

Universidade Federal do Rio de Janeiro

APLICAÇÃO DE PROGRAMAÇÃO LINEAR PARA O CÁLCULO DA COMPRA
DE INSUMOS PARA RAÇÕES DE VACAS LEITEIRAS

João Delocco Villa Coutinho

Mariana Império Meyrelles Thomaz da Silva

2013



Universidade Federal
do Rio de Janeiro

Escola Politécnica

APLICAÇÃO DE PROGRAMAÇÃO LINEAR PARA O CÁLCULO DA COMPRA DE INSUMOS PARA RAÇÕES DE VACAS LEITEIRAS

João Delocco Villa Coutinho

Mariana Império Meyrelles Thomaz da Silva

Projeto de Graduação apresentado no Curso de Engenharia de Produção da Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Engenheiro de Produção.

Orientador:

Prof. Eduardo Galvão Moura Jardim,
Ph.D.

Rio de Janeiro

Abril de 2013

APLICAÇÃO DE PROGRAMAÇÃO LINEAR PARA O CÁLCULO DA COMPRA
DE INSUMOS PARA RAÇÕES DE VACAS LEITEIRAS

João Delocco Villa Coutinho

Mariana Império Meyrelles Thomaz da Silva

PROJETO DE GRADUAÇÃO SUBMETIDO AO CORPO DOCENTE DO CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DA ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE ENGENHEIRO DE PRODUÇÃO.

Aprovada por:

Prof. Eduardo Galvão Moura Jardim, Ph. D.

Prof. Lino Guimarães Marujo, Ph.D.

Prof. Vinícius Carvalho Cardoso, D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL

ABRIL 2013

Coutinho, João Delocco Villa

Da Silva, Mariana Império Meyrelles Thomaz

Aplicação de Programação Linear para o Cálculo da Compra de Insumos para Rações de Vacas Leiteiras/ João Delocco Villa Coutinho, Mariana Império Meyrelles Thomaz da Silva – Rio de Janeiro: UFRJ/ Escola Politécnica, 2013.

X, 86 p.: il.; 29,7 cm.

Orientador: Prof. Eduardo Galvão Moura Jardim, Ph. D.

Projeto de Graduação – UFRJ/ Escola Politécnica/ Engenharia de Produção - 2012.

Referências Bibliográficas: p. 58-59.

1. Pecuária Leiteira. 2. Programação Linear. 3. Lucratividade. 4. Produtividade

I. Jardim, Eduardo Galvão Moura. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica, Curso de Engenharia de Produção. III. Aplicação de Programação Linear para o Cálculo da Compra de Insumos para Rações de Vacas Leiteiras.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a toda a minha família por todo o auxílio e apoio dados durante todos os anos da minha vida. Em especial, agradeço aos meus pais, Carmen Déa França Gonçalves e Sergio Delocco Coutinho, por todos os exemplos, conselhos, compreensão e força em todas as horas. Durante o curso deste trabalho meu pai ainda teve um papel central, já que nos proporcionou um excelente laboratório para o desenvolvimento de nossas ideias e, por isso, agradeço. À minha irmã, a quem eu amo desde o momento que ela nasceu. À minhas avós, avôs (*in memorian*) e todos os numerosos primos e tios. Ao meu grande amigo canino Rocky, El Temblor, que não poderá ler este texto mas vai pular de felicidade quando souber da minha graduação.

Aos colegas de faculdade Angelo, Arthur, Arturo, Flávio, Paulo, Pietro, Eduardo (Duda), Marcus Vinicius, Caio Araujo, Caio Paessano, Edgard (Gogó), Gabriel, Lívia, Philippe, Rafael (Serejo) e Thiago (Thiaguinho), pelos momentos vividos dentro e fora da sala, pelas risadas, histórias, campeonatos de futebol, viagens e por fazerem parte dessa turma que jamais esquecerei, a EP 072. Em especial gostaria de agradecer à Mari minha amiga e companheira neste trabalho, pessoa que já está ao meu lado há alguns anos e que espero que ainda continue aí por longo tempo.

À minha namorada, Carla Schreiner, por seu amor e por estar ao meu lado me apoiando com meus sonhos mais mirabolantes.

Aos meus amigos de colégio Felipe, Raphael, Victor e Pumba (Thiago), os Cumpadres, por sua fiel amizade e inesquecíveis momentos dentro e fora do Colégio de Aplicação da UERJ. Aos meus amigos “da vida” que fazem parte dessa grande turma que faz a vida valer a pena.

Ao nosso orientador e professor, Eduardo Galvão Moura Jardim, pelo conhecimento passado e empolgação contagiante na engenharia de produção.

João Delocco Villa Coutinho

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais Angela Rosa Império Meyrelles e Renato Thomaz da Silva, pelo amor, pelo carinho, pela construção do meu caráter e dos meus valores, por me apoiarem em tudo e acreditarem nas minhas escolhas. À minha irmã Luísa, por ser minha melhor amiga e estar sempre ao meu lado. Ao meu irmão Thiago, que, apesar da distância, é sempre tão carinhoso, e é uma alegria quando estamos juntos. Aos quatro, por serem companheiros da minha vida e o maior amor do mundo. À minha família, por sempre acreditar em mim e ter certeza do meu sucesso em tudo que eu faço.

A todos os amigos, por tornarem minha vida mais completa e mais feliz. Ao BDN, por todas as nossas histórias e por serem irmãos que eu escolhi para mim.

À EP072, por todos os momentos que passamos juntos, pelos amigos que eu vou levar comigo, por fazer cinco anos passarem tão rápido e serem tão divertidos. À Babi, por me ensinar a encarar a vida de um jeito mais leve e ao Fonga, por querer sempre o meu bem. Ao Fabiano, à Lívia, à Silvia e à Júlia, por todas as risadas.

Ao pessoal de Lyon, que viveu comigo o melhor ano das nossas vidas, e que cuidou de mim como se fossem a minha família, também agradeço demais. *Vous me manquez!*

Ao CAP/UERJ, pela minha formação, pelo orgulho eterno de ter estudado lá e por ter me dado amigos que são verdadeiras joias. À Pris, Lali, Mari, Tati, Lili e Jéssica, por terem se tornado ainda mais próximas, mesmo com o fim do nosso convívio diário. À Renatinha, por ser uma irmã, à Nat por ser um exemplo, ao Eddy, por ser exatamente como ele é, e ao Caio, pela amizade de sempre.

Ao João, por ter sido uma excelente dupla durante esse projeto e por termos nos aproximado durante esses anos. Que a nossa amizade cresça e que você esteja sempre por perto.

Ao Sergio Delocco, pela confiança, pela ajuda na realização do trabalho e pela hospitalidade na nossa ida à Fazenda Membeca. Agradeço também à Carmen e Renata.

Ao professor Eduardo Jardim, nosso orientador, pelos ensinamentos, pelo conhecimento, pelo entusiasmo e pelas orientações sempre construtivas.

Por fim, agradeço a Deus.

Mariana Império Meyrelles Thomaz da Silva

Resumo do Projeto de Graduação apresentado à Escola Politécnica UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Engenheiro de Produção

APLICAÇÃO DE PROGRAMAÇÃO LINEAR PARA O CÁLCULO DA COMPRA DE INSUMOS PARA RAÇÕES DE VACAS LEITEIRAS

João Delocco Villa Coutinho

Mariana Império Meyrelles Thomaz da Silva

Abril/2013

Orientador: Prof. Eduardo Galvão M. Jardim, Ph.D.

Curso: Engenharia de Produção

Nos últimos anos, diversos avanços tecnológicos impulsionaram a produção leiteira no mundo. No Brasil, no entanto, a produtividade das fazendas leiteiras é considerada baixa se comparada aos principais centros de referência. Para se alcançar um aumento na produtividade de leite por animal, é importante assegurar que eles sejam alimentados da maneira adequada. Além disso, outro problema recorrente observado em muitas fazendas brasileiras é a baixa lucratividade. Esse indicador econômico é constantemente reduzido, tanto pelo baixo dos preços do leite, que afeta as receitas, quanto pelos altos gastos nas fazendas, que não detém meios adequados para gerir de forma eficiente a produção. Um fator que contribui para essas altas despesas é o fato de os fazendeiros dificilmente conseguirem calcular a compra ótima de insumos. Este trabalho tem como objetivo apresentar o desenvolvimento de uma ferramenta de cálculo de insumos para rações de vacas leiteiras. Foi elaborado um modelo matemático onde são consideradas as necessidades nutricionais dos animais e os preços dos insumos para se chegar ao menor custo possível de compra. A ferramenta é destinada aos pequenos produtores que desejam ajustar a alimentação das vacas para alcançar aumento de produtividade por animal e aumentar a lucratividade por meio do ajuste de despesas com insumos para rações. Na ferramenta proposta é possível ainda cadastrar as necessidades nutricionais de cada agrupamento de animais e incluir e excluir insumos disponíveis no mercado. Foi utilizada a Fazenda Membeca como estudo de caso e ela apresentou um potencial de redução em torno de 12% dos custos com a ração.

Palavras-chave: Pecuária Leiteira, Programação Linear, Lucratividade, Produtividade

Abstract of Undergraduate Project presented to POLI/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Engineer.

APPLICATION OF LINEAR PROGRAMMING TO DAIRY COW RATION FEED
INPUT PURCHASING CALCULATIONS

João Delocco Villa Coutinho
Mariana Império Meyrelles Thomaz da Silva

April/2013

Advisor: Prof. Eduardo Galvão M. Jardim, Ph.D.

Course: Industrial Engineering

In recent years, technological advances stimulated milk production in the world. In Brazil, however, the productivity of dairy farms is considered low compared to the main reference centers. To achieve an increase in productivity of milk per animal, it is important to ensure that they are fed properly. Moreover, another recurring problem of many Brazilian farms is the low profitability. This economic indicator is constantly reduced, both because of the low milk prices, which affects revenues, and the high costs of the farms, which do not have the adequate means to efficiently manage their production. A contributing factor to these high costs is the fact that farmers hardly ever are able to calculate the optimal purchase of inputs. This paper aims to present the development of a tool for calculating inputs to feed dairy cows. A mathematical model was developed in which the animals' nutritional needs and input prices are parametrized to determine the lowest possible cost of purchase. The tool is aimed to the small producers who wish to adjust the feeding of cows in order to achieve increased productivity per animal and increase profitability by adjusting the input costs for feed. In the proposed tool it is still possible to register the nutritional needs of each group of animals and include and exclude inputs available in the market. Farm Membeca was used as a case study and it showed a potential reduction of around 12% of the cost of feed.

Key words: Dairy Livestock, Linear Programming, Profitability, Productivity

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
1.1. MOTIVAÇÃO.....	12
1.2. OBJETIVOS.....	13
1.3. ORGANIZAÇÃO DO TEXTO	14
2. ABORDAGEM DO TRABALHO	14
3. CONTEXTO: A PRODUÇÃO LEITEIRA NA FAZENDA MEMBECA	16
3.1. HISTÓRICO DA FAZENDA	16
3.2. FUNCIONAMENTO DA FAZENDA	19
3.3. ORGANIZAÇÃO DA PRODUÇÃO E CÁLCULO DE RAÇÕES	23
4. REFERENCIAL TEÓRICO	28
4.1. PROGRAMAÇÃO LINEAR	28
4.2. PROBLEMA DA DIETA	29
4.3. <i>SOFTWARES</i> DE AUXÍLIO À DECISÃO NA PECUÁRIA LEITEIRA	30
5. A SOLUÇÃO PROPOSTA	33
5.1. ESTRUTURAÇÃO	33
5.2. MODELAGEM	36
5.3. TESTE DE <i>SOFTWARES</i>	40
5.4. A FERRAMENTA	45
5.5. VALIDAÇÃO	49
6. ANÁLISE CRÍTICA	50
6.1. PRÓS E CONTRAS DA SOLUÇÃO PROPOSTA	50
6.2. ANÁLISE RETROSPECTIVA.....	52
6.3. PROPOSTA DE NOVOS TRABALHOS	55
7. CONCLUSÃO	56
BIBLIOGRAFIA	58

ANEXOS	60
<i>INPUTS</i> PARA A FERRAMENTA	60
APÊNDICES	69
APÊNDICE I – PREÇO POR QUILO DA ANÁLISE RESTROSPECTIVA.....	69
APÊNDICE II – RESULTADOS PARA FEVEREIRO DE 2013	70
APÊNDICE III – RESULTADOS PARA JANEIRO DE 2013.....	74
APÊNDICE III – RESULTADOS PARA DEZEMBRO DE 2012.....	78
APÊNDICE IV – RESULTADOS PARA NOVEMBRO DE 2012.....	82
NOTAS DE FIM	86

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, a produção de leite sofreu fortes mudanças nas últimas duas décadas. Nos anos 90, a produção cresceu bastante devido à incorporação de novas tecnologias, e a partir de 2004, o Brasil já produzia suficientemente para superar o consumo interno e se tornar um exportador. Apesar disso, é importante alcançar maior produtividade nas fazendas leiteiras, que são profundamente marcadas por um atraso tecnológico se comparadas aos centros de referência norte americano e europeu.

Os conceitos de produtividade e lucratividade podem ser diretamente aplicados nesse contexto. Segundo CORRÊA E CORRÊA (2009), a produtividade é “uma medida de eficiência com que recursos de entrada (insumos) de um sistema de agregação de valor são transformados em saídas (produtos)”, ou:

$$\text{Produtividade} = \frac{\text{Saídas}}{\text{Entradas}}.$$

Logo, a produtividade das fazendas de leite pode ser analisada pela quantidade de leite produzido (saídas) por vaca (insumos) em um período de tempo. A lucratividade é uma medida econômica da produtividade, que expressa o esforço para se fazer dinheiro. É uma medida absoluta, adimensional, onde as saídas e entradas são expressas em unidades monetárias. A lucratividade pode ser analisada como a relação de entrada de dinheiro pela venda leite sobre os gastos da fazenda com a compra dos insumos do concentrado:

$$\text{Lucratividade} = \frac{\text{Saídas (Receitas - R\$)}}{\text{Entradas (Compra de insumos - R\$)}}.$$

Por um lado, a produtividade por animal aparece como um problema no Brasil. Segundo dados da United States Department of Agriculture (USDA), a produtividade por vaca brasileira em 2009 foi de 1,67 toneladas de leite por ano, enquanto nos Estados Unidos, o maior produtor, foi de 9,33 toneladas/vaca. China e Rússia, outros grandes produtores, tiveram uma produtividade de 4,00 e 3,42 toneladas/vaca, respectivamente. Entre os dez maiores produtores de leite de 2009, somente a Índia apresentou um índice pior que o do Brasil, com 1,13 toneladas/vaca. Uma das causas dessa baixa produtividade brasileira é a prática de uma alimentação inadequada para cada tipo de vaca. Elas se alimentam de volumosos (pasto, silagem e feno) e de concentrados, minerais e

vitaminas. Um sistema de alimentação eficaz é aquele que atende as necessidades nutricionais para cada agrupamento do rebanho de acordo com os nutrientes presentes na sua alimentação. Por meio dessa alimentação, é possível aumentar a produtividade de leite por animal.

Por outro lado, as despesas com rações animais correspondem a mais de 50% do total gasto na fazenda. Um fator que contribui para isso é o fato de os fazendeiros dificilmente conseguirem calcular a compra ótima de insumos, considerando tanto os preços das *commodities* utilizadas, quanto as necessidades dos animais. A flutuação dos preços dessas *commodities* é comum no mercado internacional e isso acaba impactando nos preços no mercado interno. Com o aumento excessivo desses preços, determinados insumos podem se tornar proibitivos para os pequenos produtores. No entanto, a alteração brusca da composição das rações consumidas pelas vacas pode impactar negativamente a produção de leite, já que pode ocorrer a mudança da flora intestinal dos animais, que estavam acostumados a um tipo específico de alimentos. No caso de aumentos de preços das *commodities*, pode haver não só o aumento dos gastos com insumos das rações, como também a redução do faturamento com a venda de leite, o que impacta negativamente a lucratividade da fazenda. Nesses casos, uma forma de aumentar a lucratividade é reduzir os gastos com rações. Essa redução pode ser feita por meio do cálculo do volume ótimo de insumos que deve ser comprado, capaz de garantir uma alimentação adequada para cada animal. É importante ressaltar que o preparo de rações deve ser orientado pelas demandas nutricionais das vacas em cada estágio de seu desenvolvimento, produção, crescimento e prenhez. Dessa forma, o cálculo ótimo da compra de insumos se torna complexo e muitas vezes inviável para os pequenos produtores, que não detém tecnologia adequada.

Por isso, trabalhamos no desenvolvimento de uma ferramenta para auxiliar a gestão de compra de insumos para rações de animais de uma fazenda leiteira de pequeno porte. A ferramenta foi desenvolvida de modo a respeitar as necessidades nutricionais de cada agrupamento de animais. Buscamos, com isso, auxiliar os pequenos produtores de leite a melhor gerir sua produção.

1.1. MOTIVAÇÃO

No contexto de produção de leite de pequenos proprietários no Brasil, observam-se diversos fatores que podem ser melhorados para se alcançar uma produção mais

eficiente. Dentre eles, pode ser destacado o difícil acesso a ferramentas de apoio que auxiliem a tomada de decisões nos diversos setores da produção leiteira.

Nesse sentido, conhecendo alguns dos desafios enfrentados pelos pequenos produtores rurais para aumentar a produtividade em suas fazendas, buscamos estudar e desenvolver uma ferramenta que sirva de apoio para decisões de compra de ração. Como visto, as despesas com alimentação de gado estão entre as mais significativas na produção leiteira. Além disso, a produtividade por vaca pode ser positivamente impactada pela aplicação de uma alimentação adequada, que atenda aos requisitos nutricionais dos animais.

Assim, o fruto de nosso trabalho será dirigido aos produtores de leite que almejam melhorar a eficiência de suas fazendas por meio da redução de desperdícios com compra de insumos para rações e aumento da produção de leite graças a uma alimentação adequada dos animais.

1.2. OBJETIVOS

O objetivo geral do trabalho é desenvolver uma ferramenta de programação linear que calcule o volume ótimo de insumos que devem ser adquiridos. A ferramenta deverá minimizar o custo da compra de insumos e considerar que as necessidades nutricionais das vacas sejam ser atendidas.

Para que se torne mais amigável ao usuário, a ferramenta deverá atender a alguns requisitos básicos. Esses compõem os objetivos específicos de nosso trabalho, dos quais destacamos os seguintes:

- **Inclusão/exclusão de agrupamentos de animais:** possibilidade de inserir e excluir agrupamentos mais adequados ao rebanho do fazendeiro, de acordo com a prévia classificação feita pelo o usuário.
- **Receita específica por agrupamento:** desenvolvimento de um mecanismo que forneça como resultado a receita ótima para cada agrupamento, de acordo com suas necessidades específicas. Atualmente, a fazenda utiliza uma variedade fixa de receitas. Apesar disso, não são consideradas exatamente as necessidades específicas de todos os tipos de animais, especialmente os de maior produção.
- **Alteração de valores:** a ferramenta deve permitir que seja alterada a lista de insumos (e seus respectivos preços e nutrientes), incluindo ou excluindo determinados produtos. Essa funcionalidade é importante já que permite ao

produtor ajustar seu cálculo, considerando apenas os insumos que lhe são acessíveis por meio de sua rede de fornecedores e se adaptar à flutuação do preço das *commodities* utilizadas nas rações.

É importante ressaltar que o trabalho não se propõe a estudar a nutrição animal. O escopo é restrito ao desenvolvimento de uma ferramenta de cálculo para rações, que auxilie na compra de insumos. No entanto, alguns livros sobre alimentação de gado bovino e sobre a composição nutricional de alimentos foram utilizados para ajudar a estruturar a ferramenta e adicionar os valores que serviram de *inputs* para o cálculo.

1.3. ORGANIZAÇÃO DO TEXTO

O trabalho está dividido em sete seções principais. Inicia-se com a Introdução, em que o leitor pode se contextualizar no problema abordado, que contempla a produtividade e lucratividade em fazendas de leite, e os objetivos do trabalho.

Em seguida, é apresentada como foi realizada a abordagem do problema estudado pelos autores e como foi desenvolvido o trabalho. O terceiro tópico apresenta um diagnóstico da fazenda estudada e qual o principal problema a ser resolvido com a ferramenta.

Antes de se propor uma solução, é apresentada, no quarto tópico, uma revisão bibliográfica de outros trabalhos que estudaram problemas semelhantes sobre programação linear para rações. A seguir, é feita uma proposta de solução para o problema estudado, que envolve a estruturação, modelagem, teste e validação dos dados levantados na fazenda.

No sexto tópico, é feita uma análise crítica sobre as limitações que o trabalho apresenta, análises retrospectiva, para base de comparação dos resultados alcançados, e são propostos temas para possíveis estudos futuros. Por fim, na Conclusão são revisitadas as principais observações constatadas ao longo do trabalho.

2. ABORDAGEM DO TRABALHO

Como forma de organizar a abordagem do problema em estudo, desenvolveram-se alguns passos estruturados para atacá-lo. Esses passos consistiram basicamente em definir o problema, definir um objetivo para o projeto, pesquisar na literatura por material relevante, propor uma solução e realizar uma análise crítica sobre os resultados alcançados.

É importante destacar que foi privilegiado o foco e profundidade na análise de uma fazenda específica, ao invés de um estudo global e superficial de diversos produtores e do mercado de leite. No entanto, apesar de não ser o nosso principal foco, sempre que necessário esses assuntos foram estudados.

O primeiro passo para realizarmos o trabalho foi escolhermos uma fazenda para ser o nosso laboratório de estudo. A propriedade selecionada foi a Fazenda Membeca, que pertence a um parente de um dos autores do trabalho. A proximidade com o proprietário e com os dados reais permitiu uma aproximação maior com o universo dos pequenos produtores leiteiros. Além disso, foi possível entender o funcionamento, a rotina e as necessidades das fazendas leiteiras, bem como os principais problemas enfrentados. Foi observado que o cálculo da compra dos insumos é feito de forma comparativa entre uma quantidade determinada de receitas prontas, e não de forma ótima, calculando todas as possibilidades de receita a partir dos insumos disponíveis. A percepção de que pode haver perdas ou excessos de gastos na fazenda devido a um mecanismo ineficiente de cálculo contribuiu para corroborar a validade do problema estudado.

Em seguida, considerando-se os dados coletados por meio de entrevistas e a relevância do contexto em estudo, foram definidos os objetivos do projeto. A decisão de desenvolver uma ferramenta de programação linear para o cálculo de rações está relacionada à aplicabilidade desse método para o problema e à possibilidade de calcular uma quantidade muito grande de combinações de insumos, podendo assim chegar ao custo ótimo.

A seguir, foram estudados os outros trabalhos que envolveram programação linear e cálculo de rações. Foram levantados os métodos mais utilizados para este tipo de problema e quais as análises mais importantes a serem feitas para se alcançar resultados interessantes.

O próximo passo foi uma visita à fazenda, para conversar com seus administradores e outros trabalhadores e coletar informações relevantes. De posse dessas informações, o problema foi estruturado e modelado, tendo sido desenvolvida uma ferramenta de programação linear para o cálculo da compra de insumos para rações de vacas. A seguir, foram realizados testes para validar a solução proposta. Para a validação, foram utilizados dados históricos da fazenda com o objetivo de comparar os resultados.

Uma vez que a ferramenta estava modelada e funcional, foram feitas análises de utilidade. Foi feita uma análise retrospectiva, avaliando as economias que seriam obtidas caso a fazenda já estivesse utilizando esse mecanismo nos meses anteriores, dada sua demanda nesse período.

Por fim, foi feita uma análise crítica do trabalho realizado, a proposição de novos estudos sobre o tema e a conclusão.

3. CONTEXTO: A PRODUÇÃO LEITEIRA NA FAZENDA MEMBECA

3.1. HISTÓRICO DA FAZENDA

Tendo sido adquirida em 1988, a Fazenda Membeca já está em atuação há mais de vinte anos sob o comando de Sergio Delocco. Engenheiro de formação, Sergio comprou a propriedade inicialmente com o intuito de manter um sítio para o lazer de sua família. Com o tempo, começou a desenvolver uma produção leiteira que tem sido reconhecida na região pela eficiência e qualidade do leite.

A Fazenda Membeca conta com 96 hectares de terra, localizados a 1200 metros de altitude no Bairro dos Macacos, município de Silveiras, em São Paulo. A região é caracterizada por um clima ameno e agradável. A fazenda está localizada a 70 km do Parque Nacional da Serra da Bocaina, local visitado por turistas em busca de aventuras em um ambiente verde repleto de trilhas e cachoeiras. Além do turismo, a região também é conhecida pelo artesanato local e pela produção de leite e derivados.

A produção de leite é predominantemente realizada por pequenos produtores rurais e com baixa tecnologia. O leite vendido pelos produtores segue dois caminhos principais: as cooperativas de leite ou as fábricas locais de queijo. Muitos pequenos produtores com produção abaixo de 100 litros/dia costumam também produzir o queijo minas artesanal como forma de aumentar o valor agregado de seus produtos.

Inicialmente, ao ser adquirida, a fazenda contava com um pequeno curral e uma área de pasto. As vacas eram predominantemente de gado girolando e a produção leiteira era obtida por meio de ordenha manual, sendo classificado como um leite cru do tipo Cⁱ. A ordenha era feita uma vez por dia, pela manhã, antes da passagem do caminhão de leite da cooperativa. É importante ressaltar que a fazenda sempre esteve associada à Cooperativa de Laticínios de Lorena e Piquete, para quem vende sua produção.

Com o passar do tempo, foram incorporados diversos avanços na produção. Essas melhorias começaram a partir de estudos realizados na década de 90 pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) com alguns dos pequenos produtores da região, dentre eles Sergio Delocco da Fazenda Membeca. Esse estudo buscou desenvolver a qualidade dos animais e sua alimentação, visando impulsionar a produção leiteira local por meio da introdução de técnicas mais eficientes de gestão do gado. Na Fazenda Membeca, foi introduzido um programa de melhoria da qualidade dos animais por meio de inseminação artificial (treinamento e equipamento), compra de animais e adaptação deles ao clima e altitude da região. Além disso, passou a ser produzida a silagem própria a partir do plantio de insumos na propriedade e correção do solo para o plantio. Esse silo, composto dos alimentos plantados na fazenda, faz parte do programa de alimentação dos animais com o objetivo de aumentar sua produtividade.

Em paralelo à silagem, também começaram a ser adquiridos insumos concentrados para a alimentação das vacas, de grandes empresas como a Socil e Purina. As grandes dificuldades de Sergio para sua pequena produção eram, no entanto, o alto preço e a baixa disponibilidade desses insumos. Além disso, existia um grande risco de ficar dependente dessas empresas. Um exemplo foi um incidente ocorrido no início dos anos 2000, em que uma dessas empresas deixou de entregar um carregamento no valor de 7 mil reais em insumos devido a um erro no pagamento da distribuidora intermediária. Sergio notou a dependência que tinha dos fornecedores e começou a estudar a alimentação de gado leiteiro para começar a produzi-la na fazenda.

A partir daí, começaram a ser implantados mecanismos de controle da alimentação dos animais de modo mais organizado. Foram introduzidos os agrupamentos de animais, preparo específico de rações, softwares de cálculo das rações a partir de receitas fixas que buscam o menor preço. Além disso, o leite começou a ser tirado duas vezes por dia, o volume passou a ser registrado e controlado e o pessoal da fazenda passou a fazer treinamento regular em inseminação e cuidado de gado leiteiro. Com esses avanços a produção aumentou em 30% em 2002.

Com esse aumento da produção de leite, foi adquirida uma nova propriedade, a Ponte Nova, com o objetivo de expandir a área de plantio para a silagem. Com o aumento da silagem, alcançou-se o objetivo de estocar alimentos para o ano inteiro, o que possibilitou a produção da ração própria na fazenda. Além disso, a ordenha passou a ser feita três vezes ao dia, organizada em turnos de 8 horas, utilizando a ordenhadeira

mecânica. Com essas novas melhorias, observou-se um novo aumento na produção, dessa vez de 15% sobre o volume de leite anterior.

Busca por novas soluções para rações

Nos últimos 5 anos, no entanto, dois fatores tem levado Sergio a buscar novos avanços para o cálculo de rações: o aumento dos preços do mercado de insumos e a dependência de receitas fixas.

Por um lado, houve um aquecimento do mercado mundial das principais *commodities* que compõem as rações da fazenda, como o milho e a soja. Com o aumento dos preços, em muitos momentos, tornou-se impossível adquirir esses insumos, que constituem as maiores despesas da fazenda. Isso impactou diretamente a produção. Esse impacto pode ser explicado, em parte, porque as vacas, que estavam acostumadas a comer as rações com determinados insumos, tiveram sua flora intestinal afetada pela alteração brusca de suas rações e reduziram drasticamente a produção.

Além disso, as receitas usadas atualmente para preparar as rações das vacas são fixas e não permitem o ajuste quando algum insumo está faltando. Em um episódio em que o milho ficou em falta no mercado devido ao aumento excessivo dos preços, a fazenda foi obrigada a buscar ajuda de emergência para encontrar uma receita que atendesse os requisitos dos animais, ao menos para minimizar as perdas. Além disso, as receitas utilizadas hoje na fazenda foram criadas especificamente para atender os agrupamentos existentes. Os agrupamentos de vacas correspondem aos grupos nos quais os animais são separados, segundo suas condições fisiológicas e sua produção de leite. Eles servem para direcionar o cálculo de rações. Apesar de serem bastante eficazes, os agrupamentos atualmente estão limitados às vacas com produção até pouco mais de 20 kg de leite diariamente. No entanto, as necessidades nutricionais das vacas com produção mais elevada, que começaram a produzir na fazenda, não são atendidas pelas receitas fixas utilizadas e o produtor se vê incapaz de desenvolver rações para alcançar maior desempenho.

Dessa maneira, como se trata da maior despesa dessa propriedade rural e um dos principais requisitos necessários para manter uma alta lucratividade, Sergio vem buscando soluções para melhor calcular as rações da fazenda. Ele está em busca de um mecanismo que o permita calcular a compra de insumos que atendam aos requisitos

específicos nutricionais das vacas, especialmente as de maior produção que não são atendidas, com o menor custo total possível.

3.2. FUNCIONAMENTO DA FAZENDA

3.2.1. Instalações

Atualmente, a propriedade de Sergio Delocco é composta de três fazendas, cada uma com uma função específica:

- a) Fazenda Membeca: é a principal propriedade, já que centraliza as atividades de retirada de leite. Nela são mantidas as vacas em produção, as que estão próximas da parição, as que estão na eminência da inseminação e as bezerras mais novas.

Figura 1 - Fazenda Membeca. Fonte: Os autores.



Essa fazenda contém as seguintes instalações:

- Um curral com instalações de ordenhadeira mecânica para 4 animais simultâneos;

Figura 2 – Ordenhadeira Mecânica na Fazenda Membeça. Fonte: Os autores.



- Cocho de alimentação para 32 animais simultâneos;

Figura 3 – Vacas sendo alimentadas no cocho. Fonte: Os autores.



- Sala de picagem com uma picadeira mecânica de capim e milho;
 - Uma balança de gado;
 - Um bezerreiro, para abrigar os animais mais novos e recém paridos;
 - Um armazém de medicamentos e material de inseminação;
 - Um tanque refrigerador do leite produzido.
- b) Fazenda Ponte Nova: é a fazenda na qual são plantados os insumos dos silos. Nela são abrigados os animais em fase de pós-amamentação, crescimento, engorda, vacas secas, prenhas e atrasadas. Ela conta com um campo para o plantio e piquetes para o gado.

c) Paraitinga: é a propriedade adquirida mais recentemente. Ela serve exclusivamente para o plantio de alimentos para os silos.

3.2.2. Mão de Obra

A equipe da fazenda é composta de 6 funcionários, além do produtor, sendo eles:

- 1 administrador rural;
- 2 tiradores de leite;
- 1 empregado para cuidar dos animais da Ponte Nova;
- 2 empregados encarregados de fabricar e transportar a ração e da manutenção em geral.

Figura 4 – Tirador de leite acoplando a ordenhadeira mecânica. Fonte: Os autores.



Além disso, um veterinário visita a propriedade uma vez por mês para avaliar a condição física do gado.

3.2.3. Fontes de Renda

A principal fonte de renda da fazenda é proveniente da venda de leite. O leite retirado na fazenda é cru refrigerado do tipo Bⁱⁱ. A propriedade mantém um volume médio de produção de cerca de 800 litros de leite por dia. Apesar disso outras fontes de renda também são somadas ao faturamento, como a venda de vacas secas e touros para corte. As vacas que já não produzem de forma tão eficiente quando estão mais velhas, mas ainda são capazes de produzir leite, também são transacionadas com outros fazendeiros da região. É importante ressaltar que o preço do litro de leite é um dos fatores limitantes

para o aumento da lucratividade da fazenda e tem seu valor controlado pelo mercado e por intervenção do governo, já que é um produto que compõe a cesta básica.

Além dessas fontes de renda, a fazenda também incorporou a venda de rações para outros produtores da região. De fato, o resultado positivo alcançado na Fazenda Membeca com a adoção das rações contribuiu para a criação da demanda por parte dos outros produtores locais que buscam aumentar sua eficiência. Atualmente, são vendidos cerca de 10% do volume de rações produzidos na propriedade.

3.2.1. Despesas

Em uma fazenda de gado leiteiro devem ser consideradas diversas despesas para compor o custo total de produção. Essas despesas podem ser classificadas de diversas formas dependendo do objetivo e da situação. A seguir são apresentados exemplos de despesas existentes em fazendas leiteiras, seguindo uma classificação tradicional de fixos e variáveis.

Nas fazendas leiteiras existem as despesas fixas, como, por exemplo, impostos com a propriedade, mão de obra para a produção e gastos com veterinário, que realiza uma visita mensal. Dentre as variáveis podemos listar com exemplos os gastos com compra de insumos para ração, manutenção com construção e equipamentos, sêmen para inseminação artificial, compra de animais, fertilizantes, combustíveis, entre outros. Além disso, existem os gastos com as contas de luz, água, telefone e internet. Dado o crescimento da produção, são incorporados também investimentos em terreno equipamentos e infraestrutura de instalações.

Das despesas mensais, o gasto mais significativo é realizado com a compra de insumos que compõem o concentrado de nutrientes para rações. Segundo afirma Sergio, em sua propriedade esse gasto supera 60% do total. Segundo o estudo de DE RESENDE (2010, p.99), o custo de alimentos concentrados por litro de leite produzido representa cerca de 30% do custo total, três vezes superior ao custo da mão-de-obra. Dessa maneira, observa-se que o custo relativo com a compra de insumos é extremamente elevado e um dos mais significativos em fazendas leiteiras. Para DE RESENDE, a redução do custo de concentrados por litro de leite, obtida por diluição da exigência nutricional de manutenção por maior produção por vaca, por melhoria na qualidade das forragens ou por menor custo por unidade de concentrado produzido ou comprado, pode ser uma rota efetiva para induzir ganho de eficiência nessas fazendas.

3.3. ORGANIZAÇÃO DA PRODUÇÃO E CÁLCULO DE RAÇÕES

3.3.1. Classificação dos animais

Os animais, de acordo com as suas características – como peso, produção de leite, se está amamentando, ou se está prenha – têm diferentes necessidades nutricionais. Baseado na necessidade especial de cada animal, foram criados, na Fazenda Membeca, sete agrupamentos de modo que os animais de cada agrupamento tenham características parecidas e possam se alimentar da mesma ração. Esses nove agrupamentos são baseados em seis macro classificações:

Tabela 1 – Classificação dos animais na fazenda. Fonte: Fazenda Membeca.

Classificação	Características da Alimentação
Amamentação	Alimentação quase exclusiva de leite
Pós Amamentação	Começam a se alimentar de volumoso (capim e matéria seca), mas ainda assim 50% da sua alimentação é composta de leite em pó
Crescimento	Animais com peso entre 110 kg a 250 kg
Engorda	Animais com peso entre 250 e 350 quilos
Solteiras	Vacas inseminadas, mas que ainda estão em fase de crescimento. Requer uma alimentação especial, pois além do seu próprio crescimento, ela deve nutrir o feto
Produção	Vacas que estão produzindo leite

No entanto, dentro dessas classificações há algumas diferenças na alimentação que devem ser levadas em consideração. Dessa forma, atualmente a fazenda conta com os seguintes agrupamentos, que foram criados adicionando subclassificações à divisão mostrada na tabela abaixo:

Tabela 2 - Agrupamentos das vacas da fazenda. Fonte: Fazenda Membeca.

MACRO CLASSIFICAÇÃO	AGRUPAMENTO DAS VACAS
Amamentação	Amamentação
Pós Amamentação	Bezerras pós amamentação
Crescimento	Bezerras entre 110 e 250 Kg
Engorda	Bezerras entre 251 e 350 Kg
Solteiras	Vacas à 30 dias antes do parto
Produção	Início de lactação ou ≥ 20 Kg/dia

Produção	15 kg < Produção Diária < 20kg
Solteiras	Secas até 30 dias antes do parto e touros

Cada agrupamento se alimenta de uma ração diferente, que conta com os nutrientes específicos necessários em cada estágio da vida do animal. Segundo Sergio Delocco, da Fazenda Membeca, ministrar uma ração adequada para atender às diferentes necessidades do gado ao longo de seu crescimento é essencial para desenvolver vacas de altíssimo rendimento.

3.3.1. Alimentação do gado leiteiro

É importante clarificar neste ponto como é feita a alimentação das vacas nessa fazenda. As vacas que não estão em produção são separadas em grupos de 6 animais, mantendo os animais de cada agrupamento juntos. Cada um desses grupos é disposto em um piquete, que é uma seção de pasto separado por cercas onde as vacas podem se alimentar de capim. Cada um desses piquetes possui um cocho em que são dispostas as rações e a água ao longo do dia. As rações, para as vacas que não estão em produção de leite são ministradas duas vezes ao dia.

Figura 5 – Cocho para alimentação de vacas secas na Fazenda Ponte Nova. Fonte: Os autores.



As vacas em produção são alimentadas três vezes ao dia, a cada oito horas, logo antes da retirada do leite. Além disso, elas são soltas no pasto ao longo do dia e podem comer capim do pasto, e beber água nos cochos. A alimentação ministrada antes da retirada de leite é composta de ração com uma parte de concentrado e uma parte chamada de

volumoso, composto de silagem e capim fresco. É importante ressaltar que as vacas em produção na Fazenda Membeca recebem diariamente 30 Kg de alimento, dividido entre as refeições.

Figura 6 – Cocho para a alimentação das vacas em produção na Fazenda Membeca. Fonte: Os autores.



Os silos na fazenda são feitos com os grãos plantados lá mesmo, como milho e aveia, e são estocados para todo o ano. O concentrado é composto de grãos e os sais minerais. O ideal é que seja consumido muito volumoso e o mínimo possível de concentrado, pois esse último causa problemas de acidose na vaca, podendo provocar até a morte. Por outro lado, ele funciona como um suplemento alimentar para os animais e a sua composição influencia diretamente a produção de leite. É necessário então utilizar uma quantidade exata de concentrado, que é a máxima possível para potencializar a produção de leite, mas sem comprometer a saúde dos animais.

Para uma vaca que produz trinta quilos de leite por dia, por exemplo, são necessários 27% de proteína. Já para uma vaca que produz cinquenta quilos por dia, essa necessidade aumenta. Para alcançar esses níveis mais elevados é preciso ministrar alimentos mais concentrados em teor proteico, como a uréia que possui 80% de proteína. No entanto, isso deve ser feito com um limite para que o gado não sofra com acidose.

3.3.2. Mecanismo atual de cálculo da ração

Devido à complexidade de ajustar a alimentação adequada a cada agrupamento, o proprietário da fazenda desenvolveu uma ferramenta no Microsoft Excel® que automatiza o cálculo dos insumos que devem ser comprados para produzir as rações.

Levam-se em consideração o menor preço dos fornecedores e as necessidades nutricionais de cada agrupamento. No entanto, a ferramenta atual utiliza receitas fixas, limitadas às necessidades de vacas de produção de cerca de 20 Kg de leite. Atualmente, no entanto, o Membeca já conta com vacas de produção de até 50 Kg, que não têm sido alimentadas com a ração ideal porque o fazendeiro não conta com receitas corretas para o preparo.

Para cada agrupamento existe uma quantidade de receitas de rações pré-definidas. Essas receitas foram disponibilizadas por um dos fornecedores da fazenda, a Tortuga®, empresa fornecedora de insumos para a nutrição animal. As receitas são baseadas nos nutrientes que devem ser ingeridos diariamente. Elas foram desenhadas a partir da combinação de diferentes insumos e buscam atender às necessidades nutricionais dos diferentes agrupamentos, cada uma a um custo diferente.

Dessa forma, o funcionamento da ferramenta atual se dá, primeiramente através da comparação dos preços dos fornecedores. Esses preços são utilizados para avaliar o custo de todas as receitas existentes na ferramenta, que somam cerca de 200 para cada agrupamento. A receita mais barata para cada agrupamento é a escolhida a partir do menor preço comparativo por quilo de ração, considerando a mistura de todos os insumos utilizados. A partir dessas receitas escolhidas, são feitos os cálculos da quantidade total de insumos que deve ser comprada em cada período para toda a fazenda. Esse período é de cerca de vinte dias e está relacionado ao volume total que um caminhão pode trazer em uma viagem. A estocagem dos insumos não é um problema porque não há limitações grandes de espaço e as sobras podem ser vendidas para outros produtores locais.

A ferramenta atual é bastante rígida e restrita às diferentes rações e agrupamentos já existentes, sem possibilitar a inclusão de novas informações como alterações de insumos, agrupamentos e necessidade de nutrientes. Assim, foram listados como os principais problemas para o cálculo de rações enfrentados pelo fazendeiro os seguintes:

- a) **Receitas restritas:** as receitas atuais foram disponibilizadas pela Tortuga em seu *website* e estão limitadas aos agrupamentos atuais. Não há receitas para vacas de produção de 30 kg, 40 kg ou 50 kg de leite por dia que já começam a produzir na fazenda. Apesar de o fazendeiro ter estudado sobre a nutrição de gado leiteiro e ser capaz de alimentar esses animais, o cálculo do valor ótimo a ser comprado,

dadas as restrições nutricionais e os preços, é complexo e ainda não foi desenvolvido na propriedade.

- b) **Insumos fixos:** Os insumos considerados nas receitas são fixos. Existem dois principais problemas relacionados a esse fator: (i) falta de insumos no mercado e (ii) chegada de novos insumos. Por um lado, se houver falta de um insumo no mercado devido, por exemplo, à alta de preços, relacionados à flutuação no mercado internacional, o fazendeiro dificilmente conseguirá substituir os alimentos das rações. A alteração brusca de rações pode causar grandes quedas na produção de leite das vacas, que têm sua flora intestinal afetada pela mudança. Isso já aconteceu na fazenda, como foi mostrado no histórico. Por outro lado, se um novo insumo interessante chegar ao mercado ele nunca poderia ser selecionado pela ferramenta atual.
- c) **Dependência de sais de um fornecedor:** as receitas atuais foram disponibilizadas pela Tortuga, uma empresa focada em venda de sais minerais para a alimentação de animais. Dessa forma, as receitas foram desenhadas para compor a ração com esses sais. Como a ferramenta atual utilizada na fazenda considera rações fixas e todas consideram os sais da Tortuga, aumenta o risco do produtor em caso de falta da ração devido à dependência a esse fornecedor.

Quando da criação da ferramenta, as vacas chegavam a uma produção máxima próxima de 30 quilos. Atualmente, no entanto, elas produzem até 50 quilos, mas continuam com uma alimentação referente à produção dos 30 quilos, devido à rigidez da ferramenta. Esse descompasso entre a alimentação e a produção afeta na produtividade do animal, que, se estivesse com a alimentação adequada, poderia produzir ainda mais do que 50 quilos. Ter uma ferramenta que permita adicionar novos agrupamentos e novas necessidades nutricionais, é, portanto, um dos objetivos do proprietário da fazenda.

Por essa razão, chegamos a um ponto interessante do nosso trabalho: não necessariamente precisamos de uma ferramenta que vá reduzir os custos atuais da fazenda, mas sim de uma ferramenta que possa se adaptar à realidade da mesma, ajustando-se às novas necessidades que possam aparecer. O foco nesse caso é aumentar a produtividade do gado e, com isso, aumentar o lucro líquido do proprietário com a venda do leite. Essa abordagem difere, por exemplo, de uma tradicional, que utilizasse como *driver* principal a redução de custos.

Quando a ração das vacas de maior produção for ajustada às suas necessidades nutricionais, provavelmente o custo com os insumos vai ser maior. No entanto, a produtividade dessas vacas também vai aumentar, e a fazenda terá um ganho com o maior volume de vendas do leite, que facilmente ultrapassará os gastos com a ração.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

4.1. PROGRAMAÇÃO LINEAR

A Programação Linear (PL), uma das técnicas utilizadas na Pesquisa Operacional (PO), é um método que busca achar a solução ótima de problemas que podem possuir muitas soluções. Para chegar ao resultado, são realizadas iterações sucessivas de matrizes relacionando as variáveis do modelo, de modo a maximizar ou minimizar o valor de uma função linear.

Segundo CAIXETA FILHO (2001, p.10), a Programação Linear é o “aprimoramento de uma técnica de resolução de sistema de equações lineares via inversões sucessivas de matrizes, com a vantagem de incorporar uma equação linear adicional representativa de um dado comportamento que deva ser otimizado”. A PL procura, dessa forma, identificar o melhor resultado para uma função objetivo que descreve a relação de fatores da produção, levando em conta as restrições com os recursos existentes no processo.

Observa-se que a PL permite encontrar o resultado ótimo para um problema que tenha sido modelado em uma função matemática. Para que seja útil, no entanto, esse modelo deve ser testado e a solução avaliada. Apenas após a validação do modelo e das soluções que ele propõe será possível implementar tal ferramenta na produção. Dessa maneira, de acordo com SILVA (2013, p.7), podem ser levantadas como algumas das principais vantagens e desvantagens da utilização de modelos na Pesquisa Operacional, as seguintes:

a) Vantagens

- Emerge sob a forma gráfica, para representar a realidade aprendida em determinado momento;
- Simplifica a visualização da amplitude das variáveis sem alterar a essência;
- Ajuda a identificar várias relações possíveis entre os elementos da realidade;
- Possibilita compreender relações complexas;

- Serve como base para estabelecer e aprimorar parâmetros.

b) Desvantagens

- Limitações na identificação de todas as variáveis relevantes que influenciam em determinada situação;
- Problemas na definição das propriedades a serem mensuradas e na especificação de procedimentos para tal;
- Dificuldades no entendimento entre os provedores e os usuários da informação.

Segundo MEDEIROS *et al.* (2004, p.3), no caso da PL, descrevem-se modelos que buscam os problemas de PL buscam a distribuição eficiente de recursos limitados para atender a um determinado objetivo, em geral, maximizar lucros ou minimizar custos.

Nesses modelos, o objetivo é expresso pelo que chamaremos de Função Objetivo. É necessário que se definam as atividades que consomem recursos e quais as proporções em que os mesmos são consumidos (MEDEIROS *et al.*, 2004). Para isso, são apresentadas equações ou inequações lineares que descrevem as restrições do modelo, relacionadas com cada recurso. Conforme afirma MEDEIROS *et al.*, existem diversas formas de se distribuir os recursos escassos, no entanto o que se busca com a PL é, no caso de um meio de produção, a maximização dos lucros ou minimização dos custos. Essa é a chamada solução ótima do modelo.

Dessa forma, o estudo de Programação Linear objetiva a definição da solução ótima por meio da manipulação de um modelo linear, constituído de uma função objetivo e as restrições lineares.

4.2. PROBLEMA DA DIETA

Para ilustrar os problemas de programação linear, pode-se usar o problema clássico da dieta. Ele se refere a uma situação onde se deseja obter certa qualidade na alimentação, seja para o aumento de produção (caso da pecuária leiteira), seja para recuperação/controlar o estado de saúde (caso dos diabéticos). Sendo assim, há uma quantidade de nutrientes mínimos necessários que seja ingerida por dia, e uma relação de alimentos que podem fornecer esses nutrientes. Cada alimento tem um custo específico, e o objetivo do problema é fornecer os nutrientes necessários ao menor custo, através da escolha ótima dos alimentos. Segundo ESTELLITA LINS, CALÔBA (2006), pode-se definir matematicamente o problema como:

Variáveis de decisão: x_j = quantidade de alimentos que entram na dieta;

Dados conhecidos: n alimentos a seus custos c_1, \dots, c_n

m nutrientes necessários e quantidades mínimas b_1, \dots, b_m

a_{ij} quantidade do i -ésimo nutriente do j -ésimo alimento

Objetivo: Obter a dieta adequada de menor custo.

Sujeito às seguintes restrições:

$$\left. \begin{array}{l} a_{11}x_1 + \dots + a_{1n}x_n \geq b_1 \\ \dots \\ a_{1m}x_1 + \dots + a_{mn}x_n \geq b_m \\ x_j \geq 0, \forall j \end{array} \right\} \text{Conjunto de restrições do problema}$$

Função objetivo: $\text{Min } c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n$

Essa é uma das formulações mais simples do problema da dieta, e é usado muitas vezes para introduzir o tema da programação linear. Adicionalmente, podem ser inseridas restrições de máximo de nutrientes, e mínimos e máximos de insumos (alimentos), como será apresentado dentro do próximo tópico.

4.3. *SOFTWARES* DE AUXÍLIO À DECISÃO NA PECUÁRIA LEITEIRA

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o Brasil foi o 3º maior produtor de leite em 2011, com uma produção de 32,1 bilhões de litros, ficando atrás apenas dos Estados Unidos e Índia. A pecuária leiteira se configura, então, como uma atividade econômica de grande importância para o país. Com o advento da revolução científica, as tecnologias de informação automatizaram os sistemas produtivos, inclusive a pecuária (LOPES et al., 2000). Porém, essa atividade foi beneficiada tardiamente, se comparada a outros setores produtivos (ANTUNES e ANGEL, 1995).

Durante o processo de informatização da atividade pecuária, foram desenvolvidos sistemas computacionais que auxiliam a tomada de decisão por parte do gestor da fazenda (LOPES, 1997), tanto em relação às decisões operacionais, quanto aos relatórios econômicos e financeiros.

MEDEIROS *et al.* (2004) se utilizou de planilhas eletrônicas para maximizar a quantidade de animais que uma propriedade produtora de leite deve ter durante um ano, de forma que o uso de seus recursos seja ótimo. Considerando que as fazendas têm geralmente animais de diferentes idades, pesos e capacidade de produção de leite, é aconselhado separá-los em agrupamentos, pois eles consumirão diferentes recursos produtivos. As restrições do problema se referem às limitações de recursos existentes, como custo da terra, custos e despesas com máquinas, equipamentos, alimentação, inseminação artificial, mão-de-obra, produtos veterinários e despesas administrativas. No modelo, a quantidade máxima das variáveis pode ser representada por x_i , i variando de 1 a 5, representando cinco agrupamentos. A função objetivo é:

$$\text{Max } Z = \sum_{i=1}^5 X_i ,$$

Sujeita a não ultrapassar as quantidades máximas de recursos, como por exemplo a área total disponível para a atividade leiteira

$$\sum_{i=1}^5 a_i * X_i \leq AT ,$$

onde a_i é a quantidade que cada agrupamento consome do recurso orçado (área disponível). O resultado desse problema é a quantidade máxima de animais possível de ser criada segundo às restrições dos recursos.

Outra abordagem utilizando *softwares* foi feita por LOPES (2000), onde o objetivo era calcular o custo da produção de leite, o que envolve muitos cálculos e detalhes que requerem bastante atenção no momento de executá-los. Foi desenvolvida uma planilha de apresentação com os principais resultados financeiros e econômicos da fazenda. Os usuários entram com os dados de receita, despesas, produção e estoques, e o *software* calcula os custos operacionais, margem líquida e bruta, o resultado da fazenda, preços por quilo, preço médio do leite, produção total da fazenda, entre outros.

Uma terceira abordagem diferente foi feita por BARIONI *et al.* (2003), quando utilizaram uma planilha eletrônica para auxiliar na formulação de dietas de custo mínimo da matéria seca para bovinos de corte. Nessa modelagem, o custo de matéria seca (CMS) foi calculado como o somatório do produto do preço e da quantidade de cada alimento na composição da dieta, e esse é o custo que se deseja minimizar.

$$CMS = \sum_{i=1}^n (P_i * A_i)$$

Onde: P_i : preço da matéria seca do i -ésimo alimento, R\$/kg;

A_i : proporção do i -ésimo alimento na matéria seca, kg/kg.

O problema está sujeito às seguintes restrições:

As proporções não podem ser negativas:

$$A_i \geq 0 ;$$

Deve se especificar qual a quantidade de ração que deve ser feita, para que o programa não dê um resultado nulo (custo igual a zero, logo, mínimo):

$$\sum_i A_i = 1 ;$$

As quantidades ingeridas de nutrientes devem respeitar um limite máximo (T_j) e mínimo (E_j):

$$\sum_i N_{ij} A_i > E_j$$

$$\sum_i N_{ij} A_i < T_j ;$$

As quantidades ingeridas de insumos também devem respeitar limites máximos (Mx_i) e mínimos (Mn_i):

$$A_i > Mn_i$$

$$A_i < Mx_i .$$

Esses cálculos são realizados no Microsoft Excel® e chega-se à formulação ideal da dieta para o bovino de corte, considerando suas restrições alimentares.

A partir dessas diferentes abordagens percebe-se três diferentes usos dos *softwares* no contexto da pecuária leiteira. A abordagem feita por LOPES (2000) é destinada à análise econômica e financeira, enquanto que a abordagem de MEDEIROS *et al.* (2004) se destina às decisões de maximização da quantidade de animais na propriedade, já incluindo elementos da programação linear. BARIONI *et al.* (2003) focaram no desenvolvimento de um *software* para formulação da ração, que se assemelha ao estudado nesse trabalho.

5. A SOLUÇÃO PROPOSTA

O objetivo da ferramenta proposta é auxiliar o cálculo do volume de insumos para ração, utilizando mecanismos de programação linear para que seja alcançado o menor custo possível, sempre respeitando as necessidades nutricionais dos agrupamentos. O modelo proposto por BARIONI *et al.* (2003) se aproxima com o objetivo desse trabalho, no que tange a formulação da ração para um conjunto de animais. No entanto, o *software* desenvolvido por eles é para ser utilizado para apenas um agrupamento de cada vez, e não há menção de nenhuma atividade relacionada à compra da ração. Por causa disso, não é considerado o período de compra, nem a quantidade de animais existentes na fazenda, e conseqüentemente, também não é considerada a quantidade total de insumos que deve ser comprada ao final do período. Sendo assim, não é possível chegar ao custo total mensal da fazenda. No presente trabalho, procurou-se incluir esses aspectos citados à modelagem proposta por BARIONI *et al.* (2003).

Para se chegar ao resultado esperado, e se fazer uma boa modelagem do problema, é preciso passar por três fases: estruturação, modelagem e validação dos resultados.

5.1. ESTRUTURAÇÃO

A estruturação do problema é parte fundamental da programação linear e deve ser o primeiro passo na resolução de um problema. Em um primeiro momento, os problemas podem se apresentar de maneira desordenada e complexa, não havendo clareza de onde se quer chegar. Por isso, deve ser feita a estruturação do mesmo, identificando as variáveis que efetivamente contribuem para o problema e que estão relacionadas aos seus objetivos. Um bom modelo captura tudo o que é relevante no contexto em questão e exclui aquilo que dificulta a sua execução e não é essencial. Trabalhar com variáveis que não influenciam no problema acaba por aumentar a sua complexidade desnecessariamente. O modelo é, portanto, uma simplificação da realidade, onde as soluções encontradas possam ser aplicadas à vida real.

Com o intuito de estudar o que vai ser incorporado ao modelo, e o que vai ser excluído, conversamos com os trabalhadores da fazenda, para entender melhor quais são as variáveis que podem influenciar na escolha dos insumos para a ração. Em decorrência dessas entrevistas foi elaborado um mapa conceitual da ração, desenvolvido através do *software* IHMC Cmap Tools, do Institute for Human and Machine Cognition (IHMC). Mapa conceitual é uma ferramenta utilizada pra representar o conhecimento de uma

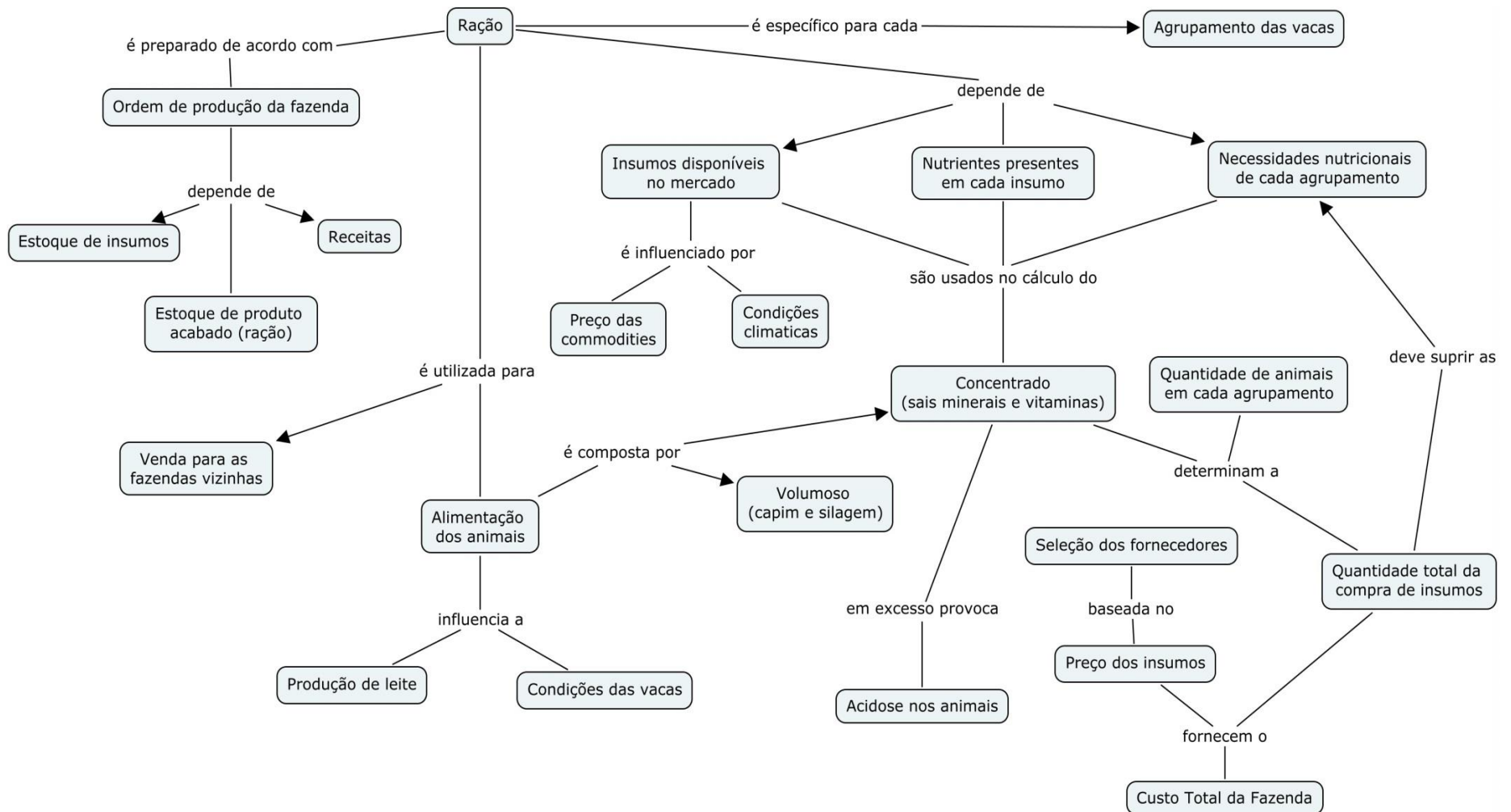


Figura 7 - Mapa conceitual para a utilização da ração em uma fazenda leiteira.

Fonte: Os autores

forma organizada, onde são evidenciadas todas as questões relacionadas ao seu problema e a relação entre elas. A utilização do mapa conceitual torna bem mais fácil a compreensão de todos os fatores envolvidos na produção da ração.

Analisando o mapa, percebe-se que a ração é determinada especificamente para cada agrupamento de animais, e dependem das necessidades nutricionais de cada agrupamento, dos insumos disponíveis no mercado e dos nutrientes presentes nesses insumos. A disponibilidade dos insumos no mercado é influenciada pelo preço das *commodities* e pelas condições climáticas, que podem beneficiar ou prejudicar a safra. Percebe-se também que a ração é composta pelo volumoso (silagem e capim) e pelo concentrado (sais minerais e vitaminas), utilizado como complemento alimentar. No entanto, em excesso, ele pode causar acidose nos animais. O concentrado é comprado dos fornecedores, levando em consideração o preço dos insumos praticado por cada fornecedor, e são os responsáveis pelos maiores custos com insumos. O volumoso é obtido na própria fazenda, não havendo necessidade de compra através de nenhum fornecedor. A ração é feita pelos funcionários, de acordo com os insumos disponíveis e com as rações que estão em menor quantidade no estoque.

A partir do mapa conceitual e das entrevistas realizadas foi possível entender quais são as particularidades em relação ao problema clássico da dieta, e quais dessas variáveis têm relevância significativa na estruturação do problema.

Entre os parâmetros de relevância significativa estão:

- Agrupamento das vacas;
- Preço dos insumos;
- Nutrientes presentes em cada insumo;
- Nutrientes ingeridos por cada agrupamento;
- Composição do quilo de ração de cada agrupamento (receita da ração);
- Quantidade de vacas por agrupamento;
- Quantidade máxima de concentrado que cada agrupamento deve ingerir; e
- Custo total da fazenda com a compra dos insumos.

Entre os parâmetros de relevância não significativa para o problema estão:

- Custo de Armazenagem e Custo de Estoque: como não há restrição de espaço na fazenda, bem como nenhum custo em função do aumento do estoque e armazenagem, consideramos esses custos como não significativos e por isso não serão considerados.
- Quantidade em estoque: a compra dos insumos para fazer a ração não é influenciada pela quantidade estocada, porque o excedente da compra é usado para fazer outras rações que são vendidas para as fazendas vizinhas.
- Os fornecedores e seus respectivos *lead times* foram parcialmente considerados. O proprietário seleciona os fornecedores não somente pelo preço dos insumos, mas também em função das condições de pagamento. Dessa forma, não necessariamente o insumo mais barato será selecionado. Quando há uma diferença pequena no preço, um fornecedor um pouco mais caro pode ser selecionado, dependendo das condições de pagamento. O *lead-time* nunca foi um fator de desempate entre os fornecedores, de modo que também não foi considerado no modelo.

Esses parâmetros estão resumidos no quadro abaixo:

Tabela 3 - Relevância Significativa x Não Significativa no problema. Fonte: Os autores

	Relevância significativa	Relevância não significativa
Geral	<ul style="list-style-type: none"> • Preço dos insumos • Nutrientes em cada insumo • Nutrientes ingeridos por cada agrupamento • Agrupamento das vacas • Composição do quilo de ração de cada agrupamento 	
Específico	<ul style="list-style-type: none"> • Quantidade de vacas por agrupamento • Máximo de concentrado que cada agrupamento deve ingerir • Custo total da fazenda com a compra dos insumos 	<ul style="list-style-type: none"> • Custo de armazenagem • Custo de estoque • Quantidade em estoque • Fornecedores • Lead time

5.2. MODELAGEM

A modelagem é a etapa em que ocorre a representação matemática do problema em questão, ou seja, transforma-se o problema previamente estruturado em linguagem

matemática para que os cálculos possam ser realizados. São definidas as variáveis de decisão, as restrições e a função objetivo.

As variáveis de decisão são, segundo ESTELLITA LINS, CALÔBA (2006), “as variáveis consideradas relevantes ao problema, passíveis de quantificação e disponíveis”. Fazendo um paralelo com o problema tradicional da dieta, as variáveis de decisão são as quantidades x_i de alimento que entram na dieta, onde x é a quantidade e o índice i representa o alimento.

A função objetivo (FO) é “uma função, produto de coeficientes pelas variáveis de decisão, que se deseja otimizar no problema, como a maximização do lucro ou minimização dos custos” (ESTELLITA LINS, CALÔBA, 2006). A função objetivo é em geral representada por um somatório e, no problema da dieta, a FO é o seu custo total da dieta, que deve ser minimizado.

As restrições são as limitações do sistema, tal como capacidade de uma fábrica ou limite de gastos com determinado insumo. Pode ser também a quantidade mínima de nutrientes, ou seja, os alimentos ingeridos devem satisfazer a quantidade mínima necessária de cada nutriente que uma pessoa deve ingerir por dia.

A representação matemática do modelo começa com os índices. No nosso modelo, esses índices são os agrupamentos das vacas a , os insumos i e os nutrientes n . Em seguida, são definidas as variáveis de decisão, os parâmetros, a função objetivo e as restrições. Todas essas entidades recebem diferentes valores de acordo com o índice na qual elas estão relacionadas. Por exemplo: a quantidade de nutrientes presentes em cada insumo é um único parâmetro, mas que vai variar de acordo com o nutriente n e o insumo i .

Tabela 4 - Índices do modelo. Fonte: Os autores

Índices	Descrição
a	Agrupamentos da Vaca
i	Insumos
n	Nutrientes

Pode-se definir o problema em questão da seguinte forma:

- Variáveis de Decisão:

x_{ia} : Quantidade de insumos i utilizados em 1 quilo de concentrado para cada agrupamento a , ou seja, é a composição do concentrado [kg/kg];

- Parâmetros:

ni_{ni} : Nutrientes n presentes em cada insumo i ;

Min_{na} : Mínimo necessário de nutrientes n para o agrupamento de animais a ;

Max_{na} : Máximo permitido de nutrientes n para o agrupamento de animais a ;

Min_{ia} : Mínimo necessário de insumos i para o agrupamento de animais a ;

Max_{ia} : Máximo permitido de insumos i para o agrupamento de animais a ;

p_i : Preço por quilo dos insumos i ;

Q_a : Quantidade de animais em cada agrupamento a ;

c_a : Quantidade máxima de concentrado ingerida pelos animais de cada agrupamento a diariamente;

d : Período considerado para a compra da ração (em dias);

pr_i : Preço do saco de insumo i ;

ps_i : Peso do saco de insumo i – quantidade de quilos de insumo em um saco;

- Função Objetivo: É representada pelo somatório do **custo total da fazenda**, onde são consideradas as composições das rações x_{ia} , as quantidades de concentrado de cada agrupamento c_a , as quantidades de animais em cada agrupamento Q_a , o período d para o qual está sendo comprada a ração, o peso do saco de insumo ps_i e o seu preço pr_i .

$$\text{Minimizar} \quad \sum_{y=1}^i \left(\frac{\left(\sum_{x=1}^a x_{ia} * c_a * Q_a \right) * d}{ps_i} * pr_i \right)$$

- Variáveis do Problema

- Compra total do período: Quantidade total de cada insumo i que deve ser comprado por período, considerando todos os agrupamentos a .

$$\left(\sum_{x=1}^a x_{ia} * c_a * Q_a \right) * d, \forall i \in \text{insumos}$$

- Preço por quilo de ração: É o custo com insumos para produzir um quilo de concentrado para cada agrupamento a .

$$\sum_{x=1}^i x_{ia} * p_i, \forall a \in \text{agrupamentos}$$

- Restrições

- Satisfazer as necessidades nutricionais mínimas:

$$\left(\sum_{x=1}^i n_{ni} * x_{ia} \right) \geq \text{Min}_{-n_{an}}, \forall a \in \text{agrupamentos}$$

- Respeitar os limites máximos nutricionais:

$$\left(\sum_{x=1}^i n_{ni} * x_{ia} \right) \leq \text{Max}_{-n_{an}}, \forall a \in \text{agrupamentos}$$

- Satisfazer a necessidade mínima de ingestão de determinados insumos:

$$x_{ia} \geq \text{Min}_{-i_{ia}}, \forall i \in \text{insumos}, \forall a \in \text{agrupamentos}$$

- Respeitar os limites máximos de ingestão de determinados insumos:

$$x_{ia} \leq \text{Max}_{-i_{ia}}, \forall i \in \text{insumos}, \forall a \in \text{agrupamentos}$$

A única restrição considerada sobre a ingestão de insumos foi uma limitação de uréia em 4% para todos os agrupamentos.

- Composição da ração: é preciso determinar qual a quantidade de ração que se deseja formular. Caso contrário, a modelagem matemática leva ao resultado nulo, pois tem o menor custo (custo zero). Será usado 1 quilo de ração.

$$\sum_{x=1}^i x_{ia} = 1, \forall a \in \text{agrupamentos}$$

vi. Restrição de não-negatividade: A quantidade de insumos para cada agrupamento não pode ser menor do que zero.

$$x_{ia} \geq 0, \quad \forall i \in \text{insumos}, \quad \forall a \in \text{agrupamentos}$$

5.3. TESTE DE *SOFTWARES*

A primeira ferramenta utilizada para a modelagem do nosso problema foi o Solver, do Microsoft Excel®. Ele tem a vantagem de ser um suplemento do próprio MS Excel®, e por isso mais fácil de ser usado pelo proprietário da fazenda. Além disso, é amplamente disseminado e não necessita fazer importações e exportações de dados para outros programas. No entanto, há limitações referentes ao tamanho do modelo.

O Solver está limitado a 200 células variáveis, que são as células das variáveis de decisão, e 100 células de restrições. No problema estudado, há menos de 200 células de variáveis de decisão, mas há mais de 100 células de restrições.

Sendo assim, foi feita uma busca por alguns *softwares* de programação linear que permitissem o desenvolvimento desse modelo. As principais características levadas em consideração nessa avaliação foram: possibilidade de interface com o MS Excel®, e número de variáveis e de restrições suportadas pelo *software*. Para as versões gratuitas dos *softwares*, foi avaliado o período de uso gratuito, e para as versões pagas, foi avaliado o preço da licença. Os *softwares* analisados foram:

- AIMMS®, da Paragon Decision Technology;
- GAMS®, da GAMS Development Corporation;
- Lindo®, da Lindo System; e
- Lingo®, da Lindo System.

Tabela 5 - Avaliação dos Softwares. Fonte: Os autores

Nome	Software Gratuito			Licença			
	Variáveis	Restrições	Tempo	Variáveis	Restrições	Preço	Excel
AIMMS	300	100	Renovável anualmente	N/D	N/D	\$ 8500	Sim
GAMS		300	N/D	3.000	2.000	\$ 3200	Sim
Lindo	300	150	1 mês	2.000	1.000	\$ 395	Não
Lingo	300	150	6 meses	2.000	1.000	\$ 495	Sim

Analisando as opções acima, chega-se à conclusão de que nenhum *software* gratuito conseguiria suportar a modelagem, dado o grande número de restrições. A opção de compra da licença de um *software* chegou a ser considerada pelo proprietário da fazenda, mas não foi a opção que mais lhe agradou. Como alternativa à compra da licença, foi sugerido ao proprietário a opção de dividir o modelo em outros menores, otimizando a compra de ração para cada agrupamento separadamente. Nesse caso, é necessário somar a quantidade de insumos para cada agrupamento, para se chegar à quantidade total de insumos para a fazenda no período. Essa opção foi a escolhida pelo gestor da fazenda, principalmente por ser gratuita.

Dada a escolha pela divisão do modelo em outros menores, o Solver voltou a ser uma opção para o trabalho, e foi a ferramenta escolhida, tanto pelas razões expostas anteriormente, quanto por não haver necessidade de renovação de nenhuma licença, nem tempo limitado para o uso. A nova função objetivo passa a ser o **custo total de insumos para cada agrupamento, separadamente**, ao invés do custo total da fazenda. Por isso, ela passa por uma adaptação e fica da seguinte forma:

$$\text{Minimizar } \sum_{y=1}^i x_{ia} * c_a * Q_a * d * p_i, \quad \forall a \in \text{agrupamentos},$$

É considerada a composição da ração x_{ia} , a quantidade de concentrado c_a , a quantidade de animais no agrupamento Q_a , o período de compra d e o preço por quilo de insumo p_i . Como c_a , Q_a e d são constantes para cada agrupamento, para efeitos de resolução da programação linear no Solver, basta minimizar

$$\text{Minimizar } \sum_{y=1}^i x_{ia} * p_i, \quad \forall a \in \text{agrupamentos}$$

Com o preço por quilo de insumo p_i sendo utilizado diretamente na função objetivo, ela passa a nos fornecer o custo total com a quantidade exata de quilos que deve ser usada para alimentar os animais. No entanto, sabe-se que cada insumo é vendido em sacos com uma quantidade fixa (25, 30, 40 ou 50 quilos, dependendo do alimento), conforme a tabela abaixo:

Tabela 6 - Peso dos sacos dos insumos

INSUMOS	Kg
Algodão, Farelo - Alta Energia	50
Algodão, farelo 28%	40
Algodão, farelo 38%	50
Algodão, caroço	30
Farelo de Amendoim	50
Soja, farelo	50
Soja Casquinha	40
Uréia	25
Milho Grão	50
Milho, grão moído	50
Refinazil	25
Sorgo, grao moído	50
Polpa cítrica	50
Trigo, farelo	40
Boviprima	20
BCA	30
Novo Bovigold	30
Bovigold Pré-Parto	30
Lactobov	25

Sendo assim, o valor encontrado por essa função objetivo não representa o valor correto que será gasto pelo proprietário da fazenda para a compra total de insumos, pois a quantidade de insumos ainda não foi convertida em número de sacos. Depois de feitas as otimizações para todos os agrupamentos, tem-se todas as composições da ração x_{ia} e, a partir delas, o custo total com os insumos volta a ser calculado da mesma forma:

$$\sum_{y=1}^i \left(\frac{\left(\sum_{x=1}^a x_{ia} * c_a * Q_a \right) * d}{ps_i} * pr_i \right)$$

ou seja, determinando a quantidade total de cada insumo que deve ser comprada no período ($\sum_{x=1}^a x_{ia} * c_a * Q_a * d$, $\forall i \in insumos$) e, em seguida, determinando a quantidade de sacos de cada insumo que serão comprados, e multiplicando pelo preço de cada saco (pr_i). Um esquema sobre o cálculo da ração pode ser visto na próxima figura.

Aqui, cabe uma ressalva sobre a otimização da ferramenta proposta. Como ela teve que ser dividida em agrupamentos, resolvendo um de cada vez, pode-se garantir que a ferramenta alcança o mínimo global para o preço por quilo de cada agrupamento. No entanto, como o resultado final esperado pelo proprietário da fazenda é a compra total, considerando todos os agrupamentos, não se pode garantir que foi atingido o mínimo global. Isso ocorre porque em uma otimização completa, com todos os agrupamentos juntos, quando da necessidade de se escolher um insumo para um agrupamento, poderia-se levar em consideração a escolha feita para os demais agrupamentos. Em outras palavras, se um insumo fosse escolhido, mas não houvesse necessidade de utilizar o saco inteiro de 50 quilos, e sim apenas 20 quilos, poderia haver uma priorização de utilizar os 30 quilos restantes para outro agrupamento, aproveitando melhor os insumos comprados. No entanto, para esse caso considerou-se plausível a utilização dessa solução de otimizar um agrupamento por vez. Por causa do número razoável de dias e animais considerados para a compra do concentrado, os sacos que não fossem utilizados completamente não acarretariam em grandes aumentos de custos. Além disso, pelo fato de a Fazenda Membeca vender algumas rações para os outros pequenos produtores locais, o excedente comprado seria aproveitado para a venda, não gerando desperdício.

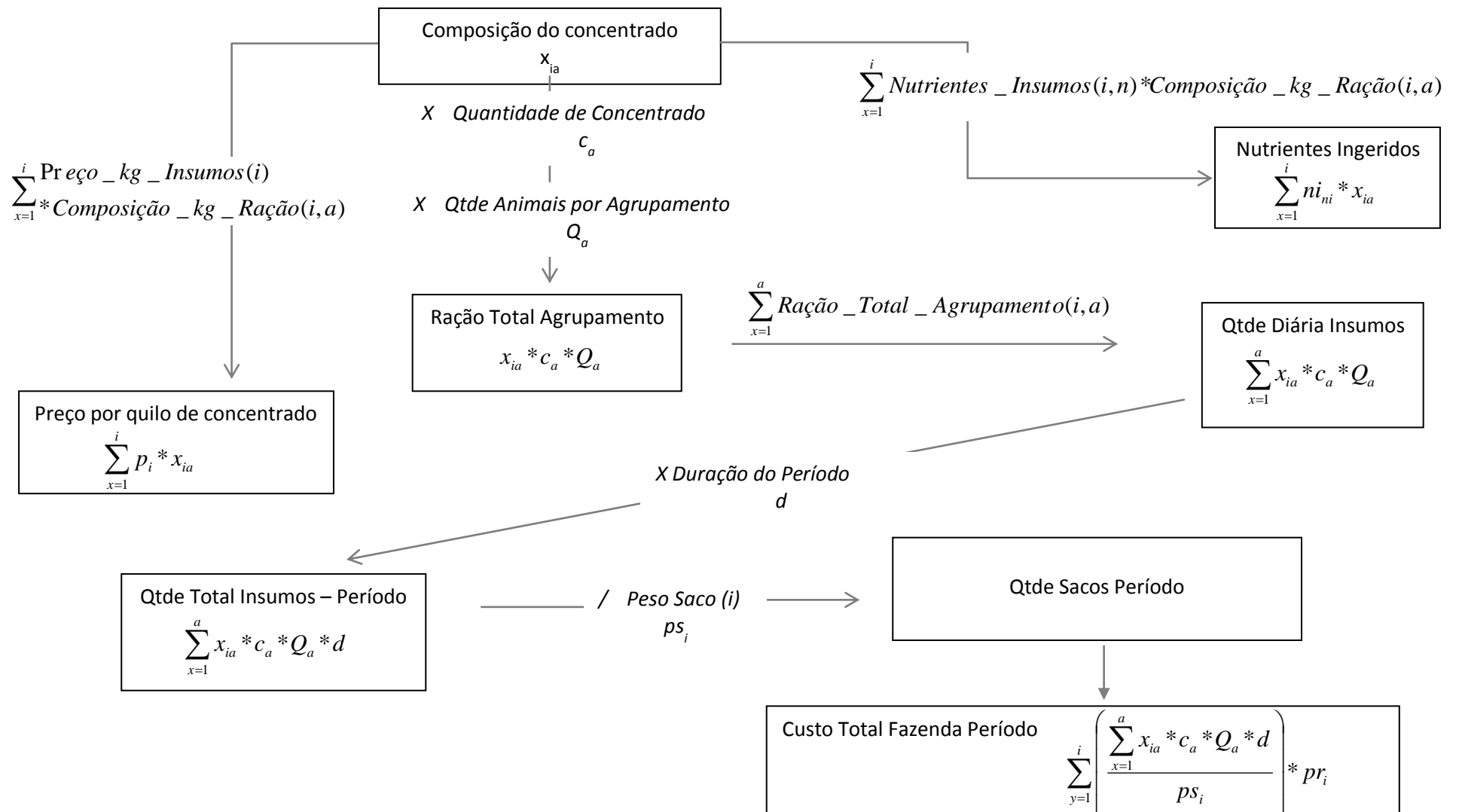


Figura 8 - Cálculo do concentrado

5.4. A FERRAMENTA

Visto toda a estruturação e modelagem do problema, chega-se à ferramenta desenvolvida para otimizar os custos. Ela é constituída de cinco planilhas que foram organizadas da seguinte forma:

- **Parametrização:** Contém os agrupamentos, a quantidade de animais em cada agrupamento, a produção média de leite e o peso médio dos animais, além do período para o qual se deseja comprar a ração. Esses dados precisam ser atualizados mensalmente pelo proprietário da fazenda. A partir desses dados, são calculadas as quantidades de concentrado que cada agrupamento vai ingerir.

PARAMETRIZAÇÃO						
NÚMERO DE ANIMAIS						
AGRUPAMENTO DAS VACAS	QNT ANIMAIS	DADOS DOS ANIMAIS		RESTRIÇÕES CONCENTRADO		QNT MÁXIMA DE CONCENTRADO (Kg)
		Peso Médio (Kg)	Produção Média (Kg)	% Peso	Qnt Leite	
Amamentação	6					0,70
Bezerros pós amamentação	7					1,00
Bezerros entre 110 e 250 Kg	20	163		1,0%		1,63
Bezerros entre 251 e 350 Kg	5	271		1,0%		2,71
Vacas à 30 dias antes do parto	6	500		1,0%		5,00
Início de lactação ou >= 20 Kg/dia	24		23,5		0,40	9,40
15 kg < Produção Diária < 20kg	15		15,5		0,33	5,17
Secas até 30 dias antes do parto e touros	21	454		0,5%		2,27
>= 30 kg	0					
>= 40 kg	0					
1						
2						
3						
4						
5						
Total	104					

PERÍODO DE UTILIZAÇÃO DA RAÇÃO		
DURAÇÃO DO PERÍODO	20	dias

Figura 9 - Planilha Parametrização

- **Seleção de Preços:** Contém os preços dos sacos dos insumos de todos os fornecedores, bem como a quantidade de alimento por saco. Para cada insumo é selecionado o fornecedor que possui o menor preço por quilo. O proprietário deve atualizar os preços e alterar a escolha de algum fornecedor, caso ele deseje.

PREÇOS DOS INSUMOS
PREÇOS DOS INSUMOS

DESCRIÇÃO INSUMOS	MELHOR OPÇÃO			Valor Total
	Kg	R\$	Fornecedor	
Algodão, Farelo - Alta Energia	0	R\$ -		*****
Algodão, farelo 28%	0	R\$ -		
Algodão, farelo 38%	50	R\$ 53,90	Roque	R\$ 1,08
Algodão, caroço	30	R\$ 24,00	Cooperativa Lorena	R\$ 0,84
Farelo de Amendoim	0	R\$ -		*****
Soja, farelo	50	R\$ 68,50	Cooperativa Guaratinguetá	R\$ 1,37
Soja Casquinha	40	R\$ 27,30	Cooperativa Guaratinguetá	R\$ 0,68
Uréia	25	R\$ 41,00	Cooperativa Lorena	R\$ 1,68
Milho Grão	0	R\$ -		*****
Milho, grão moído	50	R\$ 33,90	Roque	R\$ 0,68
Refinazil	25	R\$ 20,50	Cooperativa Guaratinguetá	R\$ 0,82
Sorgo, grão moído	0	R\$ -		*****
Polpa cítrica	50	R\$ 24,60	Cooperativa Guaratinguetá	R\$ 0,49
Trigo, farelo	40	R\$ 24,90	Roque	R\$ 0,62
Boviprima	20	R\$ 56,24	Tortuga	R\$ 2,81
BCA	30	R\$ -	Roque	
Novo Bovigold	30	R\$ 56,70	Tortuga	R\$ 1,89
Bovigold Pré-Farto	30	R\$ 100,00	Tortuga	R\$ 3,33
Lactobov	25	R\$ 53,26	Tortuga	R\$ 2,13
Transporte	R\$	250	7000	Kg
R\$/ Kg - Transportado	R\$/Kg	0,036		

PREÇOS DOS FORNECEDORES

	Roque			Cooperativa Lorena			Cooperativa Guaratinguetá		
	Kg	R\$	Valor R\$ / Kg	Kg	R\$	Valor R\$ / Kg	Kg	R\$	Valor R\$ / Kg
Algodão, Farelo - Alta Energia			R\$ 1.000,00	50		R\$ 1.001,00			*****
Algodão, farelo 28%				40					
Algodão, farelo 38%	50	54	R\$ 1,08	50	54	R\$ 1,12	50	55	R\$ 1,10
Algodão, caroço	30	26	R\$ 0,86	30	24	R\$ 0,84	30	28	R\$ 0,93
Farelo de Amendoim			R\$ 1.000,00	50		R\$ 1.001,00			*****

Figura 10 - Planilha Seleção de Fornecedores

- Composição_Nutrientes: Contém a quantidade de nutrientes presente em cada insumo. É utilizada no cálculo da ração.

COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DOS INSUMOS

		INSUMOS											
		PROTEÍCO							ENERGÉTICO				
		Algodão, Farelo - Alta Energia	Algodão, farelo 28%	Algodão, farelo 38%	Algodão, caroço	Farelo de Amendoim	Soja, farelo	Soja Casquinha	Uréia	Milho Grão	Milho, grão moído	Refinazil	Sorgo, grão moído
Peso	Kg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Umidade	%	10,00	12,00	12,00	9,22	10,86	12,00	0,00	0,00	0,00	12,36	0,00	0,00
MS	%	90,00	88,00	88,00	90,78	89,14	88,00	89,06	0,00	88,88	87,64	87,40	87,65
PB Mínima	%	28,00	28,00	38,00	23,13	56,62	44,00	4,90	281,00	14,05	9,05	23,45	9,61
NDT	%	80,00	70,00	75,00	82,86	0,00	78,00	42,50	0,00	76,37	85,65	0,00	78,43
PD	%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Energia Bruta	Kcal / Kg	4839,00	4246,00	4304,00	0,00	0,00	4098,00	0,00	0,00	0,00	3929,00	0,00	0,00
FB	%	28,00	22,00	16,00	0,00	0,00	7,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
FF	%	6,00	0,50	0,50	18,84	0,58	1,00	0,32	0,00	4,54	4,01	1,40	0,00

Figura 11 - Planilha Composição_Nutrientes

- Solver: contém a quantidade mínima de nutrientes que deve ser ingerida e as células das variáveis de decisão (composição da ração x_{ia}). A partir da composição da ração, chega-se aos nutrientes ingeridos pelos agrupamentos e ao preço por quilo da ração de cada agrupamento. Todos esses valores estão nessa planilha.

COMPOSIÇÃO DA RAÇÃO							
AGRUPAMENTOS X INSUMOS							
AGRUPAMENTO DAS VACAS	INSUMOS PARA RAÇÕES						
	Algodão, Farelo - Alta Energia	Algodão, farelo 28%	Algodão, farelo 38%	Algodão, caroço	Farelo de Amendoim	Soja, farelo	Soja Casquinha
Amamentação	0,00	0,00	0,09	0,07	0,00	0,00	0,00
Bezerras pós amamentação	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Bezerras entre 110 e 250 Kg	0,00	0,00	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00
Bezerras entre 251 e 350 Kg	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00
Vacas à 30 dias antes do parto	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00
Início de lactação ou ≥ 20 Kg/dia	0,00	0,00	0,17	0,27	0,00	0,00	0,00
15 kg < Produção Diária < 20kg	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00
Secas até 30 dias antes do parto e touros	0,00	0,00	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00

Figura 12 - Planilha Solver 1

PREÇO POR KG DE RAÇÃO DE CADA AGRUPAMENTO		
AGRUPAMENTOS	Preço/Kg	Solver
Amamentação	R\$ 1,08	R\$ 0,75
Bezerras pós amamentação	R\$ 0,82	
Bezerras entre 110 e 250 Kg	R\$ 0,76	
Bezerras entre 251 e 350 Kg	R\$ 0,75	
Vacas à 30 dias antes do parto	R\$ 1,02	
Início de lactação ou ≥ 20 Kg/dia	R\$ 0,91	
15 kg < Produção Diária < 20kg	R\$ 0,83	
Secas até 30 dias antes do parto e touros	R\$ 0,75	

Figura 13 - Planilha Solver 2

- Resultados – R\$_Ração: Contém os resultados principais da ferramenta, como a quantidade de insumos que deve ser comprada para cada agrupamento, quantidade total de insumos que deve ser comprada (em quilos e em sacos), o custo total para o período e o custo diário, e o preço por quilo de ração para cada agrupamento. Nessa planilha também está o botão que deve ser utilizado para rodar a programação linear.

RESULTADOS - CUSTO DE COMPRA DAS RAÇÕES
DESPESAS X INSUMOS

DESPESA TOTAL COM RAÇÃO NO PERÍODO	R\$ 8.138,40
DESPESA DIÁRIA	R\$ 406,92

Calcular

Rodar o solver para calcular os valores mínimos

DESPESAS COM RAÇÃO	INSUMOS						
	Algodão, Farelo - Alta Escoria	Algodão, farelo 28%	Algodão, farelo 38%	Algodão, caroço	Farelo de Amendoim	Soja, farelo	
Preço por kg	R\$ 1.000,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1,10	R\$ 0,93	R\$ 1.000,00	R\$ 1,37	
Peso_Saco	50	40	50	30	50	50	
Preço Saco	R\$ -	R\$ -	R\$ 54,90	R\$ 27,90	R\$ -	R\$ 68,50	
Qtde Sacos	0	0	38	44	0	2	
Preço	R\$ -	R\$ -	R\$ 2.086,20	R\$ 1.227,60	R\$ -	R\$ 137,00	
Quantidade comprada (kgs)	0	0	1.900	1.320	0	100	

AGRUPAMENTOS X QUANTIDADE DE INSUMOS

AGRUPAMENTOS	INSUMOS						
	Algodão, Farelo - Alta Escoria	Algodão, farelo 28%	Algodão, farelo 38%	Algodão, caroço	Farelo de Amendoim	Soja, farelo	
Amamentação	0	0	0	0	0	0	
Bezerras pós amamentação	0	0	1	0	0	0	
Bezerras entre 110 e 250 Kg	0	0	8	0	0	0	
Bezerras entre 251 e 350 Kg	0	0	2	0	0	0	
Vacas à 30 dias antes do parto	0	0	10	0	0	0	
Início de lactação ou >=20 Kg/dia	0	0	38	60	0	0	
15 kg < Produção Diária < 20kg	0	0	28	5	0	3	
Secas até 30 dias antes do parto e touros	0	0	9	0	0	0	

QUANTIDADE TOTAL INSUMOS DIÁRIO	0	0	93	66	0	3	0
QUANTIDADE TOTAL INSUMOS PERÍODO	0	0	1869	1325	0	51	0

PREÇO POR KG DE RAÇÃO DE CADA AGRUPAMENTO

AGRUPAMENTOS	Preço/Kg
Amamentação	R\$ 1,08
Bezerras pós amamentação	R\$ 0,82
Bezerras entre 110 e 250 Kg	R\$ 0,76
Bezerras entre 251 e 350 Kg	R\$ 0,75
Vacas à 30 dias antes do parto	R\$ 1,02
Início de lactação ou >=20 Kg/dia	R\$ 0,31
15 kg < Produção Diária < 20kg	R\$ 0,83
Secas até 30 dias antes do parto e touros	R\$ 0,75
>= 30 kg	
>= 40 kg	
1	
2	
3	
4	
5	

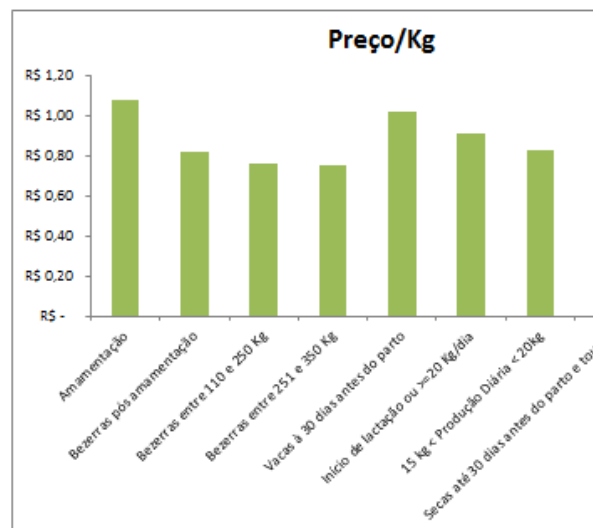


Figura 14 - Planilha Resultados - R\$_Ração

Dessa forma, o usuário altera os parâmetros dos animais (quantidade de vacas, peso médio e produção média, por agrupamento) na planilha Parametrização, altera os preços dos fornecedores na planilha Seleção Preços, e roda o programa no botão *Calcular* na

planilha Resultados – R\$_Ração, mesma planilha onde aparecem as quantidade totais que devem ser compradas no período.

5.5. VALIDAÇÃO

A validação de um problema pode ser feita através de um caso base, em que é conhecido o resultado esperado. Dessa forma, resolve-se o problema dado e compara-se o resultado encontrado com o esperado. Se esses dois forem iguais, significa que o modelo foi bem estruturado e corretamente modelado. Pode-se então, desenvolver outros cenários, com outros números, outras restrições, ou fazer uma análise de sensibilidade sobre o problema.

A validação do problema foi feita baseada nos dados de setembro de 2012, mês no qual havia não somente os dados de entrada necessários para a ferramenta, como os dados de compra utilizados pelo proprietário da fazenda. Assim, foi possível utilizar a ferramenta e comparar os resultados com os dados de compra do proprietário da fazenda. Chegou-se a uma redução média de 9,6% do custo do quilo de ração da fazenda.

Tabela 7 - Validação da Ferramenta

	FERRAMENTA ATUAL	FERRAMENTA PROPOSTA	Redução
Total de Quilos	9.510	8.763	7,9%
Valor da Compra	R\$ 9.430,24	R\$ 7.855,94	16,7%
R\$ / kg	R\$ 0,99	R\$ 0,90	9,6%

Analisando os resultados obtidos com a ferramenta, percebe-se que é possível obter as mesmas necessidades nutricionais a um custo 16,7% mais baixo. No entanto, é necessário utilizar outros insumos que não os utilizados atualmente. Houve uma redução de 7,9% na quantidade de compra total, e 9,6% no preço por quilo.

Sendo possível calcular receitas que respeitam as mesmas necessidades nutricionais, com um custo menor, pode-se dizer que o modelo está validado.

6. ANÁLISE CRÍTICA

6.1. PRÓS E CONTRAS DA SOLUÇÃO PROPOSTA

Foram atendidos os objetivos gerais e específicos determinados no início do trabalho. A solução proposta permite realizar o cálculo do concentrado, garantindo o menor preço possível para cada agrupamento e respeitando as necessidades nutricionais mínimas do gado. Apesar disso, observam-se ainda algumas limitações da primeira versão da ferramenta para a aplicação na produção de pequenos proprietários rurais.

6.1.1. Pontos Positivos

O objetivo geral do trabalho, que foi definido como o desenvolvimento de uma ferramenta de programação linear que calcule o volume ótimo de insumos que devem ser adquiridos para a produção leiteira, foi alcançado. A ferramenta desenvolvida utiliza dados da fazenda – agrupamentos e quantidades das vacas, peso médio e produção média para cada grupamento – como *inputs* para realizar os cálculos. Como resultado, obtém-se o volume total de sacos que deve ser comprado e o preço total a ser pago para cada período.

Além do objetivo geral, os objetivos específicos também foram alcançados. Essa primeira versão da ferramenta permite a inclusão ou exclusão de agrupamentos no cálculo de rações, e fornece as receitas de preparo das rações, com as porcentagens de cada insumo. Por último, é possível incluir ou excluir insumos do cálculo, considerando sua composição nutricional. Todos esses objetivos terão grande impacto na Fazenda Membeca porque possibilitam que seu proprietário adeque o preparo de rações para as vacas de maior produção, que antes não eram alimentadas atendendo aos requisitos nutricionais adequados.

Dessa forma, a aplicação da solução proposta incorporou maior flexibilidade ao processo de preparo de rações na Fazenda Membeca, já que agora é possível criar rações específicas para diversos agrupamentos antes não atendidos. Além disso, esse novo mecanismo cálculo possibilita que sejam substituídos os alimentos que tenham altas de preços no mercado, o que ajuda a proteger o produtor da volatilidade dos mercados internacionais de *commodities*. Isso é feito por meio da seleção automática dos insumos de menor preço, mas que atendam a composição nutricional adequada.

Observando-se o ponto de vista de outros produtores rurais que não aplicam métodos de alimentação adequados na produção leiteira, os ganhos podem ser ainda maiores. Por um lado, a aplicação da ferramenta garante que sejam escolhidos os insumos de menor preço, possibilitando a redução das despesas totais com compra de insumos. Com isso é possível aumentar a lucratividade da fazenda, porque, mesmo que a produção de leite não se altere com a aplicação do mecanismo proposto, haverá ainda assim uma redução de custo.

Outro ganho possível para esses pequenos produtores é o aumento da produtividade de leite de cada vaca, caso um método específico de alimentação não esteja sendo utilizado. É importante que sejam atendidos os requisitos nutricionais das vacas, de modo que elas estejam saudáveis e prontas para alcançarem sua produção máxima. A ferramenta proposta garante que as restrições nutricionais são sempre atendidas por meio da programação linear. Por isso, as receitas propostas são melhores do que a alimentação baseada apenas no capim ou silagem pura. A comprovação desse fato pode ser feita pela própria experiência na Fazenda Membeca, que aumentou sua produção em mais de 30% com a aplicação dos métodos adequados de alimentação do gado.

6.1.1. Pontos Negativos

A solução proposta, no entanto, apresenta algumas limitações. Por um lado, a primeira versão da ferramenta não apresenta uma interface de utilização tão simples e intuitiva. Por outro lado, não foi feito um estudo sobre a alimentação e as necessidades nutricionais dos animais. Essas informações foram consideradas como *inputs* para a ferramenta, e o usuário deve tê-las previamente e deve parametrizar o programa na planilha, alterando os valores sempre que novos agrupamentos sejam criados. Como isso é uma tarefa que deve ser feita pelo usuário, pode dificultar a sua utilização. Apesar disso, o grupo está estudando, em parceria com a Fazenda Membeca, as restrições nutricionais do gado para incorporá-las na ferramenta e facilitar o seu uso.

Assim como as restrições nutricionais, a classificação dos animais de acordo com os agrupamentos também deve ser feita pelo usuário. Ele deve entrar diretamente com os nomes dos agrupamentos e a quantidade de animais em cada um deles. Para as novas versões da ferramenta, esses pontos serão adaptados para melhorar a experiência do usuário, com o objetivo de melhor atender o público alvo, que são os pequenos produtores de leite.

É importante ressaltar que, apesar de a adoção da ferramenta para o cálculo de rações ajudar a reduzir as despesas, o custo de compra de *softwares* pode ainda assim se tornar difícil para pequenos produtores que não possuem capital para isso.

Outro ponto importante é que, até a data da conclusão deste projeto, não foi feita a implementação efetiva da ferramenta. Dessa forma, apesar dos resultados teóricos positivos, não tivemos nenhuma resposta prática do resultado da ferramenta. É importante testá-la para assegurar que não vai haver nenhuma redução de produtividade das vacas devido à alteração da composição da alimentação. Os testes de cálculo de rações já estão sendo feitos com a nova ferramenta e os resultados devem ser colhidos no primeiro semestre de 2013 pela Fazenda Membeca.

Mais um fator importante está relacionado com o limite de capacidade de cálculo do Solver no MS Excel®. Esse programa foi escolhido por ter custo muito baixo de aplicação, devido à facilidade de obtenção dessa plataforma e por permitir uma modelagem adequada ao problema. No entanto, o limite de restrições, em termos de células do Solver, não é tão elevado. Isso pode impedir que muitos agrupamentos sejam utilizados de uma só vez ou muitas restrições sejam cadastradas ao mesmo tempo para o cálculo. Apesar disso, a metodologia utilizada neste trabalho pode ser replicada em outros programas de programação linear, como os que foram apresentados na seção 5.3 - Teste de *Softwares*. Com isso, os produtores podem adequar os *softwares* que acharem mais adequados à sua situação, utilizando a modelagem proposta.

6.2. ANÁLISE RETROSPECTIVA

Devido a não implementação da ferramenta e à falta das análises reais sobre o seu ganho, foi feita uma análise retrospectiva com os dados de novembro de 2012 a fevereiro de 2013. Essa análise tem o intuito de avaliar quais teriam sido os custos com o concentrado, caso a ferramenta estivesse sido utilizada durante esse período. Para utilizarmos a restrição de mínimo de nutrientes que devem ser consumidos, foram analisadas todas as compras feitas pelo proprietário da fazenda para esses quatro meses, e foi considerado o menor valor dentre eles, para cada nutriente. Partindo do pressuposto que a ferramenta utilizada pelo proprietário da fazenda, disponibilizada pela Tortuga (empresa fornecedora de insumos para a nutrição animal), sempre atende às necessidades básicas, a utilização do menor valor nutricional utilizado nesses quatro meses também atende às necessidades dos animais.

Primeiramente, percebe-se que a ferramenta proposta tem a capacidade de efetivamente reduzir os custos, respeitando as necessidades nutricionais dos animais. Isso é possível devido à alteração da composição do concentrado, escolhendo insumos mais baratos e capazes de fornecer os mesmos nutrientes. Observando-se os dados dos últimos quatro meses, seria possível obter uma redução média de R\$1.221,57 por mês, o que representa 12% do custo total com concentrados. Em quatro meses, a ferramenta poderia ter economizado R\$ 4.8846,28.

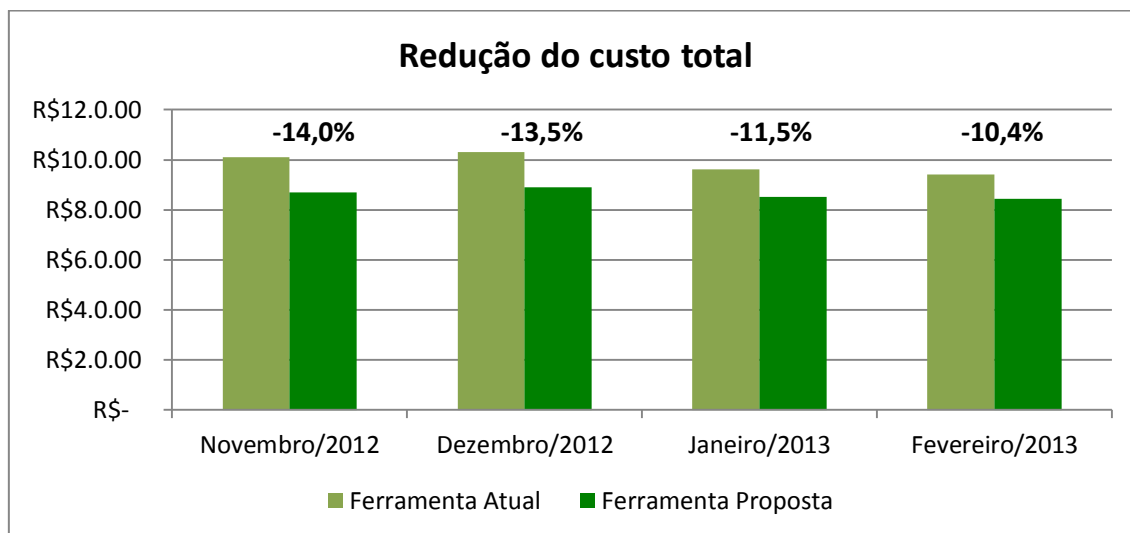


Figura 15 - Redução alcançada com a ferramenta proposta. Fonte: Os autores.

Tabela 8 - Dados da redução alcançada com a ferramenta proposta

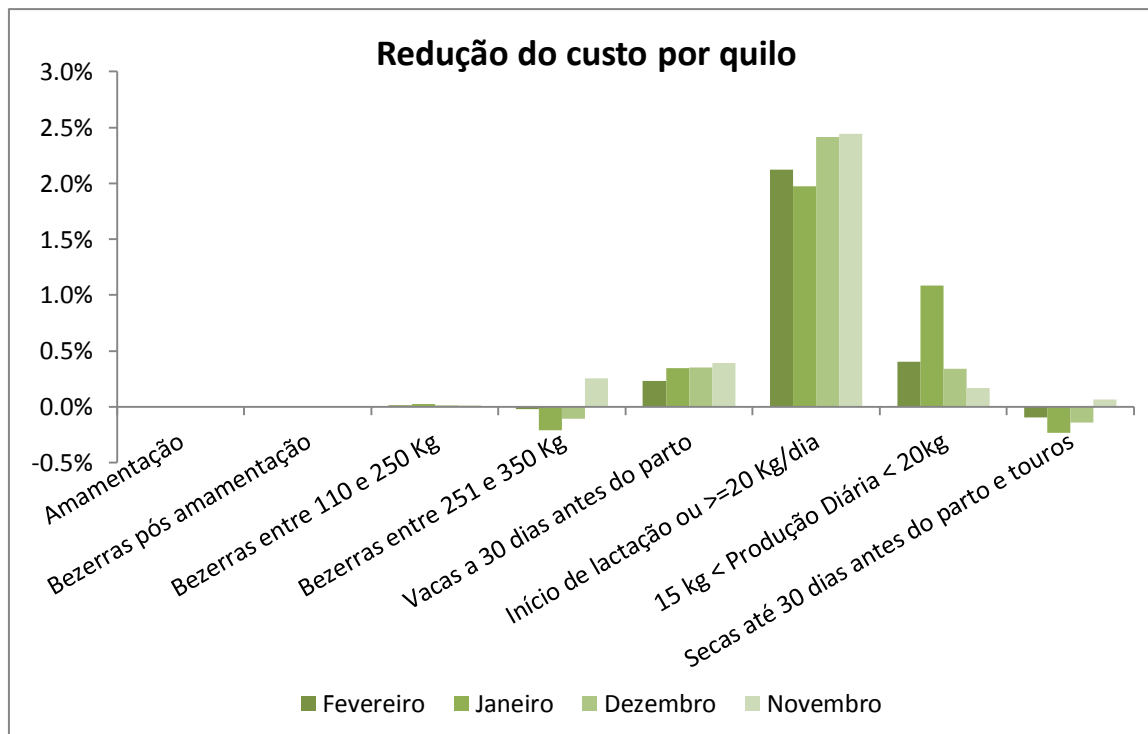
	Ferramenta Atual	Ferramenta Proposta	Redução	Redução Percentual
Novembro/2012	R\$ 10.102,43	R\$ 8.683,69	R\$ 1.418,74	14,0%
Dezembro/2012	R\$ 10.299,48	R\$ 8.911,72	R\$ 1.387,76	13,5%
Janeiro/2013	R\$ 9.613,73	R\$ 8.512,39	R\$ 1.101,34	11,5%
Fevereiro/2013	R\$ 9.406,13	R\$ 8.427,69	R\$ 978,44	10,4%
Média			R\$ 1.221,57	12,3%

Analisando o custo por agrupamento (conferir Apêndice 1), percebe-se que é possível reduzir o custo para alguns deles, como para as “Vacas a 30 dias antes do parto”, “Início de lactação ou ≥ 20 kgs/dia” e “15 kgs < Produção Diária < 20 kgs”, justamente devido à alteração na composição do concentrado. Já para os bezerros em “Amamentação” e “Pós Amamentação” o custo se manteve. Nesses casos, o concentrado utilizado pela Fazenda Membeça se mostra como aquele de menor custo possível.

Para os agrupamentos “Bezerros entre 251 e 350 kgs” e “Secas até 30 dias antes do parto e touros”, há, em alguns meses uma redução do custo, e em outros, um aumento.

O aumento do custo pode ser explicado pela inclusão da restrição de máximo de nutrientes que deve ser ingerido, ou seja, o concentrado, além de satisfazer as restrições mínimas de nutrientes, também não deve ultrapassar um certo valor. A título de teste dessa restrição e da influência que ela teria na escolha da composição dos concentrados, foi usado um valor máximo de nutrientes como sendo igual ao dobro do valor mínimo. A restrição de nutrientes máxima só foi usada para os nutrientes onde se havia alguma restrição mínima. Para aqueles nutrientes onde não havia informação sobre a restrição mínima, também não foi utilizada a restrição máxima, deixando livre a quantidade de nutrientes. Com a restrição do máximo de nutrientes, foi necessário que a ferramenta mudasse a composição da ração, aumentando um pouco o valor do quilo de concentrado para os dois agrupamentos citados. Dessa forma, pode-se perceber que a ferramenta proposta auxilia na escolha dos nutrientes adequados, considerando-se as restrições mínimas e máximas, mesmo que isso afete no aumento dos preços. A adequação ao valor nutricional, devido à sua importância no contexto da pecuária leiteira, é, portanto, o objetivo principal da ferramenta. Consideradas essas restrições, o objetivo passa a ser o menor custo possível.

Tabela 9 - Redução do custo por quilo para cada agrupamento



Cabe ressaltar que essa análise é puramente quantitativa, por não ter a capacidade de avaliar a produtividade dos animais. No entanto, quando se considera a lucratividade como o quociente entre as saídas geradas sobre as entradas consumidas, pode-se

associar as saídas geradas à receita decorrente da produção de leite, que é integralmente vendida à cooperativa, e as entradas consumidas podem ser associadas ao custo com o concentrado que compõe a alimentação dos animais. Sendo assim, tem-se a lucratividade do concentrado em relação à venda do leite.

Tabela 10 - Lucratividade do Concentrado

	NOVEMBRO/2012			DEZEMBRO/2012		
	Ferramenta Atual	Ferramenta Proposta	%	Ferramenta Atual	Ferramenta Proposta	%
Preço do Leite	R\$ 0,80	R\$ 0,80	-	R\$ 0,80	R\$ 0,80	-
Produção / Venda Mensal	20.000	20.000	-	20.000	20.000	-
Receita Mensal	R\$ 16.000,00	R\$ 16.000,00	-	R\$ 16.000,00	R\$ 16.000,00	-
Despesa com concentrado	R\$ 10.102,43	R\$ 8.683,69	-14%	R\$ 10.299,48	R\$ 8.911,72	-13%
Lucratividade do concentrado	158%	184%	16%	155%	180%	16%

	JANEIRO/2013			FEVEREIRO/2013		
	Ferramenta Atual	Ferramenta Proposta	%	Ferramenta Atual	Ferramenta Proposta	%
Preço do Leite	R\$ 0,80	R\$ 0,80	-	R\$ 0,80	R\$ 0,80	-
Produção / Venda Mensal	20.000	20.000	-	20.000	20.000	-
Receita Mensal	R\$ 16.000,00	R\$ 16.000,00	-	R\$ 16.000,00	R\$ 16.000,00	-
Despesa com concentrado	R\$ 9.613,73	R\$ 8.512,39	-11%	R\$ 9.406,13	R\$ 8.427,69	-10%
Lucratividade do concentrado	166%	188%	13%	170%	190%	12%

Observa-se então, um ganho de lucratividade da fazenda, decorrente da redução dos custos com o concentrado.

6.3. PROPOSTA DE NOVOS TRABALHOS

A partir do que foi estudado nesse trabalho, alguns pontos aparecem como potenciais trabalhos futuros. Primeiramente, para complementar a ferramenta desenvolvida até aqui, é indicada a realização de um estudo sobre a alimentação das vacas leiteiras. Esse estudo permitirá complementar os dados e necessidades nutricionais dos agrupamentos, incrementando a ferramenta, e acabaria com a necessidade de entrada desses dados por parte do usuário. Muitas vezes os donos das fazendas não possuem os dados nutricionais, o que atualmente os impede de utilizar a ferramenta desenvolvida. Quando

esses dados estiverem presentes, essa barreira deixará de existir, permitindo que o programa seja usado por mais fazendeiros.

Outra proposta é desenvolver um *software* mais robusto de programação linear, com capacidade suficiente para que sejam executadas todas as restrições de todos os agrupamentos juntos, com uma linguagem de programação mais fácil de ser modelada e uma interface mais amigável para o usuário. Se as previsões de custos feitas até aqui realmente se confirmarem, sem redução da produtividade leiteira, as economias obtidas nos próximos meses podem financiar a compra da licença de um *software*.

Por fim, acrescentar uma análise financeira da fazenda, onde possam ser incluídos todos os custos e todas as receitas envolvidas nas atividades da fazenda, com o intuito de avaliar a sua “saúde financeira”, alertando o proprietário para problemas.

7. CONCLUSÃO

A conclusão geral deste trabalho pode ser analisada sobre três óticas: a validade da ferramenta de programação linear proposta; a aplicabilidade da mesma na Fazenda Membeca; e sua utilidade para os pequenos produtores de leite em geral.

Primeiramente, a partir dos resultados obtidos observou-se que a ferramenta é útil para o cálculo da compra de insumos para ração de gado bovino. De fato, a modelagem atende aos requisitos estabelecidos e calcula a compra de insumos respeitando a necessidade nutricional dos animais, minimizando o custo total da compra para cada agrupamento. São fornecidas também as receitas de preparo para cada um desses agrupamentos cadastrados. Além disso, o mapa conceitual possibilitou a modelagem do conhecimento tácito, que apesar de ser muito importante no entendimento global de um problema, muitas vezes não é considerado. Dessa forma, percebe-se que a modelagem do problema da ração com métodos de programação linear pode ter impacto positivo nas fazendas de produção leiteira. A solução proposta neste trabalho poderia, por exemplo, ser aproveitada por diversos produtores rurais que buscam aumentar a produtividade de sua fazenda pela aplicação de alimentação adequada para seus animais com o menor custo possível.

A partir do teste da ferramenta proposta na Fazenda Membeca obtiveram-se diversas conclusões interessantes. A ferramenta foi validada com os dados dos agrupamentos atuais e os testes de cálculo começaram a ser feitos para as futuras compras. Para esses agrupamentos a redução de custo se mostrou significativa, em torno de 12% nos quatro

meses. Além disso, a grande vantagem para a Fazenda é a possibilidade de adaptar as receitas de acordo com a variação dos preços dos insumos, funcionalidade não atendida pela ferramenta atual. Outra grande vantagem é a possibilidade de calcular receitas para novos agrupamentos, como para as vacas de produção de mais de 30 kg de leite/dia. Hoje em dia, essas vacas são alimentadas com rações preparadas para vacas com produção de apenas 20 kg de leite/dia e, por isso, deixam de atingir seu potencial máximo de produção. Essas novas funcionalidades conferem maior flexibilidade a Fazenda Membeca, garantindo o menor custo possível. Dessa forma, a aplicação da solução proposta foi um importante avanço para essa fazenda.

Por fim, percebe-se que a aplicação do mecanismo de alimentação para o gado bovino com a utilização da ferramenta é extremamente interessante para pequenos produtores que não aplicam métodos semelhantes em suas fazendas. Apesar de apresentar algumas limitações, principalmente relacionadas à dificuldade de utilização, a ferramenta promove avanços interessantes. Por um lado, é possível aumentar a produtividade por animal ao fornecer a nutrição adequada ao gado. De fato, o gado passa a produzir mais por comer de acordo com as necessidades nutricionais, que variam de acordo com sua condição fisiológica e sua produção de leite. A aplicação de alimentação dessa forma já foi testada na Fazenda Membeca e conferiu um resultado de mais de 30% de aumento na produção de leite, se comparada à produção sem nenhum método de ração adequado. Por outro lado, a possibilidade de realizar cálculos de compra de insumos utilizando programação linear possibilita aos produtores reduzir suas despesas. Dessa forma, mesmo que não ocorresse um aumento da produção leiteira, haverá aumento de lucratividade, calculada aqui como entrada de receita pela venda de leite sobre saída de dinheiro pela compra de insumos. Espera-se, assim, um alto ganho de produtividade e/ou lucratividade para os pequenos produtores que comecem a utilizar a ferramenta proposta neste trabalho.

BIBLIOGRAFIA

- ANTUNES, L.M., ANGEL, A., *A informática na agropecuária*. Canoas, Gráfica e Editora Interclubes. 157p, 1995
- BARIONI, et al., Formulação de dietas de custo mínimo da matéria seca para bovinos de corte em planilha eletrônica, *Comunicado Técnico*, 98, Planaltina, Serviço Gráfico da Embrapa Cerrados, 2003.
- CAIXETA FILHO, J. V., *Pesquisa operacional: técnicas de otimização aplicadas a sistemas agroindustriais*, São Paulo, Editora Atlas, 2001.
- CARVALHO, G. R., *A indústria de laticínios no Brasil: passado, presente e futuro*, Rio de Janeiro, EMBRAPA, 2012. Disponível em <<http://www.cnpqgl.embrapa.br/nova/livraria/livro.php?id=26>>. Acessado em 07 de março de 2013.
- CHAMBERLAN A. T., WILKINSON J. M., *Alimentación de la vaca lechera*, Zaragoza, Espanha, Editora Acribia S.A., 2002.
- CORRÊA H. L., CORRÊA C. A., *Administração da Produção e Operações – Manufatura e Serviços: Uma Abordagem Estratégica*, 2ª edição, São Paulo, Editora Atlas S.A., 2009.
- DE RESENDE, JOÃO CESAR, *Determinantes de Lucratividade em Fazendas Leiteiras de Minas Gerais*, D. Sc., Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais, 2010.
- DINIZ, F.H & MUNIZ, J. N., *Produção de leite com qualidade em projetos de assentamento: a intervenção como inovação*, Juiz de Fora, 1ª edição, Minas Gerais, Embrapa Gado de Leite, 2008.
- ESTELLITA LINS, M. P. & CALÔBA, G. M., *Programação Linear, com aplicações em teoria dos jogos e avaliação de desempenho*, 1ª edição, Rio de Janeiro, Editora Interciência, 2006.
- GALZERANO, L. *et al.*, Desenvolvimento de um Sistema Computacional para Composição de Rebanhos Leiteiros, *Revista electrónica de Veterinaria*, Espanha, 2007, Vol. 3, n. 1, pp. 1-4. Disponível em <<http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=63613304010>> Acessado em 18 de fevereiro de 2013
- LOPES, M.A., *Informática aplicada à bovinocultura*, Jaboticabal, FUNEP. 82p, 1997

LOPES, M. A. *et al.*, “Custo Leite para Windows: Software de Controle de Custos para a Pecuária Leiteira”, *Revista Brasileira de Zootecnia*, 2000, Vol. 29, n. 5, pp.1504-1510. Disponível em < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982000000500032 >, Acessado em 18 de fevereiro de 2013.

LOPES M. A, LAGO A.A., CÓCARO H., Uso de softwares para gerenciamento de rebanhos bovinos leiteiros, *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, Belo Horizonte, 2007, Vol. 59, n. 2, pp. 547-549. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-09352007000200047&script=sci_arttext>, acessado em 18 de fevereiro de 2013.

MEDEIROS, A. L. *et al.*, 2004, “Otimização do planejamento produtivo a partir da programação linear: uma aplicação na pecuária leiteira”, In: *XI SIMPEP*, Bauru, São Paulo, Brasil, 08-10 de novembro de 2004.

MINISTÉRIO DE ESTADO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, *Instrução Normativa Nº 51*, de 18 de Setembro de 2002.

SILVA, ANEIRSON F., *Pesquisa Operacional: Desenvolvimento e Otimização De Modelos Matemáticos por Meio Da Linguagem Gams*, São Paulo, Unesp, 2013.

VALADARES FILHO S. C., ROCHA JÚNIOR V. R., CAPPELLE E. R., *Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Bovinos*, Viçosa, Minas Gerais, UFV, Universidade Federal de Viçosa, 2002.

Sites:

EMBRAPA GADO DE LEITE, Disponível em <<http://www.cnpgl.embrapa.br/nova/informacoes/estatisticas/producao/tabela0212.php>>, acessado em 08 de março de 2013.

EMBRAPA INFORMÁTICA AGROPECUÁRIA, Disponível em <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Leite/LeiteSudeste/alimentacao.html>>, acessado em 08 de março de 2013

MILKPOINT, <http://www.milkpoint.com.br/estatisticas/produktividade_vaca.htm>, acessado em 08 de março de 2013

TORTUGA CIA. ZOOTÉCNICA, Disponível em <<http://www.tortuga.com.br/>>, Acessado em 8 de fevereiro de 2013.

ANEXOS

INPUTS PARA A FERRAMENTA

Tabela 11 - Agrupamentos de animais

Agrupamentos
Amamentação
Bezerras pós amamentação
Bezerras entre 110 e 250 kg
Bezerras entre 251 e 350 kg
Vacas a 30 dias antes do parto
Início de lactação ou ≥ 20 kg/dia
15 kg < Produção Diária < 20kg
Secas até 30 dias antes do parto e touros

Tabela 12 - Nutrientes presentes nos alimentos

Nutrientes	
Umidade	Fósforo
MS	Iodo
PB Mínima	Magnésio
NDT	Manganês
PD	Nianina
Energia Bruta	Potássio
FB	Riboflavina
EE	Selênio
Ácido Pantotênico	Sódio
Vitamina A	Zinco
Vitamina D3	FDN
Vitamina E	FDA
Cálcio	Matéria Mineral
Cobalto	Aflotaxinas
Cobre	Teor de Gossipol
Cromo	Atividade Ureática
Enxofre	Solubilidade
Ferro	Impurezas
Fluor	Monensina Sódica

Tabela 13 - Insumos da fazenda

Insumos	
Algodão, Farelo - Alta Energia	Sorgo, grão moído
Algodão, farelo 28%	Polpa cítrica
Algodão, farelo 38%	Trigo, farelo
Algodão, caroço	Ureia
Farelo de Amendoim	Boviprima
Milho Grão	BCA
Milho, grão moído	Novo Bovigold
Refinazil	Bovigold Pré-Parto
Soja, farelo	Lactobov
Soja Casquinha	

Tabela 14 - Dados utilizados na validação da ferramenta - Mês: Setembro 2012

AGRUPAMENTO DAS VACAS	Qtde animais	Concentrado	Período
Amamentação	6	0,30	20
Bezerras pós amamentação	7	1,00	
Bezerras entre 110 e 250 Kg	20	1,63	
Bezerras entre 251 e 350 Kg	5	2,71	
Vacas à 30 dias antes do parto	6	5,00	
Início de lactação ou ≥ 20 Kg/dia	24	9,40	
15 kg < Produção Diária < 20kg	15	5,17	
Secas até 30 dias antes do parto e touros	21	2,27	

Tabela 15 - Dados utilizados na análise retrospectiva. Meses: Novembro 2012 a Fevereiro 2013

AGRUPAMENTO DAS VACAS	Qtde animais	Concentrado	Período
Amamentação	8	0,30	27
Bezerras pós amamentação	7	1,00	
Bezerras entre 110 e 250 Kg	12	1,63	
Bezerras entre 251 e 350 Kg	6	2,71	
Vacas à 30 dias antes do parto	3	5,00	
Início de lactação ou ≥ 20 Kg/dia	18	9,40	
15 kg < Produção Diária < 20kg	18	5,17	
Secas até 30 dias antes do parto e touros	20	2,27	

Tabela 16 - Quantidade de concentrado que deve ser ingerido por dia

Agrupamento das Vacas	Dados do Animais		Restrições Concentrado		Quantidade Máxima de Concentrado (kg)	Observações
	Peso Médio (kg)	Produção Média (kg)	% Peso	Qnt Leite		
Amamentação					0,70	Concentrado limitado a 700g + 2L leite por dia. Após alcançar o consumo de 700g/dia, aumentar a disponibilidade para 1 Kg/dia sem leite
Bezerras pós amamentação					1,00	1 Kg/dia de concentrado com capim fresco picado
Bezerras entre 110 e 250 Kg	163		1,0%		1,63	1% de peso vivo limitado em 2 Kg/dia. Somado a capim picado e/ou silagem de milho
Bezerras entre 251 e 350 Kg	271		1,0%		2,71	1% de peso vivo. Somado a capim picado e/ou silagem de milho
Vacas à 30 dias antes do parto	500		1,0%		5,00	1% de peso vivo. Somado a capim picado e/ou silagem de milho
Início de lactação ou ≥ 20 Kg/dia		23,5		0,40	9,40	1 Kg de concentrado -> 2,5 Kg de leite ao dia Quando a produção abaixar para 25 Kg de leite, abaixar o concentrado para 1 kg de concentrado -> 3 Kg de leite + Silagem de milho
15 kg < Produção Diária < 20kg		15,5		0,33	5,17	1 Kg concentrado -> 3 Kg de leite + Silagem de milho
Secas até 30 dias antes do parto e touros	454		0,5%		2,27	Qnt de concentrado é de 0,5% do peso vivo + 50% Capim picado + 50% Silagem de milho Enquanto a vaca ainda não for inseminada, usar caroço de algodão

Tabela 17 - Nutrientes presentes nos insumos

NUTRIENTES		INSUMOS								
		Algodão, Farelo - Alta Energia	Algodão, farelo 28%	Algodão, farelo 38%	Algodão, caroço	Farelo de Amendoim	Milho Grão	Milho, grão moído	Refinazil	Soja, farelo
Peso	Kg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Umidade	%	10,00	12,00	12,00	9,22	10,86	0,00	12,36	0,00	12,00
MS	%	90,00	88,00	88,00	90,78	89,14	88,88	87,64	87,40	88,00
PB Mínima	%	28,00	28,00	38,00	23,13	56,62	14,05	9,05	23,45	44,00
NDT	%	80,00	70,00	75,00	82,86	0,00	76,37	85,65	0,00	78,00
PD	%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Energia Bruta	Kcal / Kg	4.839,00	4.246,00	4.304,00	0,00	0,00	0,00	3.929,00	0,00	4.098,00
FB	%	28,00	22,00	16,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,00
EE	%	6,00	0,50	0,50	18,84	0,58	4,54	4,01	1,40	1,00
Ácido Pantotênico	mg / KG	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vitamina A	UI / Kg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vitamina D3	UI / Kg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vitamina E	UI / Kg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cálcio	g / KG	0,38	0,40	0,45	2,60	1,40	0,03	0,30	0,27	0,06
Cobalto	mg / Kg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cobre	mg / Kg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,12	0,00	0,00	0,00
Cromo	mg / Kg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Enxofre	g / Kg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ferro	mg / Kg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	122,59	0,00	0,00	0,00
Flúor	mg / Kg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fósforo	g / Kg	0,00	0,00	0,00	8,70	7,90	0,22	2,50	1,01	0,00

NUTRIENTES		INSUMOS								
		Algodão, Farelo - Alta Energia	Algodão, farelo 28%	Algodão, farelo 38%	Algodão, caroço	Farelo de Amendoim	Milho Grão	Milho, grão moído	Refinazil	Soja, farelo
Iodo	mg / Kg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Magnésio	g / Kg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	1,30	0,00	0,00
Manganês	mg / Kg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	21,20	0,00	0,00	0,00
Nianina	mg / Kg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Potássio	mg / Kg	0,69	0,80	0,96	0,00	0,00	0,33	3,50	0,00	0,70
Riboflavina	mg / Kg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Selênio	mg / Kg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57,50	0,00	0,00	0,00
Sódio	g / Kg	0,00	0,00	0,00	0,00	12,70	0,00	300,00	0,00	0,00
Zinco	mg / Kg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	35,95	0,00	0,00	0,00
FDN	0,00	48,00	47,00	60,00	44,98	0,00	18,08	11,61	0,00	17,00
FDA	0,00	35,00	30,00	20,00	35,27	17,05	7,09	4,13	0,00	9,00
Matéria Mineral	%	7,00	6,00	6,00	4,80	7,13	2,87	1,44	7,36	7,00
Aflotaxinas	ppb	20,00	20,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Teor de Gossipol	%	0,12	0,12	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Atividade Ureática	%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15
Solubilidade	%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	80,00
Impurezas	%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
Monensina Sódica	mg / Kg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

INSUMOS											
NUTRIENTES		Soja Casquinha	Sorgo, grao moido	Polpa cítrica	Trigo, farelo	Uréia	Boviprima	BCA	Novo Bovigold	Bovigold Pré-Parto	Lactobov
Peso	Kg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Umidade	%	0,00	0,00	12,49	13,50	0,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MS	%	89,06	87,65	87,51	86,50	0,00	90,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PB Mínima	%	4,90	9,61	7,06	14,00	281,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00
NDT	%	42,50	78,43	66,74	70,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PD	%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Energia Bruta	Kcal / Kg	0,00	0,00	0,00	4.044,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
FB	%	0,00	0,00	0,00	11,00	0,00	4,50	0,00	0,00	0,00	0,00
EE	%	0,32	0,00	1,81	3,00	0,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ácido Pantotênico	mg / KG	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vitamina A	UI / Kg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000,00	135.000,00
Vitamina D3	UI / Kg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20.000,00	68.000,00
Vitamina E	UI / Kg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3.000,00	450,00
Cálcio	g / KG	0,41	0,07	19,50	0,03	0,00	0,05	0,00	240,00	0,19	155,80
Cobalto	mg / Kg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00	0,00	100,00	0,00	30,00
Cobre	mg / Kg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	74,00	0,00	1.250,00	400,00	400,00
Cromo	mg / Kg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	14,00	10,00
Enxofre	g / Kg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,00	0,00	0,00	0,00	20,00
Ferro	mg / Kg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	210,00	0,00	1.795,00	0,00	2.000,00
Fluor	mg / Kg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.740,00	0,00	510,00
Fósforo	g / Kg	0,00	0,28	4,60	0,00	0,00	15,00	0,00	174,00	0,00	51,00
Iodo	mg / Kg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,40	0,00	90,00	0,00	40,26

INSUMOS

NUTRIENTES		Soja Casquinha	Sorgo, grao moido	Polpa cítrica	Trigo, farelo	Uréia	Boviprima	BCA	Novo Bovigold	Bovigold Pré-Parto	Lactobov
Magnésio	g / Kg	0,22	0,19	0,00	0,00	0,00	5,00	0,00	0,00	0,00	33,00
Manganês	mg / Kg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	137,00	0,00	2.000,00	0,00	1.350,53
Nianina	mg / Kg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	37,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Potássio	mg / Kg	1,05	0,28	0,00	0,94	0,00	10,00	0,00	0,00	0,00	28,20
Riboflavina	mg / Kg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Selênio	mg / Kg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,25	0,00	15,00	30,00	15,00
Sódio	g / Kg	0,20	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	93,00
Zinco	mg / Kg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	290,00	0,00	5.270,00	0,00	1.700,00
FDN	0,00	75,92	13,16	25,15	42,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
FDA	0,00	57,75	6,42	22,30	13,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Matéria Mineral	%	5,87	1,57	0,00	6,50	0,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Aflotaxinas	ppb	0,00	0,00	0,00	50,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Teor de Gossipol	%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Atividade Ureática	%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Solubilidade	%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	95,00	0,00	95,00
Impurezas	%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Monensina Sódica	mg / Kg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	480,00

Tabela 18 - Mínimo de nutrientes necessários aos animais da Fazenda Membeca

		Amamentação	Bezerras pós amamentação	Bezerras entre 110 e 250 Kg	Bezerras entre 251 e 350 Kg	Vacas à 30 dias antes do parto	Início de lactação ou >=20 Kg/dia	15 kg < Produção Diária < 20kg	Secas até 30 dias antes do parto e touros
Peso	Kg	0	0	0	0	0	0	0	0
Umidade	%	12	12	12	12	8	6	11	12
MS	%	88	86	84	84	80	82	84	84
PB Mínima	%	20	18	18	15	19	12	25	16
NDT	%	64	69	69	72	64	60	68	72
PD	%	0	0	0	0	0	0	0	0
Energia Bruta	Kcal / Kg	2844	2769	2695	2743	2713	786	2008	2743
FB	%	5	5	5	2	5	0	3	3
EE	%	4	3	2	2	2	2	1	2
Ácido Pantotênico	mg / KG	2	1	0	0	0	0	0	0
Vitamina A	UI / Kg	0	0	0	0	0	8100	0	0
Vitamina D3	UI / Kg	0	0	0	0	0	4080	0	0
Vitamina E	UI / Kg	0	0	0	0	0	27	0	0
Cálcio	g / KG	2	9	9	10	7	10	7	12
Cobalto	mg / Kg	2	3	3	3	3	2	3	3
Cobre	mg / Kg	15	32	32	38	38	24	38	38
Cromo	mg / Kg	0	0	0	0	0	1	0	0
Enxofre	g / Kg	1	1	0	0	0	1	0	0
Ferro	mg / Kg	42	57	54	54	54	120	54	54
Fluor	mg / Kg	0	35	35	52	52	31	52	52
Fósforo	g / Kg	5	7	7	7	6	4	6	7
Iodo	mg / Kg	2	3	3	3	3	2	3	3

		Amamentação	Bezerras pós amamentação	Bezerras entre 110 e 250 Kg	Bezerras entre 251 e 350 Kg	Vacas à 30 dias antes do parto	Início de lactação ou >=20 Kg/dia	15 kg < Produção Diária < 20kg	Secas até 30 dias antes do parto e touros
Magnésio	g / Kg	2	1	0	0	0	2	0	0
Manganês	mg / Kg	27	54	54	60	60	81	60	60
Nianina	mg / Kg	7	4	0	0	0	0	0	0
Potássio	mg / Kg	4	3	1	1	1	3	0	1
Riboflavina	mg / Kg	1	1	0	0	0	0	0	0
Selênio	mg / Kg	0	1	0	0	0	1	0	0
Sódio	g / Kg	135	126	96	81	93	66	0	81
Zinco	mg / Kg	58	134	134	158	158	102	158	158
FDN	0	23	26	26	19	33	20	16	23
FDA	0	9	11	11	9	11	8	7	11
Matéria Mineral	%	8	5	3	2	3	3	4	2
Aflotaxinas	ppb	5	5	5	3	6	0	0	4
Teor de Gossipol	%	0	0	0	0	0	0	0	0
Atividade Ureática	%	0	0	0	0	0	0	0	0
Solubilidade	%	0	2	2	3	3	6	36	3
Impurezas	%	0	0	0	0	0	0	0	0
Monensina Sódica	mg / Kg	0	0	0	0	0	29	0	0

APÊNDICES

APÊNDICE I – PREÇO POR QUILO DA ANÁLISE RESTROSPECTIVA

	FEVEREIRO			JANEIRO		
	Ferramenta Atual	Ferramenta Proposta	Varição do Custo	Ferramenta Atual	Ferramenta Proposta	Varição do Custo
Amamentação	R\$ 1,187	R\$ 1,187	0,0%	R\$ 1,18	R\$ 1,18	0,0%
Bezerras pós amamentação	R\$ 0,986	R\$ 0,986	0,0%	R\$ 0,98	R\$ 0,98	0,0%
Bezerras entre 110 e 250 Kg	R\$ 0,762	R\$ 0,761	-0,1%	R\$ 0,74	R\$ 0,74	-0,3%
Bezerras entre 251 e 350 Kg	R\$ 0,747	R\$ 0,748	0,2%	R\$ 0,72	R\$ 0,74	2,1%
Vacas à 30 dias antes do parto	R\$ 0,944	R\$ 0,922	-2,3%	R\$ 0,96	R\$ 0,92	-3,4%
Início de lactação ou >=20 Kg/dia	R\$ 1,013	R\$ 0,798	-21,2%	R\$ 1,03	R\$ 0,83	-19,7%
15 kg < Produção Diária < 20kg	R\$ 0,913	R\$ 0,876	-4,1%	R\$ 0,97	R\$ 0,86	-10,8%
Secas até 30 dias antes do parto e touros	R\$ 0,747	R\$ 0,753	0,9%	R\$ 0,72	R\$ 0,74	2,3%
Média do preço por kg	R\$ 0,91	R\$ 0,88	-3,3%	R\$ 0,91	R\$ 0,87	-3,7%
	DEZEMBRO			NOVEMBRO		
	Ferramenta Atual	Ferramenta Proposta	Varição do Custo	Ferramenta Atual	Ferramenta Proposta	Varição do Custo
Amamentação	R\$ 1,23	R\$ 1,23	0,0%	R\$ 1,19	R\$ 1,19	0,0%
Bezerras pós amamentação	R\$ 1,02	R\$ 1,02	0,0%	R\$ 0,99	R\$ 0,99	0,0%
Bezerras entre 110 e 250 Kg	R\$ 0,80	R\$ 0,80	-0,1%	R\$ 0,78	R\$ 0,78	-0,2%
Bezerras entre 251 e 350 Kg	R\$ 0,78	R\$ 0,79	1,0%	R\$ 0,75	R\$ 0,74	-2,5%
Vacas à 30 dias antes do parto	R\$ 1,00	R\$ 0,96	-3,5%	R\$ 0,99	R\$ 0,95	-3,9%
Início de lactação ou >=20 Kg/dia	R\$ 1,09	R\$ 0,83	-24,2%	R\$ 1,07	R\$ 0,81	-24,5%
15 kg < Produção Diária < 20kg	R\$ 0,97	R\$ 0,93	-3,4%	R\$ 0,98	R\$ 0,96	-1,7%
Secas até 30 dias antes do parto e touros	R\$ 0,78	R\$ 0,79	1,4%	R\$ 0,76	R\$ 0,75	-0,7%
Média do preço por kg	R\$ 0,96	R\$ 0,92	-3,6%	R\$ 0,94	R\$ 0,90	-4,2%

APÊNDICE II – RESULTADOS PARA FEVEREIRO DE 2013

Tabela 19 - Composição do concentrado – Fevereiro

	Amamentação	Bezerras pós amamentação	Bezerras entre 110 e 250 Kg	Bezerras entre 251 e 350 Kg	Vacas a 30 dias antes do parto	Início de lactação ou >=20 Kg/dia	15 kg < Produção Diária < 20kg	Secas até 30 dias antes do parto e touros
Algodão, Farelo - Alta Energia	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Algodão, farelo 28%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Algodão, farelo 38%	25%	26%	24%	14%	32%	0%	0%	18%
Algodão, caroço	0%	0%	0%	0%	0%	9%	0%	0%
Farelo de Amendoim	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Soja, farelo	0%	0%	0%	0%	0%	0%	42%	0%
Soja Casquinha	0%	0%	0%	0%	1%	4%	0%	0%
Uréia	0%	0%	1%	1%	1%	0%	0%	1%
Milho Grão	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Milho, grão moído	45%	42%	32%	50%	31%	20%	0%	43%
Refinazil	0%	0%	0%	0%	0%	10%	0%	0%
Sorgo, grao moído	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Polpa cítrica	10%	20%	30%	28%	15%	30%	31%	28%
Trigo, farelo	0%	0%	10%	5%	13%	19%	23%	7%
Boviprima	20%	10%	0%	0%	0%	2%	0%	0%
BCA	0%	0%	0%	0%	5%	0%	0%	0%
Novo Bovigold	0%	2%	3%	3%	3%	0%	3%	3%
Bovigold Pré-Parto	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Lactobov	0%	0%	0%	0%	0%	6%	0%	0%

Tabela 20 - Nutrientes Ingeridos - Fevereiro

INGERIDO		Amamentação	Bezerras pós amamentação	Bezerras entre 110 e 250 Kg	Bezerras entre 251 e 350 Kg	Vacas à 30 dias antes do parto	Início de lactação ou >=20 Kg/dia	15 kg < Produção Diária < 20kg	Secas até 30 dias antes do parto e touros
Peso	Kg	0	0	0	0	0	0	0	0
Umidade	%	12	12	12	12	12	10	12	12
MS	%	88	86	84	84	85	82	85	84
PB Mínima	%	20	18	18	15	19	12	25	16
NDT	%	64	69	72	75	73	60	70	74
PD	%	0	0	0	0	0	0	0	0
Energia Bruta	Kcal / Kg	2844	2769	2695	2743	2932	1572	2658	2743
FB	%	5	5	5	3	6	2	5	4
EE	%	4	3	2	3	2	4	2	3
Ácido Pantotênico	mg / KG	2	1	0	0	0	0	0	0
Vitamina A	UI / Kg	0	0	0	0	0	8100	46	0
Vitamina D3	UI / Kg	0	0	0	0	0	4080	23	0
Vitamina E	UI / Kg	0	0	0	0	0	27	0	0
Cálcio	g / KG	2	9	13	13	12	15	13	13
Cobalto	mg / Kg	2	3	3	3	3	2	3	3
Cobre	mg / Kg	15	32	38	38	38	25	38	38
Cromo	mg / Kg	0	0	0	0	0	1	0	0
Enxofre	g / Kg	1	1	0	0	0	1	0	0
Ferro	mg / Kg	42	57	54	54	54	124	55	54
Fluor	mg / Kg	0	35	52	52	52	31	52	52
Fósforo	g / Kg	5	7	7	8	7	6	7	8
Iodo	mg / Kg	2	3	3	3	3	3	3	3
Magnésio	g / Kg	2	1	0	1	0	2	0	1

INGERIDO		Amamentação	Bezerras pós amamentação	Bezerras entre 110 e 250 Kg	Bezerras entre 251 e 350 Kg	Vacas à 30 dias antes do parto	Início de lactação ou >=20 Kg/dia	15 kg < Produção Diária < 20kg	Secas até 30 dias antes do parto e touros
Manganês	mg / Kg	27	54	60	60	60	83	60	60
Nianina	mg / Kg	7	4	0	0	0	1	0	0
Potássio	mg / Kg	4	3	1	2	1	3	1	2
Riboflavina	mg / Kg	1	1	0	0	0	0	0	0
Selênio	mg / Kg	0	1	0	0	0	1	0	0
Sódio	g / Kg	135	126	96	149	93	66	0	128
Zinco	mg / Kg	58	134	158	158	158	107	159	158
FDN	0	23	26	30	23	33	25	25	26
FDA	0	9	11	14	12	14	16	14	13
Matéria Mineral	%	8	5	3	2	3	3	4	2
Aflotaxinas	ppb	5	5	10	5	11	10	12	7
Teor de Gossipol	%	0	0	0	0	0	0	0	0
Atividade Ureática	%	0	0	0	0	0	0	0	0
Solubilidade	%	0	2	3	3	3	6	36	3
Impurezas	%	0	0	0	0	0	0	0	0
Monensina Sódica	mg / Kg	0	0	0	0	0	29	0	0

Tabela 21 - Custos com insumos – Fevereiro

DESPESAS COM INSUMOS	Preço por kg	Peso_Saco	Preço Saco	Qtde Sacos	Preço	Total
Algodão, Farelo - Alta Energia	R\$1.000,00	50	R\$ -	0	R\$ -	R\$ 8.427,69
Algodão, farelo 28%	R\$1.000,00	40	R\$ -	0	R\$ -	
Algodão, farelo 38%	R\$ 0,97	50	R\$ 48,50	13	R\$ 630,50	
Algodão, caroço	R\$ 0,97	30	R\$ 28,95	14	R\$ 405,30	
Farelo de Amendoim	R\$1.000,00	50	R\$ -	0	R\$ -	
Soja, farelo	R\$ 1,20	50	R\$ 60,00	22	R\$ 1.320,00	
Soja Casquinha	R\$ 0,62	40	R\$ 24,80	5	R\$124,00	
Uréia	R\$ 1,77	25	R\$ 44,20	2	R\$ 88,40	
Milho Grão	R\$1.000,00	0	R\$ -	0	R\$ -	
Milho, grão moído	R\$ 0,73	50	R\$ 36,40	42	R\$ 1.528,80	
Refinazil	R\$ 0,80	25	R\$ 19,90	18	R\$ 358,20	
Sorgo, grao moído	R\$1.000,00	0	R\$ -	0	R\$ -	
Polpa cítrica	R\$ 0,55	50	R\$ 27,30	58	R\$ 1.583,40	
Trigo, farelo	R\$ 0,58	40	R\$ 23,20	43	R\$ 997,60	
Boviprima	R\$2,81	20	R\$ 56,24	6	R\$ 337,44	
BCA	R\$ 3,29	30	R\$ 98,62	1	R\$ 98,62	
Novo Bovigold	R\$ 1,89	30	R\$ 56,70	6	R\$ 340,20	
Bovigold Pré-Parto	R\$ 3,33	30	R\$ 100,00	0	R\$ -	
Lactobov	R\$ 2,24	25	R\$ 55,93	11	R\$ 615,23	

APÊNDICE III – RESULTADOS PARA JANEIRO DE 2013

Tabela 22 - Composição do concentrado – Janeiro

INSUMOS PARA RAÇÕES	Amamentação	Bezerras pós amamentação	Bezerras entre 110 e 250 Kg	Bezerras entre 251 e 350 Kg	Vacas à 30 dias antes do parto	Início de lactação ou ≥ 20 Kg/dia	15 kg < Produção Diária < 20kg	Secas até 30 dias antes do parto e touros
Algodão, Farelo - Alta Energia	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Algodão, farelo 28%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Algodão, farelo 38%	25%	26%	24%	14%	34%	0%	0%	18%
Algodão, caroço	0%	0%	0%	0%	0%	2%	0%	0%
Farelo de Amendoim	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Soja, farelo	0%	0%	0%	0%	0%	0%	42%	0%
Soja Casquinha	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Uréia	0%	0%	1%	1%	0%	1%	0%	1%
Milho Grão	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Milho, grão moído	45%	42%	32%	50%	31%	20%	0%	43%
Refinazil	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Sorgo, grao moido	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Polpa cítrica	10%	20%	29%	28%	15%	45%	19%	28%
Trigo, farelo	0%	0%	11%	5%	12%	19%	36%	7%
Boviprima	20%	10%	0%	0%	0%	6%	0%	0%
BCA	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Novo Bovigold	0%	2%	3%	3%	3%	0%	3%	3%

Bovigold Pré-Parto	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Lactobov	0%	0%	0%	0%	0%	6%	0%	0%

Tabela 23 - Nutrientes Ingeridos - Janeiro

		Amamentação	Bezerras pós amamentação	Bezerras entre 110 e 250 Kg	Bezerras entre 251 e 350 Kg	Vacas à 30 dias antes do parto	Início de lactação ou >=20 Kg/dia	15 kg < Produção Diária < 20kg	Secas até 30 dias antes do parto e touros
Peso	Kg	0	0	0	0	0	0	0	0
Umidade	%	12	12	12	12	12	12	12	12
MS	%	88	86	84	84	85	82	85	84
PB Mínima	%	20	18	18	15	19	12	25	16
NDT	%	64	69	73	75	73	63	70	74
PD	%	0	0	0	0	0	0	0	0
Energia Bruta	Kcal / Kg	2844	2769	2743	2743	3113	1572	3160	2743
FB	%	5	5	5	3	7	2	7	4
EE	%	4	3	2	3	2	3	2	3
Ácido Pantotênico	mg / KG	2	1	0	0	0	1	0	0
Vitamina A	UI / Kg	0	0	0	0	0	8100	46	0
Vitamina D3	UI / Kg	0	0	0	0	0	4080	23	0
Vitamina E	UI / Kg	0	0	0	0	0	27	0	0
Cálcio	g / KG	2	9	13	13	12	18	11	13
Cobalto	mg / Kg	2	3	3	3	3	2	3	3
Cobre	mg / Kg	15	32	38	38	38	28	39	38
Cromo	mg / Kg	0	0	0	0	0	1	0	0
Enxofre	g / Kg	1	1	0	0	0	2	0	0
Ferro	mg / Kg	42	57	54	54	54	133	57	54

		Amamentação	Bezerras pós amamentação	Bezerras entre 110 e 250 Kg	Bezerras entre 251 e 350 Kg	Vacas à 30 dias antes do parto	Início de lactação ou >=20 Kg/dia	15 kg < Produção Diária < 20kg	Secas até 30 dias antes do parto e touros
Fluor	mg / Kg	0	35	52	52	52	31	54	52
Fósforo	g / Kg	5	7	7	8	7	7	6	8
Iodo	mg / Kg	2	3	3	3	3	3	3	3
Magnésio	g / Kg	2	1	0	1	0	3	0	1
Manganês	mg / Kg	27	54	60	60	60	89	63	60
Nianina	mg / Kg	7	4	0	0	0	2	0	0
Potássio	mg / Kg	4	3	1	2	2	3	1	2
Riboflavina	mg / Kg	1	1	0	0	0	0	0	0
Selênio	mg / Kg	0	1	0	0	0	1	0	0
Sódio	g / Kg	135	126	96	149	93	66	0	128
Zinco	mg / Kg	58	134	158	158	158	120	165	158
FDN	0	23	26	30	23	33	23	27	26
FDA	0	9	11	14	12	14	14	13	13
Matéria Mineral	%	8	5	3	2	3	3	5	2
Aflotaxinas	ppb	5	5	10	5	13	10	18	7
Teor de Gossipol	%	0	0	0	0	0	0	0	0
Atividade Ureática	%	0	0	0	0	0	0	0	0
Solubilidade	%	0	2	3	3	3	6	37	3
Impurezas	%	0	0	0	0	0	0	0	0
Monensina Sódica	mg / Kg	0	0	0	0	0	29	0	0

Tabela 24 - Custos com insumos – Janeiro

DESPESAS COM RAÇÃO	Preço por kg	Peso Saco	Preço Saco	Qtde Sacos	Preço	Total
Algodão, Farelo - Alta Energia	R\$ 1.000,00	50	R\$ -	0	R\$ -	R\$ 8512,39
Algodão, farelo 28%	R\$ 1.000,00	40	R\$ -	0	R\$ -	
Algodão, farelo 38%	R\$ 0,94	50	R\$ 46,80	13	R\$ 608,40	
Algodão, caroço	R\$ 1,00	30	R\$ 30,00	4	R\$ 120,00	
Farelo de Amendoim	R\$ 1.000,00	50	R\$ -	0	R\$ -	
Soja, farelo	R\$ 1,25	50	R\$ 62,50	22	R\$ 1.375,00	
Soja Casquinha	R\$ -	40	R\$ -	0	R\$ -	
Uréia	R\$ 1,76	25	R\$ 44,00	3	R\$ 132,00	
Milho Grão	R\$ 10.000,00	0	R\$ -	0	R\$ -	
Milho, grão moído	R\$ 0,73	50	R\$ 36,50	42	R\$ 1.533,00	
Refinazil	R\$ -	25	R\$ -	0	R\$ -	
Sorgo, grao moído	R\$ 10.000,00	0	R\$ -	0	R\$ -	
Polpa cítrica	R\$ 0,54	50	R\$ 26,80	67	R\$ 1.795,60	
Trigo, farelo	R\$ 0,49	40	R\$ 19,50	51	R\$ 994,50	
Boviprima	R\$ 2,81	20	R\$ 56,24	16	R\$ 899,84	
BCA	R\$ 3,29	30	R\$ 98,62	1	R\$ 98,62	
Novo Bovigold	R\$ 1,89	30	R\$ 56,70	6	R\$ 340,20	
Bovigold Pré-Parto	R\$ 3,33	30	R\$ 100,00	0	R\$ -	
Lactobov	R\$ 2,24	25	R\$ 55,93	11	R\$ 615,23	

APÊNDICE III – RESULTADOS PARA DEZEMBRO DE 2012

Tabela 25 - Composição do concentrado – Dezembro

INSUMOS PARA RAÇÕES	Amamentação	Bezerras pós amamentação	Bezerras entre 110 e 250 Kg	Bezerras entre 251 e 350 Kg	Vacas a 30 dias antes do parto	Início de lactação ou >=20 Kg/dia	15 kg < Produção Diária < 20kg	Secas até 30 dias antes do parto e touros
Algodão, Farelo - Alta Energia	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Algodão, farelo 28%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Algodão, farelo 38%	25%	26%	24%	14%	32%	0%	0%	18%
Algodão, caroço	0%	0%	0%	0%	0%	9%	0%	0%
Farelo de Amendoim	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Soja, farelo	0%	0%	0%	0%	0%	0%	42%	0%
Soja Casquinha	0%	0%	0%	0%	4%	4%	0%	0%
Uréia	0%	0%	1%	1%	1%	0%	0%	1%
Milho Grão	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Milho, grão moído	45%	42%	32%	50%	31%	20%	0%	43%
Refinazil	0%	0%	0%	0%	0%	10%	2%	0%
Sorgo, grao moído	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Polpa cítrica	10%	20%	30%	28%	20%	30%	34%	28%
Trigo, farelo	0%	0%	10%	5%	4%	19%	18%	7%
Boviprima	20%	10%	0%	0%	0%	2%	0%	0%
BCA	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Novo Bovigold	0%	2%	3%	3%	3%	0%	3%	3%
Bovigold Pré-Parto	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Lactobov	0%	0%	0%	0%	0%	6%	0%	0%

Tabela 26 - Nutrientes Ingeridos - Dezembro

		Amamentação	Bezerras pós amamentação	Bezerras entre 110 e 250 Kg	Bezerras entre 251 e 350 Kg	Vacas à 30 dias antes do parto	Início de lactação ou >=20 Kg/dia	15 kg < Produção Diária < 20kg	Secas até 30 dias antes do parto e touros
Peso	Kg	0	0	0	0	0	0	0	0
Umidade	%	12	12	12	12	11	10	12	12
MS	%	88	86	84	84	80	82	85	84
PB Mínima	%	20	18	18	15	19	12	25	16
NDT	%	64	69	72	75	69	60	68	74
PD	%	0	0	0	0	0	0	0	0
Energia Bruta	Kcal / Kg	2844	2769	2695	2743	2741	1572	2448	2743
FB	%	5	5	5	3	6	2	5	4
EE	%	4	3	2	3	2	4	2	3
Ácido Pantotênico	mg / KG	2	1	0	0	0	0	0	0
Vitamina A	UI / Kg	0	0	0	0	0	8100	72	0
Vitamina D3	UI / Kg	0	0	0	0	0	4080	36	0
Vitamina E	UI / Kg	0	0	0	0	0	27	0	0
Cálcio	g / KG	2	9	13	13	11	15	14	13
Cobalto	mg / Kg	2	3	3	3	3	2	3	3
Cobre	mg / Kg	15	32	38	38	38	25	38	38
Cromo	mg / Kg	0	0	0	0	0	1	0	0
Enxofre	g / Kg	1	1	0	0	0	1	0	0
Ferro	mg / Kg	42	57	54	54	54	124	55	54
Fluor	mg / Kg	0	35	52	52	52	31	52	52

		Amamentação	Bezerras pós amamentação	Bezerras entre 110 e 250 Kg	Bezerras entre 251 e 350 Kg	Vacas à 30 dias antes do parto	Início de lactação ou >=20 Kg/dia	15 kg < Produção Diária < 20kg	Secas até 30 dias antes do parto e touros
Fósforo	g / Kg	5	7	7	8	7	6	7	8
Iodo	mg / Kg	2	3	3	3	3	3	3	3
Magnésio	g / Kg	2	1	0	1	0	2	0	1
Manganês	mg / Kg	27	54	60	60	60	83	60	60
Nianina	mg / Kg	7	4	0	0	0	1	0	0
Potássio	mg / Kg	4	3	1	2	1	3	0	2
Riboflavina	mg / Kg	1	1	0	0	0	0	0	0
Selênio	mg / Kg	0	1	0	0	0	1	0	0
Sódio	g / Kg	135	126	96	149	93	66	0	128
Zinco	mg / Kg	58	134	158	158	158	107	158	158
FDN	0	23	26	30	23	33	25	23	26
FDA	0	9	11	14	12	15	16	14	13
Matéria Mineral	%	8	5	3	2	3	3	4	2
Aflotaxinas	ppb	5	5	10	5	8	10	9	7
Teor de Gossipol	%	0	0	0	0	0	0	0	0
Atividade Ureática	%	0	0	0	0	0	0	0	0
Solubilidade	%	0	2	3	3	3	6	36	3
Impurezas	%	0	0	0	0	0	0	0	0
Monensina Sódica	mg / Kg	0	0	0	0	0	29	0	0

Tabela 27 - Custos com insumos – Dezembro

DESPESAS COM RAÇÃO	Preço por kg	Peso Saco	Preço Saco	Qtde Sacos	Preço	Total
Algodão, Farelo - Alta Energia	R\$ 1.000,00	50	R\$ -	0	R\$ -	R\$ 8.911,72
Algodão, farelo 28%	R\$ 1.000,00	40	R\$ -	0	R\$ -	
Algodão, farelo 38%	R\$ 1,01	50	R\$ 50,30	13	R\$ 653,90	
Algodão, caroço	R\$ 1,02	30	R\$ 30,60	14	R\$ 428,40	
Farelo de Amendoim	R\$ 1.000,00	50	R\$ -	0	R\$ -	
Soja, farelo	R\$ 1,32	50	R\$ 65,90	22	R\$ 1.449,80	
Soja Casquinha	R\$ 0,65	40	R\$ 25,90	6	R\$ 155,40	
Uréia	R\$ 1,77	25	R\$ 44,20	2	R\$ 88,40	
Milho Grão	R\$ 10.000,00	0	R\$ -	0	R\$ -	
Milho, grão moído	R\$ 0,80	50	R\$ 40,20	42	R\$ 1.688,40	
Refinazil	R\$ 0,80	25	R\$ 19,90	21	R\$ 417,90	
Sorgo, grao moido	R\$ 10.000,00	0	R\$ -	0	R\$ -	
Polpa cítrica	R\$ 0,53	50	R\$ 26,60	60	R\$ 1.596,00	
Trigo, farelo	R\$ 0,65	40	R\$ 25,95	38	R\$ 986,10	
Boviprima	R\$ 2,81	20	R\$ 56,24	6	R\$ 337,44	
BCA	R\$ 3,29	30	R\$ 98,62	1	R\$ 98,62	
Novo Bovigold	R\$ 1,89	30	R\$ 56,70	6	R\$ 340,20	
Bovigold Pré-Parto	R\$ 3,33	30	R\$ 100,00	0	R\$ -	
Lactobov	R\$ 2,24	25	R\$ 55,93	12	R\$ 671,16	

APÊNDICE IV – RESULTADOS PARA NOVEMBRO DE 2012

Tabela 28 - Composição do concentrado – Novembro

INSUMOS PARA RAÇÕES	Amamentação	Bezerras pós amamentação	Bezerras entre 110 e 250 Kg	Bezerras entre 251 e 350 Kg	Vacas a 30 dias antes do parto	Início de lactação ou >=20 Kg/dia	15 kg < Produção Diária < 20kg	Secas até 30 dias antes do parto e touros
Algodão, Farelo - Alta Energia	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Algodão, farelo 28%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Algodão, farelo 38%	25%	26%	24%	13%	40%	0%	0%	18%
Algodão, caroço	0%	0%	0%	0%	0%	20%	0%	0%
Farelo de Amendoim	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Soja, farelo	0%	0%	0%	0%	0%	0%	49%	0%
Soja Casquinha	0%	0%	0%	0%	0%	38%	8%	0%
Uréia	0%	0%	1%	1%	1%	1%	0%	1%
Milho Grão	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Milho, grão moído	45%	42%	32%	68%	31%	20%	0%	53%
Refinazil	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Sorgo, grao moido	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Polpa cítrica	10%	20%	30%	15%	25%	15%	40%	25%
Trigo, farelo	0%	0%	10%	0%	0%	0%	0%	0%
Boviprima	20%	10%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
BCA	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Novo Bovigold	0%	2%	3%	3%	3%	0%	3%	3%
Bovigold Pré-Parto	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Lactobov	0%	0%	0%	0%	0%	6%	0%	0%

Tabela 29 - Nutrientes Ingeridos - Novembro

		Amamentação	Bezerras pós amamentação	Bezerras entre 110 e 250 Kg	Bezerras entre 251 e 350 Kg	Vacas à 30 dias antes do parto	Início de lactação ou >=20 Kg/dia	15 kg < Produção Diária < 20kg	Secas até 30 dias antes do parto e touros
Peso	Kg	0	0	0	0	0	0	0	0
Umidade	%	12	12	12	12	12	6	11	12
MS	%	88	86	84	84	84	83	85	84
PB Mínima	%	20	18	18	15	22	12	25	16
NDT	%	64	69	72	78	73	60	68	76
PD	%	0	0	0	0	0	0	0	0
Energia Bruta	Kcal / Kg	2844	2769	2695	3231	2940	786	2008	2857
FB	%	5	5	5	2	6	0	3	3
EE	%	4	3	2	3	2	5	1	3
Ácido Pantotênico	mg / KG	2	1	0	0	0	0	0	0
Vitamina A	UI / Kg	0	0	0	0	0	8100	0	0
Vitamina D3	UI / Kg	0	0	0	0	0	4080	0	0
Vitamina E	UI / Kg	0	0	0	0	0	27	0	0
Cálcio	g / KG	2	9	13	10	12	13	15	12
Cobalto	mg / Kg	2	3	3	3	3	2	3	3
Cobre	mg / Kg	15	32	38	38	38	24	38	38
Cromo	mg / Kg	0	0	0	0	0	1	0	0
Enxofre	g / Kg	1	1	0	0	0	1	0	0
Ferro	mg / Kg	42	57	54	54	54	120	54	54

		Amamentação	Bezerras pós amamentação	Bezerras entre 110 e 250 Kg	Bezerras entre 251 e 350 Kg	Vacas à 30 dias antes do parto	Início de lactação ou >=20 Kg/dia	15 kg < Produção Diária < 20kg	Secas até 30 dias antes do parto e touros
Fluor	mg / Kg	0	35	52	52	52	31	52	52
Fósforo	g / Kg	5	7	7	8	7	6	7	8
Iodo	mg / Kg	2	3	3	3	3	2	3	3
Magnésio	g / Kg	2	1	0	1	0	2	0	1
Manganês	mg / Kg	27	54	60	60	60	81	60	60
Nianina	mg / Kg	7	4	0	0	0	0	0	0
Potássio	mg / Kg	4	3	1	3	1	3	0	2
Riboflavina	mg / Kg	1	1	0	0	0	0	0	0
Selênio	mg / Kg	0	1	0	0	0	1	0	0
Sódio	g / Kg	135	126	96	204	93	66	0	159
Zinco	mg / Kg	58	134	158	158	158	102	158	158
FDN	0	23	26	30	19	34	44	24	23
FDA	0	9	11	14	9	15	33	18	11
Matéria Mineral	%	8	5	3	2	3	3	4	2
Aflotaxinas	ppb	5	5	10	3	8	0	0	4
Teor de Gossipol	%	0	0	0	0	0	0	0	0
Atividade Ureática	%	0	0	0	0	0	0	0	0
Solubilidade	%	0	2	3	3	3	6	42	3
Impurezas	%	0	0	0	1	0	0	0	1
Monensina Sódica	mg / Kg	0	0	0	0	0	29	0	0

Tabela 30 - Custos com insumos - Novembro

DESPESAS COM RAÇÃO	Preço por kg	Peso Saco	Preço Saco	Qtde Sacos	Preço	Total
Algodão, Farelo - Alta Energia	R\$ 1.000,00	50	R\$ -	0	R\$ -	R\$ 8.683,69
Algodão, farelo 28%	R\$ 1.000,00	40	R\$ -	0	R\$ -	
Algodão, farelo 38%	R\$ 1,10	50	R\$ 54,90	13	R\$ 713,70	
Algodão, caroço	R\$ 0,93	30	R\$ 27,90	14	R\$ 390,60	
Farelo de Amendoim	R\$ 1.000,00	50	R\$ -	0	R\$ -	
Soja, farelo	R\$ 1,37	50	R\$ 68,50	22	R\$ 1.507,00	
Soja Casquinha	R\$ 0,68	40	R\$ 27,30	6	R\$ 163,80	
Uréia	R\$ 1,77	25	R\$ 44,20	2	R\$ 88,40	
Milho Grão	R\$ 10.000,00	0	R\$ -	0	R\$ -	
Milho, grão moído	R\$ 0,68	50	R\$ 34,10	43	R\$ 1.466,30	
Refinazil	R\$ 0,82	25	R\$ 20,50	20	R\$ 410,00	
Sorgo, grao moido	R\$ 10.000,00	0	R\$ -	0	R\$ -	
Polpa cítrica	R\$ 0,49	50	R\$ 24,60	60	R\$ 1.476,00	
Trigo, farelo	R\$ 0,75	40	R\$ 29,90	36	R\$ 1.076,40	
Boviprima	R\$ 2,81	20	R\$ 56,24	6	R\$ 337,44	
BCA	R\$ 3,29	30	R\$ 98,62	1	R\$ 98,62	
Novo Bovigold	R\$ 1,89	30	R\$ 56,70	6	R\$ 340,20	
Bovigold Pré-Parto	R\$ 3,33	30	R\$ 100,00	0	R\$ -	
Lactobov	R\$ 2,24	25	R\$ 55,93	11	R\$ 615,23	

NOTAS DE FIM

- i. *“Entende-se por Leite Cru do tipo C é aquele que não é submetido a qualquer tipo de tratamento térmico na fazenda leiteira onde foi produzido. É integral quanto ao teor de gordura, transportado em vasilhame individual de capacidade até 50 l (cinquenta litros) e entregue em estabelecimento industrial adequado até dez horas do dia de sua obtenção”*. (extraído da Instrução Normativa Nº 51, de 18 de Setembro de 2002, Anexo III, item 2.1.2)
 - ii. *“Entende-se por Leite Cru Refrigerado tipo B o produto definido neste Regulamento Técnico, integral quanto ao teor de gordura, refrigerado em propriedade rural produtora de leite e nela mantido pelo período máximo de 48h (quarenta e oito horas), em temperatura igual ou inferior a 4°C (quatro graus Celsius), que deve ser atingida no máximo 3h (três horas) após o término da ordenha, transportado para estabelecimento industrial, para ser processado, onde deve apresentar, no momento do seu recebimento, temperatura igual ou inferior a 7°C (sete graus Celsius)”*. (extraído da Instrução Normativa Nº 51, de 18 de Setembro de 2002, Anexo II, item 2.1.2)
-