

BovTrace: interoperabilidade e acessibilidade para a rastreabilidade animal SISBOV e do AgriTrace CNA/Senar ¹

¹ Ivan Bergier, biólogo, doutor em Energia Nuclear na Agricultura, pesquisador da Embrapa Agricultura Digital, Campinas, SP. Roosevelt Silva, cientista da computação, mestre em Engenharia de Software, professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul, Corumbá, MS. Matheus Papa, tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, bolsista da Embrapa Agricultura Digital, Campinas, SP. Patricia Menezes Santos, engenheira-agrônoma, doutora em Ciência Animal e Pastagens, pesquisadora da Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, SP. Stanley Robson de Medeiros Oliveira, cientista da Computação, doutor em Ciência da Computação, pesquisador da Embrapa Agricultura Digital, Campinas, SP. Isaque Vacari, tecnólogo em Processamento de Dados, mestre em Ciência da Computação, analista da Embrapa Agricultura Digital, Campinas, SP. Urbano Gomes Pinto de Abreu, médico veterinário, doutor em Zootecnia, pesquisador da Embrapa Pantanal, Corumbá, MS. Luciana Alvim Santos Romani, cientista da Computação, doutora em Ciência da Computação, pesquisadora da Embrapa Agricultura Digital, Campinas, SP. Ivo Pierozzi Júnior, biólogo, doutor em Ecologia, pesquisador da Embrapa Agricultura Digital, Campinas, SP. Ricardo Yassushi Inamasu, engenheiro mecânico, doutor em Engenharia Mecânica, pesquisador da Embrapa Instrumentação, São Carlos, SP. Sílvia Maria Fonseca Silveira Massruhá, analista de sistemas, doutora em Computação e Matemática Aplicada, pesquisadora da Embrapa Agricultura Digital, Campinas, SP.

O consumo de carne bovina vem crescendo em todo o mundo, em particular na China (Biscola, et al., 2023). O Brasil encontra-se entre os principais *players* exportadores de carne bovina, sendo responsável por um efetivo de rebanho superior a 230 milhões de cabeças². Em 2022, foram exportadas 2,26 milhões de toneladas de carne bovina para mais de 150 países, um aumento de 23% em relação ao ano anterior (Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes, 2023). Por outro lado, o rebanho de bovinos desempenha papel

não desprezível nas paisagens naturais e nas mudanças climáticas em função da mudança do uso da terra e também pelas emissões de metano entérico (Bustamante et al., 2012).

A necessidade imediata de rastreabilidade de produtos agropecuários tem relação com a segurança sanitária entre países. Contudo, em função da relação desses produtos com a dinâmica do uso da terra e com a emissão de gases estufa (Bustamante et al., 2012), a demanda por rastreabilidade e certificação vem ganhando grande importância (Vinholis, 2017) para manter a produção agropecuária dentro de limites planetários sustentáveis (Rockström et al., 2009). Nesta conjuntura, as mudanças climáticas têm trazido enormes desafios para a agropecuária brasileira, dentre eles a contenção do avanço sobre remanescentes

² A Pesquisa Pecuária Municipal do IBGE indica que o efetivo de bovinos no Brasil em 2022 é de 234.352.649 cabeças. São Félix do Xingu (PA) lidera o ranking municipal com um rebanho de 2,5 milhões, seguido de Corumbá (MS) com 2,0 milhões e Porto Velho (RO) com 1,7 milhões de cabeças. O estado do Pará e Rondônia têm potencial para a expansão do setor, enquanto o Mato Grosso do Sul é o estado que mais produz bezerros (IBGE, 2023).

florestais prestadores de serviços ambientais (Morton et al., 2006). Por outro lado, as mudanças climáticas trazem consigo oportunidades para tornar a produção rural sustentável por meio da intensificação e da transformação digital (Ehlers et al., 2021), com vistas à mitigação das emissões de gases de efeito estufa (Bustamante et al., 2012; Perosa et al., 2020), bem como às imperfeições de mercado responsáveis por desigualdades socioeconômicas no campo (Souza et al., 2018). A adoção da rastreabilidade e da certificação no Brasil tem sido limitada à escala de produção e ao capital. Todavia, pesquisas e ações anteriores demonstram que associações de produtores e grupos organizados aumentam a probabilidade de adoção (Calder; Marr, 1998; Vinholis et al., 2017).

Demandas nacionais e internacionais por rastreabilidade

Por tratar-se de um grande exportador de *commodities* agrícolas, o Brasil tem sofrido pressões internacionais para que a produção sustentável seja mensurável e verificável. Nesse contexto, a rastreabilidade e a certificação de origem de bezerros com foco em sustentabilidade têm ganhado relevância. Em dezembro de 2022, por exemplo, a União Europeia (UE) aprovou um novo regulamento impondo restrições às importações de *commodities* agrícolas oriundas de áreas desmatadas.

O advento deste marco legal obriga as cadeias de suprimentos de alimentos a apresentarem o rastreamento de seus produtos desde a fazenda de origem até o mercado consumidor. Nesse sentido, o Brasil vem investindo em iniciativas relativas à rastreabilidade e à certificação de origem, as quais deverão no curto prazo conferir confiabilidade à sustentabilidade na produção de *commodities* agropecuárias. Além disso, a possibilidade de agregar valor a produtos do campo com denominação de origem tem pressionado a demanda por meios digitais de certificação da rastreabilidade animal, com potencial de melhor distribuir valor na cadeia produtiva e promover a inclusão digital de pequenos e médios produtores da fase de cria.

SISBOV e protocolos privados da CNA/SENAR

No Brasil existe um sistema oficial do governo brasileiro e outro privado, da Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA/Senar), para a rastreabilidade animal³. O SISBOV (Sistema Brasileiro de Identificação Individual de Bovinos e Búfalos) é o sistema oficial de identificação individual desses rebanhos. A adesão por parte de produtores rurais é voluntária, exceto quando obrigatória por ato normativo próprio ou exigida por controles ou programas

³ Para maiores detalhes da evolução da legislação e de normas veja: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sanidade-animal-e-vegetal/saude-animal/rastreabilidade-animal/legislacao-e-normas>

sanitários oficiais. Para a exportação, todos os animais em um estabelecimento rural ERAS (Estabelecimentos Rurais Aprovados) devem seguir as normativas do SISBOV. A integração entre o Ministério da Agricultura e Pecuária (Mapa) e a CNA/Senar permitiu o desenvolvimento da Rede AgriTrace que agrega protocolos privados de produção animal para estabelecimentos rurais ERCS (Estabelecimentos Rurais Credenciados).

A transformação digital em curso na rastreabilidade animal oficial e privada para fins ambientais, além de sanitários, deverá exercer um papel singular sobre os retornos socioeconômicos da atividade pecuária. As cadeias produtivas da carne bovina conectam três agentes principais: produtores, frigoríficos e certificadoras do protocolo SISBOV ou de protocolos privados no sistema AgriTrace da CNA/Senar. Atualmente há 14 protocolos privados ativos, vinculados a 104 frigoríficos, numerados por códigos de inspeção federal (SIF), estadual (SIE) ou municipal (SIM), os quais recebem mais de 2 milhões de carcaças de mais de 15 mil pecuaristas. A Figura 1 apresenta boa parte da rede atual organizada pela CNA/Senar por meio de programas de certificação denominados Protocolos de Rastreabilidade de Adesão Voluntária (Decreto Presidencial 7623/2011).

Evolução da solução de app para API BovTrace

A Embrapa começou suas atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação de sistemas digitais para a rastreabilidade animal no início de 2019 por meio do projeto Pecuária do Futuro, combinando esforços de três Unidades Descentralizadas: Embrapa Pecuária Sudeste, Embrapa Pantanal e Embrapa Agricultura Digital. Com apoio do Instituto Federal de Mato Grosso do Sul (IFMS), de Corumbá (MS), foi desenvolvido um aplicativo (*app*) para dispositivos móveis dedicado à obtenção de dados georreferenciados de transações de compra e venda de animais entre fazendas e entre fazendas e frigoríficos em um mercado digital (Bergier et al., 2021). Nesse modelo, um conjunto de dados controlados poderia ser obtido e acessado via interface de programação de aplicações digitais (APIs), como a quantidade de animais e as coordenadas geográficas dos estabelecimentos de envio e de recepção de animais. Em uma etapa seguinte, foi incluído um novo agente, as certificadoras vinculadas a um protocolo da CNA/Senar, bem como novos métodos de inclusão digital (leitura de código de barras e leitor de RFID via NFC) de códigos de animais em transações em andamento de compra e venda de animais.

Na segunda metade de 2022, duas constatações foram decisivas para rever a estratégia de promoção da transformação digital na rastreabilidade animal. Em primeiro lugar, os protocolos, como o mais recente protocolo Produção Sustentável de Bezerros (Figura 1), vinham avançando na criação de sistemas digitais independentes de aquisição e disponibilização de dados. A segunda foi a recente avaliação de *user experience* (UX) da versão mais atualizada do *app* para dispositivos móveis em condições de campo (Figura 2) com a Associação Brasileira de Pecuária Orgânica (ABPO), na qual a tarefa era a marcação e a digitalização do trânsito de aproximadamente 200 bezerros de uma fazenda de cria no Pantanal. Em síntese, o aplicativo na forma de mercado digital foi pouco utilizado pelos peões, pelos proprietários dos estabelecimentos rurais e pelo responsável do protocolo.

A equipe de desenvolvimento do *app* identificou diversas dificuldades, entre elas o seu uso simultâneo à marcação com brincos auriculares nos bezerros.

Há no horizonte outros meios de identificação automática de animais em campo, como o uso de dispositivos de internet das coisas (IoT), leitores RFID e sistemas de reconhecimento e identificação individual por imagens e aprendizado de máquina (Barbedo et al., 2019; Weber et al., 2020), os quais poderão se integrar a *apps* embarcados em dispositivos móveis. Essas tecnologias disruptivas devem se tornar economicamente viáveis muito em breve, uma vez que a demanda da CNA/Senar por sistemas de reconhecimento de animais por imagens é enorme e pesquisas nesse sentido vêm ganhando tração.



Foto: Roosevelt Silva.

Figura 2. Bezerros separados para o processo de validação do BovTrace no protocolo Carne Sustentável, da ABPO (Balduino; Abreu, 2022), no Pantanal do Rio Negro, Mato Grosso do Sul (Protocolo..., 2023).

O estudo de agrupamento por modularidade (Lambiotte et al., 2009) ressaltou dois grandes grupos de termos, um grupo em azul ligado ao termo “agritrace” e outro grupo em verde ligado ao termo “registro”, ambos de maior centralidade (Brandes, 2001) evidenciados pelos tamanhos do nó (centralidade de grau) e da fonte de texto (centralidade de intermediação).

Dentre os termos de maior centralidade nos protocolos do grupo azul destacam-se: “certificado”, “detentora deste protocolo”, “gordura”, “selo”, “dente”, “padrão”, “procedimentos operacionais”, “responsável técnico”, “vistoria”, “auditoria”, “produtor”, “raça”, “prazo”, e “SGP - Sistema Gestor de Protocolos”. Este grupo, portanto, trata de termos comuns aos protocolos relacionados aos regramentos, que levam em consideração procedimentos de operação do SGP e de prazos para que responsáveis técnicos de detentoras de protocolos certifiquem e assegurem que os produtores associados sigam à risca padrões de atributos, como número de dentes e percentual de gordura, para fins de manutenção do selo de qualidade por vistoria e auditoria.

No grupo verde “registro”, por sua vez, destacam-se termos como: “MAPA – Ministério da Agricultura”, “CNA”, “segurança e confiabilidade”, “BDU - Base de Dados Única”, “penalidades deste protocolo”, “divulgação”, “dados e informação”, “natureza sigilosa”, “cumprir e acatar”, “legislação vigente”, e “dos objetivos estabelecidos neste protocolo”. Os

termos destacados neste grupo indicam a importância conferida aos dados, os quais devem estar em base única entre Mapa e CNA/Senar, necessitando de divulgação controlada, garantindo segurança e confiabilidade por sua natureza sigilosa, de modo a cumprir e acatar a legislação vigente, observando os objetivos dos protocolos.

API BovTrace na Plataforma AgroAPI como solução emergente

Com base na análise da rede semântica dos termos contidos nos discursos dos atuais protocolos estudados, verificou-se dois conjuntos de termos, um deles ligados aos regramentos e de procedimentos de operação do AgriTrace (em azul na Figura 3) para a concessão de selos por vistoria e auditoria, e outro que destaca a importância da confiabilidade, qualidade e segurança dos dados, os quais devem estar em uma base única entre Mapa e CNA/Senar de modo a cumprir e acatar a legislação vigente, observando os objetivos dos protocolos (em verde na Figura 3). Combinando a análise prospectiva por rede semântica com a perspectiva de novas tecnologias de identificação animal via imagens e, tendo em vista, ainda, a dificuldade do uso de *apps* em campo, bem como a verificação de que cada protocolo possui autonomia e características únicas, mas que demandam da adoção de um sistema comum e padronizado para o registro de dados, tanto para o SISBOV quanto

para o AgriTrace, a solução emergente deste esforço reside na criação de um protocolo para a padronização da aquisição e disponibilização de dados sensíveis de rastreabilidade animal.

Nessa perspectiva, a API BovTrace na Plataforma AgroAPI (Romani et al., 2023) padroniza terminologias, tipos e formatos de dados para a criação de uma base única de dados interoperáveis e acessíveis para o SISBOV bem como para protocolos privados da CNA/Senar. O modelo conceitual da API BovTrace derivado da organização do conhecimento, do desenvolvimento de *apps* e de experimentações em campo é apresentado na Figura 4. Participantes do SISBOV e detentores de protocolos da CNA/Senar podem inserir dados

digitais padronizados e interoperáveis por meio de diferentes tipos de sistemas computacionais (*apps*, sistemas ou plataformas web etc.), mediante chave de acesso na Plataforma AgroAPI. A acessibilidade aos dados inseridos fica restrita àqueles que possuem códigos padronizados (IDs únicos de animais) para fins de rastreabilidade, ou *tokens* únicos derivados de inserções bem-sucedidas de dados padronizados. Essa solução garante a posse e propriedade sobre os dados, além de garantir a segurança necessária para restringir o acesso a dados sensíveis apenas para elos de interesse dentro da cadeia de valor.

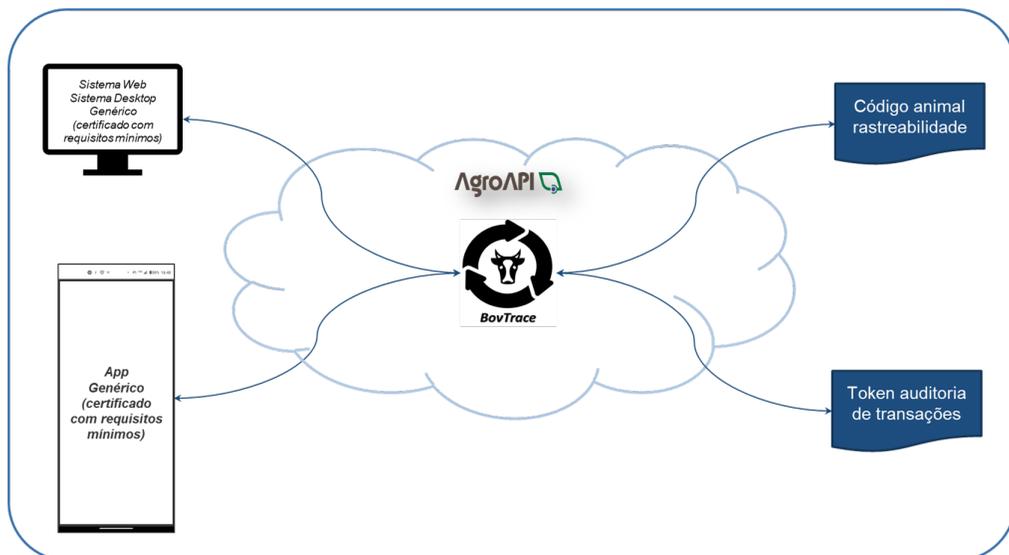


Figura 4. API BovTrace na Plataforma AgroAPI para a interoperabilidade e acessibilidade de dados de protocolos privados da CNA/Senar.

Inserção e consulta de dados por aplicações clientes

A API BovTrace da Embrapa, disponível na Plataforma AgroAPI, cria e gera informação padronizada da movimentação individual de bovinos produzida por sistemas de protocolos privados, os quais registram o trânsito de lotes de animais codificados entre produtores e entre produtores e frigoríficos vinculados a protocolos privados de produção animal da CNA/Senar apresentados na Figura 1. A padronização é realizada para fins de interoperabilidade enquanto a *tokenização* garante a acessibilidade controlada a dados sensíveis.

A API BovTrace oferece os seguintes tipos de operações:

BovTrace Developer: modo homologação da aplicação digital para profissionais da área de tecnologia da informação (TI), startups e empresas de TI interessadas na customização

de sistemas digitais para a aquisição e inserção de dados padronizados de protocolos de produção animal.

BovTrace Production: modo produção da aplicação digital para profissionais de TI, startups e empresas de TI com sistemas customizados e autorizados para a inserção padronizada de dados digitais *tokenizáveis* de protocolos de produção animal.

BovTrace: acessibilidade segura, via códigos padronizados e *tokens*, a dados sensíveis interoperáveis no formato JSON para rastreabilidade, certificação e auditoria de produção animal.

Como funciona a API BovTrace?

Dados privados padronizados são inseridos por sistemas digitais privados, criados e validados via *API BovTrace Developer*, e autorizados para operação na *API BovTrace Production* mediante chave única de acesso (Figura 5).

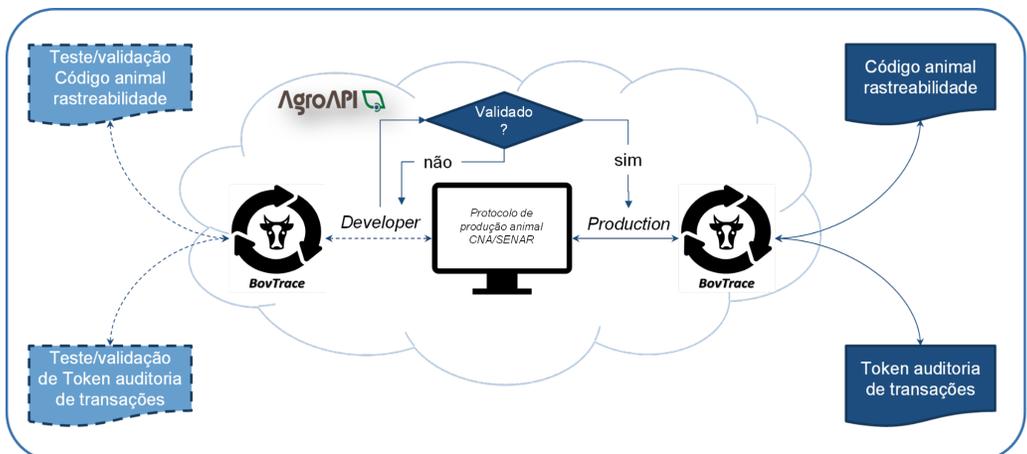


Figura 5. Modo *Developer* e modo *Production* da API BovTrace na Plataforma AgroAPI.

Uma vez validado, o protocolo SISBOV ou AgriTrace CNA/Senar recebe autorização (chave de acesso) para a inserção de dados padronizados de movimentação de animais, os quais estarão acessíveis via APIs por meio do uso de códigos de animais ou de *tokens* compartilháveis.

Sistemas podem ser customizados por profissionais de TI, *startups* e empresas de TI para detentores de protocolos de produção animal (Tabela 1). Os sistemas devem certificar-se do seguinte protocolo de padronização de dados:

1. Identificação da propriedade rural pelo cadastro público do [SICAR](#).

Ex.: “SP-3511551-XXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX”.

2. Identificação do frigorífico pelo cadastro público do [CNPJ](#) incluído do Estado e Município ([Código IBGE](#)) correspondente. Ex.: “XX.XXX.XXX/0001-XX”.
3. Identificação de protocolo [SISBOV](#) ou [protocolo privado de rastreabilidade da CNA/Senar](#) conforme Tabela 1.
4. Identificação da raça do animal conforme Tabela 2.

Tabela 1. Códigos do sistema oficial SISBOV e de protocolos privados da CNA/Senar.

Código de Identificação (ID Protocolo)	Nome do Protocolo
1	SISBOV
2	ANGUS
3	CHAROLÊS
4	DEVON
5	HEREFORD
6	NELORE GARANTIA DE ORIGEM
7	CARNE WAGYU CERTIFICADA
8	RUBIA GALLEGA
9	PECBR - CARNE CERTIFICADA
10	CARNE SUSTENTÁVEL DA ABPO
11	DE GARANTIA IDBOV
12	VACAS A2A2
13	SENEPOL QUALITY ASSURANCE - SELO SQA
14	CARNE CARBONO NEUTRO (CCN)
15	DE PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL DE BEZERROS

A tabela pode ser atualizada mediante solicitação.

Tabela 2. Códigos de raças de animais.

Código de Identificação (ID Raça)	Nome da raça
1	SEM RAÇA DEFINIDA
2	ANGUS
3	BELGIAN BLUE
4	BRAHMAN
5	BRANGUS
6	CARACU
7	CHAROLÊS
8	CHIANINA
9	DEVON
10	GUZERÁ
11	HEREFORD
12	LIMOUSIN
13	NELORE
14	RUBIA GALLEGA
15	SENEPOL
16	SIMENTAL
17	TABAPUÃ
18	TUCURA
19	WAGYU

A tabela pode ser atualizada mediante solicitação.

5. Utilização das regras do SISBOV⁴ para a codificação animal e identificação individual com código de 15 (quinze) dígitos numéricos emitido e controlado pela Secretaria de Defesa Agropecuária do Ministério da Agricultura e Pecuária. Ex.: 105354123654215.

6. Inserção dos dígitos do código de barras (chave de acesso) da Guia de Trânsito Animal (GTA ou e-GTA). Ex.: 5265 1287 2701 2413 0825 5500 1005 9234 6145 4589 1233.

7. Inserção do código de barras (chave de acesso) da NF-e de uma transação de animais. Ex.: 3219 1105 5707 1400 0825 5500 1005 9146 6000 3308 2968.

⁴ Artigos 4º e 20º da Instrução Normativa 51 do Mapa de 1º de outubro de 2018, disponível em: https://www.in.gov.br/web/guest/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/44306336/do1-2018-10-08-instrucao-normativa-n-51-de-1-de-outubro-de-2018-44306204.

Os dados adquiridos por sistemas de TI devem ser inseridos via método **POST** (Figura 6).

The screenshot displays a REST client interface with the following sections:

- Request body** (required): A dropdown menu is set to `application/json`.
- Dados da transação**: A section titled "Example Value Model" containing a JSON object:

```
{
  "protocolo": 0,
  "nfe": "string",
  "gta": "string",
  "animal": [
    {
      "codigo": "string",
      "raca": 0,
      "genero": "M",
      "idade": 0
    }
  ],
  "estabelecimento_origem": "string",
  "municipio_origem": 0,
  "estado_origem": 0,
  "estabelecimento_destino": "string",
  "municipio_destino": 0,
  "estado_destino": 0
}
```
- Responses**: A table with columns "Code", "Description", and "Links".

Code	Description	Links
200	<p>Sucesso</p> <p><code>application/json</code> (dropdown)</p> <p>Controls Accept header.</p> <p>Example Value Model</p> <pre>{ "token": "string" }</pre>	No links

Figura 6. Inserção de dados de movimentação de animais entre dois estabelecimentos (SICAR ou CNPJ) para fins de rastreabilidade, certificação e auditoria e obtenção do *token* único.

Para consultar os códigos de protocolos utilize as informações contidas na Figura 7.

GET /protocolo/{codigo} Consulta de identificadores de protocolos.

Consulta de identificadores de protocolos.

Parameters Try it out

Name	Description
codigo * required integer (path)	Código do protocolo

Responses

Code	Description	Links
200	<p>Sucesso</p> <p>application/json</p> <p>Controls: Accept: header.</p> <p>Example Value Model</p> <pre>{ "id": 0, "nome": "string" }</pre>	No links

Figura 7. Consulta de identificadores de protocolos.

Para consultar códigos de raças utilize as informações contidas na Figura 8.

Para fins de rastreabilidade, as informações de trânsito animal são recuperadas mediante busca pelo código

de animal (Figura 9). O primeiro item do retorno refere-se à origem, o último item à última localização, e os itens intermediários referem-se ao trânsito entre a origem e à última localização (SICAR ou CNPJ).

GET /raca/{codigo} Consulta de identificadores de raças.

Consulta de identificadores de raças.

Parameters Try it out

Name	Description
codigo * required integer (path)	Código da raça

Responses

Code	Description	Links
200	<p>Sucesso</p> <p>application/json</p> <p><small>Controls: Accept header.</small></p> <p>Example Value Model</p> <pre>{ "id": 0, "nome": "string" }</pre>	No links

Figura 8. Consulta de identificadores de raças.

GET /transito/{codigo} Consulta para rastreabilidade animal.

Consulta para rastreabilidade animal.

Parameters Try it out

Name	Description
codigo * required string (path)	Código do animal

Responses

Code	Description	Links
200	<p>Sucesso</p> <p>application/json</p> <p><small>Controls: Accept header.</small></p> <p>Example Value Model</p> <pre>[{ "protocolo": 0, "pta": "string", "raca": 0, "estabelecimento": "string", "municipio": 0, "estado": 0 }]</pre>	No links

Figura 9. Consulta de rastreabilidade animal.

Para fins de auditoria, a busca é realizada por meio do *token* da transação (Figura 10).

Considerações finais

Diante das normativas do SISBOV, de particularidades e da autonomia dos protocolos da CNA/Senar, das limitações identificadas no uso de *apps* em campo,

e a partir dos resultados obtidos pela análise de redes semânticas, indicando, em particular, a necessidade de base única de dados seguros para o Ministério da Agricultura, tanto do SISBOV quanto do AgriTrace da CNA/Senar, a Embrapa emerge com uma solução de acessibilidade e interoperabilidade de dados de rastreabilidade animal por meio da API BovTrace na plataforma AgroAPI. Os

GET `/transacao/{token}` Consulta para auditoria Environmental, Social and Governance (ESG) de transação.

Consulta para auditoria Environmental, Social and Governance (ESG) de transação.

Parameters Try it out

Name	Description
token * required string (path)	Token da transação

Responses

Code	Description	Links
200	<p>Sucesso</p> <p>application/json</p> <p>Controls Accept header.</p> <p>Example Value Model</p> <pre>{ "protocolo": 0, "raca": 0, "gta": "string", "NF-e": "string", "animal": "string", "genero": "M", "idade": 0, "estabelecimento_origem": "string", "municipio_origem": 0, "estado_origem": 0, "estabelecimento_destino": "string", "municipio_destino": 0, "estado_destino": 0 }</pre>	No links

Figura 10. Consulta para auditoria de movimentação de animais.

dados incluem o Cadastro Ambiental Rural (CAR) público dos produtores rurais ou o CNPJ dos frigoríficos, bem como dados específicos dos animais, como o nome do protocolo, raça, código de identificação, idade (era) e sexo, bem como as chaves da nota fiscal eletrônica e da Guia de Trânsito Animal (GTA), ambas vinculadas à movimentação de animais entre estabelecimentos.

Os sistemas customizados para uso da API BovTrace asseguram a inserção padronizada, verificável e segura de dados sensíveis em uma base de dados unificada para o Mapa, CNA/Senar e mercados, compatibilizando interesses públicos e privados. A unificação e padronização promovida pela API BovTrace garante a interoperabilidade entre sistemas para inserção e acessibilidade controlada a dados sensíveis de rastreabilidade animal.

A API BovTrace possibilita a acessibilidade a dados sensíveis para certificação e auditoria via código do animal ou *token* gerado por inserções de movimentações de animais entre estabelecimentos rurais, entre estabelecimentos rurais e frigoríficos e entre frigoríficos e mercados em casos de exportações de carne ou de animais *in natura*. *Tokens* de acesso a dados sensíveis são únicos, proprietários e podem ser compartilhados pelos protocolos para entes públicos e privados conforme necessidade.

A API BovTrace dinamiza o ecossistema de inovação em agricultura digital por meio do incentivo ao desenvolvimento de sistemas customizados por

profissionais de TI, startups e empresas de TI para agentes do protocolo oficial SISBOV e dos protocolos privados do AgriTrace CNA/Senar. Sistemas de TI habilitados que adotam as melhores práticas do BovTrace estabelecem um padrão de qualidade e segurança de dados para a verificação, certificação e auditoria controlada por entes públicos e privados da movimentação de animais entre estabelecimentos privados.

A ampla adoção da API BovTrace pelo SISBOV e AgriTrace CNA/Senar deverá induzir e estimular a criação de novos protocolos de produção animal, organizando de forma mais eficiente as cadeias de valor na pecuária nacional, bem como contemplar novas raças e sistemas de produção, a exemplo da integração lavoura-pecuária-floresta. Neste sentido, novos protocolos e raças poderão ser integrados mediante atualização das Tabelas 1 e 2 ou a inclusão de novas tabelas com códigos padronizados. No futuro, com a perspectiva de uma base nacional de dados consolidada e interoperável, dados agregados e anonimizados do trânsito de animais por bioma, estado da federação ou município poderão ser disponibilizados para fins de elaboração e execução de ações por organizações públicas e privadas, bem como para a indução de pesquisa, desenvolvimento e inovação aberta entre Instituições de Ciência e Tecnologia (ICTs) e o setor produtivo. Por fim, espera-se que a API BovTrace seja integrada a outras plataformas públicas e privadas de rastreabilidade, bem como induza a criação de novos modelos de APIs para

a rastreabilidade de produtos e serviços de origem rural, promovendo a inclusão digital de pequenos e médios produtores e a redução das assimetrias de mercado nas cadeias produtivas rurais.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Pedro Corrêa da Costa, pecuarista do Pantanal, Eduardo Cruzetta e Silvio Balduino, responsáveis e detentores do Protocolo de Carne Sustentável da ABPO, e Marcelo Moreira da Fazenda Santa Rosa (Altair, SP) pelo apoio na validação e melhoria da API BovTrace. Este trabalho é fruto do Projeto Pecuária do Futuro (SEG 22.16.05.021.00.00), com apoio do Projeto Fapesp Centro de Ciência para o Desenvolvimento em Agricultura Digital - Semear Digital (processo 2022/09319-9).

Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNES. Exportações de carne bovina. In: _____. **Beef report 2023**: perfil da pecuária no Brasil. [S. l.], 2023. cap. 1. Disponível em: <https://www.abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2023-capitulo-01/>. Acesso em: 17 nov. 2023.
- BALDUINO, S.; ABREU, U. G. P. de. A cadeia produtiva da carne sustentável no Pantanal. **Feed & Food**, p. 62, 2022. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1147072/1/Cadeia-produtiva-2022.pdf>. Acesso em: 17 nov. 2023.
- BARBEDO, J. G. A.; KOENIGKAN, L. V.; SANTOS, T. T.; SANTOS, P. M. A study on the detection of cattle in UAV images using deep learning. **Sensors**, v. 19, n. 24, 5436, Dec. 2019. DOI: [10.3390/s19245436](https://doi.org/10.3390/s19245436).
- BERGIER, I.; PAPA, M.; SILVA, R.; SANTOS, P. M. Cloud/edge computing for compliance in the Brazilian livestock supply chain. **Science of The Total Environment**, v. 761, 143276, Mar. 2021. DOI: [10.1016/j.scitotenv.2020.143276](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143276).
- BISCOLA, P. H. N.; MALAFAIA, G. C.; MEDEIROS, S. R. de; LAMPERT, V.; ABREU, U. G. P. de; FEIJÓ, G. L. D. **O que esperar das exportações de carne bovina brasileira?** Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2023. 4 p. (Boletim Cicarne, 62). Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/1355108/51748908/Boletim+CiCarne+62-2023.pdf/4932cc77-07e0-8246-a186-8a3e055b451f>. Acesso em: 17 nov. 2023.
- BRANDES, U. A faster algorithm for betweenness centrality. **The Journal of Mathematical Sociology**, v. 25, n. 2, p. 163-177, 2001. DOI: [10.1080/0022250X.2001.9990249](https://doi.org/10.1080/0022250X.2001.9990249).
- 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**, v. 115, n. 3-4, p. 559-577, Dec. 2012. DOI: [10.1007/s10584-012-0443-3](https://doi.org/10.1007/s10584-012-0443-3).
- CALDER, R.; MARR, P. A beef producer initiative in traceability: Scottish Borders TAG. **Supply Chain Management**, v. 3, n. 3, p. 123-126, 1998. DOI: [10.1108/13598549810230822](https://doi.org/10.1108/13598549810230822).
- EHLERS, M. H.; HUBER, R.; FINGER, R. Agricultural policy in the era of digitalisation. **Food Policy**, v. 100, 102019, Apr. 2021. DOI: [10.1016/j.foodpol.2020.102019](https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2020.102019).
- IBGE. **PPM – Pesquisa da Pecuária Municipal**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html>. Acesso em: 17 nov. 2023.
- LAMBIOTTE, R.; DELVENNE, J. C.; BARAHONA, M. **Laplacian dynamics and multiscale modular structure in networks**. 2009. DOI: [10.48550/arXiv.0812.1770](https://doi.org/10.48550/arXiv.0812.1770).
- MORTON, D. C.; DEFRIES, R. S.; SHIMABUKURO, Y. E.; MORISSETE, J. Cropland expansion changes deforestation dynamics in the southern Brazilian Amazon. **PNAS**, v. 103,

n. 39, p. 14637-14641, 2006. DOI: [10.1073/pnas.0606377103](https://doi.org/10.1073/pnas.0606377103).

PEROSA, B.; MANZATTO, C.; VICENTE, L. E.; VICENTE, A. K.; SPINELLI-ARAUJO, L.; ASSAD, E.; GURGEL, A. Emissões de gases do efeito estufa pela agricultura de baixo carbono. **Agroanalysis**, v. 40, n. 5, p. 29-31. maio 2020. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/214919/1/Manzatto-emissoes-gases-2020.pdf>. Acesso em 17 nov. 2023.

PROTOCOLO Carne Sustentável da ABPO. 2023. Disponível em: <https://cnabrazil.org.br/protocolo-carne-sustentavel-da-abpo>. Acesso em: 17 nov. 2023.

ROCKSTRÖM, J.; STEFFEN, W.; NOONE, K.; PERSSON, A.; CHAPIN III, F. S.; LAMBIN, E. F.; LENTON, T. M.; SCHEFFER, M.; FOLKE, C.; SCHELLNHUBER, H. J.; NYKVIST, B.; WIT, C. A. de; HUGHES, T.; LEEUW, S. van der; RODHE, H.; SÖRLIN, S.; SNYDER, P. K.; COSTANZA, R.; SVEDIN, U.; FALKENMARK, M.; KARLBERG, L.; CORELL, R. W.; FABRY, V. J.; HANSEN, J.; WALKER, B.; LIVERMAN, D.; RICHARDSON, K.; CRUTZEN, P.; FOLEY, J. A. A safe operating space for humanity. **Nature**, v. 461, n. 7263, p. 472–475, Sept. 2009. DOI: [10.1038/461472a](https://doi.org/10.1038/461472a).

ROMANI, L. A. S.; EVANGELISTA, S. R. M.; VACARI, I.; APOLINÁRIO, D. R. F.; VAZ, G.

J.; SPERANZA, E. A.; BARBOSA, L. A. F.; DRUCKER, D. P.; MASSRUHÁ, S. M. F. S. AgroAPI platform: an initiative to support digital solutions for agribusiness ecosystems. **Smart Agricultural Technology**, v. 5, 100247, Oct. 2023. DOI: [10.1016/j.atech.2023.100247](https://doi.org/10.1016/j.atech.2023.100247).

SOUZA, G. da S.; GOMES, E. G.; ALVES, E. R. de A. Imperfeições de mercado e concentração de renda na produção agrícola. **Revista de Política Agrícola**, ano 27, n. 2, p. 31-38, abr./maio/jun. 2018. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/107523/1/pesquisa-extensao-e-politicas-publicas.pdf>. Acesso em: 17 nov. 2023.

VINHOLIS, M. de M. B.; CARRER, M. J.; SOUZA FILHO, H. M. de. Adoption of beef cattle traceability at farm level in São Paulo State, Brazil. **Ciência Rural**, v. 47, n. 9, e2106059, 2017. DOI: [10.1590/0103-8478cr20160759](https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20160759).

WEBER, F. de L.; WEBER, V. A. de M.; MENEZES, G. V.; OLIVEIRA JUNIOR, A. da S.; ALVES, D. A.; OLIVEIRA, M. V. M. de; MATSUBARA, E. T.; PISTORI, H.; ABREU, U. G. A. Recognition of Pantaneira cattle breed using computer vision and convolutional neural networks. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 175, 105548, Aug. 2020. DOI: [10.1016/j.compag.2020.105548](https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105548).

Embrapa Agricultura Digital

Av. André Tosello, nº 209 Campus da Unicamp, Barão Geraldo - Campinas - SP
CEP: 13083-886 Fone: (19) 3211-5700

Serviço de atendimento ao consumidor
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Para outras informações sobre o centro de pesquisa acesse: www.embrapa.br/agricultura-digital

Publicação digital: PDF

Corpo editorial e equipe técnica
Comitê Local de Publicações

Presidente
Carla Geovana do Nascimento Macário

Secretária-Executiva
Maria Fernanda Moura

Membros
Alexandre de Castro, membro indicado, Carla Cristiane Osawa, membro nato, Debora Pignatari Drucker, membro eleito, Graziella Galinari, membro nato, Ivan Mazoni, membro eleito, João Camargo Neto, membro indicado, Joao Francisco Goncalves Antunes, membro eleito, Magda Cruciol, membro nato.

Revisão de texto
Graziella Galinari

Normalização bibliográfica
Carla Cristiane Osawa

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Magda Cruciol

Periodicidade
Irregular

Idioma
Português

CGPE 018421