decisão de agricultores quanto a aquisição de um trator agrícola que atenda a suas necessidades

operacionais sem comprometer sua renda familiar, assim como apoiar a indicação de um trator agrícola em projetos desenvolvidos por profissionais a fim de serem submetidos a aprovação de financiamento por linhas de crédito disponíveis pelo Governo Federal.

6. Referências Bibliografias

- ABRAMOVAY, R. **Paradigmas do capitalismo agrário em questão**. São Paulo: Ed. Hucitec, 1992, 275 p.
- ABRAMOVAY, R. Agricultura familiar e desenvolvimento territorial. **Rev. Associação Brasileira de Reforma Agrária**, v.28, n.1,1999.
- ABREU, M. D. D.; CUSTÓDIO, T. V.; MACHADO, A. L. T.; MACHADO, R. L. T.; GOMES, M. C. Adequação de um Modelo MCDA Voltado a Aquisição de Tratores Agrícolas para Agricultura Familiar. **In: XV ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO**. 2013, Pelotas. **Anais...** Pelotas: UFPel, 2013.
- ALVES, E.; SOUZA, G. da S. e; OLIVEIRA, C. A. V. Desempenho de estabelecimentos do Pronaf. **Rev. de Polít. Agrícola**, n.4, p.5-23, 2006.
- ANJOS, F. S. dos; GODOY, W. I.; CALDAS, N. V.; GOMES, M. C. Agricultura familiar e políticas públicas: impacto do PRONAF no Rio Grande do Sul. **Rev. Economia e Sociologia Rural**, v.42, n.3, p.529-548, 2004.
- ANDERSSON, N. L. M. **Seleção de tratores agrícolas adequados à agricultura familiar**. 2010. 118 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.
- BANA e COSTA, C. A. **Structuration, Construction et Exploitation d'un Modèle Multicritère d'Aide à la Décision**. 1992. 276 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Sistemas) - Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Portugal.
- BANA e COSTA, C. A.; ALMEIDA, M. C. de. Mensor: Método Multicritério para Segmentação Ordenada. **Rev. Investigação Operacional**, v.10, n.1, p. 19-28, 1990.
- BANA E COSTA, C. A.; ENSSLIN, L.; CORNÊA, É. C.; VANSNICK, J. C. Decision support systems in action: integrated application in a multicriteria decision aid process. **Rev. European Journal of Operational Research**, v.113, p. 315-335, 1999.
- BANA e COSTA, C. A; PIRLOT, M. Thoughts on the future of multicriteria field: basic convictions and outline for a general methodology. **In: Multicriteria Analysis**. Berlim: Springer Verlang, 1997. p. 562-568.
- BANA e COSTA, C. A., VASNICK, I. C. Applications of the MACBETH Approach in the Framework of an Additive Aggregation Model. **Rev. Journal of Multicriteria Decision Analysis**, v.6, n.2, p. 107-114, 1997.

BANDEJO, M. S. **Análise da agregação de custo e de valor por atividades, em uma cadeia agroindustrial**: caso do gado de corte. 2005. 264 f. Tese (Doutorado em Agronegócios) - Programa de Pós-Graduação em Agronegócio, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

BATISTA, D. M. **DBValTooi: uma ferramenta para apoiar o teste e a validação de projeto de banco de dados relacional**. 2003. 80 f. Dissertação (Mestrado em Informática) - Curso de Pós-Graduação em Informática, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

BRASIL, Estabelece a Política Nacional De Assistência Técnica E Extensão Rural Para A Agricultura Familiar E Reforma Agrária - PNATER. **Lei n.º 12.188**, de 11 de Janeiro de 2010. Brasília: Diário Oficial da União.

BRASIL, Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. **Lei n.º 11.326**, de 24 de Julho de 2006. Brasília: Diário Oficial da União.

BRASIL, Estabelece as diretrizes sobre o atendimento da alimentação escolar e do Programa Dinheiro Direto na Escola aos alunos da educação básica. **Lei n.º 11.947**, de 16 de Junho de 2009. Brasília: Diário Oficial da União.

BRIXIUS, L.; AGUIAR, R.; MORAES, V. A. de. A força da agricultura familiar no Rio Grande do Sul. **Rev. Extensão Rural e Desenvolvimento Sustentável**. Porto Alegre, v.2, n.3, p. 7-15. 2006.

BUAINAIN, A. M.; ROMEIRO, A. R.; GUANZIROLI, C. Agricultura Familiar e o Novo Mundo Rural. **Rev. Sociologias**, n.10, p. 312-347, 2003.

BUNN, D. W. **Applied Decision Analysis**. New York: Ed. McGraw-Hill. 1984. 272 p.

CANUTO, J. C.; CARMO, M. S. **Agricultura Familiar**: Cadernos Agroecológicos. v.3. Botucatu: Ed. Giramundo, 2009. 32 p.

CARPES, M. M. M.; ENSSLIN, L.; ENSSLIN, S. R. Avaliação do desempenho das práticas de responsabilidade social na gestão organizacional por meio da metodologia MCDA - Construtivista: uma abordagem aos modelos já existentes. **Rev. Alcance**, v.13, n.1, p. 91-112, 2006.

CARVALHO, L. F. N. **Cognição em organizações complexidade cognitiva e seus impactos no desempenho organizacional**. 2004. 274 f. Dissertação (Mestre em Administração de Empresas) - Escola de Administração de Empresas de São Paulo, Fundação Getúlio Vargas, São Paulo.

CHAPLIN, J. P. **Dictionary of Psychology**. New York: Ed. Dell. 1985. 528 p.

CONTROLADORIA GERAL DA UNIÃO (CGU). **Desenvolvimento Agrário - Orientações para o acompanhamento dos Programas de Desenvolvimento Agrário**. 2.ed. Distrito Federal: Brasília, 2010. 59 p.

COSSETTE, P.; AUDET, M. Mapping of an Idiosyncratic Schema. **Rev. Journal of Management Studies**, v.29, n.3, p. 325-348, 1992.

COSTA, M. da S. **Mobilidade urbana sustentável**: um estudo Comparativo e as bases de um sistema de Gestão para Brasil e Portugal. 2003. 184 f. Dissertação (Mestre em Engenharia Civil – Área de Concentração: Transportes). Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Paulo.

CARRIERI, A. de P. **A racionalidade administrativa**: os sistemas de produção e o processo de decisão-ação em unidades de produção rural. 1992. 208 f. Dissertação (Mestrado em Administração Rural) – Programa de Pós-Graduação em Administração, Universidade Federal de Lavras, Lavras.

DALCIN, D.; TROIAN, A. Ambiente Jovem no Meio Rural a Dicotomia entre sair e Permanecer: Um Estudo De Caso. In: I SEMINÁRIO NACIONAL DE SOCIOLOGIA & POLÍTICA UFPR 2009. **Anais...** Curitiba: UFPR, 2009.

DALCIN, D. **O processo de tomada de decisão em agricultores de Boa Vista das Missões - RS**. 2010. 125 f. Dissertação (Mestrado em Extensão Rural) - Programa de Pós-Graduação em Extensão Rural, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

DIAS, L. C.; COSTA, J. P.; CLIMACO, J. N. Conflicting criteria, cooperating processors – some experiments on implementing decision support method on a parallel computer. **Rev. Computers & Operations Research**, v.24, p. 805-817, 1997.

ENSSLIN, L.; DUTRA, A.; ENSSLIN, S. MCDA: A constructivist approach to the management of human resources at a governmental agency. **Rev. International Transactions in Operational Research**, n.7, p. 79-100, 2000.

ENSSLIN, L.; ENSSLIN, S. R.; ROCHA, S.; MARAFON, A. D.; MEDAGLIA, T. A. Modelo multicritério de apoio à decisão construtivista no processo de avaliação de fornecedores. **Rev. Produção**, v.23, n.2, p. 402-421, 2013.

ENSSLIN, L.; GIFFHORN, E.; ENSSLIN, S. R.; PETRI, S. M.; VIANNA, W. B. Avaliação do desempenho de empresas terceirizadas com o uso da metodologia multicritério de apoio à decisão – Construtivista. **Rev. Pesquisa Operacional**, v.30, n.1, p.125-152, 2010.

- ENSSLIN, L.; MONTIBELLER, G.; NORONHA, S. **Apoio à Decisão - Metodologia para Estruturação de Problemas e Avaliação Multicritério de Alternativas**. Florianópolis: Ed. Insular, 2001. 296 p.
- ENSSLIN, S. R. **Incorporação da perspectiva sistêmico-sinérgica na metodologia MCDA construtivista**: uma ilustração de implementação. 2002. 458 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- ERICSSON, K. A.; SIMON, H. A. **Protocol analysis**: verbal reports as data. 2.ed. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology Press, 1993. 496 p.
- FAUCHEUX, S.; HAAKE, J.; NICOLAI, I. Implications de la mondialisation économique sur La relation environnement-entreprises. **Rev. Rapport de Recherche**: Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines, C3ED/DGAD/SRAE nº 95285, 1997.
- FIALHO, M. A. V.; WAQUIL, P. D. Desenvolvimento Rural: Concepções e referências para a proposição de políticas públicas de desenvolvimento nos territórios rurais. **Rev. Extensão Rural**, Santa Maria, n.15, p.128-164, 2008.
- FOLEY, J. D.; Van DAM, A.; FEINER, S. K.; HUGHES, J. F. **Computer Graphics Principles and Practice**. 2.ed. New York: Ed. Addison-Wesley, 1990. 559 p.
- FORMAN, E.H.; SELLY, M. A. **Decision by Objectives**: How to Convince Others that You Are Right. New Jersey: World Scientific Publishing Company. 2001. 402 p.
- FREITAS, H.; BECKER, J. L.; KLADIS, C. M.; HOPPEN, N. **Informação e decisão**: sistemas de apoio e seu impacto. Porto Alegre: Ed. Ortiz, 1997. 214 p.
- GASQUES, J. G.; Vieira Filho, J. E. R.; NAVARRO, Z. **A Agricultura Brasileira: Desempenho, Desafios e Perspectivas**. Brasília: Ed. IPEA, 2010. 298 p.
- GUANZIROLI, C. E. PRONAF dez anos depois: resultados e perspectivas para o desenvolvimento rural. **Rev. de Economia e Sociologia Rural**. Rio de Janeiro, v.45, n.2, p. 301-328, 2007.
- GUANZIROLI, G.; ROMEIRO, A.; BUAINAIN, A. M.; DABBATO, A. Di; BITTENCOURT, G. **Agricultura familiar e reforma agrária no século XXI**. Rio de Janeiro: Ed. Garamond, 2001. 288 p.
- GOMES, M. C. **Apoio à decisão em empresas familiares em processo de evolução**: um modelo multicritérios em um estudo de caso na indústria de conservas de Pelotas-RS. 2001. 417 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

HAMMES, E. L. **São Lourenço do Sul**: radiografia de um município – das origens ao ano 2000. v.1. São Leopoldo: Ed. Stúdio Zeus, 2010a. 536 p.

HAMMES, E. L. **São Lourenço do Sul**: Radiografia de um município – das origens ao ano 2000. v.3. São Leopoldo: Ed. Stúdio Zeus, 2010. 590 p.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA (INMETRO). **Sistema Internacional de Unidades (SI)**. 9.ed. Rio de Janeiro: 2012, 93 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2006. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em: 28 ago. 2012.

LANDRY, M. **Note on the concept of problem**: A Piagetian perspective. Working Paper of Faculté des Sciences de l'Administration. Québec: Ed. Université Laval, 1995. 569 p.

LONGARAYA, A. A.; ENSSLIN, L. Uso da MCDA na identificação e mensuração da performance dos critérios para a certificação dos hospitais de ensino no âmbito do SUS. **Rev. Production**, v.24, n.1, p. 41-56, 2014.

KAGEYAMA, A. A questão agrária: Interpretações Clássicas. **Rev. Reforma Agrária**, n.3, v.23, p. 5-16, 1993.

KEENEY, R. L.; RAIFFA, H. **Decisions With Multiple Objectives**: Preferences and Values Tradeoffs. New York: Ed. John Wiley & Sons, 1976. 573 p.

LANDRY, M.; BANVILLE, C.; ORAL, M. Model Legitimation in operational research. **Rev. European Journal of Operational Research**, n.92, p. 443-457, 1996.

LIMA, A. P. L.; BASSO, N.; NEUMANN, P. S. SANTOS, A. C. dos; MÜLLER, A. G. **Administração da unidade de produção familiar**: modalidades de trabalho com agricultores. 2.ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2005. 222 p.

LEWIN, K. **Teoria de campo em ciência social**. São Paulo: Ed. Pioneira, 1965. 387 p.

MACHADO, A. L. T.; REIS, A. V.; MACHADO, R. L. T. **Tratores para a agricultura familiar**: guia de referência. Pelotas: Ed. Universitária UFPEL, 2010. 128 p.

MACHADO, M. Y. O. T. **Gestão multicritério da competitividade**: o caso da Cooperativa Agrícola Vista Alegre no assentamento Conquista da Liberdade em Piratini/RS. 2013. 194 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

MARCH, J. G.; SIMON, H. A. **Teoria das organizações**. Rio de Janeiro: Ed. FGV, 1966. 313 p.

MAXIMIANO, A. C. A. **Teoria Geral da Administração**: da revolução urbana à revolução industrial. 7.ed. São Paulo: Ed. Atlas, 2012. 512 p.

MEDEIROS, F. A. **Desenvolvimento de uma semeadora adubadora para plantio direto com sulcador rotativo acoplado em tratores de rabiça**. 2013. 250 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

MIALHE, L. G. **Máquinas Agrícolas**: Ensaios & Certificações. Piracicaba: Ed. FEALQ, 1996. 196 p.

MICROSOFT. **Microsoft Visual Basic**: programming system for windows. Version 6.0. [Redmond]: Microsoft Corporation, 1998. 3 CD-ROM.

Miller, G. A. The magical number seven, plus or minus two. **Rev. Psychological Review**, n.63, p. 81- 97, 1956.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO (MDA). **A Agricultura Familiar - Alimentar o Brasil que cresce**. Brasília: Distrito Federal, 2011a. 35 p.

_____. **Agricultura Familiar no Brasil e o Censo Agropecuário 2006**. Brasília: Distrito Federal, 2009a. Disponível em: <www.mda.gov.br>. Acesso: out. de 2013.

_____. **Cartilha de acesso ao PRONAF - Saiba como obter crédito para a agricultura familiar**. Brasília: Distrito Federal, 2011b. 32 p.

_____. **Mais Agricultura Familiar para mais Brasileiros**: Plano Safra da Agricultura Familiar 2009/2010. Brasília: Distrito Federal, 2009b. 12 p.

_____. **Programa Mais Alimentos - Produção Primária**. Disponível em: <<http://portal.mda.gov.br/portal/saf/maisalimentos/search>>. Acesso em: 02 mar. 2014.

MONTIBELLER, G. N. **Mapas Cognitivos Difusos para o Apoio à Decisão**. 2000. 322 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

NICKEL, E. M.; FERREIRA, M. G. G.; FORCELLINI, F. A.; SANTOS, C. T. dos; SILVA, R. A. Á. Modelo multicritério para referência na fase de Projeto Informacional do Processo de Desenvolvimento de Produtos. **Rev. Gestão & Produção**, São Carlos, v.17, n.4, p. 707-720, 2010.

- NOGUEIRA, A. C. L. Mecanização na Agricultura Brasileira: Uma Visão Prospectiva. **Rev. Cadernos de Pesquisa em Administração**, São Paulo, v.08, n.4, p. 77-87, 2001.
- O'CONNOR, T. G., RUTTER, M. Risk mechanisms in development: Some conceptual and methodological considerations. **Rev. Developmental Psychology**. v.32, p. 787-795, 1996.
- OLIVEIRA, L. M. de. **A Informação como Instrumento para Tomada de Decisão do Agricultor de Giruá no Estado do Rio Grande do Sul - Brasil**. 2007. 113 f. Dissertação (Mestre em Agronegócios) - Programa de Pós-Graduação em Agronegócios. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- PEREIRA, J. L. G. **Juventude Rural: para além das fronteiras entre campo e cidade**. 2004. 179 f. Tese (Doutorado em Sociedade e Agricultura) – Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade, Universidade Federal Rural do Rio De Janeiro, Seropédica.
- PETRI, S. M. **Modelo para Apoiar a Avaliação das Abordagens de Gestão de Desempenho e Sugerir Aperfeiçoamentos: sob a ótica construtivista**. 2005. 235 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- PLANO TERRITORIAL DE DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL (PTDRS). **Território da Cidadania Zona Sul do Estado do Rio Grande do Sul**. Pelotas: Centro de Apoio ao Pequeno Agricultor, 2009. 68 p.
- REICHERT, L. J. **Avaliação de sistemas de produção de batata orgânica em propriedades familiares: uma aplicação da metodologia multicritério de apoio à decisão (MCDA)**. 2012. 346 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.
- REIS, A. V. dos; MACHADO, A. L. T.; TILLMANN, C. A. da C.; MORAES, M. L. B de. **Motores, Tratores, Combustíveis e Lubrificantes**. 2.ed. Pelotas: Ed. Universitária UFPEL, 2005. 309 p.
- ROY, B. **Multicriteria Methodology for Decision Aiding**. Dordrecht: Ed. Kluwer Academic Publishers, 1996. 293 p.
- ROY, B.; VINCKE, P. Multicriteria Analysis: Survey and New Directions. **Rev. European Journal of Operational Research**, v.8, p. 207-218. 1981.
- SAATY, T. L. A Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structures. **Rev. Journal of Mathematical Psychology**, v.13, n.3, p. 234-281, 1977.

SANTOS, A. M. dos; FLORES, C. A.; ALVES, F. A. R.; LOPES, J. F.; MIGLIORINI, L. C.; DINIZ, R. P.; SAPPER, S. M. **Máquinas para a agricultura familiar (referencial técnico)**. Porto Alegre: EMATER/RS, 1998. 43 p.

SANTOS, J. V. T. dos. **Colonos do vinho**: estudo sobre a subordinação do trabalho camponês ao capital. 2.ed. São Paulo: Ed. Hucitec, 1984. 182 p.

SCHNEIDER, S. A pluralidade como estratégia de reprodução social da agricultura familiar no Sul do Brasil. **Rev. Estudos Sociedade e Agricultura**, Rio de Janeiro, n.16, p. 164-184. 2001.

SCHNEIDER, S. Teoria Social, Agricultura Familiar e Pluriatividade. **Rev. Brasileira de Ciências Sociais**, v.18, n.51, p. 99-192, 2003.

SCHNEIDER, S.; NIEDERLE, P. A. Agricultura Familiar e Teoria Social: a diversidade das formas familiares de produção na agricultura. **In: Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais**. Embrapa Serrados - Planaltina: Distrito Federal, 2008. p. 988-1014.

SCHRÖDER, M. **Finanças, Comunidades e Inovações: Organizações Financeiras da Agricultura Familiar — O Sistema Cresol (1995 – 2003)**. 2005. 225 f. Tese (Doutor em Ciências Econômicas) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Econômicas, Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Economia, Campinas.

SEYFERTH, G. **Imigração e Colonização Alemã no Brasil**: uma revisão da bibliografia. **Rev. Brasileira de Informação Bibliográfica em Ciências Sociais**, Rio de Janeiro, n.25, p. 3-55. 1988.

SHARP, J. **Microsoft Visual C# 2008 Step By Step**. Porto Alegre: Ed. Artmed, 2007. 748 p.

SHWANTES, V. A.; BASSO, D.; LIMA, A. J. P. de. O Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar como Estratégia de Desenvolvimento Rural. **Rev. Desenvolvimento em Questão**, n.17, p. 61-92, 2011.

SILVEIRA, G. M. da. **Os Cuidados com o Trator**. Rio de Janeiro: Ed. Globo, 1987. 245 p.

STARK, P. **Introdução aos métodos numéricos** (tradução de João Bosco Pitombeira de Carvalho). Rio de Janeiro: Ed. Interciência, 1979. 426 p.

SIMON, H. A. **The new science of management decision**. New York: Ed. Harper and Row, 1960. 175 p.

SIMON, H. A. **Administrative Behavior**. 3.ed. New York: Ed. The Free Press, 1976. 364 p.

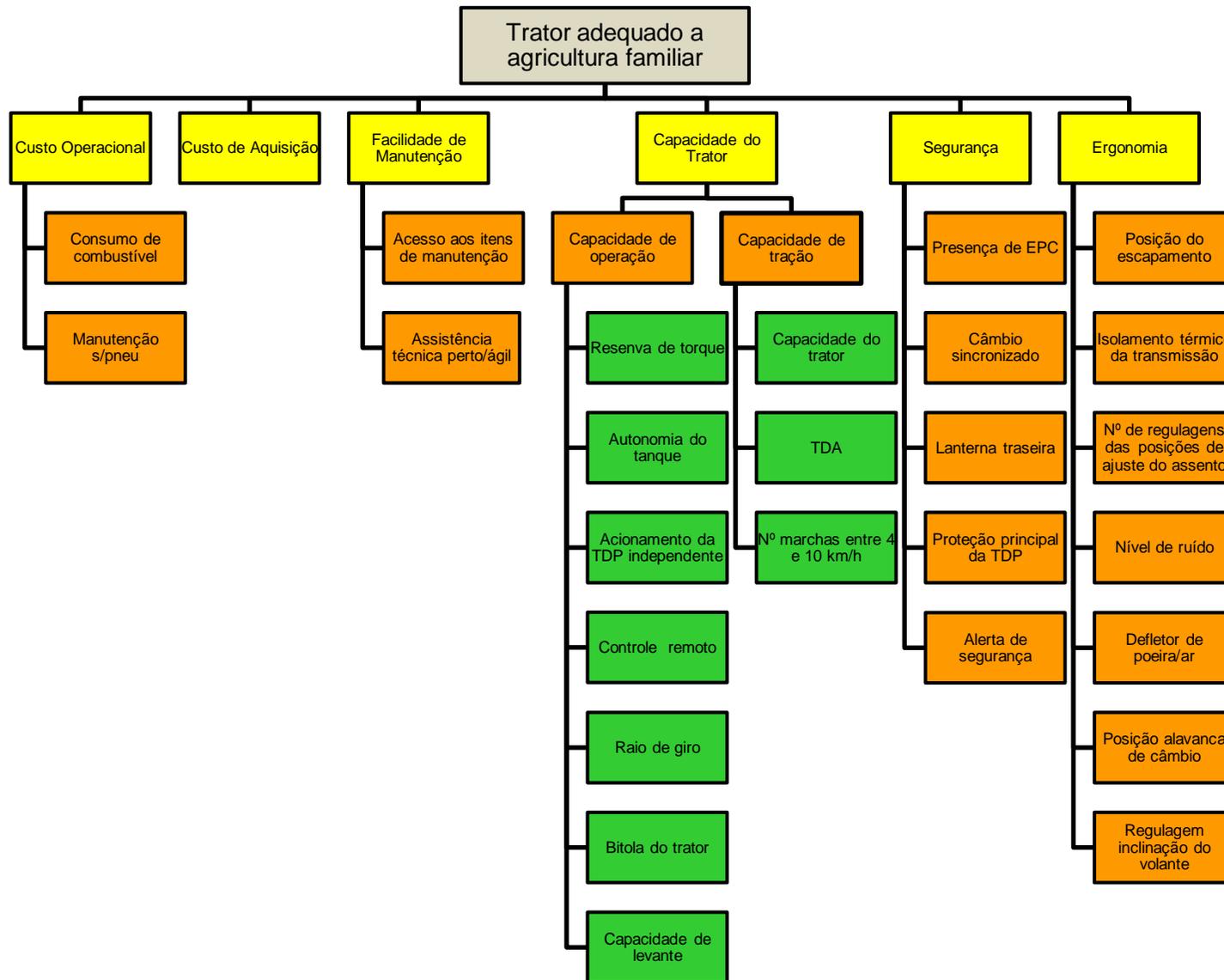
- SIMON, H. A. **Comportamento Administrativo**: estudo dos processos decisórios nas organizações administrativas. 4.ed. Rio de Janeiro: Ed. FGV, 1979. 277 p.
- SOUZA FILHO, H. M.; BATALHA, M. O. **Gestão integrada da Agricultura família**. São Carlos: Ed. UFSCAR, 2005. 359 p.
- SUÁREZ, M.; WOORTMANN, K.; MOTTA, M. V.; WOORTMANN, E. Seminário - Saber e Reprodução Camponesa. **In**: Anuário Antropológico. Rio de Janeiro, n.81. p. 147-209, 1983.
- TROELSEN, A. **Pro C# 5.0 and the .NET 4.5 Framework**. 6.ed. New York: Ed. Apress, 2012. 1487 p.
- WAIBEL, L. Princípios da Colonização Européia no Sul do Brasil. **Rev. Brasileira de Geografia**, v.2, p. 159-217, 1949.
- WAGNER, H. M. **Pesquisa Operacional**. 2.ed. Rio de Janeiro: Ed. Prentice-Hall do Brasil, 1986. 851 p.
- WANDERLEY, M. de N. B. Raízes históricas do campesinato brasileiro. **In**: TEDESCO, João Carlos. **Agricultura Familiar**: realidades e perspectivas. 3.ed. Passo Fundo: Ed. EDIUPF, 2001. p. 21–56.
- WEISS, A. **Desenvolvimento e adequação de implementos para a mecanização nos sistemas conservacionistas em pequenas propriedades**. 1998. 209 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- WOJAHN, E.; RECH, C. **Plano Territorial de Desenvolvimento Rural Sustentável**: Território da Cidadania Zona Sul do Estado do Rio Grande do Sul. Pelotas: Centro de Apoio ao Pequeno Agricultor, 2009. 68 p.
- ZANELATO, R. **Construção de um modelo de avaliação de desempenho da continuidade de serviços de suporte na área de tecnologia da informação com a utilização da metodologia MCDA-C**. 2007. 141 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- ZANELLA, I. J. **As problemáticas técnicas de apoio à decisão em um estudo de caso de sistemas de telefonia móvel celular**. 1996. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

ZAMCOPÉ, F. C.; ENSSLIN, L. ENSSLIN, S. R.; DUTRA, A. Modelo para avaliar o desempenho de operadores logísticos – um estudo de caso na indústria têxtil. **Rev. Gestão & Produção**, São Carlos, v.17, n.4, p. 693-705, 2010.

ZELENY, M. **Multiple Criteria Decision Making**. New York: Ed. McGraw-Hill, 1982. 563 p.

Apêndices

Apêndice A - Arborescência do “Trator adequado a agricultura familiar”



Apêndice B - Perfil para produtores familiares de São Lourenço do Sul

Descrição	Peso (W_i)
1. CUSTO OPERACIONAL	0,17
1.1 Consumo de combustível	0,77
1.2 Manutenção (sem pneu)	0,23
2 CUSTO DE AQUISIÇÃO	0,16
3. FACILIDADE DE MANUTENÇÃO	0,17
3.1 Acesso aos itens de manutenção	0,66
3.2 Assistência técnica perto/ágil	0,34
4. CAPACIDADE DO TRATOR	0,18
<u>4.1 Capacidade de operacional</u>	0,53
4.1.1 Reserva de torque	0,19
4.1.2 Autonomia do tanque	0,11
4.1.3 Acionamento indep. da TDP	0,12
4.1.4 Controle remoto	0,13
4.1.5 Raio de giro	0,17
4.1.6 Largura do trator	0,15
4.1.7 Capacidade de levante	0,13
<u>4.2 Capacidade de tração</u>	0,47
4.2.1 Capacidade do motor	0,32
4.2.2 TDA	0,40
4.2.3 N° de marchas entre 4 e 10 Km/h	0,28
5. SEGURANÇA	0,16
5.1 Presença de EPC	0,26
5.2 Câmbio sincronizado	0,21
5.3 Lanterna traseira	0,15
5.4 Proteção principal da TDP	0,23
5.5 Alertas de segurança	0,15
6. ERGONOMIA	0,16
6.1 Posição do escapamento	0,16
6.2 Isolamento térmico da transmissão	0,14
6.3 N° das posições de conforto do assento	0,15
6.4 Nível de ruído	0,15
6.5 Defletor de poeira/ar quente	0,14
6.6 Posição da alavanca de câmbio	0,13
6.7 N° de regulagens de inclinação do volante	0,13

Apêndice C - Perfil para produtores familiares de Pelotas

Descrição	Peso (W _i)
1. CUSTO OPERACIONAL	0,20
1.1 Consumo de Combustível	0,60
1.2 Manutenção (sem pneu)	0,40
2 CUSTO DE AQUISIÇÃO	0,23
3. FACILIDADE DE MANUTENÇÃO	0,10
3.1 Acesso aos itens de manutenção	0,66
3.2 Assistência técnica perto/ágil	0,34
4. CAPACIDADE DO TRATOR	0,25
<u>4.1 Capacidade de operacional</u>	0,41
4.2.1 Reserva de torque	0,28
4.2.2 Autonomia do tanque	0,03
4.2.3 Acionamento indep. da TDP	0,19
4.2.4 Controle remoto	0,22
4.2.5 Raio de Giro	0,08
4.2.6 Largura do trator	0,05
4.2.7 Capacidade de levante	0,15
<u>4.2 Capacidade de tração</u>	0,59
4.1.1 Capacidade do motor	0,40
4.1.2 TDA	0,40
4.1.3 N° de marchas entre 4 e 10 Km/h	0,20
5. SEGURANÇA	0,15
6.1 Presença de EPC	0,33
6.2 Câmbio sincronizado	0,13
6.3 Lanterna traseira	0,08
6.4 Proteção principal da TDP	0,26
6.5 Alertas de segurança	0,20
6. ERGONOMIA	0,07
5.1 Posição do escapamento	0,14
5.2 Isolamento térmico da transmissão	0,13
5.3 N° das posições de conforto do assento	0,22
5.4 Nível de ruído	0,07
5.5 Defletor de poeira/ar quente	0,09
5.6 Posição da alavanca de câmbio	0,17
5.7 N° de regulagens de inclinação do volante	0,18

Apêndice D - Aplicação do perfil para produtores de São Lourenço do Sul no sistema computacional dedicado a avaliação de tratores para a agricultura de base familiar

Sistema Computacional Dedicado a Avaliação de Tratores Agrícolas
para Propriedades de Base Familiar

1. CUSTO OPERACIONAL

1.1 Consumo de combustível	4,82
1.2 Manutenção (sem pneu)	1,76

2 CUSTO DE AQUISIÇÃO

77

3. FACILIDADE DE MANUTENÇÃO

3.1 Acesso aos itens de manutenção	precisa ferramentas + acesso direto
3.2 Assistência técnica perto/ágil	Possui

4. CAPACIDADE DO TRATOR

4.1 Capacidade de operacional	
4.2.1 Reserva de torque	20%
4.2.2 Autonomia do tanque	Tanque p/ 10 h ou +
4.2.3 Acionamento indep. da TDP	Possui
4.2.4 Controle remoto	1
4.2.5 Raio de giro	4,06
4.2.6 Largura do trator	1,73
4.2.7 Capacidade de levante	2.000 ou +
4.2 Capacidade de tração	
4.1.1 Capacidade do motor	47,78
4.1.2 TDA	Possui
4.1.3 N° de marchas entre 4 e 10 Km/h	<4

5. SEGURANÇA

6.1 Presença de EPC	Fixo CC
6.2 Câmbio sincronizado	Não possui
6.3 Lanterna traseira	Possui
6.4 Proteção principal da TDP	Possui
6.5 Alertas de segurança	80% ou -

6. ERGONOMIA

5.1 Posição do escapamento	Não direciona fumaça no operador
5.2 Isolamento térmico da transmissão	Possui
5.3 N° das posições de conforto do assento	2
5.4 Nível de ruído	4h
5.5 Defletor de poeira/ar quente	Possui
5.6 Posição da alavanca de câmbio	Lateral
5.7 N° de regulagens de inclinação do volante	Possui

Seu Trator Recebeu Pontuação : 37,66

Apêndice E - Aplicação do perfil para produtores de Pelotas no sistema computacional dedicado a avaliação de tratores para a agricultura de base familiar

Sistema Computacional Dedicado a Avaliação de Tratores Agrícolas
para Propriedades de Base Familiar

1. CUSTO OPERACIONAL	
1.1 Consumo de combustível	4,82
1.2 Manutenção (sem pneu)	1,76
2 CUSTO DE AQUISIÇÃO	77
3. FACILIDADE DE MANUTENÇÃO	
3.1 Acesso aos itens de manutenção	precisa ferramentas + acesso direto
3.2 Assistência técnica perto/ágil	Possui
4. CAPACIDADE DO TRATOR	
4.1 Capacidade de operacional	
4.2.1 Reserva de torque	20%
4.2.2 Autonomia do tanque	Tanque p/ 10 h ou +
4.2.3 Acionamento indep. da TDP	Possui
4.2.4 Controle remoto	1
4.2.5 Raio de giro	4,06
4.2.6 Largura do trator	1,73
4.2.7 Capacidade de levante	2.000 ou +
4.2 Capacidade de tração	
4.1.1 Capacidade do motor	47,78
4.1.2 TDA	Possui
4.1.3 Nº de marchas entre 4 e 10 Km/h	< 4
5. SEGURANÇA	
6.1 Presença de EPC	Fixo CC
6.2 Câmbio sincronizado	Não possui
6.3 Lanterna traseira	Possui
6.4 Proteção principal da TDP	Possui
6.5 Alertas de segurança	80% ou -
6. ERGONOMIA	
5.1 Posição do escapamento	Não direciona fumaça no operador
5.2 Isolamento térmico da transmissão	Possui
5.3 Nº das posições de conforto do assento	2
5.4 Nível de ruído	4h
5.5 Defletor de poeira/ar quente	Possui
5.6 Posição da alavanca de câmbio	Lateral
5.7 Nº de regulagens de inclinação do volante	Possui
 Seu Trator Recebeu Pontuação :	 39,58

Anexos

