

---

## MODELAGEM E IMPLEMENTAÇÃO DE BANCO DE DADOS GEOGRÁFICOS APLICADOS AO SICAR – AM

LAIRANE DE OLIVEIRA AMAZONAS<sup>1</sup>

TANARA LAUSCHNER<sup>2</sup>

ANDRÉ LUIZ ALENCAR DE MENDONÇA<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade do Estado do Amazonas – UEA

<sup>2</sup>Universidade Federal do Amazonas – UFAM

<sup>1</sup>lairane.oliveira@gmail.com

---

**RESUMO**– A preocupação com o desmatamento no Brasil tem levado a iniciativas regulatórias que visam à conservação e ordenamento de recursos naturais. Desde o início desta década, há um esforço governamental nesse sentido, com a criação de mecanismos legais unificados. O Cadastro Ambiental Rural-CAR brasileiro parte de um sistema de monitoramento do uso do solo em propriedades rurais. O principal uso deste cadastro está na prevenção, fiscalização e coordenação de ações mitigadoras, visando monitorar e conter ações de desmatamento, especialmente em áreas estratégicas como a Amazônia. A criação de um banco de dados geográfico é pressuposto fundamental para que se mantenha este tipo de cadastro. O presente artigo busca chamar atenção para eventuais problemas no processo de implantação do CAR no âmbito do Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural-SICAR, por meio da análise de procedimentos dentro do órgão responsável no estado do Amazonas. Além disso, o estudo propõe a modelagem para uma base de dados dessa natureza. Os resultados permitem que se realize a implementação do sistema adaptado ao Cadastro de forma que o mesmo tenha garantida a validação de dados inseridos, além de interoperabilidade e integração de funcionalidades para consulta, acesso e análises dos dados brutos e derivados do processo inicial dos Cadastros no estado.

**ABSTRACT**– The concern about deforestation in Brazil has led to regulatory initiatives to the conservation and management of natural resources. Since the beginning of this decade, there is a government effort to solve this problem with the creation of unified legal mechanisms. The Brazilian Registry Rural Environmental – CAR, starts from monitoring system of land use on rural properties. The main utility of this registration is in the prevention, control and coordination of mitigation actions, to monitor and to contain the deforestation, especially in strategic areas like amazon. The creation of a geographic database is fundamental presupposition to keep this type of registry. This article aims to draw attention to possible problems in the CAR deployment process under the National System Rural Register – SICAR, through analysis procedures within the responsible organization in the Amazonas State. Moreover, this study suggests a model of a database of this category. The results allow the implementation of a system adapted to the Registry, with validation of data entered, as well as interoperability and integration capabilities for consultation, access and analysis of raw data and derived from the initial process of registrations in the State.

---

### 1. INTRODUÇÃO

Com o novo código florestal (Lei 12.651/2012) criou-se o Cadastro Ambiental Rural-CAR, que é um registro público eletrônico de âmbito nacional, obrigatório para todos os imóveis rurais do país. (BRASIL, 2012). A criação de um banco de dados geográficos aplicado ao sistema integrado do Cadastro Ambiental Rural é importante do ponto de vista das vantagens de robustez na organização dos dados gerados e da integração com quaisquer outros sistemas de informações georreferenciadas. Além disso, para garantir eficiência no processo de análise e organização dos dados levantados em campo, é preciso automatizar o processo de validação dados inseridos neste sistema, inclusive os dados espaciais. Um exemplo simples seria a validação do perímetro pela análise de sobreposição no sistema, em relação a imóveis já cadastrados ou em processo de cadastro. Para que a sobreposição seja considerada e haja impedimento para a inserção dos dados, há que se considerar a escala legal prevista para os dados de natureza espacial, bem como eventuais

erros e distorções causados por métodos de levantamento e coleta, garantindo a correta interpretação e tolerância com fatores geométricos e semânticos dos dados do sistema. Outro exemplo é a obrigatoriedade de classificações de uso do solo a serem inseridas no Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural – SICAR. Estas classificações devem guardar estrita correlação com a realidade do terreno e com as classes definidas legalmente como: remanescente de vegetação nativa, área consolidada, área de uso restrito, proposta de reserva legal, igarapés, nascentes, etc.

Validar os dados que serão inseridos no CAR é uma forma de minimizar problemas na etapa de análise dos cadastros, agilizando a resposta do órgão competente para o detentor do imóvel. Além disso, com a modelagem e utilização do banco de dados, problemas podem ser previstos com antecedência e se garante que o banco seja único, consistente e que haja um controle de versão de tudo o que é realizado nele.

Os bancos de dados geográficos são ferramentas que vão além de dados convencionais, pois eles necessitam de uma estrutura não só com dados comuns, mas uma estrutura para representar os dados espaciais (geometrias espaciais como: ponto, linha e polígono), bem como as operações para manipular esses dados. (CÂMARA, 1995). Esses bancos de dados proporcionam os conceitos para a localização e representação de objetos em um espaço multidimensional. (ELMASRI; NAVATHE, 2011)

## 2. METODOLOGIA

Para a demonstração efetuada nesta pesquisa, foi usado o Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados [PostgreSQL](#), de código aberto, utilizado juntamente com uma extensão espacial importante para a elaboração desse projeto, o PostGIS, que permite a manipulação e uso de dados geográficos. A criação do banco propriamente dita foi precedida pelo desenvolvimento da modelagem dos dados, de forma que as regras de validação e os princípios básicos de organização possam ser aplicados, uma vez que a modelagem é um resultado da observação e diálogo com as equipes e profissionais que lidam com a implementação do CAR – AM. Assim, tal processo define, por exemplo, regras de uso, acesso e permissões, de modo que as regras de validação, tanto de atributos, quanto de geometrias, são o principal objeto de estudo deste projeto.

Inicialmente analisou-se o procedimento de cadastro junto ao Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas – IPAAM (órgão estadual que oferece suporte para realização de cadastros e é responsável pela análise final destes), como também através de parâmetros de checagem, onde foram verificados dados incongruentes e elementos que correspondem a potenciais problemas para a implantação do sistema estadual aplicado ao CAR com vistas à geração de um mecanismo simples de validação prévia. Consiste também a modelagem do banco de dados nas verificações realizadas e exigências da legislação do CAR, na implementação do banco de dados geográficos e a demonstração de uso deste banco.

Para obter as informações necessárias dos imóveis objeto do CAR, é de suma importância que as mesmas sejam filtradas e armazenadas para integrar todas as informações ambientais das propriedades e posses. Primeiramente é preciso que se esquematize a forma na qual se dá o processo de cadastramento com fins ambientais, no caso, o Cadastro Ambiental Rural - CAR, até a conclusão do mesmo. Os dados inseridos no CAR têm base nas definições regidas pela lei 12.651/2012, acompanhada dos decretos 7.830 e 8.235, entre outras que discriminam sobre o cadastro.

Para a análise foi realizada uma proposição dos parâmetros seguindo a organização interna do órgão IPAAM quanto à verificação de documentação. Assim foi definido o mecanismo de checagem (Figura 1) para teste, que identifica principalmente a necessidade mínima de documentação para que se realize o cadastro.

CHECK-LIST	
Titular da propriedade	<input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não
Dados do documento	<input type="checkbox"/> Propriedade <input type="checkbox"/> Posse
Coordenadas	<input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> UTM <input type="checkbox"/> Geográfica <input type="checkbox"/> Outras
Distâncias e Azimutes	<input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não
Datum	<input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> SAD69 <input type="checkbox"/> SIRGAS2000 <input type="checkbox"/> WGS84
Meridiano Central	<input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não
Memorial Descritivo	<input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não
Planta do Imóvel	<input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não
Endereço para correspondência	<input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não

Figura 1 – Check-list de análise de dados para possível realização do CAR.

Este *check-list* serviu de mecanismo para guiar o recebimento de cadastros novos, porém também aqui serviu para análise verificadora do estado de amostras de cadastro ambiental rural, com vistas ao entendimento da situação atual dos Cadastros existentes.

Esta etapa metodológica foi realizada por meio da verificação de cadastros efetuados na Gerência de Controle Agropecuário - GCAP, do órgão do estado, Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas - IPAAM. A verificação foi feita apenas com fins acadêmicos, não sendo alterado o fluxo de procedimentos normal da gerência. Foram verificados 30 possíveis cadastros (na ausência de algum documento do imóvel, este sendo propriedade ou posse, a realização do cadastro poderia ser adiada), procurando englobar os casos mais comuns de cadastros de propriedades que são realizados junto ao órgão.

## 2.1 Modelagem conceitual do banco de dados geográficos

A modelagem deste projeto constitui a etapa crucial para o sucesso do gerenciamento e funcionamento do banco de dados. Usualmente a modelagem gera uma figura ilustrativa que tem como objetivo discriminar as informações que serão inseridas no banco de dados e posteriormente, adicionar as regras necessárias no desenvolvimento do mesmo.

A etapa anterior auxilia na identificação de entidades e relacionamentos de interesse. Além disso, entende-se que a mesma já garantiu que os dados que serão usados não apresentam problemas conflitos de classificação de atributos validados e definidos na lei vigente.

O processo de validação se inicia com a descrição da estrutura que armazenará os dados da modelagem, ou seja, o conjunto de regras para garantir a integridade dos dados a serem inseridas no cadastro do SICAR.

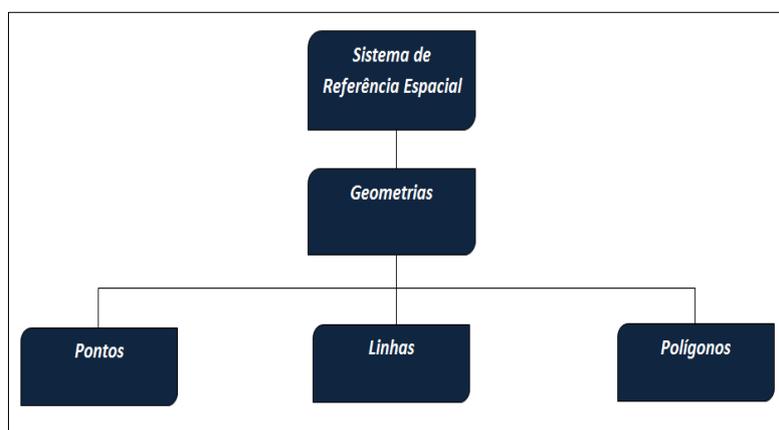


Figura 2 – Geometrias de um banco de dados geográficos.

## 2.2 Modelagem lógica e física do banco de dados geográficos

Depois de unificar todas as informações necessárias, a criação do banco de dados deve atender aos parâmetros especificados no momento da modelagem conceitual do banco de dados, pois, é através desta que se iniciará a validação e bloqueará informações que não estão conforme as regras exigidas na confecção do banco.

A definição da validação inclui a decisão sobre classes de geometria para dados geográficos, que são dependentes do uso proposto para cada entidade e definições de chaves primárias e estrangeiras.

O SGBD escolhido para este projeto, é o PostgreSQL que é um sistema de código aberto sofisticado e possui em si, processadores de texto, onde podem ser inseridos documentos de texto para diversos fins; planilhas, que são criadas para cálculos e análise; e banco de dados, que são usados principalmente para armazenamento e recuperação de dados, além do que é aconselhado para dados que devem ser atualizados com frequência. (MOMJIAN, 2001).

Além do SGBD escolhido, foi necessária a instalação da extensão espacial PostGIS, versão 2.3, para suporte à manipulação das geometrias e de sistemas de coordenadas.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O acompanhamento de cadastros obteve como resultado a possibilidade de descrever de forma detalhada como se procede todo o procedimento oficial de cadastro de dados no órgão responsável no estado do Amazonas. Os procedimentos aqui descritos serviram para o entendimento das necessidades da modelagem do banco de dados aqui implementado.

Os cadastros são oriundos de um banco de dados montado a partir de determinadas informações congruentes ao SICAR. São definidos desde dados pessoais do cadastrante até informações posteriores à indicação geográfica das áreas de interesse, onde o proprietário responde a um questionário referente aos dados informados durante o processo.

### 3.1 Análise parcial de dados do *check-list*

O *Check-list* serviu como amostra para apresentar de fato como a ausência de informações pode acarretar em problemas caso não haja validação dos dados inseridos no banco do SICAR. Um exemplo comum na análise é o caso onde o proprietário não apresenta ou não tem qualquer tipo de documento que informe as coordenadas do local, o que torna impossível o andamento da fase de cadastramento do georreferenciamento (fase onde o cadastro é identificado geograficamente), como consequência, o impedimento da conclusão do CAR.

Após a criação do *Check-list* para verificar quais informações, ou a falta delas, poderiam ter influência na realização do CAR, realizou-se a análise de cada item minuciosamente, de forma a mostrar e ajudar a ter um produto com o mínimo de falhas possível.

Dos 30 casos observados, 25 (83,33% do total) se tratavam de titular da propriedade, não necessariamente sempre o proprietário de forma legal, mas também aquele que reside e possui atividade do tipo agrossilvipastoril no imóvel. Quando se trata de um imóvel mais próximo a capital Manaus, os próprios agricultores se interessam em procurar um dos órgãos que realizam o CAR, no caso o IPAAM, para tirarem suas dúvidas e se possível, logo fazer o cadastro. Um consultor geralmente só se dirige até o órgão quando encontra alguma dificuldade de envio ou geração de recibo do CAR, não necessariamente para realizá-lo.

Com relação ao item “Dados do documento”, o resultado da pesquisa detectou que, a maior parte dos detentores dos imóveis analisados são posseiros, sendo este resultado dado em porcentagem, mais de 50%.

Quando se fala em um banco de dados geográficos e se quer representar algo que se encontra plano na terra, deve-se inserir neste mesmo banco de dados informações que possam retornar como uma feição localizada em algum lugar no espaço. Para isso, temos que introduzir coordenadas que nos indique seu estado geograficamente.

Considerando que a emulação do banco de dados oficial é justamente amenizar ou simplesmente eliminar todos os erros decorrentes de poucas informações na inserção de dados geográficos na etapa de georreferenciamento do SICAR, os proprietários dos imóveis não devem se prender em apenas uma frase que descreve a lei do código florestal 12.651/2012, que diz no item III do § 1º no artigo 29 que na identificação do imóvel deve conter pelo menos um ponto de amarração do perímetro, sendo que a lei conceitua de forma geral e uniforme. Além do que, se basear apenas nesse contexto, a preocupação de o imóvel estar correta espacialmente fica para depois.

Vale ressaltar que não necessariamente a mesma quantidade de documentação que apresentou coordenada geográfica é a mesma que apresentou coordenadas UTM, mesmo sendo o mesmo número total. E ainda houve aqueles que não apresentaram qualquer tipo de informação geográfica, logo, não puderam -de imediato- cadastrar os dados do imóvel no SICAR.

Titular da Propriedade (Nº)	Sim	Não
	25	5
Dados do documento (%)	Propriedade	Posse
	43	57
Apresentação de dados geográficos (Nº)	Com coordenadas	Sem coordenadas
	21	9

Figura 3 – Resultado parcial do *Check-list*.

### 3.2 Análise das amostras do *check-list*: DATUM, planta e memorial descritivo

Os documentos ditos plantas do imóvel (ou memorial descritivo) georreferenciadas apresentadas para realizar o Cadastro Ambiental Rural - CAR, não possuíam DATUM em suas informações prioritárias, dificultando saber ao certo qual sistema foi utilizado para obter tais coordenadas e o seu tipo de projeção.

A importância do DATUM em uma planta topográfica ou memorial descritivo, é que se trata de uma superfície de referência que consiste em cinco valores: a latitude e a longitude de um ponto inicial, o azimute de uma linha que

parte desse ponto e duas constantes indispensáveis para a definição do elipsoide terrestre, formando assim, a base para o cálculo dos levantamentos de controle horizontal em que é levada em conta a curvatura da terra. (OLIVEIRA, 1993)

Em alguns casos da amostra, por sinal, não havia qualquer tipo de documento topográfico que apresentasse coordenadas do imóvel, como ilustrado no gráfico 4, com o resultado do *check-list*.

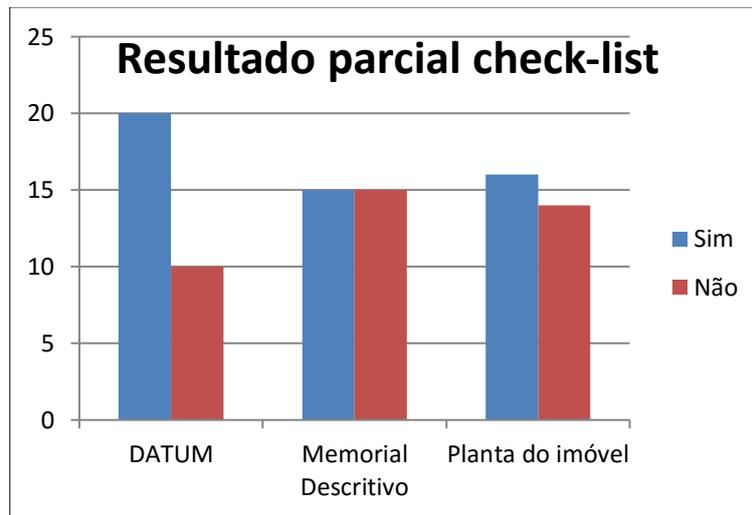


Figura 4 – Resultado obtido do *check-list*: DATUM, memorial descritivo e planta do imóvel.

### 3.3 Modelo lógico e desenvolvimento do banco de dados no SGBD PostgreSQL

A criação deste banco de dados inserindo as informações do SICAR foi realizada, então, a partir da construção da modelagem conceitual para o modelo lógico. Na modelagem, de forma geral, é onde constam as tabelas a serem criadas no modelo físico e regras para definir o que é necessário para o conteúdo do banco.

No banco de dados proposto usou-se a modelagem mais simplificada possível (Figura 5) obedecendo às classes de uso do solo definidas na legislação vigente.

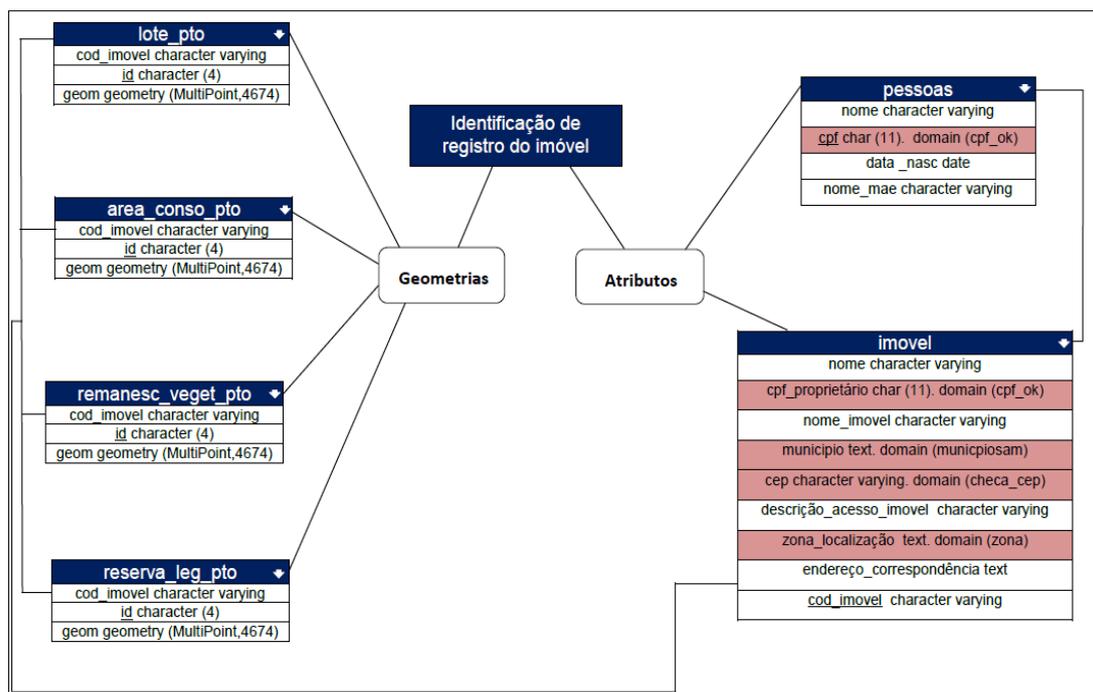


Figura 5 – Modelagem lógica do banco de dados desenvolvido.

Como em alguns casos dos resultados das amostras verificou-se a ausência da definição do código EPSG<sup>1</sup> dos vértices obtidos do perímetro do imóvel, uma das restrições de integridade deste banco foi a preocupação de

automaticamente este escolher o EPSG 4674, que especifica o sistema SIRGAS2000 adotado oficialmente para o Brasil (IBGE, 2015). Vale ressaltar que este código trata de um sistema de coordenadas não projetado, já que não há uma projeção cartográfica definida para o mesmo. Assim, caso a inserção dos vértices seja efetuada em coordenadas UTM, por exemplo, o banco poderá convertê-los para o padrão (EPSG 4674), com este comando SQL exemplificado na equação 1.

`ST_TRANSFORM` ( *geometria a ser convertida*, sistema de referência a ser usado a partir de agora- SRID)  
Exemplo: `ST_TRANSFORM` (lote\_pto,4674). (1)

### 3.4 Criação de domínios no banco de dados

Na construção do banco de dados desenvolvido posterior a etapa da modelagem, houve a necessidade de criar domínios específicos para algumas relações, movimento pq seus dados precisavam ter uma restrição na inserção de dados.

Na Figura 5 nota-se que alguns campos de duas tabelas têm a coloração em rosa, que significa que nelas houve a necessidade de criar algum tipo de restrição. Na Figura 6 representam-se as regras criadas para cada coluna.

cpf_ok	• Podem ser inseridos apenas 11 dígitos (regra definida pelo ministério da fazenda).
checa_cep	• Podem ser inseridos apenas 08 dígitos.
municipiosam	• Pode ser inserido qualquer um dos 62 municípios do estado do Amazonas.
zona	• Pode ser preenchido com apenas duas palavras: urbana ou rural.

Figura 6 – Domínios criados no banco de dados.

Nos casos onde o imóvel se encontrar espacialmente em dois municípios, o sistema irá considerar aquele onde o imóvel estiver mais de 50,01 %. Ou seja, o município informado no momento do cadastro, será aquele em que o imóvel estiver mais da metade em seu território.

### 3.5 Demonstrações de uso por meio de linguagem SQL

Com os cadastros já armazenados no banco de dados, as consultas SQL já poderiam ser processadas. Essas consultas auxiliam na análise dos dados cadastrados, pois as classificações são dados importantes se tratando de um imóvel que se deseja, por exemplo, solicitar uma licença de atividade, uma vez que o órgão competente (IPAAM) precisa ter conhecimento de como o imóvel se encontra ambientalmente.

Partindo desse princípio, as análises se iniciaram no banco. A primeira se deu através de um simples questionamento: as áreas de remanescente de vegetação nativa se encontram dentro do imóvel? (Equação 2). Através do comando `DISTINCT` (consulta de dados únicos) pode-se encontrar resultados de cadastros armazenados no banco.

```
Select DISTINCT lote_pto.cod_imovel
From remanesc_veget_pto, lote_pto
Where
remanesc_veget_pto.cod_imovel = lote_pto.cod_imovel
AND
ST_CONTAINS (lote_pto.geom, remanesc_veget_pto.geom)= 't'
```

(2)

Outra consulta de uso esperado para este banco de dados seria saber se os cadastros enviados foram classificados corretamente a área consolidada, sem esta classificação está contida na classificação de remanescente de vegetação. Pela lógica, a área uma vez consolidada, não se enquadraria na classificação de remanescente de vegetação, como especificado em alguns cadastros enviados erroneamente para o SICAR. Na Figura 7, apresenta um exemplo de

classificação, onde, no imóvel B houve esse erro. Propositalmente ou não, este erro poderá implicar em problemas futuros para o imóvel do proprietário que assim o fizer.

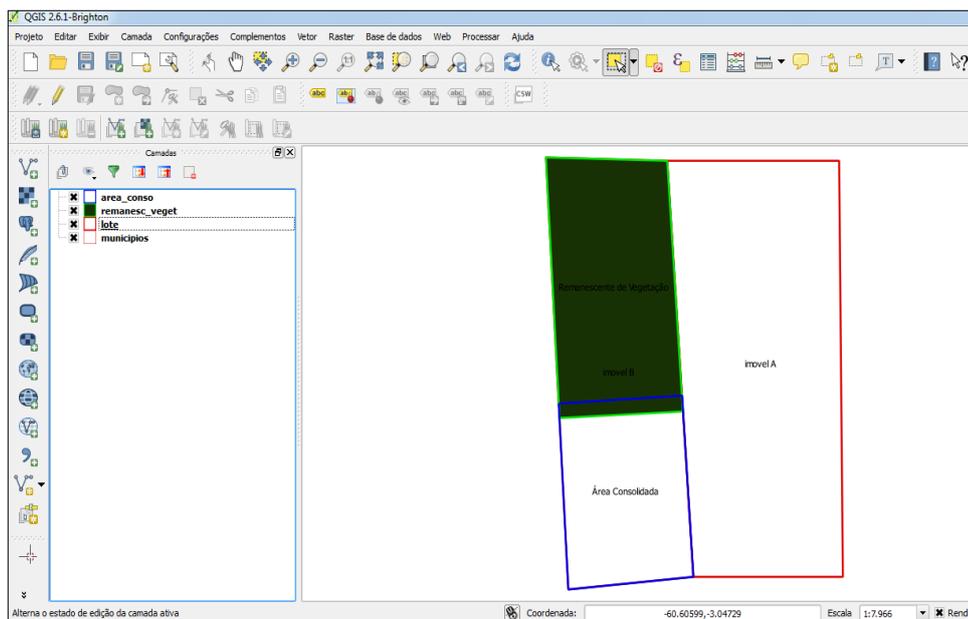


Figura 7 – Visualização de exemplo (Imóvel B) de classificação erroneamente cadastrada no SICAR.

Para realizar essa consulta, nota-se na equação 3 que o comando não usou a condição de “t” (TRUE) que significa verdadeiro para o comando que foi realizado, mas sim o ‘f’ (FALSE), pelo simples fato que esta consulta quer descobrir os casos onde o resultado é falso com relação a classificação da área consolidada e remanescente de vegetação.

```

Select DISTINCT area_conso_pto.cod_imovel
from area_conso_pto, remanesc_veget_pto
where
remanesc_veget_pto.cod_imovel = area_conso_pto.cod_imovel
AND
ST_CONTAINS (remanesc_veget_pto.geom, area_conso_pto.geom)=f

```

(3)

Para consultar os dados dos imóveis e aproveitar para calcular a área destes, há o comando *ST\_AREA*, que retorna todos os cadastros com suas respectivas áreas planas (Figura 8).

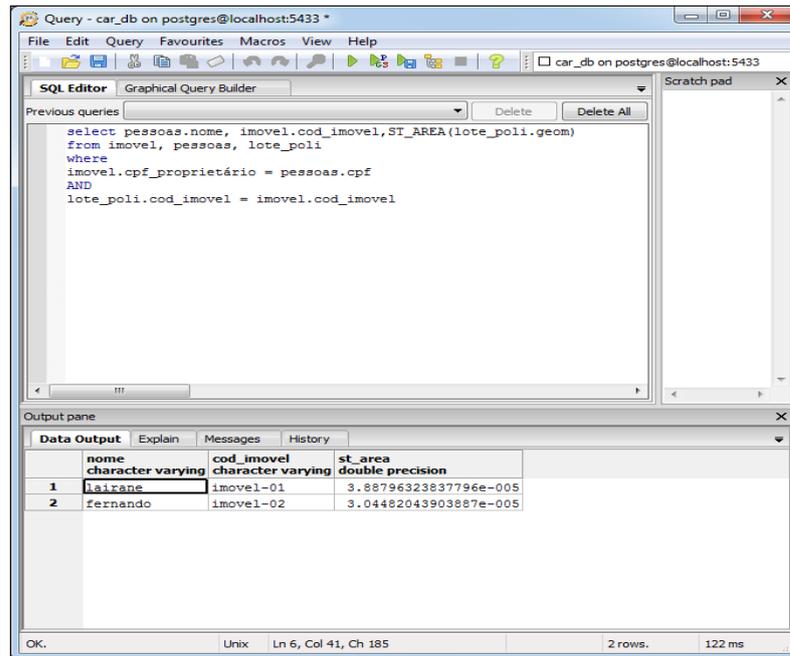


Figura 8 – Resultado de consulta ST\_AREA

Além de fazer consultas mais complexas, como no caso da manipulação de geometrias, comandos SQL também realizam consultas mais simples do tipo: “quais os nomes dos proprietários dos imóveis cadastrados?”. Figura 9.

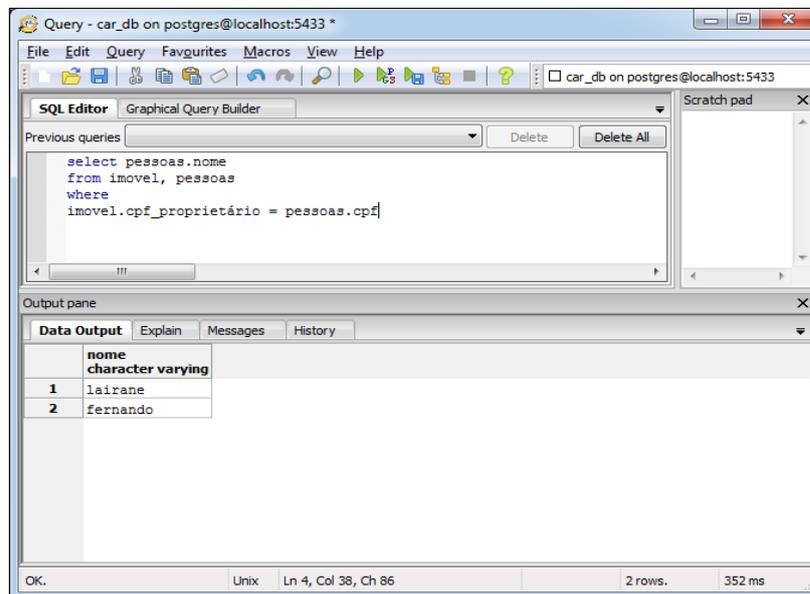


Figura 9 – Resultado de consulta SQL dos nomes dos proprietários dos imóveis cadastrados.

Essas consultas de validação são um auxílio para que o órgão analisador dos cadastros enviados para o SICAR consiga fazer uma análise minuciosa, desde dados geográficos cadastrados a dados pessoais do detentor, mas não necessariamente faça isso de forma manual.

#### 4. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste projeto de verificação de dados inseridos no banco de dados desenvolvimento, emulando o sistema original, serviu de base de consulta para simular a manipulação dos dados dos Cadastro Ambiental

Rural-CAR realizados e enviados para o sistema federal. Através deste, pode verificar tais situações que poderão ocorrer em decorrência de uma análise feita pelo Sistema Gerenciador de banco de dados-SGBD.

A importância de um banco de dados geográficos aplicado ao SICAR-AM diz respeito à facilidade de fiscalização e controle, além da robustez que este tipo de ferramenta confere a um sistema que trabalha com uma quantidade de dados potencialmente grande do ponto de vista computacional. Os dados geográficos são um fator preponderante dentro desta análise, uma vez que o SICAR tem como um de seus objetivos diretos localizar espacialmente os imóveis rurais e classificá-los conforme a lei vigente, que obriga que se efetue o cadastro em total acordo com o uso do solo encontrado no imóvel.

A metodologia de acompanhamento de dados reais dentro do framework de trabalho do órgão gestor estadual do CAR no Amazonas (IPAAM) provou-se acertada para a identificação de potenciais falhas e incoerências, de forma que foram apontadas falhas e elementos que merecem atenção. Portanto, a partir da análise pode ser definida a validação e controle aplicado aos dados a serem apresentadas antes de ser realizado o cadastro. A modelagem foi criada a partir da importância dos dados necessários para a execução dos processos e, em conjunto com os mecanismos de validação, permitiu obter um cadastro completo e livre de dados não desejados. O banco de dados modelo foi elaborado a partir do banco de dados do SICAR - AM e neste "piloto" foram realizadas as demonstrações de uso e consultas que emulam o uso real de um banco de dados desta natureza, podendo as diretrizes aqui aplicadas serem diretamente implementadas no sistema oficial nacional.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas–IPAAM, pela confiança e por permitir que realizássemos parte deste projeto através de dados fornecidos pela Gerência de Controle Agropecuário-GCAP, departamento responsável pelos dados do CAR.

## **Referências Bibliográficas**

BRASIL. **Lei nº 12.651 de Maio de 2012.** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, edição federal.

CAMARA, GILBERTO. **Modelos, linguagens e arquiteturas para Bancos de dados Geográficos.** São José dos Campos-SP. Originalmente apresentado como Tese Doutorado. 1995.

ELMASRI, NAVATHE. **Fundamentals of Database Systems.** 6 ed. Boston: Addison-Wesley. 2011.

IBGE. **Qual o sistema geodésico de referência em uso hoje no Brasil?** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/pmrg/faq.shtm>>. Acesso em: 10 Jun 2015.

MOMJIAN, BRUCE. **PostgreSQL Introduction And Concepts.** Boston: Addison-Wesley. 2001.

OLIVEIRA, CEURIO. **Dicionário Cartográfico.** 4 ed. Rio de Janeiro: IBGE. 1993.