

**MARRAIANE ANA DA SILVA**

**A INFLUÊNCIA DA MORTE SÚBITA DAS  
PASTAGENS PARA UMA PECUÁRIA DE BAIXO  
CARBONO NA AMAZÔNIA**

**Dissertação de Mestrado**

**ALTA FLORESTA-MT  
2017**

	MARRAIANE ANA DA SILVA	Diss. MESTRADO	PPGBioAgro 2017



**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO  
FACULDADE DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E  
AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
BIODIVERSIDADE E AGROECOSSISTEMAS  
AMAZÔNICOS**



**MARRAIANE ANA DA SILVA**

**A INFLUÊNCIA DA MORTE SÚBITA DAS  
PASTAGENS PARA UMA PECUÁRIA DE BAIXO  
CARBONO NA AMAZÔNIA**

Dissertação apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos, para a obtenção do título de Mestre em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos.

Orientador: Prof. Dr. Mendelson Guerreiro de Lima

**ALTA FLORESTA-MT  
2017**

AUTORIZO A DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO, CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Catalogação na fonte: Francisco Leandro Castro Lopes CRB1/3017

S586i	SILVA, Marraiane Ana da. A influência da morte súbita das pastagens para uma pecuária de baixo carbono na Amazônia / Marraiane Ana da Silva. Alta Floresta – MT, 2017. 69f.:il. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos) e Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias da Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT. Orientação: Prof. Dr. Mendelson Guerreiro de Lima.  1. Renovação de pastagens. 2. Desmatamento evitado. 3. GEE. 4. Pecuária sustentável. I. Título.  CDD: 630
-------	---

**A INFLUÊNCIA DA MORTE SÚBITA DAS  
PASTAGENS PARA UMA PECUÁRIA DE BAIXO  
CARBONO NA AMAZÔNIA**

**MARRAIANE ANA DA SILVA**

Dissertação apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos, para a obtenção do título de Mestre em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos.

Aprovada em: 24/02/2017



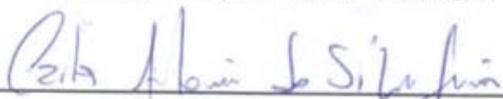
---

Prof. Dr. Mendelson Guerreiro De Lima  
Orientador – UNEMAT/ PPGBioAgro



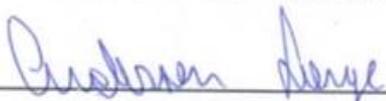
---

Prof. Dr. Gustavo Caione  
Membro – UNEMAT/ PPGBioAgro



---

Prof. Dr. Carlos Antônio Da Silva Junior  
Membro – UNEMAT/ Alta Floresta



---

Prof. Dr. Anderson Lange  
Membro – UFMT/SINOP

## **DEDICATÓRIA**

A minha família pelo apoio e o incentivo durante mais essa jornada da minha vida. Ao meu namorado pela compreensão e parceria. Aos meus amigos que sempre torceram por mim. Aos professores, pois sem eles não chegaria onde cheguei. Enfim, dedico a todos que me apoiaram sempre nessa caminhada...

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelas oportunidades em minha vida. A minha família pelo apoio e compressão durante esses anos, em especial a minha mãe Elizete. Ao meu namorado Cartegiane pelo companheirismo, paciência e carinho. Aos meus sogros Antônia e José Carlos pela parceria e incentivo.

O meu eterno agradecimento ao meu orientador Prof. Dr. Mendelson Guerreiro de Lima pela oportunidade e paciência durante esses anos. O meu agradecimento ao Prof. Dr. Carlos Antonio da Silva Junior pela sua contribuição e parceria no desenvolvimento deste trabalho.

Ao professor Antônio Carlos Silveiro da Silva, pela oportunidade de realizar o estágio de docência em sua disciplina, muito obrigada pela confiança e parceria. Agradeço imensamente aos produtores rurais de Alta Floresta pela disposição e educação de me receberem em suas casas durante as visitas a campo. Agradeço meu amigo e parceiro de campo Luiz Paulo Araújo de Oliveira pela sua paciência e dedicação durante esses anos. A minha amiga Suellen Rodrigues Calixto pela sua ajuda na organização dos dados e sua amizade. A todos meus amigos e colegas do Laboratório de Zoologia e Morfologia Animal, em especial ao meu amigo Cristiano de Oliveira Schuingues. Agradeço aos meus colegas de turma pelo companheirismo nesses dois anos, especialmente a minha amiga Danieli Cigolini Ruzza.

Ao Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos, em nome de todos os professores que contribuíram com minha formação. A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa.

A Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT) pela oportunidade de concretização de mais um sonho.

“Temos pela frente um desafio como nunca a humanidade teve, de provar nossa maturidade e nosso domínio, não da natureza, mas de nós mesmos”.

Rachel Carson

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	ix
RESUMO.....	x
ABSTRACT.....	xii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1. Desafios da pecuária brasileira.....	4
2.2. Importância ambiental das pastagens renovadas.....	6
2.3. A Morte súbita da pastagem em <i>Urochloa brizantha</i> cv marandu.....	7
2.4. Monitoramento do uso do solo: imagens de sensoriamento remoto.....	9
2.5. Redes neurais artificiais (RNA).....	10
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	13
3.1. Área de estudo.....	13
3.2. Coleta e análise dos dados de campo.....	14
3.3. Mapeamento das áreas com morte súbita das pastagens.....	15
4. RESULTADOS.....	21
4.1. Perfil social dos produtores rurais.....	21
4.2. Caracterização das propriedades rurais.....	22
4.3. Morte súbita das pastagens.....	23
4.4. Utilização das redes neurais artificiais: morte súbita das pastagens ...	28
5. DISCUSSÃO.....	34
5.1. A Pecuária em Alta Floresta.....	34
5.2. Mapeamento das pastagens: redes neurais artificiais (RNA).....	36
6. CONCLUSÕES.....	38
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	39

APÊNDICE A – Questionário .....	47
ANEXO A – Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) .....	48

## LISTA DE TABELAS

TABELAS	Página
<b>Tabela 1.</b> Escolaridades dos produtores rurais.....	21
<b>Tabela 2.</b> Períodos em que os produtores rurais chegaram em Alta Floresta.....	21
<b>Tabela 3.</b> Origem de procedência dos produtores rurais.....	22
<b>Tabela 4.</b> Tamanho médio das propriedades rurais de Alta Floresta em hectares.....	23
<b>Tabela 5.</b> Representatividade dos tipos de gado nas propriedades rurais.....	23
<b>Tabela 6.</b> Respostas relativas à ocorrência da morte súbita nas várias classes das propriedades visitadas em Alta Floresta (%).....	23
<b>Tabela 7.</b> Área média comprometida com a morte súbita da pastagem nas várias classes de propriedades em Alta Floresta.....	24
<b>Tabela 8.</b> Participação das respostas relativas à renovação da pastagem antes da ocorrência da morte súbita em várias classes de propriedades em Alta Floresta (%).....	24
<b>Tabela 9.</b> Participação das respostas relativas à renovação da pastagem depois da ocorrência da morte súbita em várias classes de propriedades em Alta Floresta (%).....	25
<b>Tabela 10.</b> Participação das respostas relativas à realização ou não da análise do solo em várias classes de propriedades rurais em Alta Floresta (%).....	25
<b>Tabela 11.</b> Participação das respostas relativas ao atendimento técnico em várias classes de propriedades em Alta Floresta (%).....	26

<b>Tabela 12.</b> Participação das respostas relativas à aceitação ou não das orientações técnicas em várias classes de propriedades em Alta Floresta (%).....	26
<b>Tabela 13.</b> Renovação anual média da pastagem em várias classes de propriedades em Alta Floresta (ha).....	26
<b>Tabela 14.</b> Participação das respostas relativas a compra de trator para auxiliar na renovação da pastagem em várias classes de propriedades em Alta Floresta (%).....	27
<b>Tabela 15.</b> Participação das respostas relativas a empréstimo no banco para auxiliar na renovação da pastagem em várias classes de propriedades em Alta Floresta (%).....	27
<b>Tabela 16.</b> Relação entre a quantidade de cabeças de gado antes e depois da renovação das pastagens.....	27
<b>Tabela 17.</b> Matrix de confusão para validação dos resultados para as classes mapeadas.....	33

## LISTA DE FIGURAS

FIGURAS	Página
<b>Figura 1.</b> Diagrama esquemático de RNA “ <i>feedforward</i> ” com duas camadas escondidas. Fonte: André Ponce de Leon.....	12
<b>Figura 2.</b> Rede multicamadas “ <i>feedforward</i> ” com retropropagação de erro. Fonte: Espinhosa, 2004 .....	12
<b>Figura 3.</b> Área de amostragem dos dados – Alta Floresta, Mato Grosso .....	13
<b>Figura 4.</b> Iterações da rede neural artificial.....	28
<b>Figura 5.</b> Mapeamento de áreas de SMS (Síndrome da Morte Súbita da Pastagem) sem o filtro “ <i>Majority filtering</i> ”.....	30
<b>Figura 6.</b> Mapeamento de áreas de SMS com o filtro majoritário - “ <i>Majority filtering</i> ” (Stuckens et al., 2000).....	31
<b>Figura 7.</b> Detalhe (#1 Fig. 5) de áreas com a morte súbita das pastagens com e sem filtragem majoritária e detalhes imagem do sensor OLI e aplicativo Google Earth.....	32

## RESUMO

SILVA, Marraiane Ana da. M.Sc. Universidade do Estado de Mato Grosso, Fevereiro de 2017. A influência da morte súbita das pastagens para uma pecuária de baixo carbono na Amazônia. Orientador: Mendelson Guerreiro de Lima.

As pastagens ocupam 220 milhões de hectares no Brasil, sendo 70 milhões nos estados da Amazônia e estima-se que mais de 60% das pastagens neste bioma se encontrem degradados ou em processo de degradação. Essa degradação tem várias causas, mas uma delas, recente, é a mortalidade da pastagem devido a um fenômeno conhecido como “Morte súbita das pastagens” que tem destruído vastas áreas onde predomina o monocultivo de *Urochloa brizantha* cv Marandu. Deste modo, o objetivo deste trabalho foi realizar o levantamento da morte súbita das pastagens em Alta Floresta, um município de fronteira agrícola que é um grande produtor de gado e situa-se na borda sul da Amazônia, no Estado de Mato Grosso. Além disso, verificamos quais seriam as implicações das renovações das pastagens afetadas para as mudanças climáticas. Parte da pesquisa foi feita através de entrevistas nas propriedades rurais (n = 320) e parte através da análise de imagens de satélite. Os resultados das entrevistas mostraram que as pastagens apresentavam uma média de 22 anos, sem nenhum tipo de manejo adequado e 91% das propriedades apresentavam a doença, que comprometia 58,45% de todas as pastagens. As renovações começaram basicamente em 2013, a uma taxa média anual de 5,19%, justificada pelo alto valor de renovação de 1 hectare, que foi de R\$ 1.800,00. Antes da renovação a taxa de lotação reportada era de 2 cabeças/ha e, após as renovações, passou a ser de 3,25 cabeças/ha. A análise feita com imagens de satélite de 2016 mostrou que 60% de 226.073 ha de pastagens apresentavam a morte súbita. Cada hectare renovado equivale a 0,625 ha de desmatamento evitado e uma economia de emissão pela conversão de uso da terra de 487 ton CO<sub>2</sub> eq ha. Em 1 hectare de pastagem renovada há a produção de 1.755 kg de carne bruta em 30 meses, equivalendo a uma produção mensal de 58 kg de carne bruta. Já em 1 ha de pastagem degradada há a produção de 1.080 kg de carne bruta em 40 meses ou apenas 27 kg mensais. Apesar de haver maior produção de carne em pastagens renovadas e, conseqüentemente, maior emissão de carbono, há uma economia

de 1,69 kg de CO<sub>2</sub> eq para cada kg de carne produzido em pastagens renovadas. Esses resultados mostram que a obrigatoriedade de renovação das pastagens afetadas pela morte súbita está contribuindo para uma pecuária mais sustentável na Amazônia e que a intensificação da pecuária é o fator chave na mitigação da emissão de gases de efeito estufa neste bioma

**Palavras chave:** Renovação de pastagens. Desmatamento evitado. GEE. Pecuária sustentável.

## ABSTRACT

SILVA, Marraiane Ana da. M.Sc. University of the State of Mato Grosso, February 2017. The influence of the sudden death of the pastures for a low carbon cattle ranching in the Amazon. Advisor: Mendelson Guerreiro de Lima.

The pastures occupy 220 million hectares in Brazil and 70 million in the states of Amazonia and it is estimated that more than 60% of pastures in this biome are degraded or in the degradation process. This degradation has several causes, but one recent one is the mortality of pasture due to a phenomenon known as "Sudden death of pastures" that has destroyed vast areas where the monoculture of *Urochloa brizantha* cv Marandu predominates. Thus, the objective of this work was to survey the sudden death of pastures in Alta Floresta, a municipality of agricultural frontier that is a large cattle producer and is located on the southern edge of the Amazon, in the State of Mato Grosso. In addition, we verified the implications of the renewal of pastures affected by climate change. Part of the research was done through interviews at rural properties (n = 320) and partly through satellite imagery analysis. The results of the interviews showed that pastures presented an average of 22 years, without any type of management and 91.37% of the properties presented the disease, which affected 58,45% of all pastures. The renovations began basically in 2013, at an average annual rate of 5.19%, justified by the high renovation value of 1 hectare, which was R \$ 1,800.00. Prior to the renewal the reported stocking rate was 2 heads / ha and, after the renovations, it was 3.25 head / ha. The analysis made with satellite images of 2016 showed that 59.62% of 226,073.97 ha of pastures presented sudden death. Each renewed hectare equals 0.625 ha of avoided deforestation and an emission saving by land use conversion of 487.5 ton CO<sub>2</sub> eq ha. In 1 hectare of renewed pasture there is the production of 1.755 kg of gross meat in 30 months, equivalent to a monthly production of 58.5 kg of raw meat. In 1 ha of degraded pasture there is a production of 1,080 kg of raw meat in 40 months or only 27 kg a month. Despite the fact that there is more meat production in renewed pastures and consequently higher carbon emissions, there is an economy of 1.69 kg CO<sub>2</sub> eq for each kg of meat produced in renewed pastures. Our results show that the obligatory renewal of pastures affected by sudden death is contributing to a more sustainable cattle

raising in the Amazon and that intensification of livestock farming is the key factor in mitigating the emission of greenhouse gases in this biome.

**Key-words:** Renovation of pasture. Avoided deforestation. GHG. Sustainable livestock farming.

## 1. INTRODUÇÃO

As pastagens ocupam 220 milhões de hectares no Brasil sendo 70 milhões nos estados da Amazônia (BARBOSA et al., 2015). Comumente as pastagens no país são a principal fonte de alimento bovino, no entanto, estima-se que mais de 60% das pastagens na Amazônia estejam degradadas ou em processo de degradação (DIAS-FILHO e ANDRADE, 2006). As principais causas de degradação são decorrentes de processos inadequados de manejo que com o passar do tempo levam a perda de produtividade forrageira, processos erosivos e ataques de pragas (DIAS-FILHO, 2011; PEDREIRA et al., 2014). Nesses estágios as pastagens passam a ser fonte de eliminação de carbono, uma vez que a degradação reduz a capacidade da planta em absorver carbono. Além disso, a expansão das pastagens sobre a vegetação nativa tem sido apontada como uma das principais responsáveis pelos desmatamentos das florestas contribuindo com as mudanças do uso do solo (BOWMAN et al., 2012; SILVA et al., 2016).

Nos últimos anos um fenômeno vem ocorrendo sobre as pastagens de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, fenômeno este intitulado como “Morte Súbita das Pastagens”, que leva o capim marandu a condições de déficit hídrico severo em formas de reboleiras chegando ao ponto do capim morrer (RIBEIRO JÚNIOR, 2015). Há relatos de morte súbita das pastagens em vários estados do país, como é o caso do Acre, Pará, Rondônia Tocantins, Maranhão, Amazonas e Mato Grosso (SOUZA et al., 2000; TEIXEIRA NETO et al., 2000; VALENTIM et al., 2000).

No estado de Mato Grosso a morte súbita das pastagens tem afetado milhões de hectares. Mato Grosso detém 25,8 milhões de hectares de pastagens onde foram constados casos de morte súbita em 2,23 milhões de hectares distribuídos nas regiões do estado. A região sudeste do estado foi a mais afetada com 672 mil hectares e o norte o menos afetado com 79 mil hectares (IMEA, 2011).

Nessa perspectiva, muitos pesquisadores do país têm sugerido que vários fatores podem estar relacionados com a morte súbita das pastagens. Dentre eles, o manejo inadequado das pastagens sem a manutenção e os

cuidados com a forrageira durante os anos após a sua implantação, associados a ataques de cigarrinhas e patógenos ocorrendo principalmente no período chuvoso, debilitando a forrageira e levando à sua morte (ALMEIDA et al., 2016; PEDREIRA et al., 2014, DIAS-FILHO, 2011). Como solução para este problema, os pecuaristas vêm fazendo a renovação completa das pastagens, procedimento que consiste na substituição do capim marandu por outras forrageiras mais resistentes.

Nesse sentido, a renovação das pastagens com bases racionais trará implicações econômicas e ambientais. Primeiro, existe a expectativa de que as renovações com bases racionais, que consiste na preparação e adução do solo e também na escolha da forrageira adequada, aumentem a lotação animal e, segundo, este aumento na capacidade de suporte contribuirá para diminuir a pressão sobre a floresta, uma vez que, potencialmente, áreas que já foram abertas serão suficientes para aumentar a produção e, por último, pastagens bem manejadas poderão mitigar gases de efeito estufa (GEE), através do acúmulo de carbono pelas novas pastagens e melhor aproveitamento da forrageira pelo bovino.

No entanto, a permanência do modelo tradicional de exploração extensiva e extrativista poderá contribuir, ainda mais, para uma pecuária de baixa produtividade, além de favorecer a ocupação de novas áreas de vegetação nativa e aumentar as emissões de gases de efeito estufa pelas pastagens degradadas e maiores emissões pelo gado. Assim, a morte súbita é um dos grandes entraves para uma pecuária mais sustentável, uma vez que se tornou um dos principais fatores de degradação das pastagens na Amazônia. Por outro lado, a morte súbita das pastagens tem possibilitado mudanças na forma de exploração e uso do solo pela pecuária, pois a solução encontrada pelos pecuaristas tem sido a renovação das pastagens.

Para o município de Alta Floresta, no norte do estado de Mato Grosso, onde há a predominância do monocultivo de capim marandu, não há registro da área total de ocorrência de morte súbita das pastagens. Deste modo torna-se importante realizar um levantamento dessas áreas comprometidas, uma vez que a pecuária é a principal atividade econômica do município.

Diante disso, procuramos responder aos seguintes questionamentos: i) Pastagens renovadas poderão contribuir para uma pecuária mais eficiente? ii) Pastagens renovadas poderão contribuir para evitar novos desmatamentos? iii) Pastagens renovadas poderão contribuir para a mitigação dos gases de efeito estufa e ainda assim continuar a produzir mais proteína animal? iv) Será que as Redes Neurais Artificiais e técnicas de Sensoriamento Remoto permitem mapear áreas com morte súbita das pastagens?

### **Hipóteses**

As renovações das pastagens contribuem para uma pecuária de baixo carbono, pois aumentam a capacidade de suporte animal e evitam o desmatamento ao fazer a otimização das áreas abertas. Com isso não há a necessidade de abrir novas áreas de florestas nativas e, pastagens renovadas favorecem o aporte de carbono no solo.

Além disso, as Redes Neurais Artificiais (RNA) e técnicas de Sensoriamento Remoto permitem mapear áreas com morte súbita das pastagens, pois são ferramentas que conseguem criar padrões de reconhecimento das áreas de interesse.

### **Objetivo**

O objetivo deste trabalho foi realizar um levantamento da ocorrência da morte súbita das pastagens no município de Alta Floresta, bem como, as implicações ambientais das pastagens renovadas para as mudanças climáticas.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Desafios da pecuária brasileira**

A pecuária brasileira vem passando por pressões globais para se ajustar a padrões mais modernos de desempenho socioambiental, sanitário e econômico (SILVA e BARRETO, 2014). O governo brasileiro passou a melhorar o controle da febre aftosa e subsidiou a consolidação e modernização de empresas processadoras e exportadoras de proteína animal (BARRETO et al., 2008). Tais investimentos, aliado aos problemas enfrentados pelos países concorrentes (como a febre da vaca louca nos EUA e Europa), favoreceram as exportações da carne brasileira. Contudo, o aumento das exportações do setor pecuário gerou preocupações e pressões contra os impactos socioambientais e a ineficiência do setor. Neste cenário, a Amazônia passou a ser a região preferencial de expansão da pecuária, associada a taxas mais elevadas de desmatamento, gerando preocupações com as mudanças do clima por causa de eventos extremos no país como duas secas recordes na Amazônia e chuvas extremas no sudeste (SILVA e BARRETO et al., 2014).

Diante deste contexto, o poder público, Organizações Não Governamentais (ONGs) e empresas intensificaram o combate ao desmatamento (BARRETO et al., 2008; BARRETO et al., 2012) com medidas que incluíram: aumento da fiscalização, inclusive com casos de confisco de gado criado em áreas desmatadas ilegalmente; restrição do crédito rural para fazendas que não iniciaram a regularização fundiária; e acordos de frigoríficos para comprar apenas de fazendas que iniciassem a regularização ambiental (SILVA e BARRETO, 2014).

Essas medidas mais rigorosas fizeram com que fazendas, frigoríficos e outras instituições procurassem novas alternativas de melhoria na pecuária. Um dos casos recentes tem sido o Projeto Pecuária Verde liderado pelo Sindicato de Produtores Rurais de Paragominas, no leste do Pará, que tem possibilitado alternativas de aprimoramento na produção. Esse projeto foi iniciado em 2011, com o objetivo de melhorar o desempenho das fazendas levando em conta algumas alternativas como: i) aumentar a rentabilidade das fazendas por meio do aumento da produtividade; ii) melhorar o bem estar dos

animais, que afeta a produtividade, e a segurança e bem estar dos funcionários; iii) melhorar o desempenho ambiental, planejando o uso do solo com base no potencial agropecuário e realizando a restauração de áreas desmatadas ilegalmente ou que não têm aptidão agropecuária; e iv) capacitar e valorizar os trabalhadores. Além de testar as melhores práticas, o projeto visa servir de modelo para outros produtores que podem ampliar a adoção de uma pecuária mais moderna (SRPRP, 2014).

No entanto, nem todo modelo de produção tem sido aderido com facilidade devido aos custos de produção que são gerados, principalmente em investimentos em tecnologias e também a assistência técnica que muitas vezes são limitadas, o que dificulta a adesão de projetos de melhorias na pecuária. Dias-Filho (2011) relata que a grande barreira econômica para a adoção de tecnologias de recuperação de pastagens degradadas em regiões tropicais é a necessidade de investimentos relativamente altos e em curto prazo, enquanto os ganhos econômicos da recuperação são obtidos a médio ou longo prazo.

Essas particularidades ocasionam um paradoxo uma vez que a adoção de tecnologias de recuperação de pastagens degradadas, principalmente quando essas pastagens se encontram em fases mais avançadas de degradação, seja em geral mais cara do que os procedimentos tradicionais de abertura de novas pastagens, em áreas de vegetação nativa (DIAS-FILHO, 2011). O preço da terra pode também ter grande relevância na tomada de decisão de investir em tecnologias mais intensivas que visem a reutilizar áreas consideradas improdutivas (degradadas). Quanto mais alto for o preço da terra, mais atrativo será investir nela. Como em muitas áreas da Amazônia o preço da terra tende a ser relativamente baixo, o incentivo para investir em tecnologia nessas áreas pode também ser menor (DIAS-FILHO, 2015).

Atualmente uma das metas do Ministério da Agricultura para o programa do governo federal de redução da emissão de gases de efeito estufa, é de recuperação de pastagens, onde o objetivo é recuperar 15 milhões de hectares de áreas de pastagens degradadas entre os anos de 2010 e 2020. Dentre as tecnologias aplicáveis, destacam-se a agricultura orgânica, sistemas de produção integrada, integração lavoura-pecuária-floresta plantada (ILPF),

plântio direto e sistemas agroflorestais. Além disso, envolvem a capacitação de produtores e assistentes técnicos.

## **2.2. Importância ambiental das pastagens renovadas**

O desempenho animal em pastagens é determinado principalmente pela qualidade da forragem (REIS et al., 2012). Entretanto, o que se tem observado é que o potencial de produção animal, frente à capacidade produtiva de gramíneas forrageiras em algumas regiões do Brasil, ainda não foi alcançado. O motivo se deve, em parte, ao manejo inadequado, que na maioria dos casos é realizado de forma extensiva e extrativista (ALMEIDA, 2011).

Infelizmente, os estudos com pastagens no Brasil, em muitos casos, são baseados em parâmetros e variáveis que não permitem um entendimento adequado das interações entre animal, solo e plantas forrageiras sobre pastejo, uma vez que não consideram algumas características relacionadas à planta, tampouco a natureza dinâmica das pastagens (SBRISSIA, 2000).

As condições de produção pelas pastagens estão em função do tipo de solo, níveis de adubação, espécies utilizadas e intensidade de uso das pastagens. Essas pastagens podem se manter produtivas se forem bem manejadas ou podem se transformar em pastagens degradadas e, eventualmente, serem abandonadas (CEDERBERG et al., 2011), devido à queda no vigor e na disponibilidade da produção da planta forrageira (SANCHÊS et al., 2013).

As pastagens degradadas apresentam índices elevados de perdas de solo e água e baixa capacidade produtiva, tornando-as mais susceptíveis ao ataque de pragas, doenças e plantas invasoras (BUSTAMANTE et al., 2012). Pastagens mal manejadas e degradadas resultam em baixa produtividade devido à perda de matéria orgânica e da diminuição da atividade de microrganismos do solo, além de serem responsáveis pelos processos erosivos, funcionando como fonte de CO<sub>2</sub> para atmosfera (LAL, 2010; ROSA et al., 2014). As pastagens quando degradadas emitem carbono e áreas de pastagens não degradadas, quando mantidas com solos férteis, acumulam 0,46 ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>(CARVALHO et al., 2010). Pastagens com constante manutenção

podem contribuir para o aumento dos níveis de sequestro de carbono no solo e na biomassa (CERRI et al., 2009; HOFFMANN et al., 2014).

### **2.3. A Morte súbita da pastagem em *Urochloa brizantha* cv marandu**

Nos últimos anos a “Morte súbita das pastagens” tem destruído vastas áreas onde predomina o monocultivo de *Urochloa brizantha* cultivar marandu. O gênero *Urochloa brizantha* cv marandu foi amplamente difundido a partir de sua liberação para comércio pela EMBRAPA em 1984, devido principalmente à sua alta produtividade (DIAS-FILHO, 2011).

É uma gramínea originária de uma região vulcânica da África, com precipitação pluviométrica anual ao redor de 700 mm e cerca de 8 meses de seca no inverno. A cultivar é considerada uma planta cespitosa, muito robusta, de 1,5 a 2,5 m de altura com grande aceitação pelos produtores, principalmente nas regiões do Cerrado e Amazônia (EMBRAPA, 1984).

Apresenta características produtivas bem desejáveis como alta produtividade, tolerância a solos ácidos e altos níveis de alumínio tóxico, elevada produção de forragem, boa capacidade de rebrota, tolerância à seca, persistência e resistência à cigarrinha das pastagens, quando comparada com as variedades do mesmo gênero (EMBRAPA, 1984; ALCÂNTARA, 1986). Sua importância para a pecuária nacional pode ser demonstrada pela participação no mercado de sementes forrageiras que, entre os anos de 1996 e 1997, atingia cerca de 50% do mercado. Atualmente, estima-se que 60 milhões de hectares em todo o Brasil estejam estabelecidos com essa cultivar, participando efetivamente na alimentação do rebanho bovino brasileiro (DIAS-FILHO, 2011).

No entanto, desde a década de 1990 vem sendo relatado no país problemas com a pastagem de *Urochloa brizantha* cv Marandu (DIAS-FILHO, 2006). A partir de 1998, em região do Centro-Oeste foi verificada a morte em extensas áreas de forma contínua e irreversível. Os primeiros relatos indicavam a morte de capim-marandu em pequenas áreas das pastagens que evoluíam de forma gradativa, sobretudo em regiões de pastos onde ocorre acúmulo de água no período de chuvas, apresentando sintomas de murchamento e morte (ALMEIDA et al., 2016).

A baixa tolerância do cultivar ao encharcamento do solo associado à proliferação de microorganismos patogênicos pelo excesso de umidade pode ser um dos fatores causadores da morte do capim. Os danos causados pelo excesso de água no solo já foram relatados por diversos autores nos últimos anos (DIAS-FILHO, 2006; PEDREIRA et al., 2014; RIBEIRO JÚNIOR, 2015).

Os pesquisadores começaram a associar esta doença a um conjunto de fatores que interagem entre si, dentre os quais a baixa capacidade de drenagem do solo, compactação, déficit nutricional e maior susceptibilidade de proliferação de fungos. Em 1994, foram relatados os primeiros casos de morte súbita da pastagem no Acre, Pará, Rondônia e em outras localidades da região Amazônica (ANDRADE e VALENTIM, 2006). Estima-se que dos 25,8 milhões de hectares de plantas forrageiras no Mato Grosso mais de 2 milhões de hectares apresentem algum tipo de mortalidade (IMEA, 2011).

Um estudo feito por Ribeiro Júnior (2015) com *Urochloa hybrida* cv. Mulato II demonstrou alterações nas folhas com características amareladas ou secas com visível diminuição da largura e do porte em relação às plantas saudáveis, mesma característica observada em *Urochloa brizantha* cv. Marandu com exceção da mudança da largura das folhas, quando acometida pela morte súbita das pastagens. Em relação aos estudos anatômicos da folha demonstraram hifas fúngicas na região cortical de ambas as cultivares nos estágios mais avançados da doença. Aparentemente a degradação do tecido foi gerada pela presença e ação desses fungos nessa região.

As pastagens com morte súbita apresentam alto número de plantas invasoras, cupins e solos expostos (BUSTAMANTE et al., 2012). Uma vez que a área é afetada a tendência é se espalhar em todas as outras áreas, levando à morte do capim (DIAS-FILHO, 2008). Diante disso, a solução encontrada pelos produtores rurais tem sido a renovação completa da pastagem juntamente com a substituição da *Urochloa brizantha* cv. Marandu por outras cultivares. No entanto, segundo Carnevalli (2009), não basta apenas a substituição ou a utilização de forrageira de alto valor nutritivo; é necessário manejar o pasto para que ele se mantenha vivo (perene) por muito tempo, evitando reformas e renovações que aumentem o custo de produção.

## **2.4. Monitoramento do uso do solo: imagens de sensoriamento remoto**

Por definição, sensoriamento remoto (SR) é uma ciência que visa o desenvolvimento da obtenção de imagens da superfície terrestre por meio da detecção e medição quantitativa das respostas das interações da radiação eletromagnética com os alvos terrestres (MENESES e ALMEIDA, 2012). A energia eletromagnética utilizada na obtenção dos dados por sensoriamento remoto é também denominada de radiação eletromagnética (MORAES, 2002).

A bordo das plataformas ou satélites são acoplados sensores que são capazes de obter informações por meio da radiação eletromagnética (REM) em diferentes faixas ou bandas do espectro eletromagnético (SILVA JUNIOR, 2014). As principais fontes naturais de radiação eletromagnética são provenientes do Sol e da Terra (VIEIRA, 2010).

A interação do fluxo de radiação eletromagnética com a superfície de um alvo leva à ocorrência de três fenômenos: reflectância, absorvância e transmitância, que são a razão entre o fluxo de REM (refletido, absorvido e transmitido) e o fluxo incidido sobre a superfície (MACHADO, 2014). As interações entre a energia eletromagnética e alvos terrestres são determinadas pelas propriedades físico-químicas biológicas desses objetos (MORAES, 2002).

Portanto, a energia eletromagnética refletida e emitida pelos objetos terrestres é a base de dados para todo o processo de sua identificação, pois ela permite quantificar a energia espectral refletida e/ou emitida por estes, e assim avaliar suas principais características (SILVA, 2006). Sendo assim, os sensores são indispensáveis para obtenção das características dos alvos terrestres. Entretanto, a qualidade destes sensores normalmente é especificada pela sua capacidade de obter medidas detalhadas da energia eletromagnética. As particularidades dos sensores estão relacionadas com a resolução espacial, espectral, radiométrica e resolução temporal (MORAES, 2002).

Assim, as informações obtidas através das imagens de Sensoriamento Remoto podem ser usadas para classificar e mapear a cobertura e as mudanças no uso da terra com diferentes técnicas e conjuntos de dados (BUTT et al., 2015). As técnicas de detecção de mudanças digitais

com base em dados multi-temporais e multi-espectrais de sensoriamento remoto têm demonstrado um grande potencial para a compreensão da dinâmica paisagem (RAWAT et al., 2013), fornecendo percepções mais tangíveis na compreensão do processo de mudanças na cobertura vegetal e uso do solo (AHMAD, 2012).

No campo agrônômico, o uso de imagens de sensoriamento remoto tem se destacado. Em um estudo feito por Silva Junior (2014), apresentou-se o mapeamento, discriminação e quantificação de áreas de soja no Estado do Paraná com a utilização de classificadores e de imagens de Sensor MODIS. Trabalho realizado por Aguiar (2013) avaliou pastagens tropicais por meio de indicadores de intensificação do uso e da degradação das pastagens por meio de dados provenientes do sensoriamento remoto.

Sensores a bordo de plataformas orbitais, podem fornecer cobertura em diferentes escalas (ANDRADE et al., 2013). Além de auxiliar na implantação de medidas preventivas (ABDON, 2009) bem como servir de base para a elaboração de políticas públicas voltadas à pecuária e ao meio ambiente (VIEIRA, 2010).

Em estudos da cobertura vegetal, a aplicação de técnicas de Sensoriamento Remoto é de grande relevância, pois a partir dos dados adquiridos é possível extrair informações sobre a distribuição dos diferentes tipos de vegetação, estrutura do dossel, estado fenológico, condições de estresse, carência de nutrientes, entre outros (ANDERSON, 2005).

## **2.5. Redes neurais artificiais (RNA)**

O primeiro trabalho publicado sobre Redes Neurais Artificiais teria sido apresentado em 1943 por McCulloch e Pitts intitulado a *A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity* (RAIA, 2000). Contudo, na época não foi encontrada nenhuma aplicação, mas nos anos de 1950 e no início dos anos 1960, uma classe das chamadas “máquinas que aprendem” criadas por Rosenblatt provocou grande euforia no campo de reconhecimento de padrões (ESPINHOSA, 2004) criando as redes de *perceptron*, mas em 1969 Minsky e Papert demonstraram que a rede *perceptron* só era capaz de classificar

padrões que eram linearmente separáveis. Com isso houve um desaquecimento nos estudos com Redes Neurais Artificiais.

A partir dos anos 80 os problemas apresentados pelo *perceptron* foram solucionados através do uso de novos modelos. Usando o algoritmo de treinamento para *perceptrons* de múltiplas camadas (*feedforward*) (RUMELHART et al., 1986). Deste modo, esses autores descreveram o algoritmo de aprendizado denominado de “regra delta generalizada para aprendizado de retropropagação” ou *backpropagation* fornecendo um método efetivo para máquinas de múltiplas camadas, demonstrando bons resultados na solução de problemas de interesse prático e tornando os *feedforward* como um dos principais modelos de redes neurais em uso (GONZALEZ e WOODS, 2000).

Segundo Zell et al. (1995), o desenvolvimento das Redes Neurais Artificiais representam um tipo especial de processamento de informações que consistem de muitas células primitivas que trabalham em paralelo e estão conectadas através de ligações diretas, cuja principal função é distribuir padrões de ativação, de maneira similar ao mecanismo básico do cérebro humano.

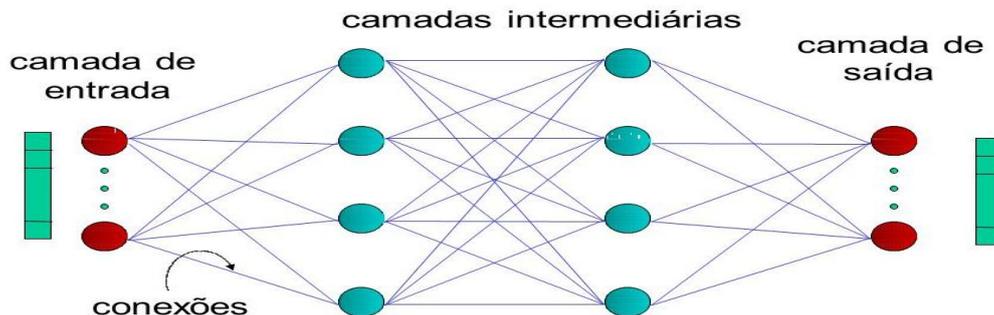
Segundo as informações de Brondino (1999), as Redes Neurais Artificiais apresentam alguns benefícios como:

- a) Habilidade de aprender com exemplos;
- b) Robustez;
- c) Velocidade do processamento.

As Redes Neurais Artificiais são organizadas em camadas que definem sua arquitetura, ou seja, a maneira como os elementos de processamento são organizados e afetam o desempenho da rede (VENTURIERI e SANTOS, 1998). Deste modo, existem redes de camada simples (*perceptron*) constituídas por um grupo de neurônios arranjados em apenas uma camada e as redes múltiplas camadas (*feedforward*) formadas por várias camadas intermediárias ou pela combinação de várias redes de camadas simples (ESPINHOSA, 2004).

Entre as arquiteturas mais usadas estão à rede múltiplas camadas “*feedforward*” constituída por (Figura 1).

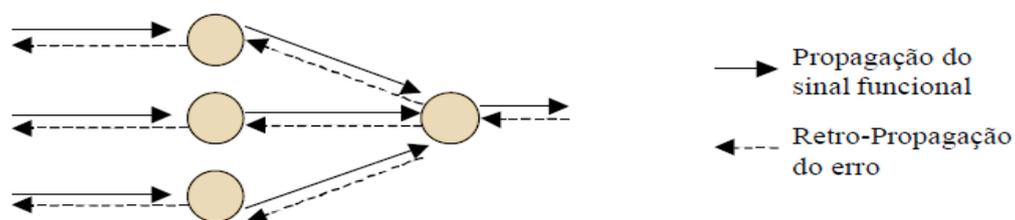
- I. Camada de Entrada
- II. Camadas Intermediárias ou Ocultas
- III. Camadas de Saídas



**Figura 1.** Diagrama esquemático de RNA “*feedforward*” com duas camadas escondidas. Fonte: André Ponce de Leon.

O conhecimento é adquirido por meio de intensidades das conexões entre os neurônios, assim consistindo em um processo iterativo de ajuste de parâmetros e pesos, que armazenam no final do processo conhecimento do ambiente externo. Deste modo, o conhecimento do ambiente externo depende da visão humana para julgamento de treinamento e assume papel importante. A seleção visual na forma de polígonos em processo de criação de amostras é um exemplo de tais julgamentos (SILVA JUNIOR et al., 2015).

As Redes Neurais múltiplas camadas usam um treinamento supervisionado, utilizando-se de um algoritmo intitulado retropropagação de erro ou (*error backpropagation*) (Figura 2).



**Figura 2.** Rede multicamadas “*feedforward*” com retropropagação de erro. Fonte: Espinhosa, 2004.

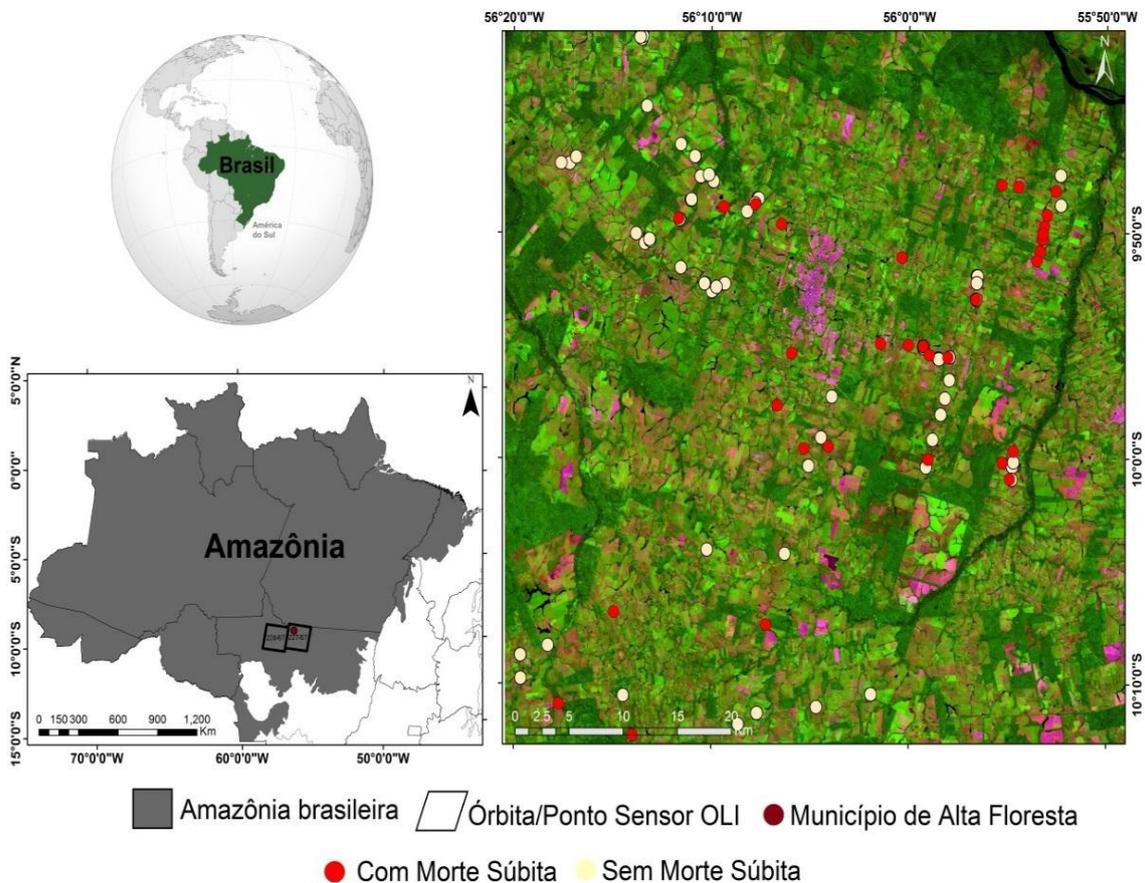
Segundo Espinhosa (2004), para treinar uma rede de múltiplas camadas “*feedforward*” tem se utilizado o algoritmo de treinamento ou aprendizagem “*backpropagation*”. De modo geral as Redes Neurais podem ser categorizadas por sua arquitetura, ou seja, pelos números de camadas, de

elementos de processamento e de conexões, pelas características de seus elementos de processamentos e pelas leis de aprendizagem que foram submetidas (MEDEIROS, 1999).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Área de estudo

A área de estudo compreendeu o município de Alta Floresta, localizado no norte do Estado de Mato Grosso, a 800 Km de distância de Cuiabá (Figura 3). Atualmente o município possui uma população estimada em 49.991 habitantes, contando com uma unidade territorial de 8.927.00 km<sup>2</sup> (IBGE, 2010).



**Figura 3.** Área de amostragem dos dados – Alta Floresta, Mato Grosso.

Segundo a classificação de Köppen Alta Floresta apresenta clima Tropical de monções (ALVARES et al., 2013) com temperatura média anual entre 24,3 e 24,8 °C (BUTTURI et al., 2013) e pluviosidade de 2.000 a 2.300 mm (SEPLAN, 2006). O município de Alta Floresta está inserido no bioma Amazônia, fazendo parte da Amazônia Meridional.

A vegetação predominante caracteriza-se por floresta ombrófila aberta tropical, com encraves de savana e áreas de contato de floresta ombrófila/floresta estacional. As classes de solo predominantes no município de Alta Floresta são os Argissolos e Latossolos, com pequena ocorrência de outras classes pedológicas ao longo da paisagem (MOREIRA e VASCONCELOS, 2007).

### **3.2. Coleta e análise dos dados de campo**

Antes de iniciar o trabalho de campo, submetemos a proposta para apreciação pelo Conselho de Ética da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). Assim, a pesquisa foi aprovada no dia 18 de abril de 2016 sob o número CAAE 52927516.4.0000.5166, parecer consubstanciado nº 1.505.226 (Anexo A). Após a aprovação do conselho de ética, iniciou-se à pesquisa a campo. No primeiro contato com os produtores rurais foi apresentado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), com a intenção de esclarecer todos os aspectos éticos da pesquisa, esclarecer as dúvidas e obter o consentimento dos entrevistados e a assinatura em duas vias, uma das quais ficou com o entrevistado e a outra, com o pesquisador.

Os dados foram coletados nas propriedades rurais de Alta Floresta, nos meses de abril a junho de 2016. Para a obtenção dos dados foram aplicados questionários semiestruturados (Apêndice A), assim obtendo-se informações de 320 propriedades.

Para obter dados mais detalhados das propriedades rurais, foram realizadas as seguintes padronizações: áreas inferiores a 1 módulo fiscal – classificada como minifúndio; área entre 1 a 4 módulos fiscais – classificada como pequena propriedade; área entre 4 a 15 módulos fiscais – classificada como média propriedade; área acima de 15 módulos fiscais – classificadas como grandes propriedades.

Essa classificação foi definida pela Lei 8.629, de 25 de fevereiro de 1993 e leva em conta o módulo fiscal e não apenas a metragem, que varia de acordo com cada município, segundo as informações do INCRA. No município de Alta Floresta um módulo fiscal corresponde a 100 hectares.

Os dados coletados foram tabulados na planilha eletrônica no *Software Excel*, posteriormente analisadas no programa “Action Stat 3.1” uma ferramenta instalada no *Excel*, por meio do qual fornece estatísticas de frequência absoluta (Fa) e frequência relativa (Fr) além, de gráficos e tabelas.

### **3.3. Mapeamento das áreas com morte súbita das pastagens**

Para mapeamento das áreas com morte súbita das pastagens foram utilizadas imagens do sensor orbital *Operational Land Imager* (OLI) a bordo do satélite *Landsat-8*. As cenas 227/67 e 228/67 obtidas pelo banco de dados do *United States Geological Survey* (USGS – *Earth Explorer*) do ano de 2016 do dia Juliano 149 e 001, respectivamente.

O sensor OLI *Landsat-8* registra medidas multiespectrais em resolução espacial moderada (15 metros para pancromática e 30 para as demais bandas) da superfície terrestre nas seguintes regiões espectrais: Banda 1 para aerossol costeiro de 0,43 a 0,45  $\mu\text{m}$ ; Banda 2 do azul de 0,45 a 0,51  $\mu\text{m}$ ; Banda 3 do verde de 0,53 a 0,59  $\mu\text{m}$ ; Banda 4 do vermelho de 0,64 até 0,67  $\mu\text{m}$ ; Banda 5 do infravermelho próximo (NIR) de 0,85 até 0,88  $\mu\text{m}$ ; Banda 6 do infravermelho de ondas curtas (SWIR-I) de 1,57 até 1,65  $\mu\text{m}$ ; Banda 7 do SWIR-II de 2,11 a 2,29  $\mu\text{m}$ ; e Banda 9 para cirrus de 1,36 até 1,38  $\mu\text{m}$ .

O *Landsat-8* dá continuidade ao programa *Landsat*, em que a plataforma apresenta avanços que incluem novas bandas em regiões espectrais que respondem a aerossóis e cirrus, duas bandas no termal, melhor desempenho sinal-ruído do sensor e melhor resolução radiométrica. Além disso, a livre disponibilidade dos dados da série *Landsat* proporciona oportunidades para a análise da mudança terrestre em múltiplas escalas temporais (SILVA JUNIOR et al., 2014).

Por meio do processo de calibração radiométrica presente no sistema ENVI 5.1 todas as bandas de ambas as cenas foram transformadas de números digitais (DN) para medidas de radiância espectral no topo da atmosfera. Tal conversão só é possível para cenas que apresentam arquivos de metadados (MTL), possibilitando o processo presente na Equação 1 (EXELIS, 2014).

$$L\lambda = \text{Ganho} * \text{DN do pixel} + \text{offset} \quad (1)$$

Para a conversão de radiância no topo da atmosfera ( $L\lambda$ ) para reflectância planetária no topo da atmosfera ( $\rho\lambda$ ) foram aplicada a Equação 2.

$$\rho\lambda = M\rho Q_{cal} + A\rho \quad (2)$$

em que:  $\rho\lambda$  – reflectância planetária no topo da atmosfera sem correção do ângulo solar;  $M\rho$  – fator multiplicativo reescalado da reflectância para a banda específica;  $Q_{cal}$  – Número digital do pixel;  $A\rho$  – fator aditivo reescalado da reflectância para a banda específica.

A reflectância planetária corrigida foi obtida pela Equação 3:

$$\rho\lambda = \frac{\rho\lambda'}{\text{sen}(\theta_{SE})} = \frac{\rho\lambda'}{\text{cos}(\theta_{SZ})} \quad (3)$$

em que:  $\rho\lambda$  – reflectância exoatmosférica;  $\theta_{SE}$  – ângulo de elevação solar local equivalente ao valor ESUN;  $\theta_{SZ}$  – ângulo solar zenital local.

O processamento da imagem OLI foi sintetizado em três principais etapas, conforme descrito em Novo (2008) e Jensen (2009): a) Pré-processamento: registro a partir de uma imagem TM/*Landsat* tida como base devidamente georreferenciada e ortorretificada, baixada do site da NASA (<http://glcf.umiacs.umd.edu/index.shtml>), (GLCF, 2004).

Para o georreferenciamento foram utilizados o polinômio de primeiro grau e interpolação por vizinho mais próximo. O erro médio quadrático (RMS: *Root Mean Square*) será inferior a 0,5 *pixel*, recomendado por Daí e Khorram (1998); além disso foi realizada correção atmosférica pelo modelo *Fast Line-of-sight Atmospheric Analysis of Spectral Hypercubes* (FLAASH), sendo adotadas como condições iniciais a visibilidade de 70 quilômetros, a atmosfera tropical e o modelo de aerossóis continental. O FLAASH opera na faixa espectral entre 0,4 e 2,5  $\mu\text{m}$ , e os processamentos são feitos pixel a pixel. O modelo parte da imagem de radiância que chega ao sensor e permite obter a reflectância de superfície a partir da derivação de parâmetros atmosféricos como albedo, altitude da superfície, coluna de vapor e água, profundidade óptica de aerossóis e nuvens, além da temperatura da superfície e atmosfera (KRUSE, 2004); b) Realce: foi atribuído um contraste linear para melhor discriminação

dos alvos; e c) Índice de vegetação: após os devidos tratamentos aplicados nas imagens OLI foi aplicado o índice de vegetação EVI2 (*Enhanced Vegetation Index 2*) proposto por Jiang et al. (2008). Tal índice é calculado pela Equação 4.

$$EVI2 = g \cdot \frac{\rho_{IVP} - \rho_V}{\rho_{IVP} + 2,4\rho_V + 1} \quad (4)$$

sendo:  $\rho_{IVP}$  e  $\rho_V$  as reflectâncias na faixa espectral do infravermelho próximo e do vermelho, respectivamente;  $g$  é o fator de ganho (2,5); e  $l$  é o fator de correção para interferência do solo.

No EVI2, ao contrário do EVI proposto por Huete et al. (1997), não há inclusão da banda espectral na faixa do azul, cuja função é minimizar ruídos e incertezas associadas com a presença de aerossóis na atmosfera. Para a classificação da vegetação (com e sem morte súbita), solo exposto, cursos d'água e outros usos, a partir da imagem OLI/*Landsat-8* (bandas 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7) e EVI2, foi realizada a aplicação de Rede Neural Artificial (RNA). Em relação ao treinamento da RNA foram realizadas as definições das amostras e suas respectivas assinaturas espectrais, definição da arquitetura e treinamento da RNA, aplicação da rede e obtenção do mapa classificado.

Em relação à arquitetura da RNA foi executado o módulo de classificação por redes neurais artificiais do tipo MLP (*Multi-layer perceptron*). Os elementos da camada de saída foram definidos com base no número de classes a serem definidas na imagem. A rede neural artificial foi treinada com o uso do algoritmo *backpropagation* (HAYKIN, 2008; FAUSETT, 1994). Estritamente, *backpropagation* refere-se ao método para calcular o gradiente da soma, de acordo com a função de erro quadrático relacionado aos pesos para uma rede *feedforward*, que nada mais é que uma aplicação simples, no entanto, eficiente perante a regra da cadeia de cálculo elementar (CHEN, 2005). Para isso, assume-se que existem  $n$  classes,  $m$  neurônios na camada escondida e um neurônio na camada de saída. A rede que se presume ser constituída por neurônios do comportamento, dos quais são descritos pela Equação 5.

$$y = S\left(\sum_{i=1}^N w_i x_i + \Theta\right)$$

(5)

em que a função de saída não linear S é definida pela Equação 6.

$$S(\varphi) = \frac{1}{1 + e^{-\gamma\varphi}}$$

(6)

em que:  $\gamma$  determina a inclinação da curva na origem das coordenadas. Os valores de entrada e de saída são considerados no intervalo [0, 1]. Nas fórmulas seguintes, o parâmetro S indica a camada de saída, h a camada oculta e i, j os indicadores. O indicador i representa os neurônios de saída e o j os de entrada. O i-th significa o neurônio de saída da camada escondida e o peso de conexão i-th de saída e j-th neurônio da camada escondida anterior.

As performances das configurações da rede neural artificial foram avaliadas com base no erro médio quadrático (EMQ) e precisão da previsão e erro padrão de previsão (SEP). Além disso, foram utilizados o coeficiente de correlação (r) entre a saída e preditos, juntamente com a inclinação e intersecção de modelo de regressão linear. O EMQ foi calculada pela Equação 7.

$$EMQ = \sqrt{EMQ} = \sqrt{\frac{SSE}{n - p}}$$

(7)

em que, n é o número de observações, p é o número de parâmetros a serem estimados e SSE e EMQ são a soma dos erros ao quadrado e o erro médio quadrático, respectivamente.

Neurônios entre camadas adjacentes que definem a estrutura da rede neural não são totalmente ligados, devido ao fato de que cada uma das

saídas é afetada por alguma entrada específica. Uma função de transferência tangente hiperbólica sigmoide com a Equação 8 foi aplicada às camadas escondidas e de saída.

$$f(x) = \frac{2}{1 + e^{-2x}} - 1$$

(8)

Para esta etapa foi utilizada a configuração do treinamento baseada nos seguintes parâmetros: taxa de aprendizado, taxa *momentum*, número de amostras de treinamento (*pixels*) e iterações. Posteriormente, com a rede treinada, foi realizada a separação das classes e identificadas para geração de mapa final classificado.

Uma última abordagem foi a aplicação de filtragem majoritária, que consiste em um simples procedimento de pós-classificação que envolve a utilização de um núcleo de filtro majoritário 3x3 (STUCKENS et al., 2000). Isso significa a integração de contexto de pós-classificação, em que cada pixel é recodificado para a classe majoritária de uma vizinhança definida pelo filtro. Esse procedimento foi aplicado para suprimir pixels “soltos” na classificação final.

De posse das imagens processadas foram gerados mapas temáticos de áreas de pastagens, das quais segue imagem monotemporal OLI com índice de vegetação. A exatidão dos mapas temáticos com a espacialização das áreas de pastagens foram avaliadas pelas métricas do índice *Kappa* (Equação 9) e Exatidão Global (EG) (Equação 10), assim como os erros e a precisão sob os pontos de vista do produtor e do usuário, por município. Essas métricas permitem avaliar melhor a classificação final das áreas de pastagem.

$$K = \frac{N \sum_{i=1}^k x_{ii} - \sum_{i=1}^k (x_{i+} \cdot x_{+i})}{N^2 - \sum_{i=1}^k (x_{i+} \cdot x_{+i})}$$

(9)

$$EG = \left( \frac{\sum_{i=1}^k x_{ii}}{N} \right)$$

(10)

em que:  $\kappa$  = valor estimado *Kappa*;  $k$  = número de linhas;  $x_{ii}$  = número de observações na linha  $i$  e coluna  $i$ ;  $\sum_{i=1}^k x_{ii}$  = soma dos elementos da matriz em sua diagonal principal;  $x_{i+}$  = soma total das observações para as linhas;  $x_{+i}$  = soma total das observações para as colunas;  $N$  = número de observações total.

Para determinar os valores do *Kappa* e da exatidão global foram utilizados 100 pontos amostrais distribuídos aleatoriamente, com base no conhecimento da área e pontos coletados via aparelho GPS.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Perfil social dos produtores rurais

A maioria dos produtores é pioneiro em Alta Floresta, pois mora há mais de 20 anos neste município. Dentre os entrevistados 82% são do sexo masculino, enquanto que 18% pertencem ao sexo feminino. Sobre o nível de escolarização, a grande maioria dos produtores rurais, 57,2%, possui ensino fundamental incompleto como apresentado na tabela 1.

**Tabela 1.** Escolaridades dos produtores rurais.

<b>Escolaridade</b>	<b>%</b>
Ensino. F. M. Completo	6,0
Ensino. F. M. Incompleto	52,7
Ensino. M. Completo	21,0
Ensino. M. Incompleto	8,0
Ensino. S. Completo	10,1
Ensino. S. Incompleto	0,8
Analfabeto	1,4

A migração dos produtores para Alta Floresta ocorreu a partir da década de 70, atraídos principalmente pela oferta de terras a baixo preço e incentivos fiscais implementados pelo governo, o qual objetivava aumentar a densidade demográfica da região Amazônica (Tabela 2).

**Tabela 2.** Períodos em que os produtores rurais chegaram em Alta Floresta.

<b>Anos</b>	<b>%</b>
2012-2015	0,8
2009-2012	0,4
2006-2009	1,5
2003-2006	1,8
2000-2003	4,0
1997-2000	1,8

1994-1997	5,0
1991-1994	5,0
1988-1991	7,5
1985-1988	19,4
1982-1985	15,5
1979-1982	17,4
1976-1979	18,3
1973-1976	1,2
1970-1973	0,4

As pessoas que vieram para Alta Floresta são de várias regiões do Brasil. No entanto, a maior representatividade se concentra na região Sul do país, sendo 69,1%, a região Sudeste é representada por 10,3%, Centro-Oeste 14,5%, Nordeste 5,7% e a Norte 0,4% (Tabela 3).

**Tabela 3.** Origem de procedência dos produtores rurais.

<b>Regiões do Brasil</b>	<b>%</b>
Sul	69,1
Sudeste	10,3
Centro-Oeste	14,5
Nordeste	5,7
Norte	0,4

#### **4.2. Caracterização das propriedades rurais**

Foram coletados dados de 320 propriedades rurais em Alta Floresta e classificadas conforme sua área. De uma maneira geral, os minifúndios foram as propriedades mais representativas neste estudo, correspondendo a 66%, com tamanho médio de 38,5 ha. Sua área média de pastagem é de 33,7 ha. Em seguida, as pequenas propriedades com 24,4%, com tamanho médio de 180,4 ha, com área média de pastagem correspondendo a 138,6 ha. As médias e as grandes propriedades representaram 7,1% e 2,5% das entrevistas, respectivamente (Tabela 4).

**Tabela 4.** Tamanho médio das propriedades rurais de Alta Floresta em hectares.

<b>Categorias</b>	<b>Propriedades</b>	<b>Pastagem</b>
Minifúndios	38,5	33,7
Pequenas propriedades	180,4	138,8
Médias propriedades	672,48	464,3
Grandes propriedades	6.972,9	4.211,3

Nossos dados demonstraram que os maiores percentuais se concentram em atividades voltadas para a criação de gado de corte, como observado na tabela 5.

**Tabela 5.** Representatividade dos tipos de gado nas propriedades rurais (%).

<b>Tipos</b>	<b>Corte</b>	<b>Leite</b>	<b>Ambos</b>
Minifúndios	53,1	35,1	11,8
Pequenas propriedades	73,1	9	17,9
Médias propriedades	97,5	4,3	-
Grandes propriedades	100	-	-

Os minifúndios apresentam uma média de 70 cabeças, as pequenas propriedades 274, as médias 788 e as grandes 6.000 cabeças de gado.

#### **4.3. Morte Súbita das pastagens**

De acordo com as informações dos produtores rurais há predominância de morte súbita na maioria das áreas de pastagens (Tabela 6).

**Tabela 6.** Respostas relativas à ocorrência da morte súbita nas várias classes das propriedades visitadas em Alta Floresta (%).

<b>Categorias</b>	<b>Sim</b>	<b>Não</b>
Minifúndios	92	8
Pequenas propriedades	95	5
Médias propriedades	91	9
Grandes propriedades	87,5	12,5

O comprometimento das áreas de pastagens nas propriedades rurais é relativamente alto, uma vez que afeta mais de 50% de suas áreas (Tabela 7).

**Tabela 7.** Área média comprometida com a morte súbita da pastagem nas várias classes de propriedades em Alta Floresta (ha).

<b>Categorias</b>	<b>Tamanho médio da propriedade</b>	<b>Área média de pastagem</b>	<b>Área média comprometida com morte súbita</b>
Minifúndios	38,5	33,7	26,57
Pequenas propriedades	180,4	138,6	115
Médias propriedades	672,42	464,3	390,5
Grandes propriedades	6.972,9	4.211,3	2.114

Nossos dados também evidenciaram que as pastagens nas propriedades rurais de Alta Floresta raramente foram renovadas durante os anos após a sua implantação (Tabela 8).

**Tabela 8.** Participação das respostas relativas à renovação da pastagem antes da ocorrência da morte súbita em várias classes de propriedades em Alta Floresta (%).

<b>Categorias</b>	<b>Sim</b>	<b>Não</b>
Minifúndios	5	95
Pequenas propriedades	8	92
Médias propriedades	26	74
Grandes propriedades	12,5	87,5

Após a ocorrência da morte súbita percebemos mudanças no comportamento dos produtores rurais, uma vez que a grande maioria vem renovando suas pastagens (Tabela 9).

**Tabela 9.** Participação das respostas relativas à renovação da pastagem depois da ocorrência da morte súbita em várias classes de propriedades em Alta Floresta (%).

<b>Categorias</b>	<b>Sim</b>	<b>Não</b>
Minifúndios	84	16
Pequenas propriedades	97	3
Médias propriedades	96	4
Grandes propriedades	100	-

Quando indagados sobre a análise de solo os produtores responderam que buscam saber das exigências nutricionais das forrageiras (Tabela 10).

**Tabela 10.** Participação das respostas relativas à realização ou não da análise do solo em várias classes de propriedades rurais em Alta Floresta (%).

<b>Categorias</b>	<b>Sim</b>	<b>Não</b>
Minifúndios	53	47
Pequenas propriedades	62	38
Médias propriedades	52	48
Grandes propriedades	87,5	12,5

Por outro lado, o atendimento técnico é limitado e muitas vezes não atendem as reais necessidades do produtor, principalmente os minifúndios (Tabela 11).

**Tabela 11.** Participação das respostas relativas ao atendimento técnico em várias classes de propriedades em Alta Floresta (%).

<b>Categorias</b>	<b>Sim</b>	<b>Não</b>
Minifúndios	35	65
Pequenas propriedades	67	33
Médias propriedades	57	43
Grandes propriedades	100	-

Além da limitação técnica, muitos deles não seguem as orientações técnicas recomendadas (Tabela 12).

**Tabela 12.** Participação das respostas relativas à aceitação ou não das orientações técnicas em várias classes de propriedades em Alta Floresta (%).

<b>Categorias</b>	<b>Sim</b>	<b>Não</b>
Minifúndios	28	72
Pequenas propriedades	54	46
Médias propriedades	43	57
Grandes propriedades	87,5	12,5

Quanto à renovação das pastagens, elas se iniciaram basicamente em 2013 (Tabela 13).

**Tabela 13.** Renovação anual média da pastagem em várias classes de propriedades em Alta Floresta (ha).

<b>Categorias</b>	<b>2013/2014</b>	<b>2014/2015</b>	<b>2015/2016</b>	<b>Final de 2016</b>
Minifúndio	0,20	0,12	1,47	1,71
Pequena propriedade	1,66	7,79	5,43	5,84
Média propriedade	56,22	64,21	47,91	40,27
Grande propriedade	100	266,66	233,33	650

As renovações começaram basicamente em 2013, a uma taxa média anual de 5,19%, justificada pelo alto valor de renovação de 1 hectare que foi de R\$ 1.800,00. Além disso, a compra de maquinário (Tabela 14) para auxiliar nas renovações das pastagens também gera um custo alto, principalmente para os pequenos produtores. Assim, muitos deles recorrem a trabalho terceirizado, para auxiliá-los.

**Tabela 14.** Participação das respostas relativas a compra de trator para auxiliar na renovação da pastagem em várias classes de propriedades em Alta Floresta (%).

<b>Categorias</b>	<b>Sim</b>	<b>Não</b>
Minifúndios	25	75
Pequenas propriedades	46	54
Médias propriedades	65	35
Grandes propriedades	75	25

Em relação ao empréstimo no banco para renovação da pastagem, percebemos que os produtores estão mais cautelosos (Tabela 15).

**Tabela 15.** Participação das respostas relativas a empréstimo no banco para auxiliar na renovação da pastagem em várias classes de propriedades em Alta Floresta (%).

<b>Categorias</b>	<b>Sim</b>	<b>Não</b>
Minifúndios	18	82
Pequenas propriedades	27	73
Médias propriedades	26	74
Grandes propriedades	50	50

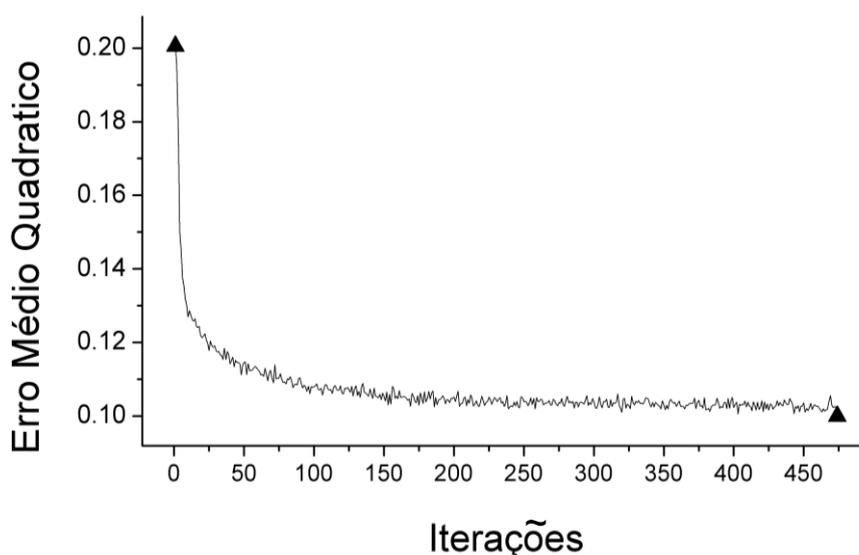
Após a renovação das pastagens os produtores responderam que seria possível aumentar a quantidade de cabeças de gado nas áreas, como observado na tabela 16.

**Tabela 16.** Relação entre a quantidade de cabeças de gado antes e depois da renovação das pastagens.

<b>Categorias</b>	<b>Antes cabeças/ha</b>	<b>Depois cabeças/ha</b>
Minifúndios	2	3
Pequenas propriedades	2	3
Médias propriedades	1,5	3
Grandes propriedades	2,5	4

#### 4.4. Utilização das redes neurais artificiais: morte súbita das pastagens

Em relação a iterações da rede neural artificial (técnica de aprendizagem) para classificação das imagens das pastagens no município de Alta Floresta foram definidas duas classes: com morte súbita e sem morte súbita. Para tanto, foram feitas várias repetições para treinar o algoritmo ou pequenos fragmentos da amostra para identificação dessas classes. Como critério de parada do treinamento da RNA foi estabelecido o limite de 10.000 iterações ou erro médio quadrático (EQM) de 0,0001 (Figura 4). A parada do treinamento da RNA aconteceu pelo número de iterações do algoritmo *backpropagation*, essencial para encontrar o coeficiente de peso e os limiares para a rede neural e dado conjunto de treinamento. A partir de certo ponto, as iterações mantêm-se uma constante, reconhecendo deste modo, a área e interesse.

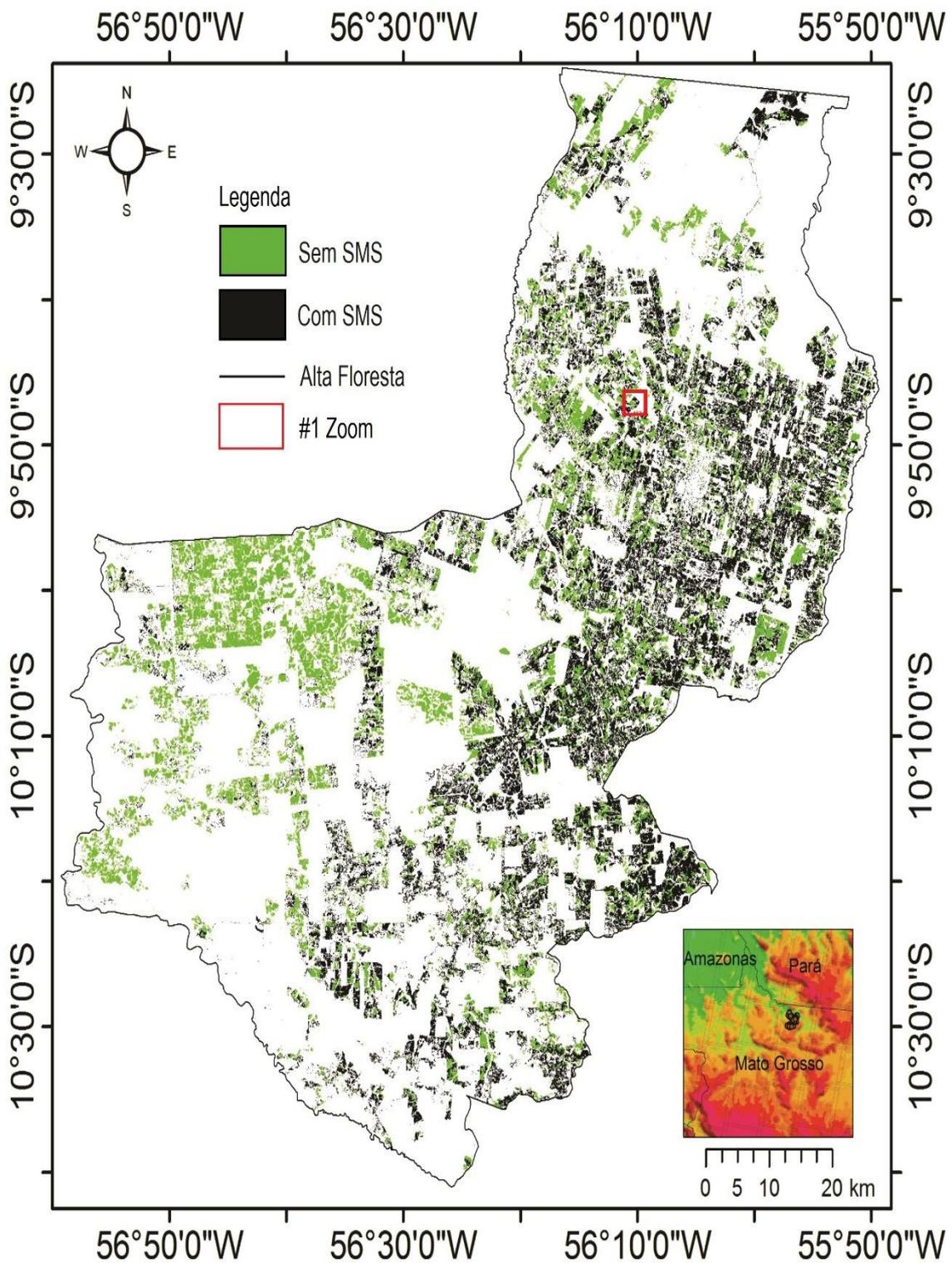


**Figura 4.** Iterações da rede neural artificial.

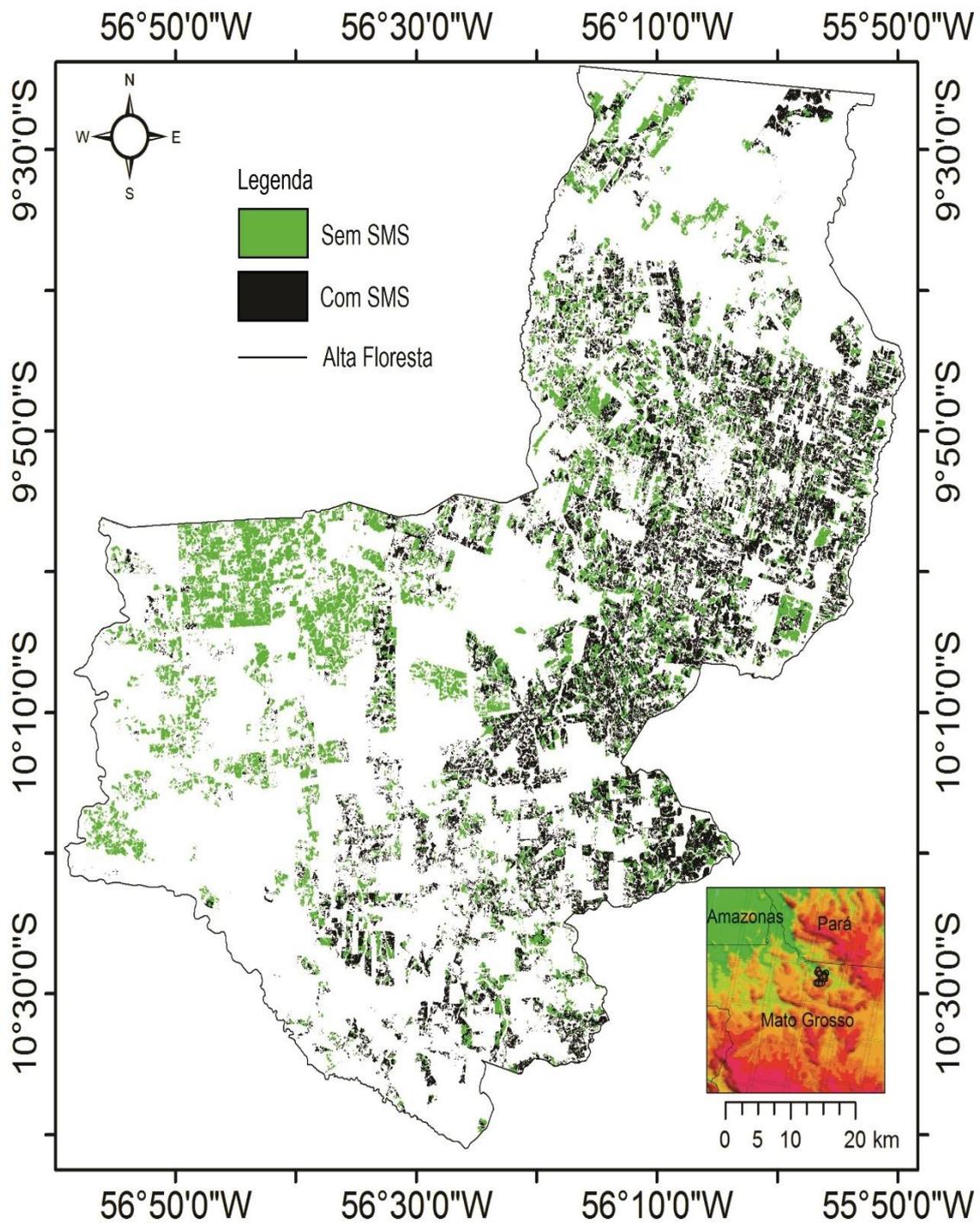
Em relação ao mapa temático resultante da classificação foi gerado primeiramente sem a utilização do filtro “*Majority filtering*” em áreas com a morte das pastagens (Figura 5). Para tanto, algumas áreas do mapa apresentaram-se pouco detalhada ou fragmentada possivelmente decorrente da degradação da imagem devido à difração óptica. Entretanto, foi gerado mapa de áreas com a morte súbita das pastagens com a utilização do filtro majoritário - “*Majority filtering*” com o intuito de tornar os pixels de cada classe

mais homogêneos (Figura 6). O filtro aplicado foi o de (3x3), resultando em uma melhor distribuição e homogeneização dos pixels de cada classe.

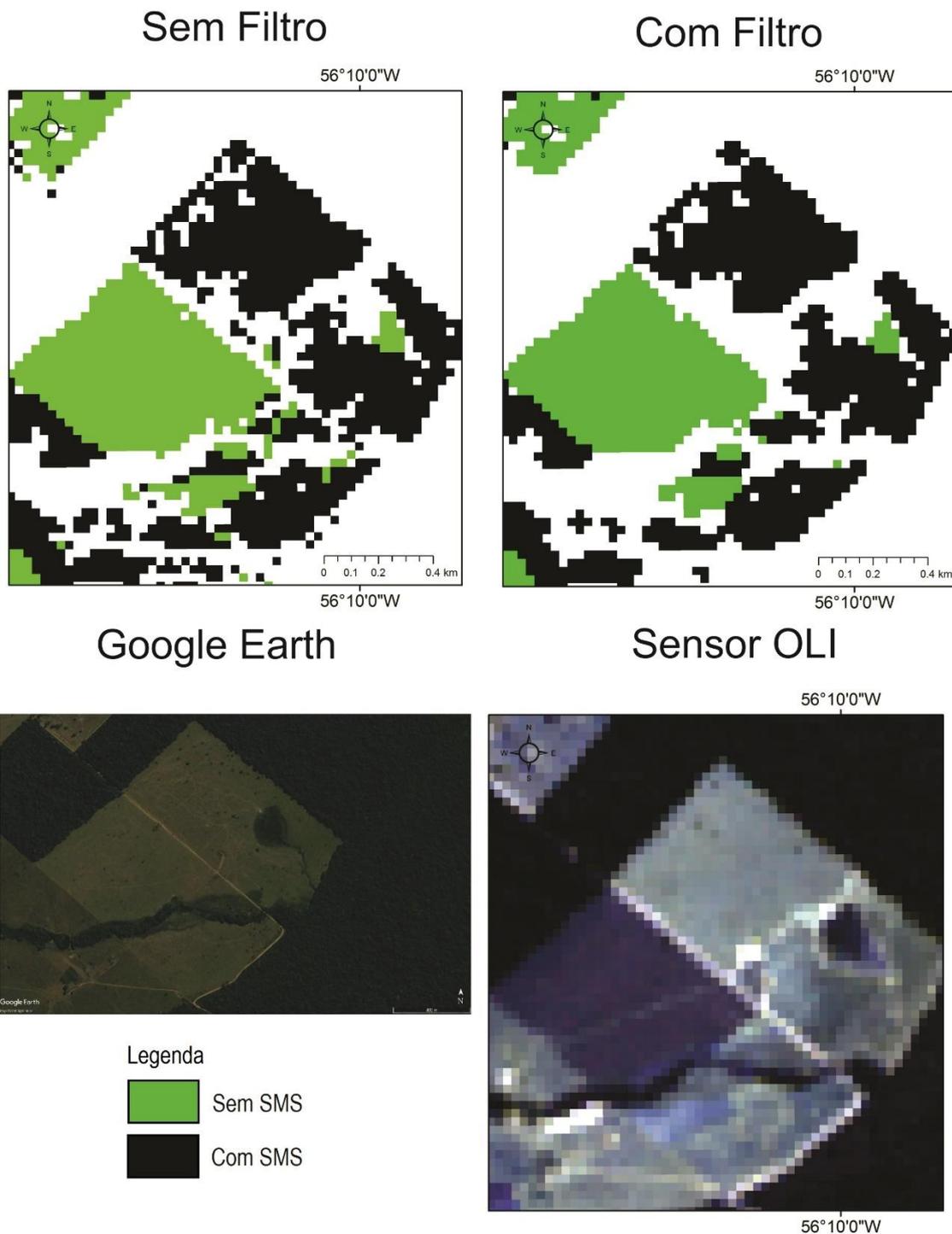
Para detalhamento de áreas com morte súbita das pastagens foram utilizadas imagens do Google Earth (sem filtro) e Sensor OLI (com filtro) (Figura 7). A resolução espacial do Google Earth é de 15 m enquanto que do Sensor OLI é de 30 m. Nas imagens do sensor OLI utilizamos o filtro "*Majority filtering*", com isso as imagens apresentaram-se mais detalhadas e livres de fragmentação quando comparadas com a imagem do Google Earth.



**Figura 5.** Mapeamento de áreas de SMS (Síndrome da Morte Súbita da Pastagem) sem o filtro “Majority filtering”.



**Figura 6.** Mapeamento de áreas de SMS com o filtro majoritário - “Majority filtering” (Stuckens et al., 2000).



**Figura 7.** Detalhe (#1 Fig. 5) de áreas com a morte súbita das pastagens com e sem filtragem majoritária e detalhes imagem do sensor OLI e aplicativo Google Earth.

Após a classificação da imagem com as respectivas classes verificamos a veracidade do mapa temático, demonstrado através de uma matriz de confusão e do Índice de Kappa. Esses dados são usados para verificar a acurácia da classificação, bem como detectar distinção entre classes e aperfeiçoar o processo de refinamento da classificação. Assim, as imagens geradas pela classificação das Redes Neurais Artificiais conseguiram discriminar áreas com morte súbita e sem morte súbita e através da utilização do filtro “Majority filtering” as áreas foram aperfeiçoadas e livres de fragmentação (Tabela 17).

**Tabela 17.** Matrix de confusão para validação dos resultados para as classes mapeadas.

Classificação (RNA)	Dados de Referências				Precisão Consumidor
	Com MSP	Sem MSP	Outros Usos	$\Sigma$	
<b>Sem Filtro</b>					
Com MSP	21	1	0	22	0,95
Sem MSP	2	40	0	42	0,95
Outros Usos	0	0	30	30	1,00
$\Sigma$	23	41	30	94	
Precisão do Produtor	0,91	0,97	1,00		
<b>Com Filtro</b>					
Com MSP	22	1	0	23	0,96
Sem MSP	1	40	0	41	0,98
Outros Usos	0	0	30	30	1,00
$\Sigma$	23	41	30	94	
Precisão do Produtor	0,96	0,97	1,00		

Precisão do consumidor e produtor estão normalizados entre 1 (100%) e 0 (0%). Parâmetros Sem Filtro:  $\kappa = 0,95$ , EG = 0,97 e Parâmetros Com Filtro:  $\kappa = 0,97$ , EG = 0,98; Z = 0,46, p-valor = 0,3238 ( $\alpha$  0.05).

## 5. DISCUSSÃO

### 5.1. A Pecuária em Alta Floresta

No município de Alta Floresta as pastagens de *Urochloa brizantha* cv marandu vêm sendo acometida por um fenômeno conhecido como morte súbita das pastagens, com os primeiros relatos a partir de 1997, mas com maior incidência a partir de 2000. As pastagens são um monocultivo de *Urochloa brizantha*, que apresentam em média 22 anos de idade. Dados do Instituto Matogrossense de Economia Agropecuária (IMEA, 2011) relatam a ocorrência da morte súbita em todas as regiões do Estado de Mato Grosso. A região sudeste seria a mais afetada, com 15% de suas pastagens comprometidas e a região norte, onde se insere Alta Floresta, apresentando o menor índice, de 2,2%. Estes dados não refletem a realidade, pois, os produtores reportaram no município um comprometimento de 91,37% das propriedades com a morte súbita e são unânimes em reconhecer que hoje 58,45% das pastagens estão afetadas e devem ser renovadas.

Estas renovações começaram basicamente em 2013, a uma média de 5,19% da área de pastagem das propriedades sendo renovadas anualmente a partir deste ano. Antes da morte súbita apenas 12,87% dos entrevistados reportaram que já faziam renovação de pastos, mas após o comprometimento 94,25% passaram a fazer uso da renovação para renovar a produtividade de suas pastagens. O custo médio da renovação ficou em torno de R\$ 1.800,00 por hectare e é uma das justificativas da baixa taxa de renovação, principalmente nas menores propriedades. As melhores taxas anuais são observadas nas médias e grandes propriedades. As médias propriedades apresentam a segunda maior taxa de renovação (10%) Já as grandes propriedades, apresentam a maior taxa de renovação (15%), por ser um segmento mais capitalizado e com fácil acesso a crédito.

A taxa de lotação reportada pelos pecuaristas é de 2 cabeças/hectare, antes da renovação e comprometimento das pastagens com a morte súbita. Após as renovações poderiam comportar 3,25 cabeças/ha, um aumento de 62,5% na capacidade de suporte da pastagem. Este valor traz implicações para a sustentabilidade, pois, as renovações possibilitariam um

aumento de 62,5% do rebanho utilizando a área já existente em Alta Floresta. A estimativa feita por imagem de satélite é que Alta Floresta apresente 134.792,19 ha de pastagens acometidas pela morte súbita que precisam ser renovadas e que comportariam 269.584,38 cabeças de gado.

Após esta área ser renovada ela poderia comportar 438.074,61 cabeças de gado. As imagens de satélite reconheceram 91.281,78 ha de pastagens sem morte súbita que foram renovadas ou se encontrariam em boas condições, podendo acomodar 296.665,78 cabeças. A soma dos rebanhos prevista em todas as pastagens a serem renovadas, já renovadas ou em boas condições (sem morte súbita) é de 734.740,39 cabeças em 226.073,97 ha. No modelo pré-morte súbita este rebanho precisaria de uma área de 367.370,2 ha, significando um desmatamento evitado de 222.400,26 ha.

Os dados gerais para as pastagens amazônicas mostram uma baixa taxa de lotação, de apenas 1,14 cabeças/ha, com 80 milhões de cabeças distribuídas em 70 milhões (BARBOSA et al., 2015). Os dados obtidos nas propriedades rurais dariam um aumento de 285% na taxa de lotação, significando que o rebanho atual de 80 milhões de cabeças necessitaria apenas de 24,61 milhões em lugar dos 70 milhões de hectares. Estes 45,39 milhões excedentes poderiam ser direcionados para a agricultura e reflorestamento. Outro dado que chama a atenção é relativo à emissão de GEE pelo gado. Segundo o IPCC, um bovino emite 1,1 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente/ano. Os pecuaristas reportam que em pastagens degradadas um bovino leva ao menos 40 meses para chegar ao peso de abate (540 kg de peso vivo ou 18 arrobas de carcaça). Já em pastagens renovadas a idade de abate cai para aproximadamente 30 meses, equivalendo a uma economia de 10 meses de emissão de gases. Desta forma, cada R\$ 1.800,00 investidos na renovação das pastagens equivale a um desmatamento evitado de 0,625 ha. Se considerarmos que a conversão de florestas tropicais gera 780 ton CO<sub>2</sub> eq ha a renovação de 1 ha de pastagem da área ainda comprometida pela morte súbita evitaria a emissão de 487,5 ton CO<sub>2</sub> eq ha.

No modelo tradicional observado em Alta Floresta, onde se cria dois bois/ha, durante 40 meses, ao final do ciclo haveria a emissão de 7.330 kg de CO<sub>2</sub> eq. e a produção de 1.080 kg de peso vivo de carne. Em 1 hectare de

pastagem renovada há a produção de 1.755 Kg de carne bruta em 30 meses, equivalendo a uma produção mensal de 58,5 Kg de carne bruta. Já em 1 ha de pastagem degradada há a produção de 1.080 Kg de carne bruta em 40 meses ou apenas 27 Kg mensais. A despeito de haver maior produção de carne em pastagens renovadas e, conseqüentemente, maior emissão de carbono, há uma economia de 1,69 kg de CO<sub>2</sub> eq para cada kg de carne produzido em pastagens renovadas. Assim, para cada boi que chega ao peso de abate (540 kg peso vivo) teríamos uma economia de 912.6 kg de CO<sub>2</sub> eq/animal. As práticas de manejo das pastagens possibilitam o acúmulo de carbono no solo a uma taxa de 0,3 t de C/ha/ano, o que corresponde, aproximadamente, à mitigação de 1,1t de CO<sub>2</sub> equivalente/ha/ano. Em pastagens degradadas pode ocorrer a liberação de 1,53 t C ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup> (CARVALHO, 2010).

Deste modo, boas práticas de manejo das pastagens se fazem necessárias, uma vez que a forrageira é a principal fonte de alimento bovino. Pastagens produtivas e bem manejadas adequadamente, além de propiciarem condições favoráveis para aumentos significativos no desempenho animal e índices zootécnicos, também podem absorver grande parte do carbono emitido pela pecuária, tornando-se componente importante no balanço de gases de efeito estufa.

## **5.2. Mapeamento das pastagens: redes neurais artificiais (RNA)**

A classificação por Redes Neurais Artificiais tem possibilitado várias aplicações. Dentre elas, o mapeamento das pastagens que tem se tornado um mecanismo importante de aumentar eficiência pecuária e um desafio, principalmente devido sua larga extensão cultivada e diversos tipos de forrageiras, principalmente com a predominância de *Urochloa brizantha* cv. Marandu. No município de Alta Floresta Mato Grosso, a classificação de áreas de pastagens por Redes Neurais Artificiais resultou em áreas quantificadas de pastagens em hectares. A área estimada para o município foi de 226.073,97 mil hectares. Foi registrada uma área de 134.792,19 mil hectares comprometidos com a morte súbita, sendo que 91.281,78 mil hectares foram registrados sem morte súbita da pastagem.

Em relação à Classificação dos mapas temáticos por Redes Neurais Artificiais obtiveram-se parâmetros de Exatidão Global (EG) e Kappa (k). Sem Filtro:  $\kappa = 0,95$ ; EG = 0,97 e Com Filtro:  $\kappa = 0,97$ ; EG = 0.98. Constatou-se que a classificação por redes neurais artificiais apresentou valor inferior para parâmetros k, provavelmente por alguma desordem pelo usuário no treinamento do polígono para seleção da amostra desejável. Entretanto, o índice Kappa apresenta vantagens sobre a Exatidão Global, uma vez que incorpora todos os elementos da matriz de erro, objetos classificados corretamente ou não. Outra vantagem importante é que o parâmetro k avalia a exatidão temática, por ser mais sensível às variações dos erros do consumidor e produtor, além de avaliar a coincidência espacial entre duas situações (MOREIRA, 2011) e matematicamente, o coeficiente Kappa (k) mede a concordância estatística, que é utilizada para medir a qualidade da classificação, bem como quantificar os valores entre os classificadores (LOBÃO, 2005).

Em relação ao parâmetro de Exatidão Global, os acertos foram de 97% e 98%, sem filtro e com filtro, respectivamente. Assim, o método de Redes Neurais Artificiais possibilitou a discriminação de áreas com morte súbita e sem morte súbita com acertos bem desejáveis uma vez que, segundo Foody (2002), é considerado excelente uma classificação com alcance de parâmetros de acertos superiores a 85%, corroborando deste modo com os nossos dados.

O parâmetro Kappa, que avalia a concordância ou discordância entre as classificações realizadas variou entre 0,95 (Sem filtro) e 0,97 (Com Filtro) (RNA), o que demonstra excelente qualidade (LANDIS e KOCH, 1977). Deste modo, podemos dizer que os mapas temáticos gerados para áreas de pastagens com morte súbita e sem morte súbita utilizando as Redes Neurais Artificiais conseguiram discriminar essas áreas, bem como quantificá-las.

## 6. CONCLUSÕES

O mapeamento das áreas com morte súbita das pastagens no município de Alta Floresta foi possível com a utilização de Redes Neurais Artificiais e de imagens do Sensor OLI. Os resultados foram satisfatórios para os parâmetros Kappa e Exatidão Global. As Redes Neurais Artificiais permitiram identificar uma área total de 226.073,97 hectares de pastagens com 134.792,19 hectares de área ainda afetada com a morte súbita.

Nesse sentido, a pecuária é o fator chave na Amazônia que hoje tem a possibilidade de contribuir com a mitigação dos GEE. A morte súbita das pastagens, um evento involuntário, tem demonstrado isto. A obrigatoriedade de renovação das pastagens que os proprietários rurais estão sendo submetidos demonstrou um aumento na taxa de lotação da pastagem, permitindo um aumento do rebanho sem a necessidade de abertura de novas áreas e contribuindo para o desmatamento evitado na Amazônia. Assim, haverá maior produção com menor custo de emissão de GEE por kg de carne produzido e as pastagens degradadas, que antes emitiam carbono, depois de renovadas passarão a ser fontes de absorção de carbono.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDON, M.M.; LUCIANO, A.C.S.; SILVA, J.S.V.; OLIVEIRA, M.S. Classificação de pastagens degradadas nos municípios de Corguinho e Rio Negro, MS, utilizando fusão de imagens CBERS. **Revista Geografia**, Rio Claro, v. 34, número especial, p. 709-720, 2009.

AGUIAR, D.A.de. **Séries temporais de imagens MODIS para avaliação de pastagens tropicais**. 2013. 169f. Tese de Doutorado do Curso de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos.

AHMAD, F. Detection of change in vegetation cover using multi-spectral and multi-temporal information for District Sargodha, Pakistan. **Sociedade. & Natureza**, Uberlândia, v. 24, n. 3, p. 557-572, 2012.

ALCÂNTARA, P.B. Origem das Brachiarias e suas características morfológicas de interesse forrageiro. In: ENCONTRO PARA DISCUSSÃO SOBRE CAPINS DO GÊNERO BRACHIARIA, L, Nova Odessa, 1986. **Anais...** Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1986. p.1-18.

ALMEIDA, A.P.; RIBEIRO, F. de L.F.C.; SOUZA, E.P. Estudo da Dinâmica Espaço-Temporal da Doença Associada à Morte Súbita das Pastagens. **Revista de Ciências Sociais Do Norte de Mato Grosso**, Alta Floresta, v. 5, n. 1, p. 1-16, 2016.

ALMEIDA, R. G.; OLIVEIRA, P. P. A.; MACEDO, M. C. M.; PEZZOPANE, J. R. M. Recuperação de pastagens degradadas e impactos da pecuária na emissão de gases de efeito estufa. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE MELHORAMENTO DE FORRAGEIRAS, 3. 2011, Bonito, MS. **Anais...** Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2011. p. 384-400.

ALVARES, C.A.; STAPE, J.J.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v.22, n.6, p.711–728, 2013.

ANDERSON, L.O. **Classificação e monitoramento da cobertura vegetal do estado do mato grosso utilizando dados multitemporais do Sensor Modis**. (Dissertação Mestrado) Curso de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto. São José dos Campos: INPE, 2005. 247p.

ANDRADE, C.M.S.; VALENTIM, J. F. Soluções tecnológicas para a síndrome da morte do capim-marandu. In: BARBOSA, R.A. (Ed.) **Morte de pastos de braquiárias**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2006. p.175-197.

ANDRADE, R. G.; LEIVAS, J. F.; GARÇON, E. A. M.; SILVA, G. B. S. da.; GOMES, D.; VICENTE, L. E.; BOLFE, É. L. VICTORIA, D. de. C. **Indicativo de degradação de pastagens a partir de dados Spot Vegetation, 2013**. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2013/files/p0372.pdf>>. Acesso em: 06. out. 2016.

BARBOSA, F. A.; SOARES, B. S.; MERRY, F. D.; AZEVEDO, H. de O.; COSTA, W. L. S.; COE., M. T.; BATISTA, E. L. da. S.; MACIEL, T. G.; SHEEPERS, L. C.; OLIVEIRA, A. R. de.; RODRIGUES, H. O. **Cenários para pecuária de corte Amazônica**. Belo Horizonte: IGC/UFMT, 2015. 29p.

BARRETO, P.; ARAÚJO, E. 2012. **O Brasil atingirá sua meta de redução do desmatamento?** 1<sup>o</sup> ed. Belém- PA: Imazon.

BARRETO, P.; PEREIRA, R.; ARIMA, E. **A pecuária e o desmatamento na Amazônia na era das mudanças climáticas** – Belém, PA: Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia, 2008.

BOWMAN, M.S.; SOARES-FILHO, B.S.; MERRY, F.D.; NEPSTAD, D.C.; RODRIGUES, H.; ALMEIDA, O. T. Persistence of cattle ranching in the Brazilian Amazon: A spatial analysis of the rationale for beef production. **Land Use Policy**, Califórnia, v. 29, n. 3, p. 558–568. 2012.

BRONDINO, N.C.M. **Estudo da Influência da Acessibilidade no Valor de Lotes Urbanos Através do Uso de Redes Neurais**. 1999. 97 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil – Transportes) – Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. São Carlos.

BUSTAMANTE, M.M.C.; NOBRE, C.A.; SMERALDI, R.; AGUIAR, A.P.D.; BARIONI, L.G.; FERREIRA, L.G.; LONGO, K.; MAY, P. PINTO, A. S.; OMETTO, J.P.H.B. Estimating greenhouse gas emissions from cattle raising in Brazil. **Climatic Change**, USA, v.115, n.3, p. 559-577, 2012.

BUTT, A.; SHABBIR, R.; AHMAD, S. S.; AZIZ, N. Land use change mapping and analysis using Remote Sensing and GIS: A case study of Simly watershed, Islamabad, Pakistan. **The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science**, Egypt, v. 18, n.2 p. 251-259, 2015.

BUTTURI, W.; NUNES, E. J.S.; SILVA, E.P. Banco de dados geográfico aplicado ao cadastro ambiental rural do município de Alta Floresta – MT. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v.11, n.1, p.1-8, 2013.

CAIONE, G. **Avaliação de fontes de fósforo no desenvolvimento, produtividade e composição bromatológica de cana-de-açúcar**. 74 f. : il. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista – UNESP, Campus de Ilha Solteira. 2011.

CARNEVALLI, R. A. **Estratégias de Manejo Rotacionado de Pastagens**. 1. ed. Juiz de Fora: Embrapa, v.1, comunicado técnico, p.4, 2009.

CARVALHO, J. L. N.; RAUCCI, G. S.; CERRI, C. E. P.; BERNOUX, M.; FEIGL, B. J.; WRUCK, F. J.; CERRI, C. C. Impact of pasture, agriculture and crop-livestock systems on soil C stocks in Brazil. **Soil & Tillage Research**, v. 110, p. 175-186, 2010.

CEDERBERG, C.; U.; PERSON, M. NEOVIUS, K.; MOLANDER, S.; CLIFT, R. Including Carbon Emissions from Deforestation in the Carbon Footprint of

Brazilian Beef. **Environmental Science & Technolgy**, Sweden, v. 45, n. 5, p. 1773-1779, 2011.

CERRI, C.C., MAIA, S.M.F., VALADARES GALDOS, M., CERRI, C.E.P., FEIGL, B.J., BERNOUX, M. Brazilian greenhouse gas emissions: the importance of agriculture and livestock. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 66, n. 6, p. 831-843, 2009.

CHEN, J. **Neural network applications in agricultural economics**. University of Kentucky, Doctoral Dissertations. 2005. Disponível em: <[http://uknowledge.uky.edu/gradschool\\_diss/228](http://uknowledge.uky.edu/gradschool_diss/228)>. Acesso em: 05. Dez. 2016.

DAI, X.; KHORRAM, S. The effects of image misregistration on the accuracy of remotely sensed change detection. **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, v.36, n.5, p.1566-1577, 1998.

DIAS-FILHO, M.B. **Alternativas para recuperação de pastagens degradadas na Amazônia, 2008**. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/409959/1/s07.pdf>>. Acesso em: 05. Out .2016.

DIAS-FILHO, M.B. **Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação**. Belém: Embrapa, 2011. 215 p.

DIAS-FILHO, M.B. **Desafios e Perspectivas na recuperação de pastagens degradadas na Amazônia**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2015.p.41.

DIAS-FILHO, M.B. **Reclaiming the Brazilian Amazon: the Restoration and Management of Pasture Lands**. Belém: Embrapa Eastern Amazon, 2014. 30p.

DIAS-FILHO, M.B. **Respostas morfofisiológicas de *Brachiaria* spp. ao alagamento do solo e síndrome da morte do capim-marandu**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2006. p. 83-101.

DIAS-FILHO, M.B., ANDRADE, C.M.S., 2006. **Pastagens no trópico úmido**. Documentos 241. Embrapa Amazônia Oriental.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte, Campo Grande, MS. *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. Campo Grande, EMBRAPA-CNPGC, 1984. 31p.

ESPINHOSA, M.C. **Utilização do Sensoriamento Orbital e Redes Neurais Artificiais no mapeamento de macrófitas aquáticas emersas em grandes reservatórios**. Dissertação (Mestrado em Ciências Cartográficas da Faculdade de Ciências e Tecnologia – UNESP) Universidade Estadual Paulista Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2004.

EXELIS. **Fast Line-of-sight Atmospheric Analysis of Hypercubes (FLAASH)**, 2014.

FAUSETT, L. **Fundamentals of neural networks: architectures, algorithms and applications**. Ed. Prentice Hall: New Jersey, NJ, 1994; p.461.

FOODY, G. M. Status of land cover classification accuracy assessment. **Remote Sensing of Environment**, v.80, n.1, p.185-201, 2002.

GLCF. **Geocover Technical Guide**. Produced by University of Maryland/USA, 2004. Disponível em: <<http://glcf.umiacs.umd.edu/data/guide/>>. Acesso em: 09/12/2015.

GONZALEZ, R.C.; WOODS, R.E. **Processamento Digital de Imagens**. Edgard Blucher, 2000. 717p.

HAYKIN, S. **Redes Neurais: princípios e prática**. Trad. Paulo Martins Engel. 2nd ed. Porto Alegre: Bookman, 2008. p.893.

HOFFMANN A., MORAES, E.H.B.K., MOUSQUER, C.J., SIMIONI, A., JUNIOR GOMES, F., FERREIRA, V.B., SILVA, H.M. Produção de bovinos de corte no sistema de pasto-suplemento no período seco. **Revista Pesquisas Agrárias e Ambientais**, Sinop, v. 02, n. 02, p. 119-130, 2014.

HUETE, A. R.; LIU, H. Q.; BATCHILY, K.; VAN LEEUWEN, W. A comparison of vegetation indices over a global set of TM images for EOS-MODIS. **Remote Sensing of Environment**, New York, v.59, n.3, p.440-451, 1997.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico, 2010**. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=510025&idtema=16&search=||s%EDntese-das-informa%E7%F5es>>. Acesso em: 2. out. 2016.

IMEA- **Instituto Mato-grossense de Economia Agropecuária, 2011**. Disponível em: <[http://www.imea.com.br/upload/pdf/arquivos/2011\\_11\\_30\\_Confinamento\\_outubro\\_2011.pdf](http://www.imea.com.br/upload/pdf/arquivos/2011_11_30_Confinamento_outubro_2011.pdf)>. Acesso em: 18. out. 2016.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. Emissions from livestock and manure management. In: Eggleston, H. S.; Buendia, L.; Miwa, K.; Ngara, T.; Tabane, K. (eds). **IPCC Guidelines for national greenhouse gas inventories**. Hayama: IGES, 2006. p. 747-846.

JENSEN, J.R. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. 2009. São José dos Campos, SP: Parêntese.

JIANG, Z.; HUETE, A. R.; DIDAN, K.; MIURA, T. Development of a two-band enhanced vegetation index without a blue band. **Remote Sensing of Environment**, v.112, p. 3833-3845, 2008.

KRUSE, F.A. 2004. **Comparison of ATREM, ACORN, and FLAASH atmospheric corrections using low-altitude AVIRIS data of Boulder, CO**. Summaries of 13th JPL Airborne Geoscience Workshop, Jet Propulsion Lab, Pasadena, CA.

LAL, R. Managing soils and ecosystems for mitigating anthropogenic carbon emissions and advancing global food security. **Bioscience**, v. 60, n. 9, p. 708-721, 2010.

LANDIS, J. R.; KOCH, G. G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, v.33, n.1, p.159-174, 1977.

LOBÃO, J.S. B.; FRANÇA-ROCHA, W. de. J. S.; SILVA, A. de. B. Aplicação dos índices Kappa & PABAK na validação da classificação automática de imagem de satélite em Feira de Santana – BA. **Anais...Goiânia**: INPE, 2005.

MACHADO, M. P. **Séries Temporais do MODIS em pastagens cultivadas do Cerrado: comparação com dados espectrorradiométricos de campo**. 2014.100f. (Dissertação em Geociências Aplicadas). Universidade de Brasília, 2014.

MEDEIROS, J.S. **Banco de Dados Geográficos e Redes Neurais Artificiais: Tecnologia de Apoio à Gestão do Território**. 1999. 221f. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Universidade de São Paulo. São Paulo.

MENESES, P.R.; ALMEIDA, T. de. **Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto**. Brasília, 2012. 276p.

MORAES, E. C. de. **Fundamentos de sensoriamento remoto**. INPE São José dos Campos. 2002. Disponível em: <[http://www.selperbrasil.org.br/cursos/spring/SenRemoto\\_intro.pdf](http://www.selperbrasil.org.br/cursos/spring/SenRemoto_intro.pdf)>. Acesso em: 07. out. 2016.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação**. 4a.ed. Viçosa: Editora UFV, 2011. 422p.

MOREIRA, M. L. C.; VASCONCELOS, T. N. N. **Mato Grosso: solos e paisagens**. Cuiabá: Entrelinhas, 2007. 271p.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicações**. São Paulo: Blucher, 363p. 2008.

PEDREIRA, B.C.; PEREIRA, D. H.; PINA, D.S. CARNEVALLI, R. A.; LOPES, L. B. Intensificação da produção animal em pastagem. In: Simpósio de Pecuária Integrada, 2014: Mato Grosso. **Anais... Sinop**: EMBRAPA, 2014. p. 294.

RAIA, A.A.J. **Acessibilidade e Mobilidade na Estimativa de um índice de Potencial de Viagens Utilizando Redes Neurais Artificiais**. 2000. 196 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil – Transportes) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos.

RAWAT, J.S.; BISWASA, V.; KUMAR, M. Changes in land use/cover using geospatial techniques: A case study of Ramnagar town area, district Nainital, Uttarakhand, India. **The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences** v16, n.1, p. 111–117, 2013.

REIS, R. A.; RUGGIERI, A. C.; OLIVEIRA, A. A.; AZENHA, M.V.; CASAGRANDE, D, R. Suplementação como estratégia de produção de carne de qualidade em pastagens tropicais. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.13, n.3, p.642-655, 2012.

RIBEIRO JÚNIOR, N. G. **Forrageiras tropicais: anatomia e morfometria de plantas cultivadas em áreas com síndrome da morte de pastagens**. 92 f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos. Área de Concentração: Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos)– Universidade do Estado de Mato Grosso, Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias, 2015.

ROSA, R.; SANO, E. E.; ROSENDO, J. dos. S. Estoque de carbono em solos sob pastagens cultivadas na bacia hidrográfica do rio Paranaíba. **Revista Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 26, n. 2, p. 333-351, 2014.

RUMELHART, D. E.; HINTON, G. E.; WILLIAMS, R.J. **Learning internal representations by error propagation parallel distributed processing: explorations in microstructure of cognition. 1: foundations**. MIT Press. Cambridge. Massachussts. 1986. p. 318-362.

SANCHÊS, S. S. C.; GALVÃO C. M. L.; RODRIGUES, R.C.; SIQUEIRA, J. C.; JESUS A. P. R.; ARAÚJO, J. S.; SOUSA, T. V. R.; SILVA JUNIOR, A. L. Produção de forragem e características morfofisiológicas do capim-mulato cultivado em latossolo do cerrado em função de doses de nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 3, n. 1, p. 81-89, 2013.

SBRISSIA, A. F. **Compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos em pastagens de *Cynodon spp.*** 80p. Dissertação (mestrado) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2000.

SEPLAN - Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral. Unidades Climáticas do Estado de Mato Grosso. In: **Zoneamento Sócio Econômico Ecológico**. 2001. Cuiabá: PRODEAGRO. CD Rom do Atlas Climatológico de Mato Grosso. Governo do Estado de Mato Grosso. Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral. Laboratório de Climatologia. Universidade Federal do Estado de Mato Grosso, 2006.

SILVA JUNIOR, C. A. da.; Nanni, M. R.; CEZAR, E.; GASPAROTTO, A. de C.; ROMAGNOLI, F.; SILVA CAPRISTO, G. F.; SILVA, A. A. da.; OLIVEIRA, R. B. de. Rede neural artificial (perceptron) aliada a índices de vegetação na estimativa de áreas com plantas de soja. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO - SBSR, JOÃO PESSOA-PB, BRASIL, 2015. **Anais...** João Pessoa: INPE, 2015. p.2613-2620.

SILVA JUNIOR, C.A. **Estimativa e discriminação de áreas de soja [*Glycine max L.*] no estado do Paraná com dados mono e multitemporais do sensor MODIS**. 2014. 181f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2014.

SILVA JUNIOR, C.A.; FRANK, T.; RODRIGUES, T.C.S. Discriminação de áreas de soja por meio de imagens EVI/MODIS e análise baseada em geo-objeto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.18, n.1, p.44-53, 2014.

SILVA, D. da S.; BARRETO, P. **O aumento da produtividade e lucratividade da pecuária bovina na Amazônia: O caso do Projeto Pecuária Verde em Paragominas**. Belém, PA: IMAZON, 28p, 2014.

SILVA, M. P. dos S. **Mineração De Padrões De Mudança Em Imagens De Sensoriamento Remoto**. 2006. 123f. Tese (Doutorado em Computação Aplicada). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2006.

SILVA, R. de O.; BARIONI L. G.; HALL, J. A. J.; MATSUURA, M. F.; ALBERTINI, T. Z.; FERNANDES, F. A.; MORAN, D. Increasing beef production could lower greenhouse gas emissions in Brazil if decoupled from deforestation. **Nature Climate Change**, v. 6, p. 493–497, 2016.

SOUZA, O. C. de; ZIMMER, A. H.; VALLE, L. da C. S.; KOLLER, W. W. **Diagnóstico de morte de pastagens de Brachiaria brizantha nas regiões de Araguaína, TO e Redenção, PA**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2000. 11 p.

SRPRP. Sindicato Rural dos Produtores Rurais de Paragominas. 2014. **Pecuária Verde: produtividade, legalidade e bem-estar na fazenda**. Paragominas-PA: SPRP.

STRASSBURG, B.B.N.; LATAWIEC, A.E.; BARIONI, L.G.; NOBRE, C. A. SILVA, V. P. da.; VALENTIM, J.F.; VIANNA, M.; D. ASSAD, E. **Global Environmental Change**, v. 28, p. 84–97, 2014.

STUCKENS, J.; COPPIN, P. R.; BAUER, M. E. Integrating Contextual Information with per-Pixel Classification for Improved Land Cover Classification. **Remote Sensing of Environment**. v. 71, n. 3, p. 282–296, 2000.

TEIXEIRA NETO, J. F.; SIMÃO NETO, M.; COUTO, W. S.; DIAS-FILHO, M. B.; SILVA, A. B.; DUARTE, M. L. R.; ALBUQUERQUE, F. C. **Prováveis causas da morte do capim brizantão (Brachiaria brizantha cv. Marandu) na Amazônia Oriental: relatório técnico**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2000. 20 p.

VALENTIM, J. F.; AMARAL, E. F.; MELO, A. W. F. **Zoneamento de risco edáfico atual e potencial de morte de pastagens de Brachiaria brizantha no Acre**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2000a. 26 p.

VENTURIERI, A.; SANTOS, J.R. **Técnicas de Classificação de Imagens para Análise de Cobertura Vegetal**. In: ASSAD, E. D.; SANO, E.E., eds. Sistema de informação geográfica: Aplicações na Agricultura. Ed 2. Brasília. DF. Embrapa, 1998. p.351-371.

VIEIRA, M. A. **Análise de imagem orientada a objeto e mineração de dados aplicadas ao mapeamento da cultura da cana-de-açúcar.** Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2010.

ZELL, A.; MAMIER, G.; VOGT, M.; MACHE, N.; HÜBNER, R.; HERRMANN, S. D. Kai-Uwe. SOYEZ, T. SOMMER, M. S. T.; HATZIGEORGIU, A. SCHREINER, D. P. T.; KETT, B. WIELAND, G. C. J. SNNS: **Stuttgart Neural Network Simulator.** User Manual. Version 4.1 Stuttgart, University of Stuttgart. 1995.303p.

## APÊNDICE A

### Questionário

Questionário: \_\_\_\_\_ Data \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_ Entrevistador: \_\_\_\_\_

Propriedade: \_\_\_\_\_ Município: \_\_\_\_\_

1 – Origem de procedência \_\_\_\_\_ em que ano chegou aqui \_\_\_\_\_

2 – Escolaridade: \_\_\_\_\_ Gênero ( ) F ( ) M

( ) Ensino fundamental completo ( ) Incompleto

( ) Ensino médio completo ( ) Incompleto

( ) Ensino superior completo ( ) Incompleto

( ) outros \_\_\_\_\_

3 – Tamanho da propriedade: Hectares: \_\_\_\_\_ Alqueires: \_\_\_\_\_

4 – Há quantos anos é dono desta propriedade? \_\_\_\_\_ anos

5 – Quanto tem de pastagem por hectares/alqueires? \_\_\_\_\_

6 – Quantas cabeças de gado existem em sua propriedade? \_\_\_\_\_

7 – O senhor trabalha com gado de: ( ) corte ( ) leite ( ) ambos

8 – Qual a idade média de suas pastagens? \_\_\_\_\_ anos

9 – Em que ano a morte súbita apareceu pela primeira vez em sua propriedade? \_\_\_\_\_

10 – Qual é a estimativa de suas pastagens comprometidas com a morte súbita hectare/alqueire? \_\_\_\_\_

11 – O senhor já fez renovação de pastagens antes da morte súbita?

( ) sim ( ) não

12 – O senhor está fazendo renovação de suas pastagens? ( ) sim ( ) não

13 – Quantos hectares/alqueires de pastagens o senhor reformou em 2013/2014 \_\_\_\_\_ 2014/2015? \_\_\_\_\_ 2015/2016? \_\_\_\_\_

14 – Quanto lhe custou à reforma de 1 hectare/alqueire de pasto? R\$ \_\_\_\_\_

15 – O senhor fez análise de solos antes da reforma? ( ) sim ( ) não

16 – O senhor recebeu instruções técnicas de como reforma a pastagem

( ) sim ( ) não

17 – O senhor seguiu as orientações recomendadas ( ) sim ( ) não

18 – O senhor comprou trator para renovar suas pastagens ( ) sim ( ) não

19 – O senhor fez empréstimo no banco para reformar as pastagens?

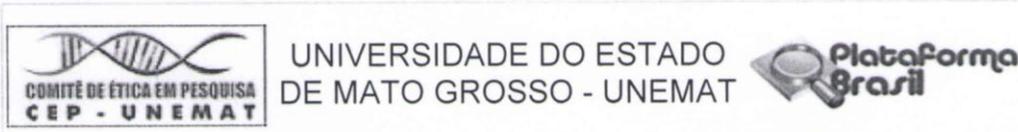
( ) sim ( ) não

20 – Antes da reforma do pasto o senhor colocava quantas cabeças (boi de engorda) por: alqueires \_\_\_\_\_ hectares \_\_\_\_\_

21 – Depois da reforma do pasto o senhor acha (ou já observou) que dá para colocar quantas cabeças por: alqueires \_\_\_\_\_ hectares \_\_\_\_\_

## ANEXO A

### Comitê de Ética em Pesquisa (CEP)



#### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

##### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** A Pecuária Frente aos Desafios de Conservação da Amazônia

**Pesquisador:** Marraiane Ana da Silva

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 52927516.4.0000.5166

**Instituição Proponente:** Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

##### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 1.505.226

##### Apresentação do Projeto:

Os pesquisadores Marraiane Ana da Silva e Mendelson Guerreiro de Lima propõem estudo bibliográfico, exploratório, objetivando levantar dados acerca da morte súbita das pastagens no município de Alta Floresta, verificando o histórico das pastagens, o grau de comprometimento das pastagens com a morte súbita, a taxa anual de renovação das pastagens e o aumento da capacidade de suporte após as renovações, baseadas em critérios racionais. O levantamento de dados a campo será realizado mediante aprovação do Comitê de Ética, sendo aplicado questionário semi-estruturado aos pecuaristas da região de Alta Floresta, visando à obtenção de informações acerca da morte súbita das pastagens bem como, dados a respeito da propriedade (tamanho da área, formação de pastagens, ações de recuperação das pastagens, tempo de posse da terra e unidades animais/hectares). Das 3.906 propriedades no município de Alta Floresta, será selecionada uma amostra de 350 propriedades, aos quais farão parte do nosso estudo, com a confiabilidade de 95%. Para verificação das áreas com ocorrência da morte súbita das pastagens e as áreas de renovação no município de Alta Floresta serão utilizadas imagens de Satélite. De posse destes dados espera-se traçar um perfil da morte súbita no município de Alta Floresta. A partir daí fazer extrapolações sobre o desmatamento evitado com o ganho na capacidade de suporte das novas pastagens, assim como a redução das emissões de gases do efeito estufa provenientes das pastagens renovadas e do

**Endereço:** Av. Tancredo Neves, 1095

**Bairro:** Cavahada II

**UF:** MT

**Telefone:** (65)3221-0067

**Município:** CACERES

**CEP:** 78.200-000

**E-mail:** cep@unemat.br



UNIVERSIDADE DO ESTADO  
DE MATO GROSSO - UNEMAT



Continuação do Parecer: 1.505.226

desmatamento evitado.

**Objetivo da Pesquisa:**

**Objetivo Primário:**

O trabalho tem como objetivo realizar um levantamento de dados acerca da morte súbita das pastagens no município de Alta Floresta, verificando o histórico das pastagens, o grau de comprometimento das pastagens com a morte súbita, a taxa anual de renovação e o aumento da capacidade de suporte após as renovações baseadas em critérios racionais.

**Objetivos Secundários:**

- Verificar a idade média das pastagens em Alta Floresta;
- Verificar a taxa de incidência da morte súbita em cada propriedade;
- Verificar a taxa anual de renovação das pastagens;
- Verificar se a renovação é precedida de análise e correção do solo;
- Verificar a taxa de lotação antes da recuperação da pastagem;
- Verificar a taxa de lotação após a recuperação da pastagem;
- Baseado nos novos dados de lotação de pastagem esperada pelos pecuaristas fazer uma estimativa da área de floresta que deixará de ser suprimida pelo aumento do rebanho;
- Verificar o custo médio da renovação das pastagens;
- Verificar através das imagens de satélite as áreas com ocorrência de morte súbita da pastagem."

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

**Riscos:**

Para desenvolvimento desta pesquisa, conto com a colaboração dos produtores do município de Alta Floresta-MT. Assim, tenho plena consciência dos riscos que envolvem o indivíduo participante, desde questões que envolvem atividades econômicas ligadas à propriedade (como, por exemplo, quantidade de cabeças de gado, tamanho da propriedade, o custo da reforma de 1 alqueire de pasto etc), à questões ligadas com identificação do indivíduo. Portanto, respeito à vontade de contribuírem ou não, no desenvolvimento da pesquisa. Declaro meu compromisso e dos meus colaboradores, em divulgar e publicar quaisquer que sejam os resultados encontrados na pesquisa, resguardando, no entanto, os interesses dos sujeitos envolvidos, que terão suas identidades (individualidades) preservadas e mantidas em sigilo.

**Benefícios:**

O desenvolvimento desta pesquisa possibilitará o levantamento de informações a respeito da

Endereço: Av. Tancredo Neves, 1095

Bairro: Cavalhada II

CEP: 78.200-000

UF: MT Município: CACERES

Telefone: (65)3221-0067

E-mail: cep@unemat.br

Página 02 de 05



UNIVERSIDADE DO ESTADO  
DE MATO GROSSO - UNEMAT



Continuação do Parecer: 1.505.226

morte súbita da pastagem, além de evidenciar como os produtores estão lidando com esta situação. Portanto, este trabalho irá contribuir, futuramente para formulação de políticas públicas para manutenção e uso do solo no município de Alta Floresta, identificando as principais carências apresentadas pelos produtores rurais, bem como garantir a permanência do produtor no campo e sua autonomia.

#### Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa apresenta:

- Respeito aos participantes da pesquisa em sua dignidade e autonomia, reconhecendo sua vulnerabilidade, assegurando sua vontade de contribuir e permanecer, ou não, na pesquisa, por intermédio de manifestação expressa, livre e esclarecida e
- Relevância social da pesquisa, o que garante a igual consideração dos interesses envolvidos, não perdendo o sentido de sua destinação sócio-humanitária.
- Ponderação entre riscos e benefícios, tanto conhecidos como potenciais, individuais ou coletivos, comprometendo-se com o máximo de benefícios e o mínimo de danos e riscos; e
- Garantia de que danos previsíveis serão evitados

#### Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os termos foram apresentados de acordo com as exigências da resolução 466/2012 e a Norma Operacional 001/2013 do CNS-Conselho Nacional de Saúde.

#### Recomendações:

#### Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

O Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade do Estado de Mato Grosso CEP/UNEMAT após análise do protocolo em comento, de acordo com a resolução 466/2012 e a Norma Operacional 001/2013 do CNS, é de parecer que não há restrição ética para o desenvolvimento da pesquisa.

#### Considerações Finais a critério do CEP:

#### Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_P ROJETO_658249.pdf	22/03/2016 17:46:21		Aceito

Endereço: Av. Tancredo Neves, 1095

Bairro: Cavallhada II

UF: MT

Município: CACERES

Telefone: (65)3221-0067

CEP: 78.200-000

E-mail: cep@unemat.br

Página 03 de 05



UNIVERSIDADE DO ESTADO  
DE MATO GROSSO - UNEMAT



Continuação do Parecer: 1.505.226

Outros	CARTARESPOSTA.pdf	22/03/2016 17:44:35	Marraiane Ana da Silva	Aceito
Outros	TCLEModificado.pdf	22/03/2016 17:43:15	Marraiane Ana da Silva	Aceito
Outros	Questionario.pdf	01/02/2016 13:16:29	Marraiane Ana da Silva	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto.pdf	01/02/2016 13:10:58	Marraiane Ana da Silva	Aceito
Outros	Oficio.pdf	01/02/2016 13:06:17	Marraiane Ana da Silva	Aceito
Outros	CurriculoMendelson.pdf	01/02/2016 13:00:30	Marraiane Ana da Silva	Aceito
Outros	CurriculoMarraiane.pdf	01/02/2016 12:59:36	Marraiane Ana da Silva	Aceito
Outros	Pesquisador.pdf	01/02/2016 12:55:00	Marraiane Ana da Silva	Aceito
Outros	Coletadosdados.pdf	01/02/2016 12:53:20	Marraiane Ana da Silva	Aceito
Cronograma	cronograma.pdf	01/02/2016 12:46:46	Marraiane Ana da Silva	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	infraestrutura.pdf	01/02/2016 12:21:00	Marraiane Ana da Silva	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	UNEMAT.pdf	01/02/2016 12:20:29	Marraiane Ana da Silva	Aceito
Orçamento	pdf.pdf	01/02/2016 12:18:10	Marraiane Ana da Silva	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TermodeConsentimentoLivreEsclarecido .pdf	01/02/2016 12:04:50	Marraiane Ana da Silva	Aceito
Folha de Rosto	folhaderosto.pdf	01/02/2016 12:02:35	Marraiane Ana da Silva	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

Endereço: Av. Tancredo Neves, 1095

Bairro: Cavalhada II

UF: MT

Município: CACERES

Telefone: (65)3221-0067

CEP: 78.200-000

E-mail: cep@unemat.br



UNIVERSIDADE DO ESTADO  
DE MATO GROSSO - UNEMAT



Continuação do Parecer: 1.505.226

CACERES, 18 de Abril de 2016

---

Assinado por:  
Claumir Cesar Muniz  
(Coordenador)

Endereço: Av. Tancredo Neves, 1095  
Bairro: Cavalhada II  
UF: MT Município: CACERES  
Telefone: (65)3221-0067

CEP: 78.200-000

E-mail: cep@unemat.br

Página 05 de 05