

SENTINELA RURAL • EQUIPE 125 • HACARTHON DESAFIO 1

Dossiê Técnico

Dados medidos na base nacional, arquitetura, fluxo oficial, plano de 12 meses, equipe, LGPD, KPIs e prova de conceito. **Material complementar do protótipo.**

ANEXO 01 • A BASE NACIONAL

As 9 camadas do CAR — todas ingeridas

8.406.837 CAR e suas 9 camadas declaradas — todas ingeridas. Onde uma camada falta, o motor a cria.

CAMADA DO CAR (AS 9 OFICIAIS)	FEIÇÕES INGERIDAS
APP — Área de Preservação Permanente	11.680.232
Perímetro do imóvel	8.406.837
Reserva Legal	6.188.500
Área consolidada	5.530.391
Vegetação nativa	4.833.724
Hidrografia — declarada no CAR	3.859.081
Servidão administrativa	2.158.597
Área de pousio	214.416
Uso restrito	168.851

A Hidrografia acima é a declarada dentro dos CAR (3,86 M feições) – distinta da rede oficial do IBGE (1,6 M trechos), referência externa usada para medir a omissão de APP (Anexo 03).

10,2 M registros do SNCR — por estado

Cadastro fundiário do INCRA (SNCR), ingerido na íntegra: 10.242.373 registros em 27 UFs — a referência que casamos ao CAR.

UF	REGISTROS
MG	1.809.090
RS	1.277.338
BA	1.189.707
PR	948.807
SP	874.841
SC	619.563
CE	382.989
GO	382.519
PE	280.360

UF	REGISTROS
MT	254.415
ES	248.576
PB	229.824
PI	221.296
MA	215.465
PA	195.395
RO	180.682
MS	168.026
RJ	149.938

UF	REGISTROS
SE	141.317
TO	114.363
RN	97.498
AM	83.317
AL	76.124
RR	38.424
AC	34.653
DF	15.811
AP	12.035

contagem exata sobre `sncr_imoveis_raw` (10.242.373 registros). O SNCR traz o titular (sobrenome mascarado) e a área declarada; casamos ao CAR por UF + município + área ($\pm$ tolerância), ranqueado por nome — Anexos 06 e 07.

Situação dos 8,4 M cadastros — contagem exata

Campo oficial des_condic do SICAR, medido sobre a base inteira.

SITUAÇÃO (TEXTO OFICIAL • DES_CONDIC)	CAR	%
Aguardando análise — a fila das OEMAs (ADPF 743)	6.499.273	77,31
Analisado, aguardando atendimento à notificação	920.571	10,95
Analisado, em conformidade (Lei 12.651)	276.570	3,29
Aguardando regularização ambiental	159.305	1,89
Em conformidade, com ativos ambientais	151.369	1,80
Em análise • cancelados • revisão • sem pendências	399.749	4,77

★ a linha destacada é o gargalo que o MGI nomeou: o órgão analisou, notificou – e parou, esperando o produtor responder.

O passivo ambiental, medido — não estimado

Cruzamento espacial das declarações contra o rio oficial, o bioma e as áreas protegidas.

PASSIVO IDENTIFICADO	COMO MEDIMOS (REPRODUTÍVEL)	IMÓVEIS
Sem Reserva Legal declarada	0 feição na camada Reserva Legal do imóvel	2.759.118
Com APP de rio omitida	rio oficial do IBGE cruza o perímetro e APP declarada = 0 (ST_Intersects)	1.949.898
Só perímetro — nenhuma camada interna	sem APP, sem RL, sem consolidada e sem vegetação nativa	875.058
Declaração sobre área protegida (TI • UC • quilombola)	perímetro intersecta polígono FUNAI / ICMBio / INCRA	207.628

Método aberto e auditável — cada linha tem sua query em `CALCULO_PASSIVOS.sql`; a base nacional montada é o moat. ~60% dos CAR ($\approx$ 5 M) não intersectam nenhuma parcela do SIGEF — o pré-preenchido não dá geometria, e o produtor desenha à mão.

O gargalo por estado — começamos pelo Ceará

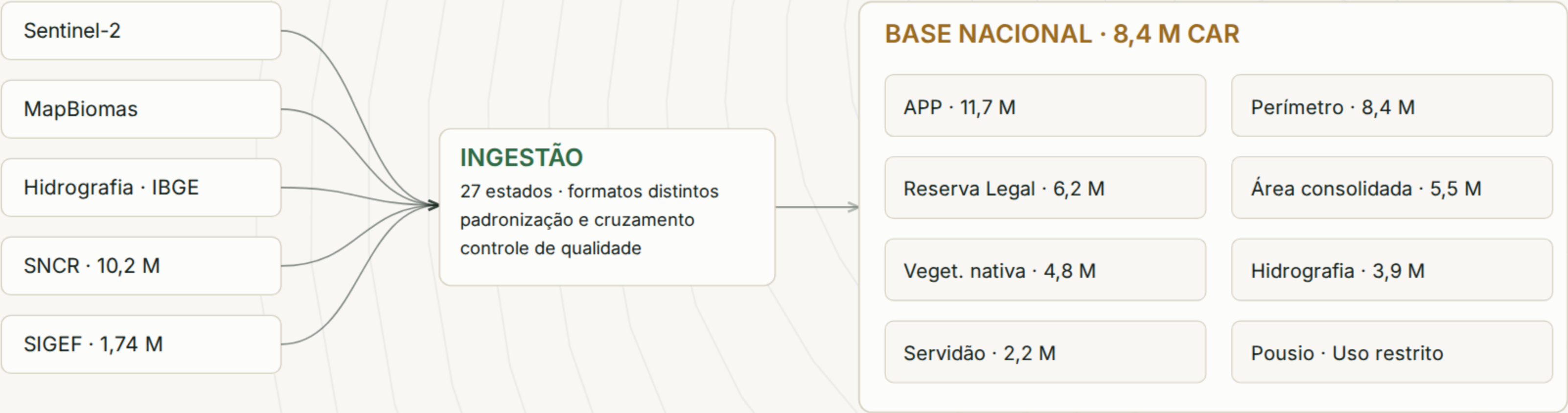
Concentração do gargalo, base gerenciável e 98,1% pequenos produtores (≤4 módulos fiscais).

UF	CAR (TOTAL)	PARADOS NA NOTIFICAÇÃO	% DO ESTADO
Ceará — recomendado	405.755	202.502	~50%
Alagoas	142.977	66.728	~47%
Pará	383.009	124.997	~33%
São Paulo	467.561	138.572	~30%
Minas Gerais (fila de 925 mil)	1.164.614	154.949	~13%

a SEMACE já analisou e notificou – e já tem 60.434 em conformidade. O freio não é o órgão: é o produtor que não respondeu.

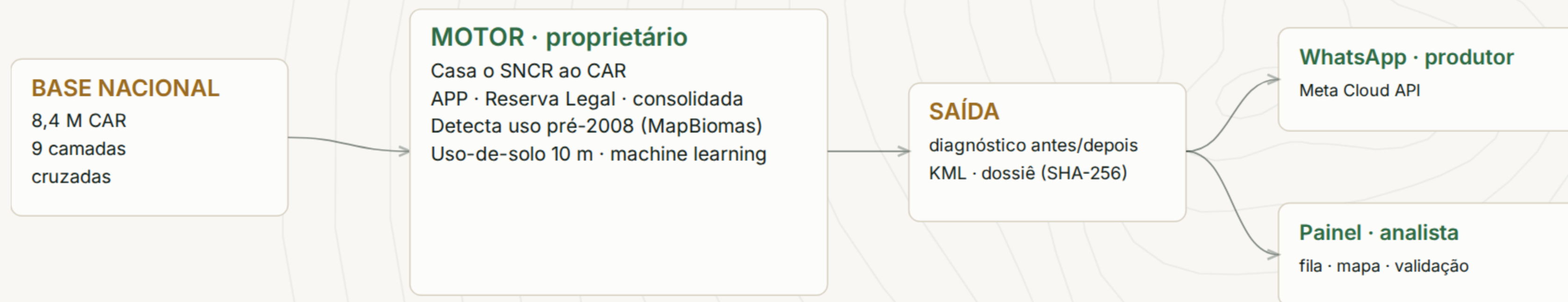
Da fonte aberta à base nacional

Como o sistema monta o dado: fontes abertas, ingeridas e cruzadas, viram as 9 camadas do CAR.



consolidar o CAR de **27 estados** – cada um com seu sistema, seu formato, suas camadas – numa base nacional calculável em PostGIS é anos de engenharia, **já feita**: os CAR e as camadas do Brasil inteiro estão ingeridos e prontos para operar. Tudo em fonte aberta, sem licença.

Da base ao WhatsApp — o motor é nosso



a base entra, diagnóstico e pacote saem. A implementação do motor – consolidação, regras e classificador – é o ativo proprietário. Stack agnóstico de plataforma, sem Google Earth Engine nem ArcGIS pago.

ANEXO 06 · DIFERENCIAL TÉCNICO

O que o módulo oficial não faz — e nós fazemos

CAPACIDADE	MÓDULO OFICIAL	SENTINELA RURAL
Geometria sem SIGEF (~60%)	desenho à mão	captura por celular · auto-perímetro
Passivo por satélite	—	APP, RL e uso-de-solo a 10 m
Área consolidada pré-2008	não confere	MapBiomas 2008 × hoje
Tradução da pendência	legalês · hectares	o que · como · até quando
Acompanhamento das mensagens	Central (raramente lida)	push no WhatsApp, com prazo

o chatbot, qualquer um faz numa tarde. Esta matriz é o que leva anos.

Cada passo do fluxo oficial, agora no WhatsApp

Mapeamento da jornada oficial de retificação (dissecada) para passos que o produtor faz de um celular básico.

ETAPA	NO MÓDULO OFICIAL	NO SENTINELA RURAL
Entrada	achar car.gov.br e saber que há pendência	nudge no WhatsApp
Identificação	gov.br • senha • captcha	nº do CAR + nome completo (sem CPF)
Associação fundiária (SNCR)	achar e digitar o código SNCR no portal	do nome + CAR derivamos município e área e casamos o SNCR — o produtor só escolhe a fazenda
Diagnóstico	lista determinística no desktop	satélite + bases abertas • 3 imagens
Geometria	desenhar à mão (16 camadas)	confirma o perímetro que o satélite traçou (foto, se faltar)
Pacote	Gravar para Envio (.CAR)	KML + dossiê (SHA-256) no chat
Envio	enviar ao SICAR	importar no módulo oficial — hand-off
Acompanhamento	Central de Mensagens	push em linguagem simples, com prazo

No protótipo, a identificação é deliberadamente a mais acessível – nº do CAR + nome completo, sem CPF nem gov.br: do nome e do CAR derivamos município e área e casamos o SNCR, e o produtor escolhe a fazenda (como na tela oficial). Em produção, a camada de segurança (OTP • 2FA • gov.br) é plugável conforme o órgão definir.

ANEXO 08 • DISSECAÇÃO

Lemos o módulo oficial, tela a tela

The screenshot shows the official CAR system interface. At the top, there is a navigation bar with the CAR logo and five icons representing different actions: BAIXAR IMAGENS, CADASTRAR, GRAVAR PARA ENVIO, ENVIAR, and RETIFICAR. The main section is titled 'CADASTRO DE IMÓVEIS' and contains a sub-section 'Retificar um CAR Cadastrado'. Below this, there is a text block explaining the process of rectification. A form field for 'Número de Registro no CAR *' is present, followed by a button labeled 'Importar arquivo .ret *' with a sub-label 'Selecione um arquivo .RET em seu computador'. At the bottom of the form, there are two navigation buttons: 'Voltar' (Back) and 'Retificar' (Rectify). The footer of the page indicates 'GOVERNO FEDERAL'.

- 1 **Tudo em desktop e gov.br.** Senha e captcha — fora do alcance de quem só tem WhatsApp e sinal fraco.
- 2 **Geometria só com SIGEF.** O campo de perímetro só ajuda quando há parcela certificada. ~60% caem fora e desenham à mão.
- 3 **Divergências em hectares e legalês.** Sem dizer o que fazer, como, e até quando — o gargalo que o MGI nomeou.

fig. – módulo oficial de retificação, dissecado tela a tela a partir do pacote offline do SICAR.

O que a imersão revelou

“O aviso até chegou. Mas eu não entendi o que era pra fazer — e fiquei com medo de mexer e perder o crédito.”

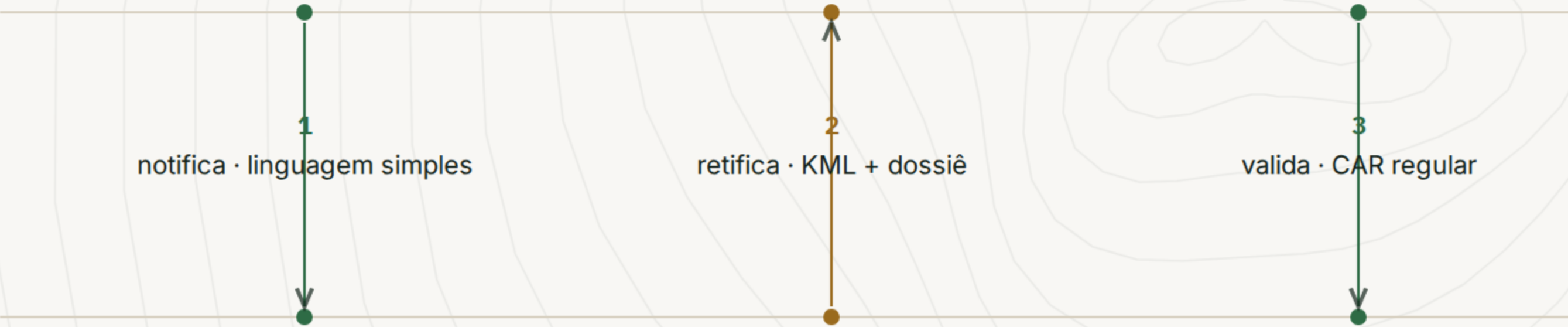
— Seu Raimundo • pequeno produtor (≤ 4 módulos fiscais) • a persona é 93,6% da base

Do outro lado, a analista da OEMA recebe milhares de cadastros na fila e nenhum critério para saber qual destravar primeiro. A Fase 0 do projeto é uma imersão — **um dia na vida do Raimundo e da Luana** — que vira a ontologia do produto.

Uma evidência, dos dois lados — e o produtor age

ÓRGÃO • Painel

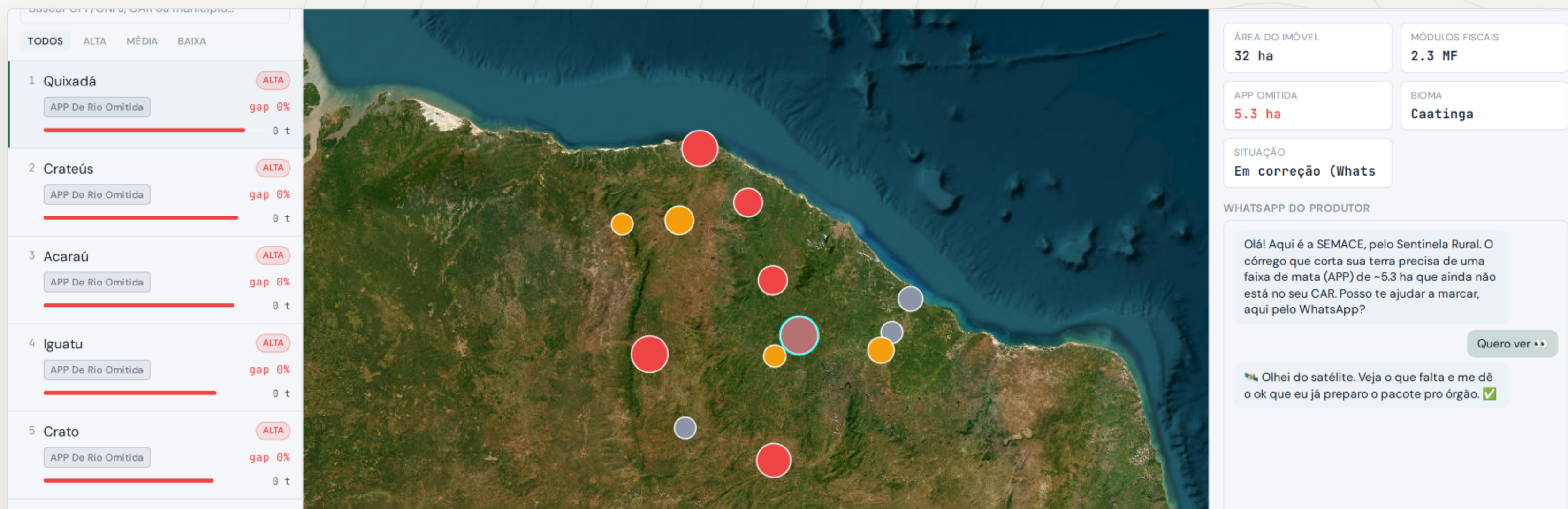
PRODUTOR • WhatsApp



o painel mostra, em tempo real: enviadas → lidas → aceitas → retificadas → validadas. O gargalo das mensagens não lidas, fechado.

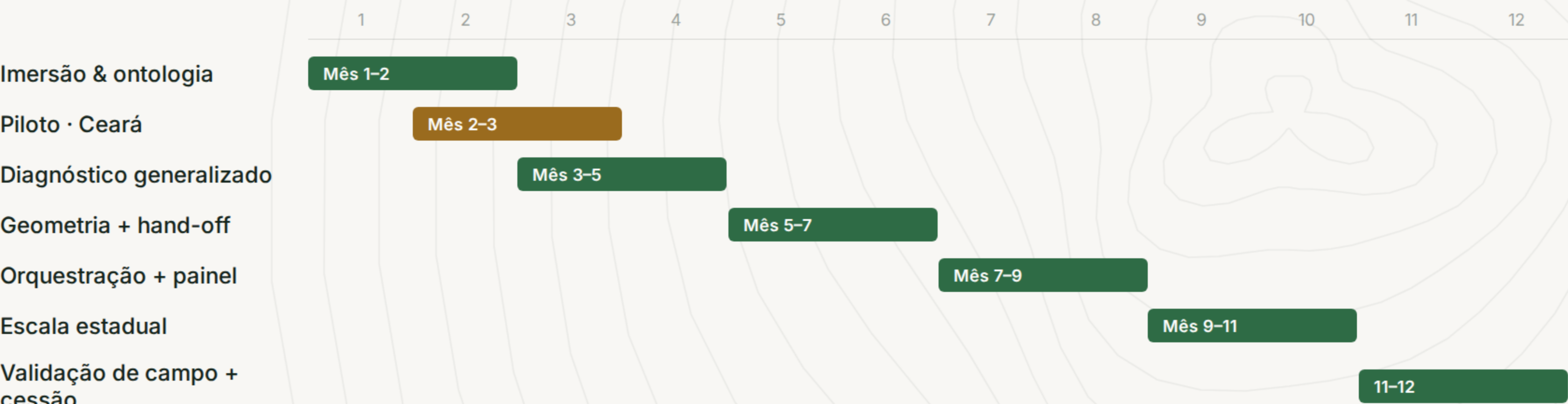
ANEXO 11 • O PRODUTO

O painel da analista, com o WhatsApp por dentro



fila de retificação do Ceará • mapa • diagnóstico por satélite • conversa com o produtor sem sair do app – no ar em hacarthon.iagrointel.com/painel

12 meses — entender, começar pequeno, escalar



ANEXO 13 • EQUIPE

Ciência de dados e satélite × geoprocessamento e governo

~5–6 pessoas-núcleo + consultivos.

Líder de projeto • relação institucional Conduz a relação com a OEMA/SFB, o contrato e a entrega. Domínio agro/ambiental.	Cientista de dados • sensoriamento remoto Motor de satélite, classificador 10 m, diagnóstico. PostGIS, Sentinel-2, MapBiomas, ML.
Especialista GIS • geoprocessamento Geometria, KML, validação de camadas, regras de APP e Reserva Legal.	Engenharia backend • WhatsApp Bot (Meta Cloud API), orquestração, integração ao DPG, segurança e LGPD.
UX • linguagem & comunicação rural A tradução em linguagem rural — o gargalo. Design de conversa.	Consultivo jurídico-ambiental • agro Código Florestal, PRA, acurácia legal. (Advisor.)

Stack aberto, custo transparente

FRENTE	CLIENTE	COBRANÇA
B2G — âncora	OEMA · SFB · MGI	piloto por marcos + continuidade por UF (faixa por nº de imóveis)
B2B — recorrente	bancos · cooperativas	API de validação de CAR (crédito condicionado a CAR regular)
Produtor	Seu Raimundo	sempre grátis
Custo variável	—	motor 100% aberto; só o WhatsApp — centavos por produtor

Segurança, papéis e cadeia de custódia

Dados públicos do SICAR; a decisão é sempre humana.

TEMA	COMO TRATAMOS
Papéis (LGPD)	Órgão = Controlador · consórcio = Operador — tratamento só sob instrução
Base legal	execução de política pública · dados já públicos no SICAR
Identidade	nº do CAR + nome no WhatsApp · sem CPF · sem gov.br · sem reidentificação (OTP/2FA plugável em produção)
Rastreabilidade	query salva + timestamp + hash SHA-256 · RIPD entregue
Decisão	sempre humana (art. 20) — apoio à decisão, nunca validação automática

ANEXO 16 • INDICADORES

O que medimos no piloto

INDICADOR	LINHA DE BASE	META (PILOTO)
Mensagens lidas + respondidas	~11% parados hoje	salto mensurável
Tempo de triagem da analista	caso a caso, manual	-50% / caso
Tempo até a retificação enviada	—	antes × depois
Disponibilidade do canal	—	> 99%

Não é protótipo. É um MVP sobre a base nacional

JÁ RODA HOJE

Bot de retificação vivo no WhatsApp (Meta Cloud API) · motor de diagnóstico sobre 8,4 M CAR em PostGIS · KML e dossiê com SHA-256 · painel da analista no ar.

hand-off verificado: o módulo oficial importa `.kml` nativamente (`controllers/geometria · toGeoJSON`) e o nosso exportador gera KML/OGC válido (`ogr2ogr`). Round-trip confirmado — não recriamos o SICAR.

TRL 6

Maturidade lastreada por artefatos reproduzíveis — não por autodeclaração. Demonstrável ao vivo sobre um CAR real.

Cada CAR corrigido é floresta de volta no mapa

O passivo que medimos vira meta de recuperação — e é a base do PRA, do mercado de carbono e da pauta da COP30.

FRENTE AMBIENTAL	IMÓVEIS NA BASE	O QUE SE DESTRAVA
APP de rio a recompor	1.949.898	faixas de mata ciliar de volta — água protegida
Reserva Legal a regularizar	2.759.118	cota de vegetação nativa por bioma • CRA / PSA
Declaração sobre área protegida	207.628	triagem anti-grilagem (TI • UC • quilombola)
Uso pré-2008 a validar	5,5 M	separa o consolidado legal do desmatamento recente

o satélite vê o que a declaração esconde – o produtor da Amazônia que declara 80% de RL “no olho” só é checado por imagem.

Inclusão digital rural — e crédito destravado

INCLUSÃO • ODS 1 • 10

93,6% pequenos

chega a quem não tem desktop, gov.br nem INCRA — pelo WhatsApp que ele já usa. No Ceará, 98,1% da base.

ODS 13 • 15 atravessam tudo: clima e vida terrestre — o CAR correto é o instrumento que o Código Florestal já previu.

ECONOMIA • ODS 8

Crédito liberado

CAR regular destrava Pronaf, crédito rural, PRA e CRA/PSA — a regularização vira renda no campo.

GOVERNANÇA • ODS 16 • 17

Bem Público Digital

rastreável e auditável; estende o RER, alinhado à pauta da COP30 e à parceria Brasil–Noruega.

ANEXO 19 · NÚCLEO ABERTO

O que abrimos no GitHub — e o que é o moat

github.com/iagrointel/sentinela-rural · MIT · reproduzível num CAR, sem chave nossa.

ABERTO · MIT (ESTE REPOSITÓRIO)

O **método** e o **núcleo** — 8 módulos · ~461 linhas: satélite **Sentinel-2** (AWS Open Data, sem GEE), **MapBiomass** (COG público), hidrografia **OSM** → APP, as **regras** (APP por buffer de rio · Reserva Legal por bioma · consolidada pré-2008), **SIGEF/SNCR sem CPF**, o antes/depois e o **KML importável** no módulo oficial; o envio no WhatsApp (Meta Cloud API).

REPRODUZA NUM CAR

`pip install -r requirements.txt → python examples/run_one_car.py`. Baixa o RGB Sentinel-2, lê o MapBiomass, busca o rio no OSM, aplica as regras e exporta o KML — **sem login, sem licença**. Já vem um perímetro público real de exemplo (PB · Caatinga).

módulos `sentinel` · `mapbiomas` · `rivers` · `diagnose` · **`sigef`** · `overlay` · `export_kml` · `whatsapp` · MIT · ~461 linhas · README PT+EN · segredos fora do versionamento

reproduzível por terceiros — qualquer estado ou país adapta — **sem expor a base montada nem a operação**. O CAR vira **Bem Público Digital** sem perder o diferencial. github.com/iagrointel/sentinela-rural

MOAT (O SERVIÇO DA EQUIPE — PRIVADO)

A **base nacional já consolidada** — 8,4 M CAR · 9 camadas · 27 estados em PostGIS — e a **operação concorrente** sobre milhões de cadastros, com a ingestão e curadoria das bases das OEMAs. Anos de trabalho sobre dado público — não um requisito fechado nem um algoritmo secreto.

STACK 100% ABERTO

Sentinel-2 · MapBiomass · IBGE/ANA · OpenStreetMap · shapely/rasterio/pyproj em **Python puro** (sem GDAL de sistema). **Sem Google Earth Engine, sem ArcGIS** — a premissa de Bem Público Digital do edital.

SENTINELA RURAL

O caminho mais curto entre o produtor e a regularidade.

Equipe 125 · método aberto · estende o RER, o Bem Público Digital do CAR.