

# **Implementação de Sistema de SIG e BI, voltado para auxiliar o processo de tomada de decisão e de inteligência territorial, na Gestão do Território.**

**Aluno: Pedro Iglesias B. Seibel<sup>1</sup>**  
**Orientador: Anderson Nascimento<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Laboratório de Inteligência Computacional Aplicada (ICA)  
Pontifícia Universidade Católica – Rio de Janeiro, RJ – Brazil

{pedroseibelgeo@gmail.com}

*Resumo: O objetivo deste estudo é apresentar todos os processos realizados para a implementação de sistema de administração territorial (usando tecnologias de SIG e BI), voltado para auxiliar o processo de tomada de decisão e de inteligência territorial, dos Institutos de Terras brasileiros.*

*Abstract: The objective of this study is to present all the processes carried out for the implementation of a land administration system (using GIS and BI technologies), aimed to assist the decision-making process and territorial intelligence, of Land Institutes.*

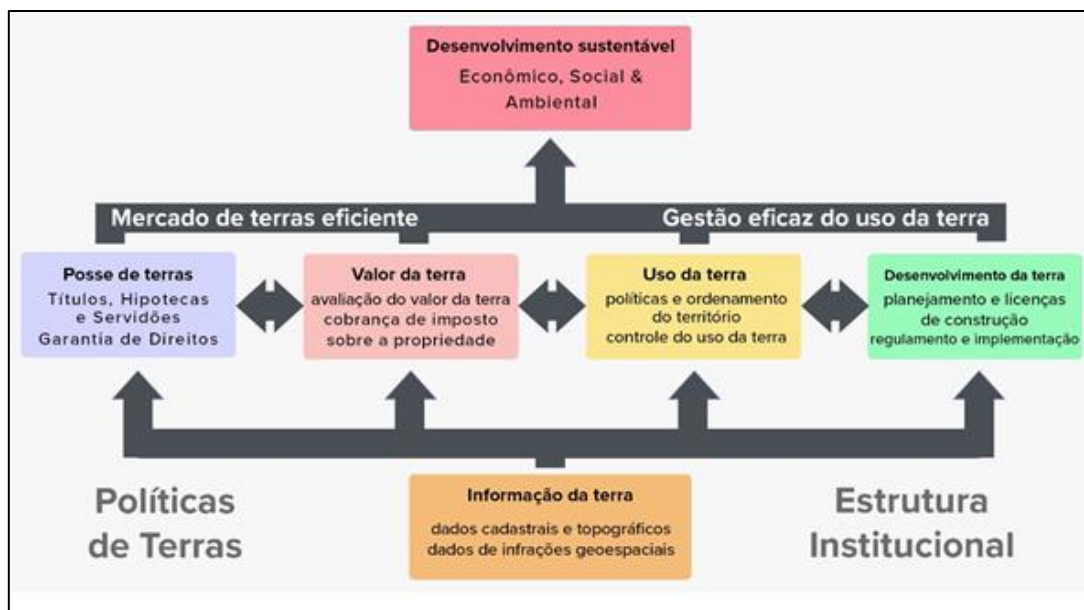
## **1. Introdução**

### **1.1 Descrição do Estudo de Caso**

Historicamente, um dos maiores entraves para realizar implementação de políticas públicas, de forma eficiente, é a dificuldade para relacionar as diferentes informações que são necessárias na execução e monitoramento dos projetos. Dentre os entraves citados, os mais recorrentes são a dificuldade na obtenção de dados e falta de interoperabilidade das informações, dificultando o relacionamento dos dados. Com o avanço das tecnologias de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento, a coleta dos dados e seus relacionamentos (mesmo em grande quantidade), se tornou mais rápida, possibilitando análises complexas em territórios extensos (por exemplo, o território nacional).

O Mercado de Terras é tema de extrema relevância nos debates sobre a política agrária contemporânea, no Brasil e internacionalmente. A execução e o monitoramento de políticas voltadas ao mercado de terras capacitam o Estado a regular o seu maior bem (terra) para suas diversas finalidades, seja econômica, social, ambiental, entre outros fins. A capacidade de bancos e outras instituições financeiras em providenciar recursos para o desenvolvimento do território, é influenciada pelos mercados de terras, o qual requer um eficiente sistema que auxilie na gestão e administração do território.

Conforme demonstrado na figura abaixo, um dos principais componentes para obter uma eficiente gestão do território é possuir um eficiente mercado de terras, junto a uma eficiente gestão do uso do solo. Dessa forma, a utilização de informações territoriais (cadastrais, topográficas, de uso do solo, entre outras), permite implementar uma eficiente administração dos direitos de propriedades, de valoração da terra, do uso do solo, e de desenvolvimento territorial, levando a melhorias na gestão e governança do território.

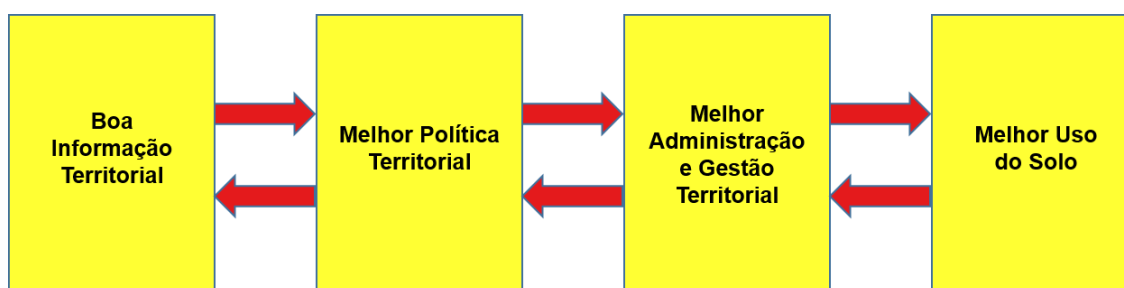


**Figura 1. Perspectiva dos modernos sistemas de administração territorial.**

Fonte: Adaptado de Enemark, Williamson, & Wallace (2005).

Nos dias atuais, a obtenção de informações e interoperabilidade entre as mesmas não é um grande problema para a implementação de políticas públicas sobre o Mercado de Terras, no Brasil. O país já possui Planilhas de Preços Referenciais (PPR), além de possuir diversas fontes de dados de Uso e Cobertura do Solo, que podem ser utilizadas nos cruzamentos necessários. A PPR é matriz de dados que relaciona os atributos de uso do solo com o preço da terra (por hectare), o qual é praticado em determinado Mercado Regional de Terras (INCRA, 2021).

Analisando a figura 2 do relatório, podemos observar que o uso de informações territoriais de boa qualidade leva a melhores políticas territoriais, que consequentemente levam a melhor gestão do território e uso do solo. Dessa forma, as políticas de mercado de terras, assim como outras políticas territoriais, são dependentes dos dados e sistemas de informações utilizados, os quais irão subsidiar implementação e monitoramento da política. Quanto melhor for o uso das informações territoriais, melhor será implementada a política de mercado de terras.



**Figura 2. Importância das informações territoriais para a gestão do território.**

Fonte: Adaptado de Williamson (2001).

O objetivo deste estudo é apresentar os processos realizados para a implementação de Sistema de Administração Territorial (usando tecnologias de SIG e BI), voltado para auxiliar o processo de tomada de decisão e de inteligência territorial, dos Institutos de Terras brasileiros. Para tal, foram demonstrados cruzamentos e análises geoespaciais, realizados com o uso de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), que resultaram na implementação de Sistema de Business Intelligence (BI), visando auxiliar o processo de tomada de decisão e de inteligência territorial. Estas análises foram realizadas com foco nos Mercados Regionais de Terras do Brasil (agrupamento de municípios).

## **1.2 Fontes das Informações**

Abaixo, o estudo descreve categoria, instituição responsável e locais para realizar o download, dos dados utilizados no sistema para a implementação do Sistema de SIG e BI, voltado para auxiliar processo de tomada de decisão e inteligência territorial, dos Institutos de Terras brasileiros. As principais bases de dados utilizadas no sistema em questão, foram os Mercados Regionais de Terras - MRT, o Uso e Cobertura do Solo, a Planilha de Preços Referenciais da Terra, Estados e Municípios e as Áreas Urbanas que possuem mais de 100 mil habitantes.

### **1.2.1 Fonte de Dados da informação de Mercado Regionais de Terras;**

- Categoria: Dado público
- Instituição Responsável: Planilha de Preços Referenciais - Incra.
- A informação foi realizada através de junção dos municípios do IBGE.

### **1.2.2 Fonte de Dados da informação de Uso e Cobertura do Solo (IBGE);**

- Categoria: Dado público.
- Instituição Responsável: os dados geográficos e tabulares são disponibilizados publicamente no site do IBGE.
- Link para download da informação:
- <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/cobertura-e-uso-da-terra/15831-cobertura-e-uso-da-terra-do-brasil.html?=&t=downloads>

### **1.2.3 Fonte de Dados da informação de Planilha de Preços Referenciais da Terra;**

- Categoria: Dado público
- Instituição Responsável: Incra.
- Link para download da informação:
- <https://www.gov.br/incra/pt-br/assuntos/governanca-fundiaria/relatorio-de-analise-de-mercados-de-terras>.

### **1.2.4 Fonte de Dados da informação de Estados e Municípios (IBGE);**

- Categoria: Dado público.
- Instituição Responsável: Banco de dados de Municípios e Estados utilizado no sistema se encontra hospedado no IBGE.
- Link para download da informação:

- <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html?=&t=acesso-ao-produto>

### **1.2.5 Fonte de Dados da informação de Áreas Urbanas que possuem mais de 100 mil habitantes (IBGE);**

- Categoria: Dado público.
- Instituição Responsável: O banco de dados das malhas de Setores Censitários de áreas Urbanas que possuem mais de 100 mil habitantes que foi utilizado no sistema se encontra hospedado no IBGE.
- Link para download da informação:
- <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/tipologias-do-territorio/15789-areas-urbanizadas.html?=&t=downloads>

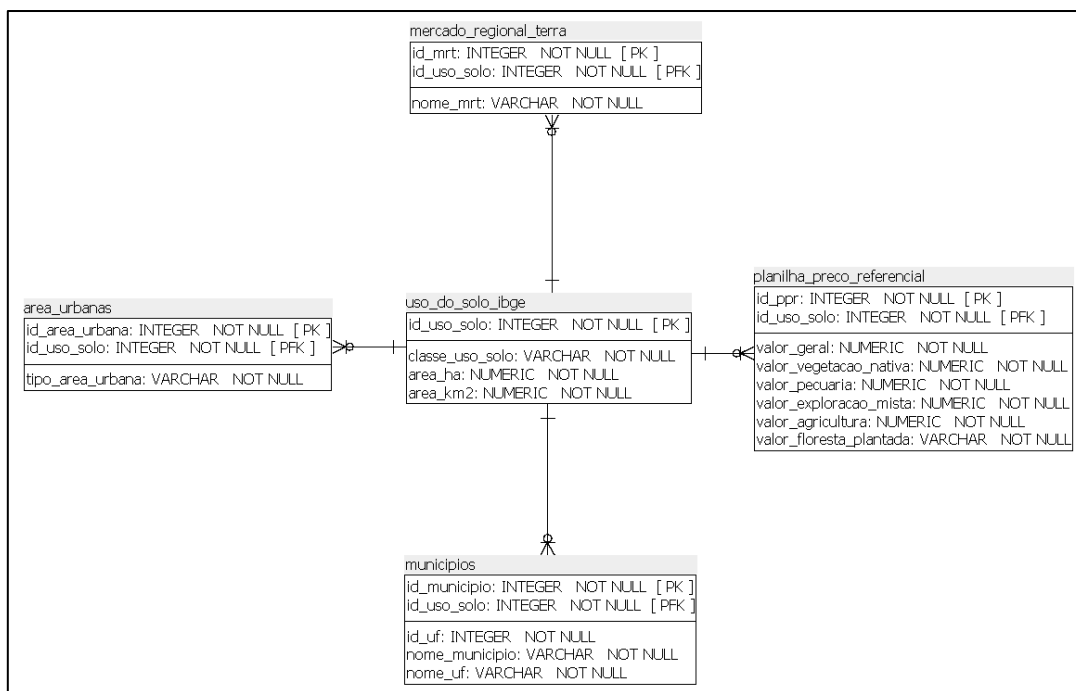
## **2. Modelagem Dimensional de Bancos de Dados**

Este capítulo apresenta Modelagem Conceitual do Banco de Dados do Sistema de BI, voltado para auxiliar processo de tomada de decisão e inteligência territorial. O objetivo do modelo conceitual é criar um sistema coerente de objetos, propriedades e relações, que contenham os requisitos e regras do negócio. Seus principais elementos, que devem constar em todos os modelos conceituais de bancos de dados são:

**Entidades** – Uma entidade é uma representação de um conjunto de informações sobre determinado conceito do sistema. Toda entidade possui seus atributos, as quais são informações que referenciam entidade. Alguns exemplos de entidades do Sistema BI, voltado para auxiliar processo de tomada de decisão e inteligência territorial são os Mercados Regionais de Terras, o Uso e Cobertura do solo, as Planilhas de Preço Referencial da Terra, entre outros.

**Relacionamentos** – O relacionamento de bancos de dados é associação entre as entidades que foram mencionadas. Existem 3 diferentes tipos de relacionamento utilizados em bancos de dados, são eles “uma para um”, “uma para muitos” e de “muitos para uma”.

**Atributos** – Os atributos são as informações que caracterizam as entidades e os relacionamentos mencionados. O atributo identifica, qualifica, descreve, quantifica e registra, o estado / situação / ocorrência, de uma entidade. Dentre os atributos usados no Sistema de BI, voltado para auxiliar processo de tomada de decisão e inteligência territorial, cabe destacar Código MRT (Mercados Regionais de Terras), Área ha e Classe de Uso (Uso e Cobertura do Solo), Valores da PPR (Planilhas de Preço Referencial da Terra), entre outros.

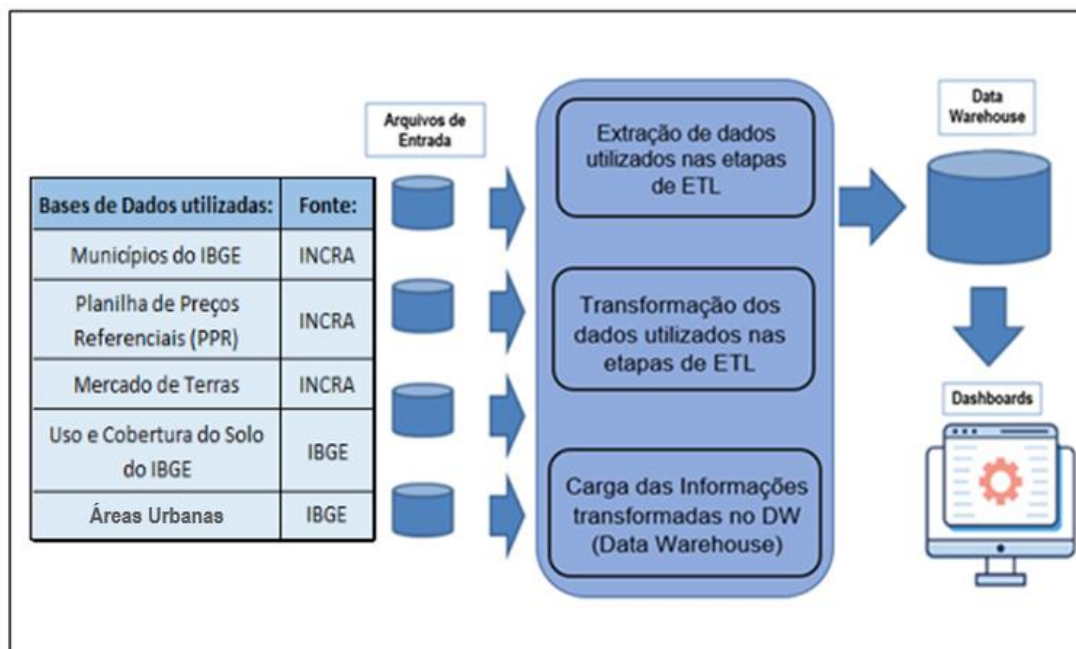


**Figura 3. Modelagem dimensional do banco de dados, do sistema realizado.**

Fonte: Do autor

### 3. Processos do Sistema

Este capítulo apresenta os processos realizados para a implementação do sistema de SIG e BI, voltado para auxiliar o processo de tomada de decisão e de inteligência territorial, dos Institutos de Terras brasileiros.



**Figura 4. Processos do Sistema de SIG e BI realizado.**

Fonte: Adaptado de Nascimento (2019).

Conforme demonstrado na figura, os processos necessários para realizar o sistema ora proposto, são:

- Coleta de informações geoespaciais e tabulares que serão utilizadas;
- Carga das informações geoespaciais e tabulares, na “Staging Area”;
- Transformação das informações geoespaciais e tabulares carregadas;
- Carga das informações, já transformadas, no “Data Warehouse”;
- Exibição das informações no sistema proposto (Capítulo 4).

### 3.1 Coleta e Carga das informações geoespaciais e tabulares

Nesta etapa, foram coletadas as informações de Mercados Regionais de Terras, Uso e Cobertura do Solo (IBGE), Planilha de Preços Referenciais da Terra - PPR, Estados e Municípios (IBGE) e Áreas Urbanas que possuem mais de 100 mil habitantes (IBGE).

**Tabela 1. Locais de coleta das informações geoespaciais e tabulares utilizadas.**

<b>Informações espaciais e tabulares</b>	<b>Local de Coleta</b>
Mercados Regionais de Terras	A informação foi realizada pela agregação de municípios
Uso e Cobertura do Solo	<a href="https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/cobertura-e-uso-da-terra/15831-cobertura-e-uso-da-terra-do-brasil.html?=&amp;t=downloads">https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/cobertura-e-uso-da-terra/15831-cobertura-e-uso-da-terra-do-brasil.html?=&amp;t=downloads</a>
Planilha de Preços Referenciais da Terra	<a href="https://www.gov.br/incra/pt-br/assuntos/governanca-fundiaria/relatorio-de-analise-de-mercados-de-terras">https://www.gov.br/incra/pt-br/assuntos/governanca-fundiaria/relatorio-de-analise-de-mercados-de-terras</a>
Estados e Municípios	<a href="https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html?=&amp;t=acesso-ao-produto">https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html?=&amp;t=acesso-ao-produto</a>
Áreas Urbanas	<a href="https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/tipologias-do-territorio/15789-areas-urbanizadas.html?=&amp;t=downloads">https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/tipologias-do-territorio/15789-areas-urbanizadas.html?=&amp;t=downloads</a>

Fonte: Do autor.

### 3.2 Transformação das informações geoespaciais e tabulares carregadas

Nesta etapa, foi utilizado o software QGIS para realizar as análises geoespaciais que relacionam os dados geográficos. Para tal, foi realizado o geoprocessamento, visando realizar o relacionamento espacial entre as informações coletadas. As figuras abaixo tem objetivo de demonstrar os processamentos de dados, geográficos e tabulares, realizados.

- Inserção do ID de Mercado Regional de Terras na informação de uso e cobertura do solo do IBGE.



Figura 5. Transformação das informações geográficas e tabulares (etapa 1).

Fonte: Do autor.

- Inserção do ID de Estado e Municípios do IBGE na informação uso e cobertura do solo do IBGE.



Figura 6. Transformação das informações geográficas e tabulares (etapa 2).

Fonte: Do autor.

- Inserção do ID de Áreas Urbanas do IBGE na informação uso e cobertura do solo do IBGE.



**Figura 7. Transformação das informações geográficas e tabulares (etapa 3).**

Fonte: Do autor.

- Inserção do ID da Planilha de Preços Referenciais na informação uso e cobertura do solo do IBGE.



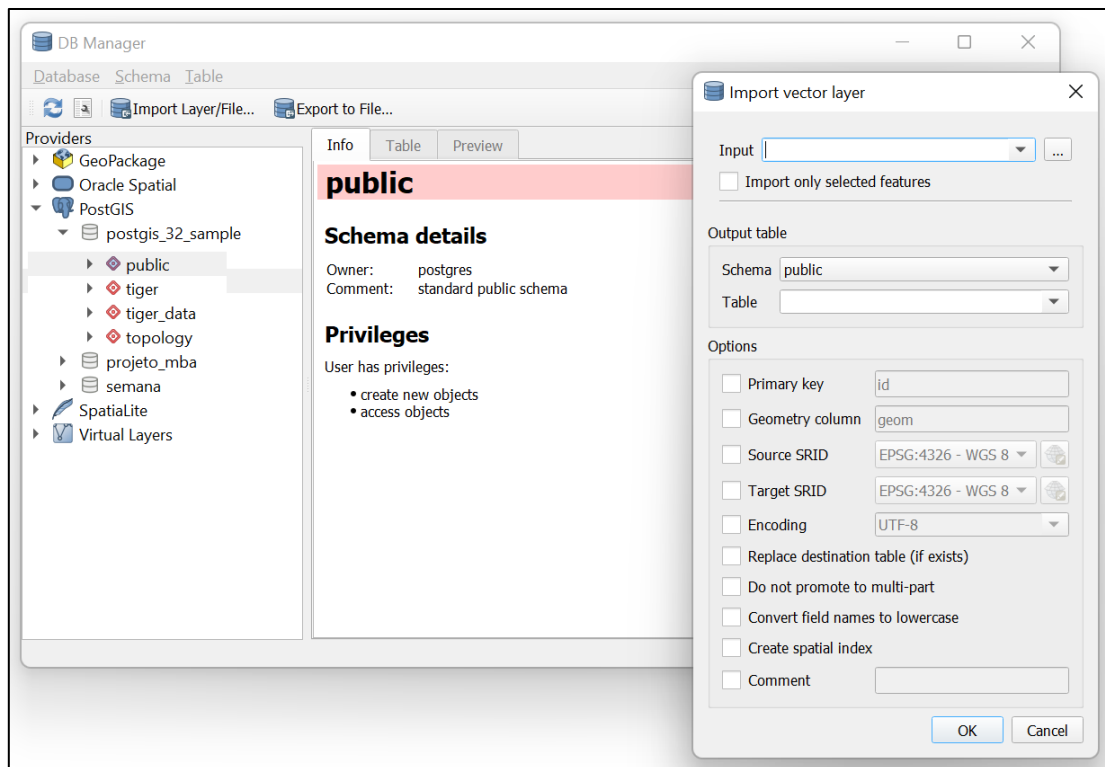
**Figura 8. Transformação das informações geográficas e tabulares (etapa 4).**

Fonte: Do autor.

### 3.3 Carga das informações no “Data Warehouse” (Armazém de Dados)

Para realizar a carga das informações (arquivos espaciais e tabulares) no banco de dados do sistema, foi necessário instalar a extensão Postgis no PgAdmin. Com a extensão do PostGIS instalada, foi possível utilizar ferramentas do “DB Manager”, do QGIS, para realizar a carga das informações no banco de dados do sistema de SIG e BI, voltado para auxiliar o processo de tomada de decisão e de inteligência territorial de Institutos de Terra brasileiros. Segue abaixo imagem demonstrando processamento realizado para carregar as informações espaciais no “Data Warehouse” (Armazém de Dados).





**Figura 9. Carga das informações no “Data Warehouse” (Armazém de Dados)**

Fonte: Do autor.

O Data Warehouse / Armazém de dados, é utilizado para armazenar informações relativas às atividades de uma organização em bancos de dados modelado e organizado. O relacionamento entre os atributos da base de dados auxilia na emissão de relatórios, na análise de grandes volumes de dados e no processo de tomada de decisão. Para realizar projeto de BI ora proposto, foi escolhida arquitetura independente. Esta arquitetura foi escolhida pois a proposta tem o objetivo de desenvolver informações qualificadas para os departamentos que lidam com o tema de Mercados de Terras. Apesar de não permitir uma visão global da instituição, possui grande valia em tomadas de decisão que envolva o tema dos Mercados de Terras. Suas vantagens são a rápida implementação do Business Intelligence e consequente encantamento dos usuários. Também foi escolhida abordagem Bottom Up. Esta abordagem foi escolhida pois a proposta tem objetivo de responder aos problemas departamentais. As principais vantagens desta abordagem são a rápida implementação, retorno rápido, foco no problema e redução do risco.

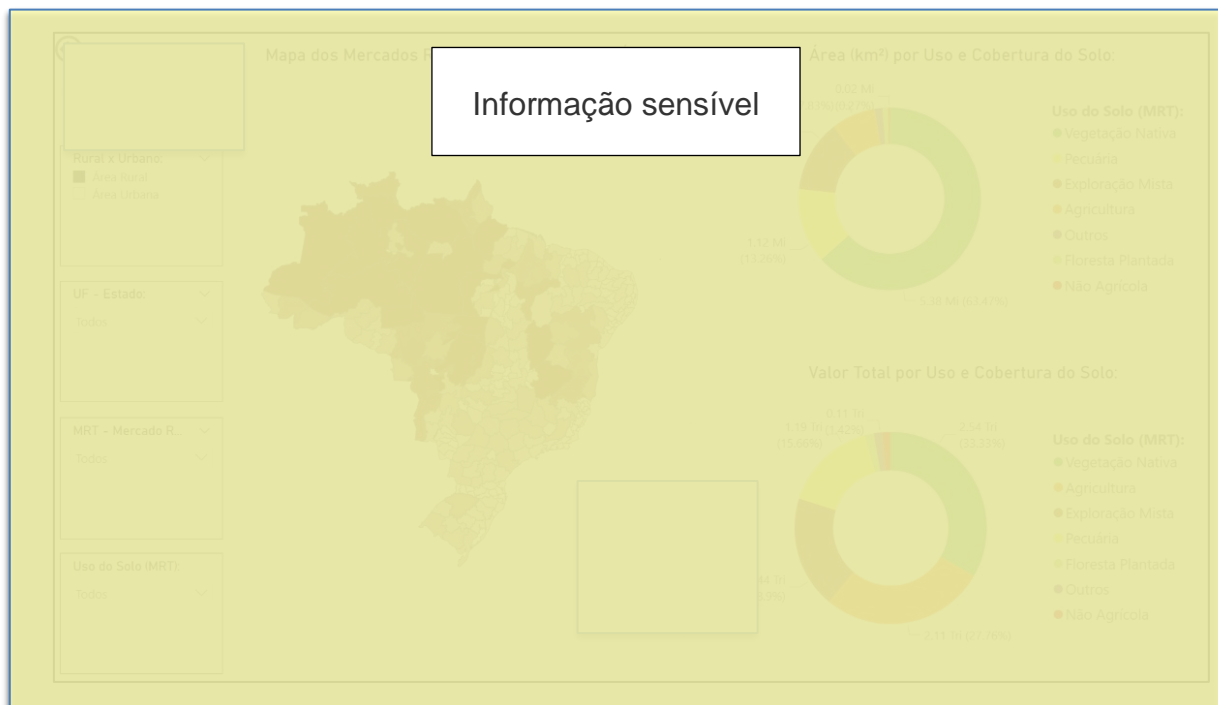
Após coleta e transformação dos dados, é realizada a carga das informações para o Data Warehouse (Armazém de Dados). Estes dados carregados são utilizados para gerar os mapas, gráficos, listas, tabelas e matrizes, utilizados no sistema. O capítulo 4 apresenta os Dashboards que foram realizados para o Sistema de BI, voltado para auxiliar processo de tomada de decisão e de inteligência territorial. Para realizar os Dashboard que foram apresentados, foi utilizado o Power BI. O Power BI é uma coleção de serviços de software, aplicativos e conectores que trabalham juntos para transformar as fontes de dados não relacionadas em informações coerentes, visualmente envolventes e interativas (citação).

#### 4. Sistema de Administração Territorial, para a gestão e monitoramento dos Mercados Regionais de Terras.

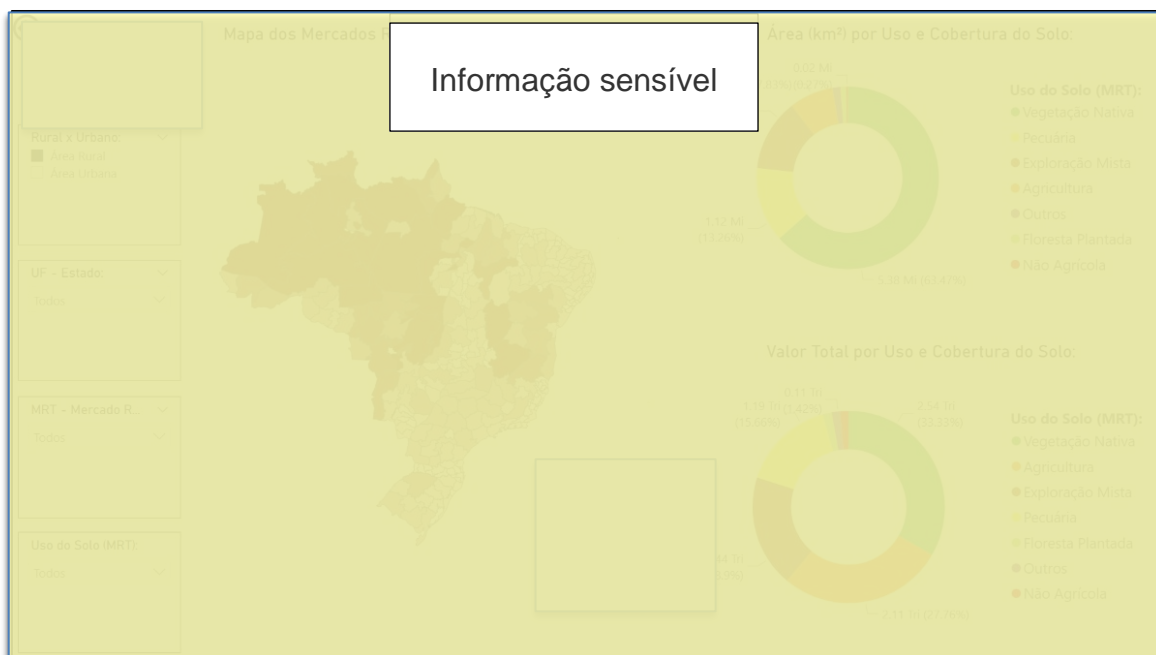
As principais bases de dados utilizadas no sistema em questão, foram os Mercados Regionais de Terras, Uso e Cobertura do Solo (IBGE), Planilha de Preços Referenciais da Terra, Estados e Municípios (IBGE) e Áreas Urbanas com mais de 100.000 habitantes (IBGE). O Sistema de Administração Territorial (SAT) contém mapas, gráficos, listas, tabelas e relatórios elaborados para a implementação de Sistema de BI, voltado para auxiliar processo de tomada de decisão e inteligência territorial.

##### 4.1 Sistema de SIG / BI realizado para gestão e monitoramento dos Mercados Regionais de Terras – Dashboard Geral

A seção 4.1 do relatório em questão, tem objetivo de apresentar sistema de SIG e BI realizado para a gestão e monitoramento dos Mercados Regionais de Terras. Estas análises foram realizadas por área de uso do solo (ha), preço absoluto e preço r

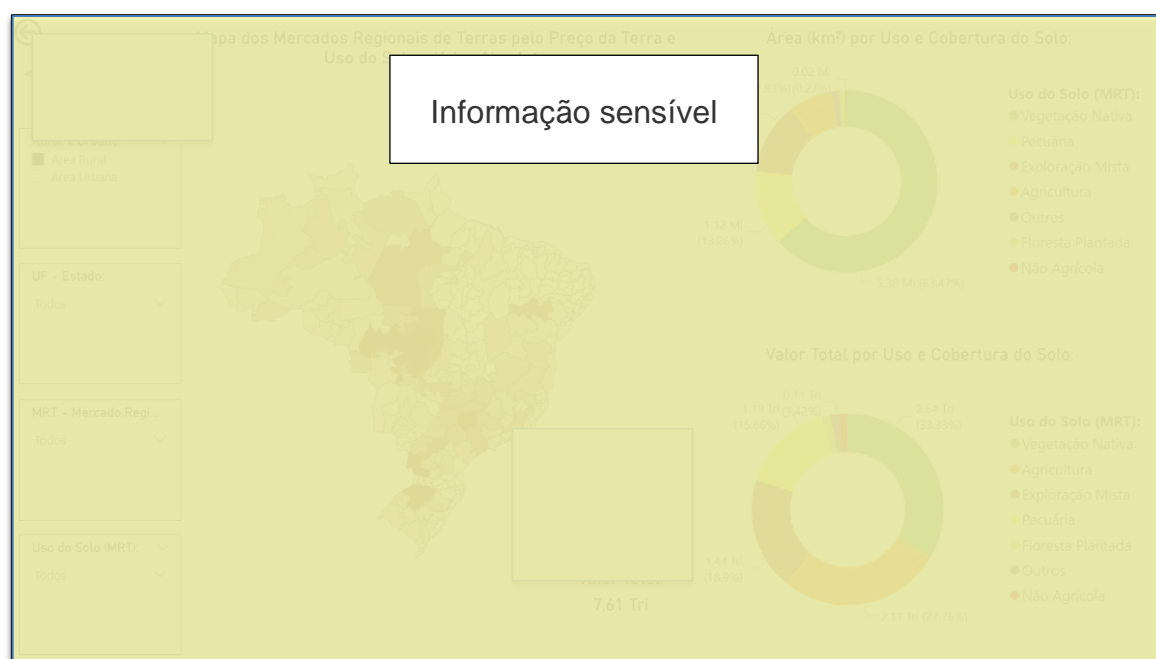


relativo – Dashboard Geral, demonstradas nas figuras 6, 7 e 8, respectivamente.



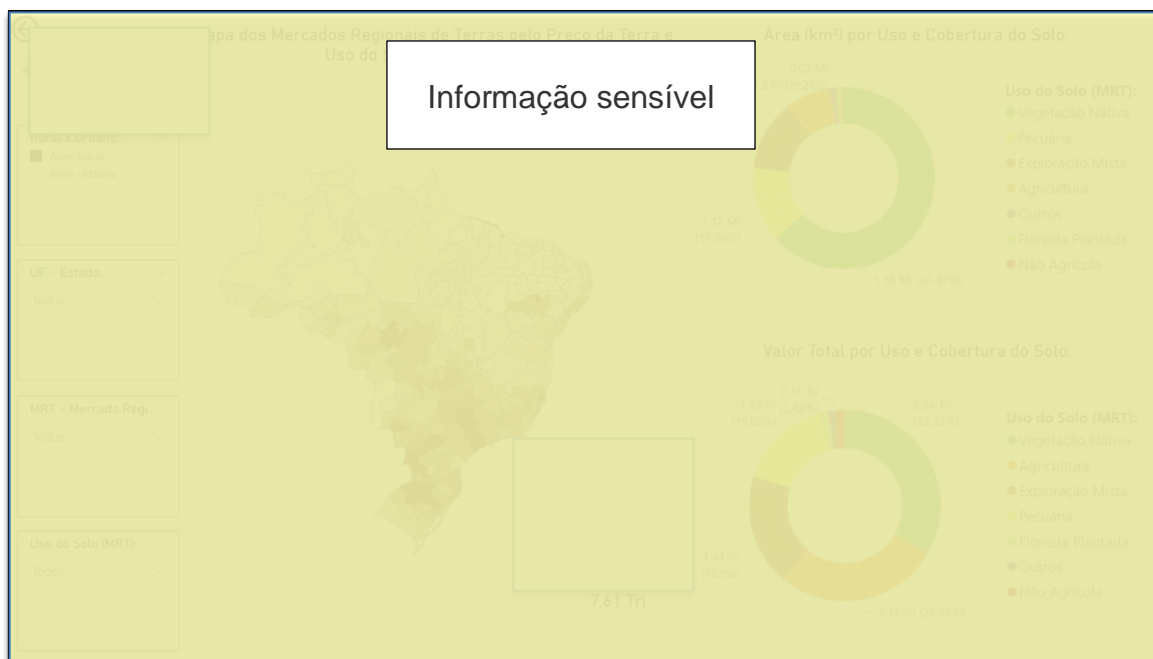
**Figura 10. Dashboard Geral – Área de Uso e Cobertura do Solo (ha).**

Fonte: Do autor.



**Figura 11. Dashboard Geral – Valor Absoluto da Terra**

Fonte: Do autor.



**Figura 12. Dashboard Geral – Valor Relativo da Terra**

Fonte: Do autor.

**4.2 Sistema de SIG / BI realizado para gestão e monitoramento dos Mercados Regionais de Terras – Dashboard Vegetação Nativa.**

A seção 4.2 do relatório em questão, tem objetivo de apresentar sistema de SIG e BI realizado para a gestão e monitoramento dos Mercados Regionais de Terras. Estas análises foram realizadas por área de uso do solo (ha), preço absoluto e preço relativo – Dashboard Vegetação Nativa, demonstradas nas figuras 9, 10 e 11, respectivamente.



**Figura 13. Dashboard Vegetação Nativa – Área de Uso e Cobertura do Solo (ha).**

Fonte: Do autor.



**Figura 14. Dashboard Vegetação Nativa – Valor Absoluto da Terra**

Fonte: Do autor.



**Figura 15. Dashboard Vegetação Nativa – Valor Relativo da Terra**

Fonte: Do autor.

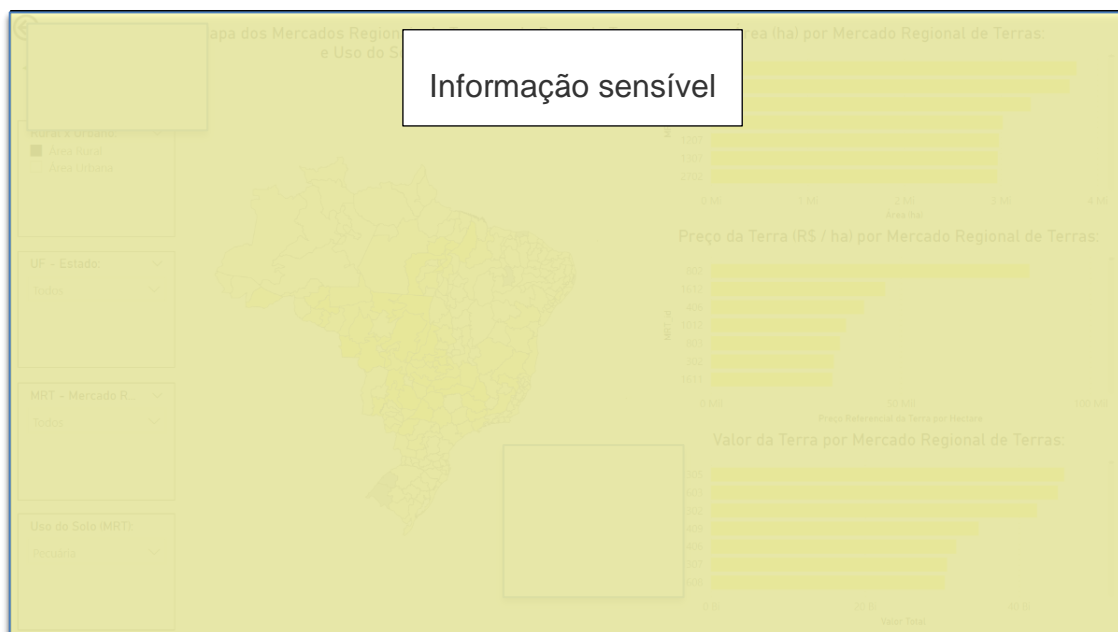
#### 4.3 Sistema de SIG / BI realizado para gestão e monitoramento dos Mercados Regionais de Terras – Dashboard Pecuária

A seção 4.3 do relatório em questão, tem objetivo de apresentar sistema de SIG e BI realizado para a gestão e monitoramento dos Mercados Regionais de Terras. Estas análises foram realizadas por área de uso do solo (ha), preço absoluto e preço relativo – Dashboard Pecuária, demonstradas nas figuras 12, 13 e 14, respectivamente.



**Figura 16. Dashboard Pecuária – Área de Uso e Cobertura do Solo (ha).**

Fonte: Do autor.



**Figura 17. Dashboard Pecuária – Valor Absoluto da Terra**

Fonte: Do autor.



**Figura 18. Dashboard Pecuária – Valor Relativo da Terra**

Fonte: Do autor.

**4.4 Sistema de SIG / BI realizado para gestão e monitoramento dos Mercados Regionais de Terras – Dashboard Exploração Mista**

A seção 4.4 do relatório em questão, tem objetivo de apresentar sistema de SIG e BI realizado para a gestão e monitoramento dos Mercados Regionais de Terras. Estas análises foram realizadas por área de uso do solo (ha), preço absoluto e preço relativo – Dashboard Exploração Mista, demonstradas nas figuras 15, 16 e 17, respectivamente.



**Figura 19. Dashboard Exploração Mista – Área de Uso e Cobertura do Solo (ha).**

Fonte: Do autor.



**Figura 20. Dashboard Exploração Mista – Valor Absoluto da Terra**

Fonte: Do autor.



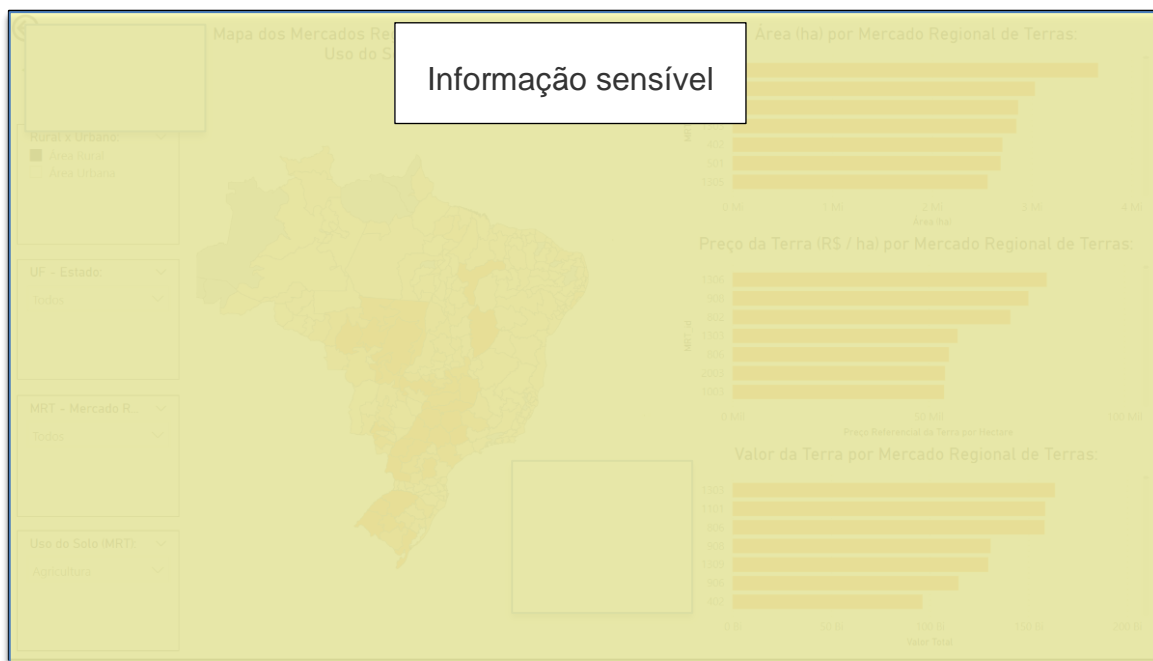


**Figura 21. Dashboard Exploração Mista – Valor Relativo da Terra**

Fonte: Do autor.

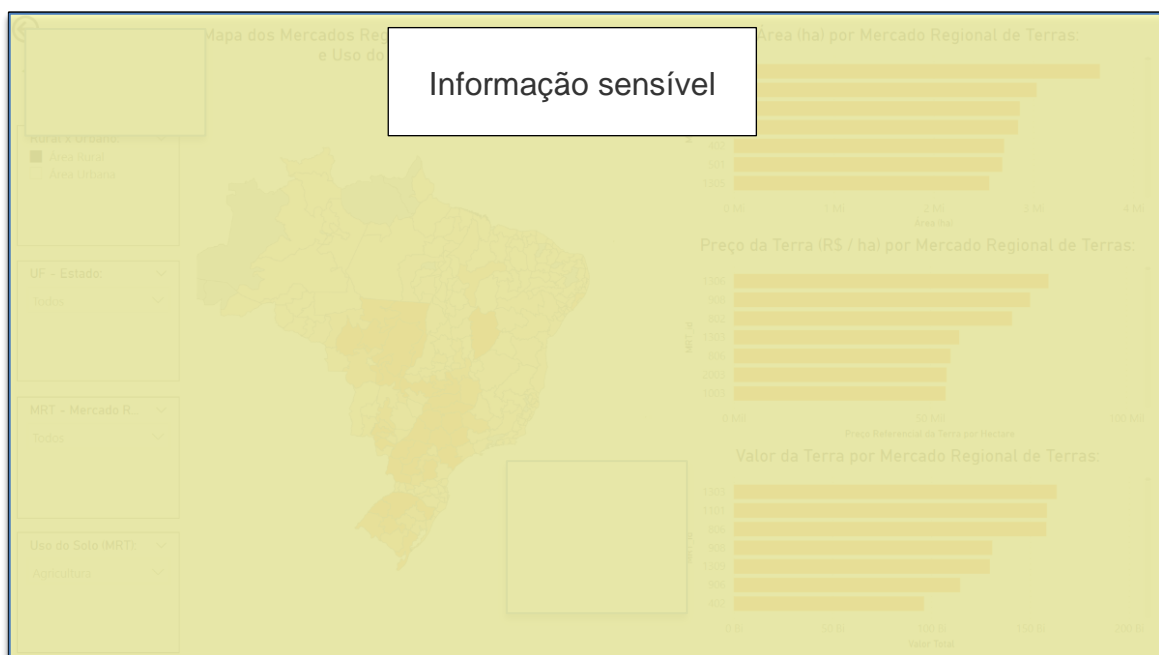
#### **4.5 Sistema de SIG / BI realizado para gestão e monitoramento dos Mercados Regionais de Terras – Dashboard Agricultura**

A seção 4.5 do relatório em questão, tem objetivo de apresentar sistema de SIG e BI realizado para a gestão e monitoramento dos Mercados Regionais de Terras. Estas análises foram realizadas por área de uso do solo (ha), preço absoluto e preço relativo – Dashboard Agricultura, demonstradas nas figuras 18, 19 e 20, respectivamente.



**Figura 22. Dashboard Agricultura – Área de Uso e Cobertura do Solo (ha).**

Fonte: Do autor.



**Figura 23. Dashboard Agricultura – Valor Absoluto da Terra**

Fonte: Do autor.



**Figura 24. Dashboard Agricultura – Valor Relativo da Terra**

Fonte: Do autor.

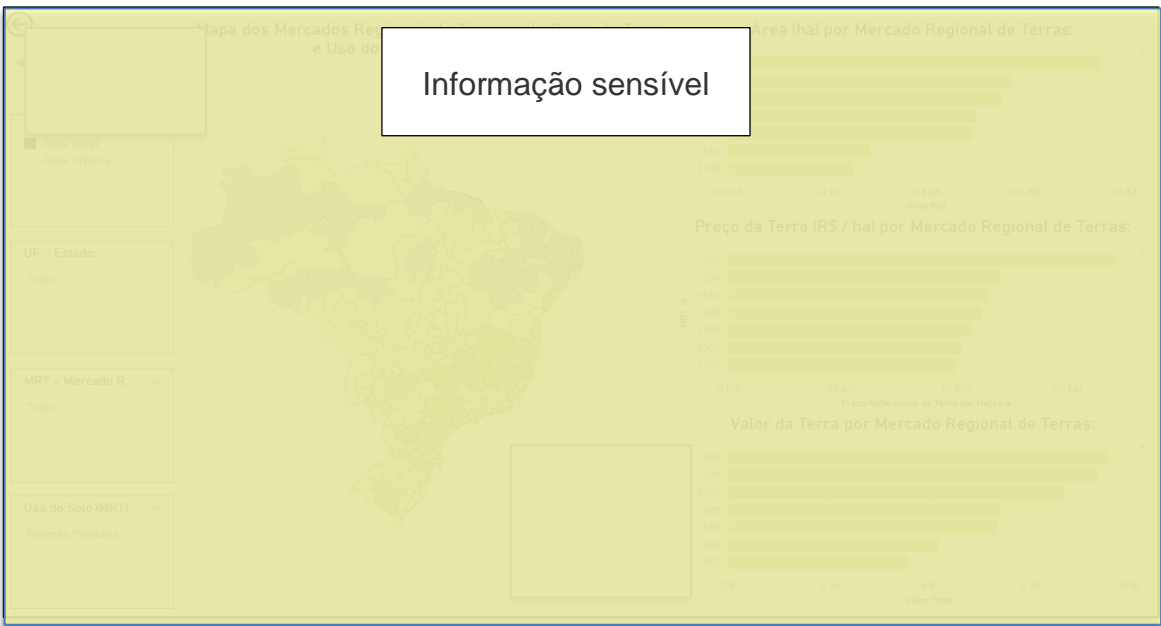
**4.6 Sistema de SIG / BI realizado para gestão e monitoramento dos Mercados Regionais de Terras – Dashboard Floresta Plantada**

A seção 4.6 do relatório em questão, tem objetivo de apresentar sistema de SIG e BI realizado para a gestão e monitoramento dos Mercados Regionais de Terras. Estas análises foram realizadas por área de uso do solo (ha), preço absoluto e preço relativo – Dashboard Floresta Plantada, demonstradas nas figuras 21, 22 e 23, respectivamente.



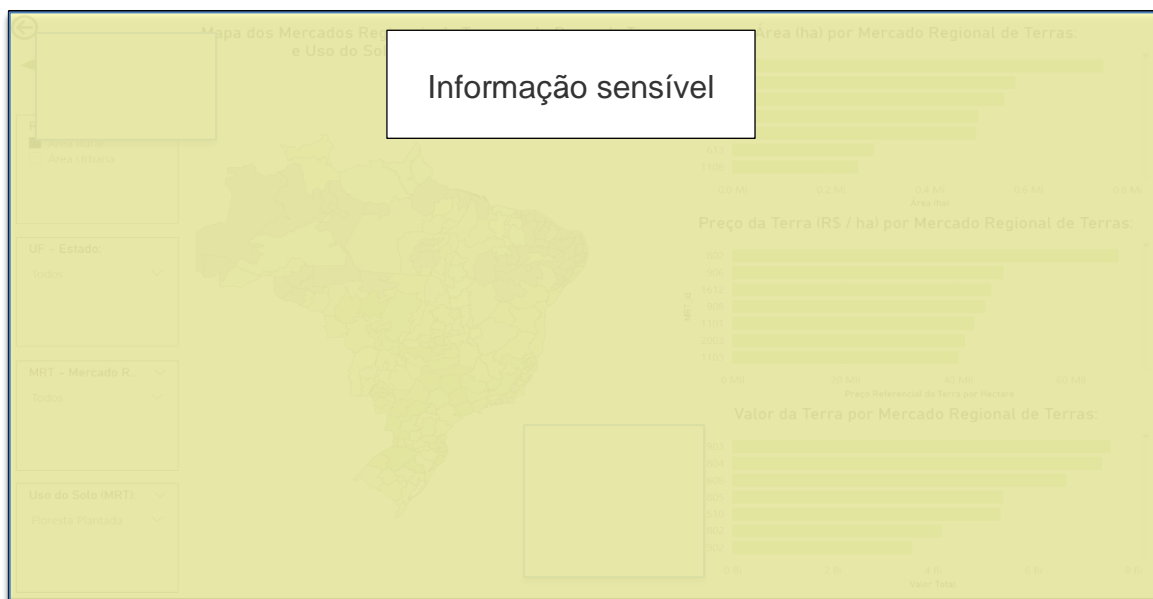
**Figura 25. Dashboard Floresta Plantada – Área de Uso e Cobertura do Solo (ha)**

Fonte: Do autor.



**Figura 26. Dashboard Floresta Plantada – Valor Absoluto da Terra**

Fonte: Do autor.



**Figura 27. Dashboard Floresta Plantada – Valor Relativo da Terra**

Fonte: Do autor.

#### 4.7 Sistema de SIG / BI realizado para gestão e monitoramento dos Mercados Regionais de Terras – Tabela de Apoio (relatórios)

A seção 4.7 do relatório em questão, tem objetivo de apresentar sistema de SIG e BI realizado para a gestão e monitoramento dos Mercados Regionais de Terras. Estas análises foram realizadas por área de uso do solo, preço absoluto e preço relativo – Tabela de Apoio (figura 24).

	UF - Estado	MRT - Mercado R...	Uso do Solo (MRT)	Área (ha)	Preço da Terra (R\$ / ha)	Valor da Terra (R\$)	Preço Relativo da Terra (R\$ / ha)	Valor Relativo da Terra (R\$)
Floresta Urbana	Área Urbana			1000	1000	1000000	1000	1000000
	Área Rural			1000	1000	1000000	1000	1000000
	Área Urbana			1000	1000	1000000	1000	1000000
	Área Rural			1000	1000	1000000	1000	1000000
UF - Estado	UF - Estado			1000	1000	1000000	1000	1000000
	UF - Estado			1000	1000	1000000	1000	1000000
	UF - Estado			1000	1000	1000000	1000	1000000
	UF - Estado			1000	1000	1000000	1000	1000000
MRT - Mercado R...	MRT - Mercado R...			1000	1000	1000000	1000	1000000
	MRT - Mercado R...			1000	1000	1000000	1000	1000000
	MRT - Mercado R...			1000	1000	1000000	1000	1000000
	MRT - Mercado R...			1000	1000	1000000	1000	1000000
Uso do Solo (MRT)	Uso do Solo (MRT)			1000	1000	1000000	1000	1000000
	Uso do Solo (MRT)			1000	1000	1000000	1000	1000000
	Uso do Solo (MRT)			1000	1000	1000000	1000	1000000
	Uso do Solo (MRT)			1000	1000	1000000	1000	1000000
Total	Total			1000	1000	1000000	1000	1000000
	Total			1000	1000	1000000	1000	1000000
	Total			1000	1000	1000000	1000	1000000
	Total			1000	1000	1000000	1000	1000000

**Figura 28. Tabela de Apoio (relatórios)**

Fonte: Do autor.

## **5. Conclusão**

Ao longo do presente estudo, foi apresentado o relatório contendo a documentação dos processos realizados na implementação do Sistema de SIG e BI, voltado para auxiliar processo de tomada de decisão e de inteligência territorial, dos Institutos de Terras brasileiros. Desta forma, o estudo descreveu os processos utilizados no sistema, desde a coleta de dados, modelagem conceitual de banco de dados e relacionamentos espaciais e tabulares, até a implementação dos Dashboards que compõem o Sistema de Administração Territorial (SAT), voltado para auxiliar processo de tomada de decisão e de inteligência territorial.

## **Referências Bibliográficas:**

Do Nascimento, A. S. (2019). *Um Ciclo de Vida para a Implementação de um Processo de BI Corporativo*. Duque de Caxias - RJ: Escola de Ciência e Tecnologia – Universidade do Grande Rio (UNIGRANRIO).

Enemark, S., Williamson, I., & Wallace, J. (2005, December). Building Modern Land Administration Systems in Developed Economies. *SPATIAL SCIENCE*, 50.

INCRA. (25 de Julho de 2021). *Planilha de Preços Referenciais da Terra*. Fonte: Insituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária: <https://antigo.incra.gov.br/pt/relatorios-analise-mercados-terras.html>

Williamson, I. P. (2001). The Evolution of Modern Cadastres. *New Technology for a New Century*. Seoul: FIG.