

# **Uso de inteligência artificial e sistemas web de informação geográficas (WebSIG) para identificar o potencial de produção de novilho precoce**

**Thaís Basso Amaral, PhD  
Embrapa Gado de Corte**

## **Resumo:**

No início de 2017, o governo do Estado de Mato Grosso do Sul (MS) lançou o programa PROAPE – Precoce MS, para incentivar sistemas de produção de animais mais jovens ao abate e com qualidade de carcaça superior, em direção a um modelo de produção mais sustentável. Desde então, foram abatidos mais de 2 milhões de animais classificados como precoces. Porém, ainda há um longo caminho a ser percorrido em relação à qualidade, visto que somente 20% do total dos abates do Estado se encaixam neste programa. O objetivo desta proposta é desenvolver um sistema web de informações geográficas (WebSIG), utilizando conceitos de inteligência artificial como aprendizado de máquina, para mapear e identificar as potencialidades espaciais e ambientais para a produção de novilho precoce no Estado do Mato Grosso do Sul. Por meio deste projeto, busca-se respostas para algumas das perguntas importantes para alavancar a melhoria da qualidade da carne como: Quais são as características que mais influenciam no acabamento da carcaça? Quais são os fatores determinantes para diferenciar os produtores em relação à programas de bonificação? Quais são as características dos sistemas de produção preponderantes para a produção de carcaças de alta qualidade? Para tanto, serão analisados os dados referentes aos abates de animais precoces de janeiro de 2017 a dezembro de 2018, que serão disponibilizados pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente, Desenvolvimento Econômico, Produção e Agricultura Familiar (Semagro – MS), bem como dados referentes ao processo produtivo de cada propriedade, combinados com dados referentes ao clima, localização geográfica e índices de vegetação obtidos por sensoriamento remoto. Por meio de algoritmos de inteligência artificial, será possível fazer a classificação dos sistemas de produção e desta forma prever, com base nas características estudadas, o real potencial produtivo do Estado, de forma a auxiliar os produtores na tomada de decisões, bem como orientar o governo na elaboração de políticas públicas para aumentar a qualidade dos animais abatidos no Estado.

**Palavras chave:** análise espacial, aprendizado de máquina, grandes dados, bovino de corte, pecuária de precisão, zootecnia de precisão

## **Abstract:**

In early 2017, the government of the State of Mato Grosso do Sul (MS) launched the PROAPE - Precoce MS program, that stimulates producers to fit into production systems that led to the slaughter of animals at young ages and superior carcass quality, towards a more sustainable production model. Since then, more than 2 million animals have been slaughtered in this program.

However, there is still a long way in terms of quality, since only 20% of the total slaughtered in the State takes part in this program. The aim of this proposal is to develop a web geographic information system (WebGIS), using artificial intelligence concepts such as machine learning, to map and identify the spatial and environmental potentials for the production of early steers in the State of Mato Grosso do Sul. Through this project, we seek answers to some of the important questions to leverage the improvement of meat quality, such as: What are the characteristics that most influence the carcass? What are the determining factors to differentiate producers in relation to bonus programs? What are the characteristics of the predominant production systems for the production of high quality carcasses? To this end, data on the slaughter of early animals from January 2017 to December 2018 will be analyzed, which will be made available by the State Secretariat for the Environment, Economic Development, Production and Family Agriculture (Semagro - MS), as well as data on the productive process of each property, combined with data related to climate, geographic location and vegetation indexes obtained by remote sensing. Through artificial intelligence algorithms, it will be possible to classify production systems and thus predict, based on the characteristics studied, the real productive potential of the State, in order to assist producers in decision-making, as well as guide the government in the elaboration of public policies to increase the quality of animals slaughtered in the State.

**Keywords:** spatial analysis, machine learning, big data, beef cattle, livestock precision

## 1. Introdução

Em 2015, a Organização das Nações Unidas (ONU) estabeleceu a Agenda 2030, com 17 objetivos para o Desenvolvimento Sustentável Global (ONU, 2018). Entre eles, destaca-se o Objetivo 2: "Acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhorar a nutrição e promover a agricultura sustentável" e especialmente o item 2.4, "Até 2030, garantir sistemas sustentáveis de produção de alimentos e implementar práticas agrícolas resilientes que aumentem a produtividade e a produção". ..] Estima-se que a população mundial vai chegar a 10 bilhões de habitantes até 2050, aumentando assim a demanda por alimentos em 50% em relação a 2013, em um cenário de crescimento econômico médio (FAO, 2017).

Os desafios para atender a esse cenário de crescimento da demanda por alimentos são inúmeros e exigem ações diferentes das utilizadas no século XX.

Entre eles menores taxas de crescimento da produção agrícola em todo o mundo, a menor quantidade de terras disponíveis para a expansão agrícola e a competição no uso da terra com áreas urbanas (FAO, 2017). O conhecimento e as inovações da revolução verde, anteriormente utilizados (Mazoyer; Roudart, 2008), especialmente da química e da biologia, podem não ser suficientes para enfrentar os desafios apresentados agora.

Nesse contexto, novas tecnologias e inovações precisam emergir para serem utilizadas em sistemas de produção agropecuários e enfrentar esses desafios, como observado ao longo da história da agricultura (Mazoyer; Roudart, 2008; Boserup, 2011). Neste sentido, um conjunto de tecnologias já utilizadas pelos agricultores, desde o final do século XX, é a Agricultura de Precisão (PA) (Adrian et al., 2005; Tey & Brindal, 2012). A PA procura entender e gerenciar a variabilidade de culturas para aumentar a eficiência no uso de recursos agrícolas. Como exemplo, a aplicação de taxa variável de insumos e o uso de ferramentas de piloto automático para minimizar erros nas operações.

Em 2012, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), ao instituir a Comissão Brasileira de Agricultura de Precisão (CBAP), definiu a Agricultura de Precisão como “um sistema de gerenciamento agrícola baseada na variação espacial e temporal da unidade produtiva e visa ao aumento de retorno econômico, à sustentabilidade e à minimização do efeito ao ambiente” (BRASIL, 2012,). Ou seja, um sistema de gestão que leva em conta a variabilidade espacial do campo com o objetivo de obter um resultado sustentável social, econômico e ambiental (Bernardi et. al, 2014).

No Brasil, o nível de adoção da agricultura e pecuária de precisão e ainda é relativamente baixo, portanto uma área de perspectivas de futuro em pleno desenvolvimento. A Embrapa Gado de Corte, juntamente com parceiros, tanto do setor privado, como com outras Unidades da própria empresa e, também, com Universidades, vem desenvolvendo soluções em pecuária de precisão desde o ano de 2001, quando se iniciaram os projetos com RFID. De 2001 até o presente momento, diversas tecnologias foram desenvolvidas como o chip de identificação umbilical, teclado do peão, balança de passagem, chip umbilical com termômetro, colar com GPS para identificar a trajetória dos animais na pastagem, entre outros.

Devido a natureza espacial da agricultura e a pecuária podem beneficiar-se dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) que apresentam-se como excelentes ferramentas de gestão. Os SIG permitem o gerenciamento de dados espaciais e sua interligação com atributos alfanuméricos, a realização de análises complexas e a possibilidade de simular diversos cenários de modo a propiciar uma tomada de decisão eficaz. Os recentes desenvolvimentos em tecnologias da internet têm contribuído para o acesso, publicação, exploração e distribuição da Informação Geográfica.

Por seu caráter sistêmico, os sistemas de informação geográficos tem sido amplamente utilizados na Agricultura de Precisão. O SIG podem desempenhar um papel vital na fase inicial de tomada de decisão espaciais através de sua capacidade de integração e exploração de dados e informações de um variado leque de fontes. Permitem armazenar, integrar e processar, um grande volume de dados georreferenciados e apresentar graficamente a informação em um formato de fácil compreensão para os tomadores de decisão, não só no planejamento, mas também como ferramenta operacional de apoio às decisões de gestão de recursos naturais.

Apesar das inúmeras vantagens, o uso de ferramentas geoespaciais para caracterizar sistemas de produção pecuários ainda são pouco utilizados na prática, diferentemente da agricultura, onde sua utilização já está bastante consolidada. Acredita-se que seja em virtude da complexidade das características envolvidas no processo e da necessidade de dados e informações de fontes confiáveis para a realização das análises para que sejam úteis e tornem-se ferramentas para tomada de decisão. Ademais, os produtores de gado de corte são mais resistentes ao uso de tecnologias, precisando em um primeiro momento, conhecer os benefícios econômicos da adoção destas práticas.

Porém, na última década, as terras tornaram-se mais caras, áreas de pecuária foram substituídas por áreas de agricultura, houve uma valorização do bezerro. Todos estes fatos fizeram com que a pecuária se profissionalizasse mais, portanto, para que o modelo de negócio continue a ser rentável, precisa ser mais eficiente, sem falar das pressões da sociedade em relação aos aspectos ambientais.

Neste sentido, a Embrapa Gado de Corte vem trabalhando em projetos que tem como objetivo promover ações de inovação e transferência de tecnologia para o aumento da eficiência biológica, econômica e ambiental da cadeia de produção de novilho precoce. O principal objetivo é recomendar sistemas de produção de recria e engorda melhorados, originados pela síntese de recursos genéticos, nutricionais e de manejo, com vistas a maior adequação das carcaças produzidas aos critérios de programas de produção de carne de qualidade.

Além da implementação e disponibilização de uma plataforma on-line (Plataforma +PRECOCE) de bibliotecas de sistemas melhorados de cria, recria e engorda, que possam ser comparados quanto a indicadores econômicos e ambientais, para orientação de produtores de novilho precoce.

Porém para que a plataforma possa dar respostas mais assertivas aos produtores, uma série de características precisam ser analisadas, inclusive os aspectos geográficos, logísticos e ambientais. Estas informações precisam ser disponibilizadas de forma amigável e de fácil acesso para a consulta dos produtores.

A utilização de SIG distribuídos na internet (WebSIG), utilizando softwares livres, pode ser uma solução adequada, visto que coloca funcionalidades de SIG ao alcance de usuários, através de um simples browser, sem necessidade de grandes investimentos em relação a softwares ou mesmo em formação técnica especializada.

A presente proposta visa o uso ferramentas de sistemas de informação geográficas via Web, inteligência artificial, automação, e tecnologias da informação e comunicação para tornar as informações coletadas por sensores embarcados em satélites ou drones, combinados com dados alfanuméricos oriundos de informações de abate dos animais e dos sistemas produtivos em

uma plataforma para promover incremento e melhorias da gestão dos sistemas de produção.

## **2. Objetivos:**

Objetivo Geral:

O objetivo desta proposta é desenvolver um sistema web de informações geográficas (WebSIG), utilizando conceitos de inteligência artificial como machine learning para mapear e identificar as potencialidades espaciais e ambientais para a produção de novilho precoce no Estado do Mato Grosso do Sul, relacionadas aos sistemas de produção, clima, localização geográfica, adoção das boas práticas agropecuárias.

A partir da análise de um grande volume de dados (2 milhões de abates de bovinos do programa de incentivo do governo do Estado de Mato Grosso do Sul do MS - Precoce MS dos anos 2017 a 2019) será possível obter respostas para os seguintes questionamentos: - quais os sistemas de predominantes no Estado? Qual sistema de produção origina a carcaça de qualidade? Quais as características do sistema de produção / região do Estado / clima / fazem com que o produtor consiga obter as melhores bonificações? Qual região do Estado produz animais de melhor qualidade? Todas estas informações poderão ser disponibilizadas por meio de consultas a um sistema WebSIG que ficará disponível aos produtores e aos tomadores de decisão.

## **3. Metodologia**

A proposta objetiva trabalhar os dados do Programa PROAPE - Precoce MS, do Estado de Mato Grosso do Sul, por meio de algoritmos de Aprendizado de Máquina e construção de um WebSIG. Esta abordagem tem por objetivos auxiliar os produtores de bovinos na tomada de decisão para elevar a qualidade da carne e, por conseguinte, aumentar suas receitas com maiores bonificações.

A abordagem será dividida em seis etapas, sendo elas:

1. Aquisição dos dados do programa Precoce MS;
2. Aquisição de imagens de satélite do Estado do MS;
3. Aquisição dos dados de clima/ solo/ estradas/ frigoríficos;
4. Construção do WebSIG para espacialização dos dados de abate e das propriedades;
5. Aplicação dos algoritmos de aprendizado de máquina para a classificação dos sistemas de produção de novilho precoce e seleção do modelo que apresentar melhor acurácia;

### **3.1 Escopo da proposta**

Uso e análise de dados relacionados aos abates de animais no Estado do Mato Grosso do Sul participantes do programa Precoce MS relativos aos anos de 2017-2019 – cerca de 2 milhões de animais.

### *3.2. Aquisição dos dados do programa Precoce MS;*

Serão utilizados os dados referentes aos abates de animais dentro do programa Precoce MS, no período do início de 2017 (início do programa) mediante solicitação à Secretaria de Estado de Meio Ambiente, Desenvolvimento Econômico, Produção e Agricultura Familiar (SEMAGRO).

Neste conjunto de dados constam as fazendas participantes no programa, que até janeiro de 2019 somavam 1.595 propriedades, com informações sobre os dados cadastrais, e os processos produtivos. Também serão disponibilizados os dados de todos os abates individuais de bovinos, no período de 09/02/2017 até 31/12/2018, com as respectivas classificações das carcaças obtidas.

### *3.3. Aquisição de imagens de satélite do Estado do MS*

Imagens do LANDSAT 8 do início de janeiro de 2017 e do início de janeiro de 2019, do Estado do Mato Grosso do Sul serão recuperadas através do Instituto Brasileiro de Pesquisas Espaciais (INPE, [www.inpe.br](http://www.inpe.br)). As imagens sofrerão pré-processamento, que incluiu correção geométrica e construção de mosaico do Estado de Mato Grosso do Sul. A retificação geométrica das imagens será realizada, incorporando pontos de controle em terra retirados das imagens ortorretificadas do GLCF 2005, produzindo um RMSE inferior a 0,5. Os índices NDVI (Índice de Vegetação da Diferença Normalizada) e EVI (Índice de vegetação realçado) serão obtidas através das séries temporais MODIS a partir do Sistema de Análise Temporal da Vegetação – SATVeg (SATVEG, 2016), implementado pela Embrapa Informática Agropecuária. Os índices serão calculados para todo o período do estudo (2017 e 2018), para as áreas de pastagem do Estado de Mato Grosso do Sul, utilizando-se a máscara das áreas de pastagens obtidas no site [www.pastagem.org](http://www.pastagem.org).

### *3.4. Aquisição dos dados de clima/ solo/ estradas/ frigoríficos*

As delimitações dos municípios do Estado de Mato Grosso do Sul, e principais rodovias da região baixadas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística ([www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)). A geolocalização de frigoríficos, serão cedidos pela SEMAGRO juntamente com os dados do programa. Os dados meteorológicos de janeiro de 2018 a janeiro de 2019 e mapas de solo serão adquiridos também via solicitação à outras Unidades da Embrapa, como a Embrapa Solos e a Embrapa Monitoramento por Satélite.

### *3.5. Construção do WebSIG para espacialização dos dados de abate e das propriedades*

Para o desenvolvimento e a implementação do WebSIG, será feita a pesquisa de aplicações semelhantes em funcionamento e também uma avaliação das ferramentas e dos requisitos necessários. Assim, será possível definir as seguintes características e funcionalidades que o sistema deve apresentar:

- Uso de softwares Free ou open source (a nível de dados, servidor e cliente) para que o sistema seja implementado como uma solução de baixo custo ou de custo zero de manutenção, devido a restrições financeiras.
- Os softwares devem ser desenvolvidos em conformidade com as especificações para serviços WebSIG criadas pelo OGC e devem apresentar ferramentas de suporte (documentação para utilizadores e desenvolvedores, livros, fóruns, etc).
- O sistema deve apresentar facilidade de implementação ao nível técnico e a utilização de aplicações já construídas o que permite focar as atenções mais no problema específico a que se destina o WebSIG e não tanto em detalhes mais técnicos do foro da programação.
- Da mesma forma, o sistema deve apresentar uma interface gráfica amigável e ser de fácil utilização, uma vez que tem como alvo usuários sem experiência prévia no uso de ferramentas e metodologias SIG.
- O sistema deve apresentar as ferramentas necessárias para facilmente permitir a definição de critérios de consultas por qualquer um dos futuros utilizadores.

A arquitetura de um WebSIG encontra-se na figura 1.



Figura 1 – Arquitetura de um WebSIG

Fonte: Peng e Tsou (2003)

### *3.6. Aplicação dos algoritmos de aprendizado de máquina para a classificação dos sistemas de produção de novilho precoce e seleção do modelo que apresentar melhor acurácia*

Nesta etapa, será utilizada uma biblioteca em Python, chamada scikit-learn, para construir, testar e validar diferentes classificadores. Os modelos que serão avaliados neste projeto serão: Multinomial Naive Bayes (MNB), Random Forest Classifier (RFC), K-Nearest Neighbours (KNN) e Support Vector Machines (SVM). Todos eles serão aplicados no mesmo conjunto de dados balanceados e as mesmas métricas serão utilizadas como resultado para validação.

Para validar os modelos, será utilizada a técnica chamada cross-validation. O conjunto de treinamento será dividido em k conjuntos menores, no qual o este procedimento será executado para cada uma das k divisões.

## **4. Estado da Arte**

A expansão da agricultura nas regiões Sul, Sudeste e parte do Centro-Oeste do Brasil tem aumentado o custo da terra e, conseqüentemente, tem diminuído o número de áreas disponíveis para a produção pecuária (ANUALPEC, 2017). Além disso, o aumento das pressões políticas e de mercado sobre as questões ambientais tem exigido o desenvolvimento e a aplicação de sistemas produtivos ambientalmente mais sustentáveis, impedindo, assim, a expansão da produção de carne bovina em áreas da região norte, principalmente na Amazônia Legal (Ruviano et al., 2014). Este cenário tem direcionado os pecuaristas a buscar modelos de produção que possibilitem aumentar as taxas de lotação das áreas já utilizadas (Cohn et al., 2014). Neste contexto, a pecuária de precisão surge como uma importante ferramenta, pois proporciona a melhoria do manejo, maximiza os recursos, aproveitando, correta e sustentavelmente toda área disponível e ainda reduz os custos com a contratação de mão de obra – variável que vem aumentando gradativamente nos últimos anos (CEPEA, 2014; Berckmans, 2014).

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento estima que, até 2020, a produção nacional de carnes poderá suprir 44,5% do mercado mundial, mantendo o Brasil em primeiro lugar no ranking de exportações de carnes.

Portanto, para se manter no topo do ranking mundial de exportações, o governo brasileiro, associações de produtores e de raças e frigoríficos têm se empenhado em criar programas que incentivem a produção de carnes com qualidade superior à média brasileira. Um programa criado para este fim e que merece destaque é o de bonificação de carcaças bovinas, instituído pela normativa 9 de 04 de maio de 2004 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento que instaura em todo o território nacional, o Sistema Brasileiro de Classificação de Carcaças de Bovinos (SBCCB), a ser implantado nos estabelecimentos de abate sob Serviço de Inspeção Federal (SIF), tendo como base as características indicativas de qualidade: sexo e maturidade do animal, peso e acabamento da carcaça.



O resultado destes programas é o aumento na oferta de carne de melhor qualidade e também uma remuneração do produtor acima da média do mercado. Entretanto, tais programas enfrentam desafios complexos. O nível de adequação aos critérios dos programas das carcaças entregues à indústria frigorífica é muito dependente de um complexo conjunto de fatores ligados ao processo produtivo. Genética, nutrição, gestão, preços de commodities agrícolas e de insumos, clima, qualidade de mão-de-obra, dentre outros, podem ser citados como exemplos. Variações e inadequações de um ou mais fatores estão ligados a falhas em atender aos critérios de qualidade estipulados por estes programas. Outro desafio é equilibrar os benefícios das bonificações em relação aos níveis de investimentos necessários no processo produtivo, de forma que a atividade seja atrativa financeiramente.

Ao considerar o crescimento deste tipo de programa e a evidência das complexidades inerentes, uma melhor compreensão das fragilidades e das potencialidades nos seus processos produtivos pode levar a ganhos em eficiência e qualidade. Neste sentido, a construção de ferramentas para análise e mineração de dados, de forma amigável podem ser de grande valia e sua aplicação ser considerada uma inovação neste contexto.

O Estado de Mato Grosso do Sul, é um dos pioneiros de programas de incentivo à produção de novilho precoce, sendo regulamentado há mais de 20 anos. Em 2016, foram lançados o decreto No 14.526, de 28 de julho e a resolução conjunta SEFAZ/SEPAF No 69 de 30 de agosto que fizeram alterações ao programa de bonificação para novilhos precoces e instituiu o programa Precoce MS, sendo esse gerido pelo Programa de Avanços na Pecuária de Mato Grosso do Sul (Proape).

As alterações foram realizadas para estimular os produtores rurais do Estado a adotarem modernas técnicas de criação, favorecendo a produção de animais de qualidade de carcaça superior utilizando boas práticas de criação, para o aumento da sustentabilidade ambiental da atividade e para avanços na gestão sanitária individual do rebanho sul-mato-grossense. Para que o produtor tenha acesso aos benefícios alguns requisitos precisam ser alcançados, tanto relativos à classificação dos animais (maturidade, peso mínimo, acabamento de gordura) quanto à requisitos referentes ao produtor rural (regularidades fiscais e tributárias, inscrição no CAR, etc.) e referentes ao processo produtivo (identificação individual dos animais, boas práticas agropecuárias, associativismo).

O programa Precoce MS bonifica o produtor com retorno financeiro de até 67% do ICMS recolhido por carcaça de um animal abatido e classificado como novilho precoce. O cálculo da porcentagem do valor do ICMS a ser devolvido ao produtor leva em consideração o acabamento da carcaça e as características da fazenda, considerando-se uma proporcionalidade de 70% e 30%, respectivamente. Até o final de 2018 foram abatidos dentro do PROAPE/MS cerca de 1,8 milhões de animais.

A espacialização dos dados do programa Precoce MS, por meio da construção de uma plataforma WebSIG, associada à técnicas como inteligência artificial,

machine learning, data mining, podem trazer respostas para algumas das perguntas importantes para alavancar a melhoria da qualidade da carne como: Quais são as características que mais influenciam no acabamento da carcaça? Quais são os fatores determinantes para diferenciar os produtores em relação à programas de bonificação? Quais são as características dos sistemas de produção preponderantes para a produção de carcaças de alta qualidade?

A atual necessidade da visão sistêmica, e de maior precisão e perfeição na tomada de decisões, faz com que a utilização de geotecnologias tenha evoluído de forma significativa nos últimos anos. Neste contexto, os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) permitem a realização de análises complexas ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georreferenciados. Os SIGs também tornam possível a automatização da produção de documentos cartográficos (CÂMARA; MEDEIROS, 1998). O avanço deste tipo de tecnologia mudou e influenciou atividades nas áreas de cartografia, de análise e manejo de recursos naturais, na tomada de decisão nas empresas agropecuárias e nas áreas relacionadas ao planejamento urbano e regional.

Neste sentido, destacam-se três grandes maneiras de se utilizar os SIGs: como ferramenta para produção de mapas; como suporte para análise espacial de fenômenos; e como um banco de dados geográficos, com funções de armazenamento e recuperação da informação espacial. Os SIGs são de extrema importância para a avaliação de terras para a agricultura. No que concerne ao agronegócio, os impactos provocados pelo modelo de agricultura predominante, e o crescimento das exigências de sustentabilidade (social, ambiental e econômica) e de melhoria da qualidade dos produtos, constituem prioridades nas políticas de ocupação e uso da terra. Desta forma, o uso dessa tecnologia revela-se como uma importante ferramenta no estudo de potencialidades espaciais e ambientais, uma vez que propicia o zoneamento de áreas de forma adequada e eficiente no que diz respeito à caracterização de solos, clima, recursos hídricos, vegetação, entre outros.

Além disso, os serviços oferecidos aos operadores do agronegócio possibilitam a assistência ao planejamento rural mediante o monitoramento de lavouras, custos e análises logísticos nas propriedades rurais. Também se utilizam este tipo de tecnologias para análises de potenciais produtivos e compra e venda de propriedades rurais, assim como para gerar uma base cartográfica para as empresas que trabalham com rastreabilidade (Gianezini et. al., 2012).

A utilização do sensoriamento remoto, aliado aos sistemas de informação geográfica, desempenha um papel fundamental na organização do espaço. Dependendo do banco de dados amarrado a um mapeamento existente e imagens de satélites, podem-se fazer os mais diversos estudos inerentes às atividades da pecuária. As imagens de satélites são ferramentas adequadas para a realização de levantamentos em grandes áreas com o objetivo de monitorar o uso e ocupação dos solos, desde alguns milhares até milhões de hectares. Assim, pode-se monitorar com custo acessível e com maior frequência desde áreas de propriedades particulares até regiões maiores em qualquer ponto do planeta. Com a aplicação de ferramentas do sensoriamento remoto

pode-se chegar a mapas com informações avançadas, prontas para serem aplicadas pelo pecuarista para a tomada de decisões racionais e aumentar a produtividade de seu negócio; cuidar da qualidade da cobertura vegetal de pastagens; evitar fenômenos de erosão e degradação devido à sobrecarga de animais por área; orientar o manejo técnico de propriedades e empresas rurais de médio e grande porte, e tudo isso com segurança e baixo custo (ENGESAT, 2005).

As estimativas sugerem que 80% de todos os dados digitais gerados hoje incluem referência geoespacial (por exemplo, coordenadas geográficas, endereços, códigos postais, etc.) Esta referência permite a integração de vastas quantidades de informação diversa. Ao mesmo tempo, a magnitude e a complexidade dos conjuntos de dados que podem ser reunidos através das suas ligações geoespaciais comuns apresentam um desafio extraordinário para a ciência da informação que é o de transformar esses dados em informações e, posteriormente, em conhecimento (Maceachren; Kraak, 2001).

As novas tecnologias sempre foram uma força motriz nas ciências de informação geográfica, tal qual o são na ciência e sociedade em geral. Com a popularização do acesso à internet, estas novas tecnologias que, incluem motores de busca, bibliotecas digitais, sistemas de interoperabilidade abertos, comunicações sem fios, novos modelos de interação e muitos mais, surgiram nos SIG como forma de torná-los mais móveis, poderosos e flexíveis, tornando-os ferramentas de comunicação e partilha de conhecimentos geográficos (Peng; Tsou, 2003).

Fu e Sun (2011), definem um WebSIG como sendo qualquer SIG que use uma tecnologia de rede para comunicação entre componentes. Desta maneira, um WebSIG deve possuir no mínimo um servidor e um cliente, onde o servidor é um servidor de aplicações web, e o cliente é um *browser*, uma aplicação desktop ou uma aplicação *mobile* como um *smartphone* ou *pocket*.

Quando as tecnologias da Agricultura de Precisão são combinadas com as TIC's, é possível de se obter, armazenar e processar informações que permitam ações de comando e controle da forma de produção. Assim, é possível atender, analisar, monitorar e rastrear a conformidade da produção com os requisitos de vários protocolos e normas, tais como: da Produção Integrada e da Produção Orgânica, do Ministério da Agricultura, da Pecuária e Abastecimento, do GLOBALG.A.P. da Europa, das Produções Étnicas, do Contrato de Produção de Alimentos Funcionais, entre outros. Entretanto, o uso dessa forma de produção no Brasil não tem sido tão intenso (Queirós et al., 2014).

Diante do exposto, a criação de um WebSIG para a Produção de Novilhos Precoces no Estado de MS apresenta diferentes potencialidades, não só para tomada de decisão do produtor rural nele inserido como também, políticas públicas, uso da terra, sistemas de georrastrabilidade, entre outras potencialidades.

## 5. Resultados Esperados

A construção de uma plataforma em WebSIG que permita análise dos sistemas de produção existentes no Estado do MS e classifique os sistemas produtivos existentes, levando em consideração os aspectos regionais, de solo, clima, localização geográfica, não só pode auxiliar a tomada de decisão dos produtores em si, como diminuição do risco de insucesso técnico e econômico do produtor, além de contribuir para políticas públicas do Estado para dirimir esforços em regiões onde há necessidade de políticas públicas e incentivos para a produção de novillo precoce.

O benefício esperado para o produtor rural que tiver acesso à plataforma, será o suporte à tomada de decisão mais eficaz, que otimize sua produção e seu equilíbrio econômico e o conduza a produzir animais com melhor adequação aos critérios de carcaça, com menor custo de produção e maior obtenção de bonificações, levando-se em consideração a região geográfica onde está instalado e as práticas de produção que adota.

Chegando a outra ponta, no universo pós-porteira, outras oportunidades e podem surgir. No âmbito do consumidor, adicionar ao produto com qualidade sensorial superior um indicador de adequação ambiental pode ser necessário e, principalmente, estratégico. Necessário para uma pecuária cujo nome tem sido relacionado a processos de desmatamento, perda de biodiversidade, mudanças climáticas, entre outros. Estratégico no sentido de torná-lo um produto diferenciado também para consumidores que possuem na preocupação ambiental um balizador para suas escolhas. O resultado que se espera é que a cadeia toda se fortaleça, se desenvolva e se sustente, criando empregos e gerando renda.

Em relação ao futuro, o uso de tecnologias e processos da agricultura de precisão para atender protocolos de certificação e rastreabilidade da produção é, ainda, um desafio. Entretanto, a construção de ferramentas / plataformas como esta, pode ser adaptada / transformada para esta finalidade, por facilitar a organização e armazenamento de informações requeridas nas análises de conformidade constantes nos protocolos e normas de produção. Consequentemente permitirá que os produtores conquistem novos mercados com garantia de melhores preços, devido à certificação da qualidade, segurança e origem dos produtos.

As ferramentas que serão criadas nesta proposta, transcendem o escopo da mesma, acreditando-se que possam estimular e viabilizar iniciativas semelhantes, voltadas para programas de carne de qualidade em várias regiões do país.

Os novos algoritmos desenvolvidos para extração de conhecimento, busca de inferências, padrões, categorizações e otimização de predições poderão ser utilizados por agentes públicos e privados para identificar tendências, novos nichos de mercado e demandas dos diversos elos da cadeia.

## 6. Cronograma de execução

Atividade	Bimestres			
	1	2	3	4
Tratamento dos dados; análises descritivas				
Testes e validação dos modelos de inteligência artificial				
Construção do WebGIS				
Publicação dos resultados, disponibilização da plataforma para os interessados				

## 7. Referências bibliográficas

ADRIAN, Anne Mims; NORWOOD, Shannon H.; MASK, Paul L. Producers' perceptions and attitudes toward precision agriculture technologies. **Computers and electronics in agriculture**, Amsterdam, v. 48, n. 3, p. 256-271, 2005.

ANUALPEC. Anuário da pecuária brasileira. São Paulo: Informa Economics FNP, p. 357. 2013.

BERNARDI, A.C.; Agricultura de precisão: resultados de um novo olhar. [et al.], editores técnicos. – Brasília, DF : Embrapa, 2014.

BERCKMANS, D. Precision livestock farming technologies for welfare management in intensive livestock systems. **Revue Scientifique et Technique/ Office International des Épizooties**, vol. 33, n.1, 189-196, 2014.

BOSERUP, Ester. **The conditions of agricultural growth**: The economics of agrarian change under population pressure. London: Transaction Publishers, 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 852 - Art. 1º Criar a Comissão Brasileira de Agricultura de Precisão – CBAP. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 21 set. 2012. Seção 1, n. 184. Disponível em: <[http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p\\_do42.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do42.htm)>.

CENTRO de Estudos Avançados Em Economia Aplicada (CEPEA) – ESALQ/USP. (2014) Disponível em: <http://www.cepea.esalq.usp.br/>. Acesso em: 28 mai. 2014.

COHN, A. S.; MOSNIER, A.; HAVLÍK, P.; VALIN, H.; HERRERO, M.; SCHMID, E.; O'HARE, M.; OBERSTEINER, M. Cattle ranching intensification in Brazil can reduce global greenhouse gas emissions by sparing land from deforestation. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 111, n. 20, p. 7236- 7241, 2014.

FAO. Organização das Nações da Unidas para Alimentação e Agricultura. **The future of food and agriculture** – Trends and challenges. Rome, 2017. Available at: <<http://www.fao.org/3/a-i6583e.pdf>>. Accessed: 15 jan 2018.

Felício, P. E. Bovinocultura de Corte - Volumes I e II, chapter Classificação e tipificação de carcaças bovinas, pages 1257–1276. FEALQ, 2010.

FU, P.; SUN, J. GIS in the web era. In: FU, P.; SUN, J. **Web GIS: principles and applications**. Redlands: ESRI Press, c2011. p. 1-24.

INAMASU, R. Y. et al. Agricultura de precisão para sustentabilidade de sistemas produtivos do agronegócio brasileiro. In:\_\_\_\_. et al. (Ed.). **Agricultura de precisão: um novo olhar**. São Carlos, SP: Embrapa Instrumentação, 2011. p. 14-26.

INPE. **SPRING**: tutorial de geoprocessamento. Disponível em: <[http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/descricao\\_geral.html](http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/descricao_geral.html)>. Acesso em: 13 maio 2014.

MAPA. Exportação, 2017. <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/saude-animal-e-vegetal/saude-animal/exportacao>, acessado em 20/10/2017.

MAZOYER, Marcel; ROUDART, Laurence. **História das agriculturas no mundo**: do Neolítico à crise contemporânea. São Paulo: Editora UNESP, 2008.

NIKKILÄ, R.; SEILONEN, I.; KOSKINEN, K. Software architecture for farm management information systems in precision agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture*, v. 70, n. 2, p. 328-336, 2010. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compag.2009.08.013>

OLIVER, M. A. (Org.). *Geostatistical Applications for Precision Agriculture*. Springer, 2010. 300 p. <http://dx.doi.org/10.1007/978-90-481-9133-8>

PENG, Z. R.; TSOU, M. H. **Internet GIS**: distributed geographic information services for the internet and wireless networks. Hoboken: Wiley, ©2003. 679p.

QUEIRÓS, L. R., LUCHIARI JUNIOR, A., NETO, J.C.; MASSRUHÁ, S. M.F.S.; INAMASU, R. Y, SPERANZA, E. A. EVANGELISTA, S.R. M. Análise das possibilidades e tendências do uso das tecnologias da informação e comunicação em Agricultura de Precisão In: Bernardi et al., 2014.

RUVIARO, C. F.; BARCELLOS, J. O. J.; DEWES, H. Market-oriented cattle traceability in the Brazilian Legal Amazon. **Land Use Policy**, vol. 38, 104-110, 2014.

SISTEMA DE ANÁLISE TEMPORAL DA VEGETAÇÃO (SATVEG). Disponível em . Acesso em: 02. Abr. 2016.

TEY, Yeong Sheng; BRINDAL, Mark. Factors influencing the adoption of precision agricultural technologies: a review for policy implications. **Precision Agriculture**, Dordrecht, v. 13, n. 6, p. 713-730, 2012.

UN. United Nations. **Agenda 2030**. [2018]. Available at: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>>. Accessed: 21 jan 2018.

VIEIRA, S. R. Uso de geoestatística em estudos de variabilidade espacial de propriedades do solo. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V, V. H.; SCHAEFER, C. E. G. R. (Org.). Tópicos em Ciência do Solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. v. 1, p. 1-54.