junho/2020

mapbiomas cacau

fase 1

desenvolvimento
territorial do sul da Bahia



MAPBIOMAS

VERATERRA
Mapeamento e Consultoria Ambiental

mudanças climáticas

instituto arapyaú

equipe técnica

Marisa Gesteira Fonseca (Planejamento e Execução - Veraterra)
Marcos Rosa (Coordenador técnico – MapBiomas/ArcPlan)
Daniel Piotto (Colaborador - UFSB)
Deborah Faria (Colaboradora - UESC)
Gil Marcelo Reuss (Colaborador - UESC)
Juan Doblas Prieto (Colaborador - Programa de Pós-graduação em Sensoriamento Remoto do INPE)
Larissa Rocha Santos (Colaboradora – UESC)

gestão e articulação institucional

Cristiano Villela Dias (Centro de Inovação do Cacau)
Grazielle Cardoso (Desenvolvimento Territorial Sul da Bahia - Instituto Arapyaú)
Renata Piazzon (Mudanças Climáticas - Instituto Arapyaú)
Rafaela Bergamo (Mudanças Climáticas - Instituto Arapyaú)
Ricardo Gomes (Desenvolvimento Territorial Sul da Bahia - Instituto Arapyaú)

apoio de campo

Rodrigo Bruno de Oliveira Cavalcante (Folha Rosa)
Márcio Gabriel Chaves (Tabôa Fortalecimento Comunitário)

banco de imagens
Instituto Arapyaú

sumário

1 apresentação 07

2 contexto 09

3 métodos 12

a. ressalvas e limitações

4 resultados 16

a. formas de cultivo de cacau

b. validação do mapeamento

c. uso e cobertura da terra

I. na região

II. em propriedades inscritas no car

III. em áreas de preservação permanente

5 perspectivas futuras 32

6 agradecimentos 34

7 bibliografia 36

Índice de figuras

Figura 1: Fluxo de trabalho no MAPBIOMAS CACAU ____ 14

Figura 2: Pontos de campo visualizados sobre imagens de alta resolução da Google em áreas de cabruca, derruba total e floresta nativa não manejada ____ 17

Figura 3:Formas de cultivo de cacau encontradas durante o trabalho de campo ____ 19

Figura 4: Mapa do uso e cobertura da terra nos seis municípios de abrangência do projeto MAPBIOMAS CACAU. Áreas não florestadas podem ser antropizadas (agropecuária) ou naturais ____ 21

Figura 5: Uso e cobertura da terra em Ilhéus segundo o MAPBIOMAS CACAU e segundo o MAPBIOMAS BRASIL ____ 22

Figura 6: Área total (km^2) e proporção das classes de uso e cobertura da terra nos seis municípios de abrangência do projeto MAPBIOMAS CACAU (Ilhéus, Itabuna, Uruçuca, Itacaré, Una e Canavieiras) ____ 22

Figura 7: Área (km^2) das classes de uso e cobertura da terra em cada um dos seis municípios de abrangência do projeto MAPBIOMAS CACAU ____ 23

Figura 8: Proporção e extensão (em km^2) das classes de uso e cobertura da terra em cada um dos seis municípios de abrangência do projeto MapBiomas Cacau ____ 23

Figura 9: Mapa do uso e cobertura da terra em Canavieiras ____ 24

Figura 10:Mapa do uso e cobertura da terra em Ilhéus ____ 24

Figura 11: Mapa do uso e cobertura da terra em Itabuna ____ 25

Figura 12: Mapa do uso e cobertura da terra em Itacaré ____ 25

Figura 13: Mapa do uso e cobertura da terra em Una ____ 26

Figura 14: Mapa do uso e cobertura da terra em Uruçuca ____ 26

Figura 15: Propriedades inseridas no Cadastro Ambiental Rural (CAR) nos municípios de abrangência do projeto MAPBIOMAS CACAU ____ 28

Figura 16: Área total (km²) e proporção das classes de uso e cobertura da terra nas propriedades rurais inseridas no Cadastro Ambiental Rural (CAR) nos municípios de abrangência do projeto MAPBIOMAS CACAU (Ilhéus, Itabuna, Uruçuca, Itacaré, Una e Canavieiras) ____ 28

Figura 17: Proporção e extensão das classes de uso e cobertura da terra dentro de propriedades inseridas no Cadastro Ambiental Rural (CAR) em cada um dos municípios de abrangência do projeto MAPBIOMAS CACAU ____ 29

Figura 18: Área total (km²) e proporção das classes de uso e cobertura da terra nas áreas de preservação permanente hídricas nos seis municípios de abrangência do projeto MAPBIOMAS CACAU (Ilhéus, Itabuna, Uruçuca, Itacaré, Una e Canavieiras) ____ 30

Figura 19: Extensão (km²) das classes de uso e cobertura da terra de áreas de preservação permanente hídrica em cada um dos seis municípios de abrangência do projeto MAPBIOMAS CACAU ____ 30

Figura 20: Exemplo de mapeamento do uso e cobertura da terra em áreas de preservação permanente (APP) hídrica ____ 31

Índice de tabelas

Tabela 1: Matriz de confusão e acurácia (Ac.) do produtor e do usuário de cada classe do mapeamento (cacau sombr. = cacau sombreado) 20

Tabela 2: Área inserida no Cadastro Ambiental Rural em cada um dos municípios de abrangência do projeto MAPBIOMAS CACAU 27

01
apresentação



apresentação

O Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso da Terra do Brasil (MAPBIOMAS) é uma iniciativa que envolve uma rede colaborativa de especialistas visando a contribuir para o entendimento da dinâmica do uso e cobertura da terra no Brasil. Esta iniciativa já produziu mapas de uso e cobertura da terra para todo território brasileiro de 1985 a 2019 (veja mais em https://mapbiomas.org/).

Com um foco mais regional, o MAPBIOMAS CACAU nasceu de demandas - tanto por parte de Universidades, ONGs, Ministério Público, como do setor privado - de maior detalhamento do mapeamento do uso e cobertura da terra na região cacaueira do Sul da Bahia. Em especial, o projeto se propôs a enfrentar o desafio técnico de mapear áreas de cultivo de cacau sombreado, separando-as daquelas cobertas por vegetação nativa não manejada. Devido à similaridade destas áreas quando analisadas por meio de imagens de satélite, o cultivo de cacau sombreado em geral é simplesmente classificado como "floresta" em mapeamentos na escala nacional ou mundial. Diante da grande importância econômica do cultivo de cacau sombreado na região e do seu potencial para conciliar o uso econômico da terra com a conservação dos ecossistemas locais, este mapeamento é essencial para subsidiar políticas públicas, ações de preservação e recuperação ambiental, pesquisas científicas, e para orientar a expansão da cacauicultura sustentável.

O projeto abrangeu nesta primeira etapa seis municípios (Canavieiras, Ilhéus, Itabuna, Itacaré, Una e Uruçuca), do Território de Identidade Litoral Sul da Bahia, que juntos cobrem aproximadamente 5,8 mil km^2, uma extensão territorial similar à do Distrito Federal. Financiado pelo Instituto Arapyaú e executado pelo Centro de Inovação do Cacau (CIC), o projeto contou até o momento com a colaboração de pesquisadores da UESC e da UFSB, da ONG Tabôa Fortalecimento Comunitário e do Ministério Público da Bahia.

Este relatório resume as atividades realizadas de junho de 2019 a maio de 2020 e os resultados obtidos no período. Espera-se que seja o primeiro passo para o monitoramento da cacauicultura na região e que contribua efetivamente para o planejamento territorial no **G6**, visando o equilíbrio entre uso econômico e preservação ambiental.

Boa leitura!

02
contexto



contexto

O cultivo de cacau foi introduzido na Bahia a partir de sementes trazidas do Pará na primeira metade do século XVIII[1]. Os primeiros plantios de cacau no estado foram estabelecidos a partir do corte e queima da vegetação nativa ou em áreas já desmatadas. O cacau era sombreado inicialmente por cultivos temporários, como mandioca e milho, depois por árvores nativas que regeneravam espontaneamente. A partir de 7 a 10 anos o sombreamento era removido e o cacau era mantido a pleno sol[1].

A primeira expansão significativa do cultivo no sudeste do Estado se deu entre o final do século XIX e o início do século XX, substituindo a monocultura da cana-de-açúcar e avançando sobre as áreas de floresta. Nas primeiras décadas do século XX, o cacau começou a ser plantado no sub-bosque da floresta, após a remoção da vegetação herbácea e arbustiva e o raleamento do sombreamento pela retirada de uma parte das árvores. Poupava-se do corte principalmente árvores altas, com folhagem pouco densa e de madeira de lei [1]. O ato referido como "cabrocar" a floresta, ou seja, remover o sub-bosque e ralear sua cobertura arbórea, originou o termo "cabruca", que passou a designar o cultivo de cacau no sub-bosque da floresta nativa.

Após enfrentar crises relacionadas a questões fitossanitárias e à economia mundial[2], houve um novo ciclo de expansão a partir de 1964, baseado na intensificação da cacauicultura por meio da adoção do sistema chamado "derruba total". Este sistema, preconizava a derrubada e queima da vegetação previamente existente, seguida pelo plantio de cacau sombreado provisoriamente por banana e, depois, definitivamente, por árvores de espécies exóticas do gênero Erythrina. Durante muitas décadas o cacau representou mais de 50% das exportações estaduais. Em termos nacionais, quando a produção atingiu o seu pico, na década de 1970, a cultura do cacau participava com 0,6 do PNB (Produto Nacional Bruto) brasileiro.

No final da década de 80, um fungo (Moniliophthora perniciosa) popularmente conhecido como a vassoura de bruxa, se espalhou pelas lavouras do sul da Bahia, e somado com a menor cotação da história (US$ 900 por tonelada) e insuficientes investimentos em inovação produtiva favoreceram a decadência da lavoura cacaueira da Bahia. A produção que já havia chegado em aproximadamente 300 mil toneladas de cacau na década de 1990 caiu para apenas 96 mil toneladas em 2000 no Estado[3,4]. Apesar da queda vertiginosa na produção, a redução da

área plantada foi proporcionalmente menor[2,4] e o cacau permaneceu como o principal cultivo agrícola no sul da Bahia. Estima-se que em 2015, o cacau ainda recobria 87% da área de cultivo agrícola na região[2]. Além disso, a produção, ainda que reduzida, continuou ocupando papel de destaque no cenário nacional. Em 2018, as mesorregiões do centro-sul e do sul baiano responderam juntas por 47% da produção de cacau no Brasil[5]. A microrregião Ilhéus-Itabuna sozinha foi responsável por 30% da produção nacional no mesmo ano[5].

Além da importância econômica do cultivo, a manutenção da cobertura florestal, sob a qual a maior parte do cacau é produzido nos municípios do **G6**, traz benefícios para a manutenção de serviços ecossistêmicos como a conservação da biodiversidade, do estoque de carbono e do ciclo hidrológico local. Embora as cabrucas não substituam florestas primárias em termos de riqueza de espécies arbóreas, elas apresentam alta diversidade em relação a outros sistemas agroflorestais, incluindo alta riqueza de espécies de interior florestal. Além disso, as cabrucas aumentam a heterogeneidade da paisagem, podendo servir de corredores ecológicos e zonas tampão, sendo, portanto, de grande importância para a conservação de espécies arbóreas[6,7]. No que diz respeito aos animais, em geral a resposta varia muito entre grupos taxonômicos, assim como entre paisagens com diferentes proporções de floresta não manejada e cabruca. As cabrucas podem abrigar uma proporção considerável das espécies da fauna da região (embora não todas), incluindo espécies ameaçadas de extinção (como o mico-leão-da-cara-dourada), mas esse potencial de conservação pode ser comprometido se a cobertura de florestas não manejadas for pequena na paisagem[6,8].

A proporção de diferentes classes de uso e cobertura da terra, assim como a localização e configuração das mesmas na paisagem, pode ser estimada através do uso de imagens obtidas por satélites ou sensores aerotransportados. Essas tecnologias evoluem rapidamente com o tempo, tanto no que diz respeito às imagens disponíveis quanto aos métodos e ferramentas de análise. As poucas iniciativas anteriores de mapeamento do cultivo de cacau sombreado no sul da Bahia foram publicadas em 2001 (com base em imagens de 1994)[9] e em 2003 (com imagens de 1996-1997)[10]. Um outro estudo mapeou o uso e cobertura da terra na bacia do rio Almada, incluindo a classe "cabrucas", utilizando imagens de 2006[11]. Há ainda disponíveis mapeamentos mais recentes da cobertura florestal na Mata Atlântica[12], no Brasil[13] e no mundo[14], mas nenhum destes separa o cultivo de cacau sombreado de áreas cobertas por florestas não manejadas.

Diante da inexistência de dados atualizados sobre a distribuição espacial do cultivo de cacau no **G6**, o MAPBIOMAS CACAU associou as últimas tecnologias disponíveis em processamento de imagens de satélite a bancos de dados previamente existentes e o profundo conhecimento de pesquisadores das instituições parceiras sobre a região para produzir um mapa que diferencie áreas de floresta nativa não manejada daquelas onde o cacau é produzido.

03
métodos



métodos

Os métodos adotados no MAPBIOMAS CACAU partiram da expertise acumulada no MAPBIOMAS BRASIL, que se baseia no uso de algoritmos de aprendizagem de máquina *(machine learning)* e da plataforma Google Earth Engine (GEE). O GEE é uma plataforma computacional que permite ao usuário acessar, no mesmo local, um incrível acervo de imagens disponibilizadas gratuitamente por diversas instituições do mundo, além de escrever e rodar *scripts*[a] para realizar análises geoespaciais na nuvem, ou seja, utilizando a capacidade de processamento e armazenamento dos computadores da Google. Contudo, para que fosse possível separar as classes "cacau sombreado" e "floresta", uma série de modificações dos métodos adotados para a Mata Atlântica no MAPBIOMAS BRASIL foram testadas ao longo do primeiro ano do MAPBIOMAS CACAU, até que se chegasse a um mapa com exatidão satisfatória.

No mapeamento produzido no MAPBIOMAS CACAU foram utilizadas imagens dos satélites Sentinel 2, Sentinel 1, com maior resolução espacial e temporal que as imagens Landsat utilizadas no MapBiomas Brasil, e uma imagem de declividade do terreno. Tendo em vista que a missão Sentinel 2 revisita cada área em intervalos de cinco dias, o primeiro passo foi montar uma coleção de todas as imagens disponíveis para certos períodos. Foi aplicado um filtro para remoção dos pixels[b] com nuvens e suas sombras, que são muito comuns na região do **G6**. As imagens filtradas disponíveis para o período foram transformadas em novas bandas utilizando os valores da mediana, amplitude, mínimo, máximo e desvio padrão de todos os pixels com informações válidas.

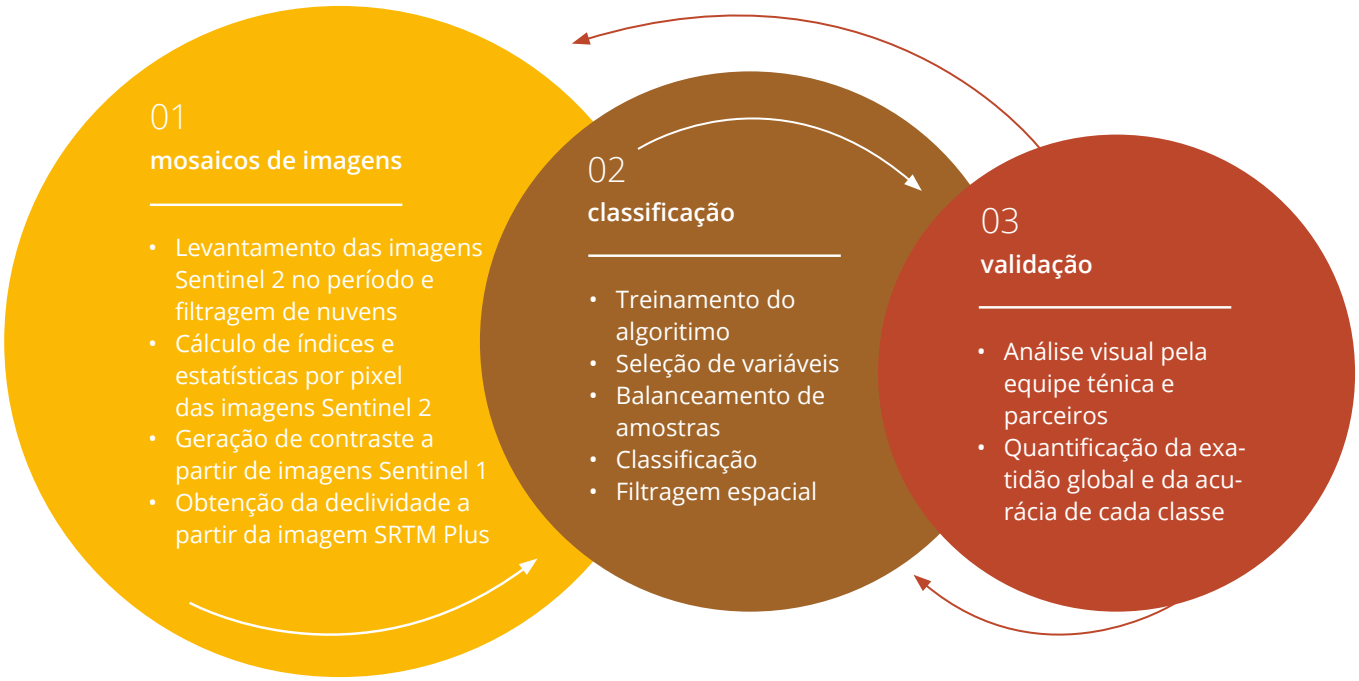
A missão Sentinel 1 produz e disponibiliza imagens de radar, que apresentam informações e características muito diferentes daquelas da Sentinel 2. Neste caso, foram geradas imagens de textura, uma análise que quantifica o padrão de distribuição espacial dos valores em pequenos pedaços da imagem. Entre as diferentes medidas de textura disponíveis, utilizou-se o contraste. Esta imagem foi "empilhada" com as camadas produzidas a partir do Sentinel 2 e com uma imagem de declividade do terreno, obtida a partir do dado SRTM Plus, para compor o conjunto total de possíveis variáveis a serem usadas na geração do mapa classificado. Foram feitos ainda testes com imagens Planet e Palsar2, mas estas não produziram bons resultados.

[a] Scripts são textos, em linguagem de programação, contendo uma série de instruções para que a máquina execute determinadas tarefas. No caso do MAPBIOMAS CACAU a linguagem utilizada é a Javascript.
[b] Pixel é o menor ponto que forma uma imagem digital, sendo que um conjunto de pixels forma a imagem inteira.

Para "treinar" o algoritmo de classificação de imagens utilizado, chamado Random Forest, a "reconhecer" as classes de uso e cobertura da terra, foi usado um banco de dados pré-existente contendo coordenadas geográficas de áreas de cabruca e vegetação nativa não manejada, cedido pelos pesquisadores colaboradores do projeto. Para complementar esse banco de dados, foram realizados 13 dias de trabalho de campo coletando pontos adicionais destas classes e da classe "áreas não florestadas". Estes pontos coletados foram separados aleatoriamente em amostras de treinamento complementares e pontos de validação, ou seja, pontos para verificar a exatidão do mapa classificado. Amostras de área urbana e água foram coletadas a partir de imagens de alta resolução disponíveis no GEE.

A partir de então foram realizados inúmeros testes, avaliando diferentes: 1) períodos para geração dos mosaicos; 2) combinações de variáveis; 3) números de amostras de cada classe; 4) combinações de classes de uso e cobertura da terra. O resultado de cada classificação passa por um filtro espacial para remoção de pixels isolados. O mapa resultante foi avaliado com base no conhecimento da equipe técnica e na quantificação da exatidão a partir dos pontos de campo coletados (veja item 4b). Caso o resultado não fosse satisfatório, novos parâmetros dos mosaicos e da classificação eram testados[c]. A *Figura 1* apresenta um resumo esquemático do fluxo de trabalho para a geração do mapeamento de uso e cobertura da terra no **G6** no âmbito do MAPBIOMAS CACAU.

Figura 1: Fluxo de trabalho no MAPBIOMAS CACAU



[c] A versão final do mapa foi gerada usando mosaico Sentinel 2 (S2) de junho a setembro de 2018, mosaico Sentinel 1 (S1) de dezembro de 2017 e janeiro de 2018, e SRTM Plus e as seguintes variáveis (bandas das imagens): 'S2_blue_mediana', 'S2_green_mediana', 'S2_red_mediana', 'S2_red edge 1_mediana', 'S2_red edge2_mediana', 'S2_red edge 3_mediana', 'S2_nir_mediana', ' S2_red edge 4_mediana', 'S2_swir1_mediana', ' S2_swir2_mediana', ' S2_ndvi_desvio_padrão', 'SRTM_slope', 'S1_HV_contrast'.

Em seguida, foi gerada uma máscara de 1500 m a partir da linha da costa, segundo os limites municipais da base cartográfica do IBGE, e os pixels erroneamente classificados como cacau sombreado nessa faixa foram convertidos para vegetação nativa não manejada. O mapeamento foi então convertido para um arquivo tipo shapefile e depois cruzado com (i) limites municipais na escala 1:250.000 (IBGE 2015); (ii) área do imóvel (AI) nos arquivos da base SICAR (SFB-MAPA, baixado de http://www.car.gov.br/publico/municipios/downloads?sigla=BA em 02 de maio de 2020) e (iii) áreas de preservação permanente hídricas disponibilizada pelo Mapeamento em Alta Resolução dos Biomas Brasileiros na escala 1:250.000 (Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável, baixado de http://geo.fbds.org.br/ em 02 de maio de 2020). Os cálculos de área foram feitos utilizando a projeção cartográfica Albers Equal Area.

a. Ressalvas e limitações

A distinção entre cacau sombreado e floresta nativa não manejada foi possível principalmente devido a características do dossel[d] e declividade do terreno e não pela presença do cacau no sub-bosque em si. Por isso, é bastante provável que áreas de cacau sombreado abandonadas, mesmo com poucos pés de cacau atualmente, tenham sido mapeadas como áreas de cultivo. A área mapeada de cacau sombreado, portanto, não deve ser entendida como área efetivamente produtiva hoje em dia. A correção desta limitação dependeria do uso de dados de sensoriamento remoto que penetram no interior da floresta, como dados de radar ou laser, e deve ser buscada nas próximas etapas do projeto (veja mais no item 5). Outras áreas de potencial confusão são florestas que foram sujeitas a exploração seletiva de madeira, o que pode resultar em falhas no dossel e formatos de copa característicos de cabrucas. Leia mais sobre confusões entre classes no item 4b.

As áreas de cultivo de cacau, assim como as florestas nativas, são extremamente heterogêneas. Assim, em uma mesma área de cultivo de cacau, por exemplo, frequentemente há trechos mais ou menos abertos ou onde as perturbações do dossel foram mais recentes ou mais antigas. Adicionalmente, nos municípios de abrangência do projeto, há áreas relativamente pequenas em um determinado uso ou cobertura, como pequenas roças, pequenos trechos de cultivo de cacau, ou fragmentos florestais. Por tanto, embora mapeamento tenha resolução espacial de 10 m, não é recomendado seu uso em escala cartográfica superior a 1:100.000. As estimativas de área também devem ser usadas com cautela, em especial na escala inframunicipal.

[d] Dossel é o estrato superior da floresta, formado pela copa das árvores mais altas

04
resultados



resultados

a. Formas de cultivo de cacau

Distinguir áreas de cabruca, derruba total e floresta nativa através da inspeção visual de imagens de satélite não é uma tarefa fácil, mesmo quando se observa imagens de alta resolução espacial *(Figura 2)*. Seria razoável esperar, no entanto, que em campo seja possível distinguir áreas de cabruca, onde o cacau seria sombreado por espécies de árvores nativas características de florestas maduras, daquelas onde o cacau é cultivado no sistema derruba total, predominantemente sob Erythrina sp. ou outras espécies exóticas (veja item 2 para uma explicação destes termos). Durante o trabalho de campo realizado no âmbito do MAPBIOMAS CACAU, contudo, foi registrada uma realidade bem mais complexa em termos de composição florística do estrato arbóreo no cultivo de cacau sombreado no **G6**.

Embora tenham sido encontradas áreas cacaueiras com monodominância de Erythrina sp. nos moldes do sistema "derruba total", foram ainda mais comuns áreas com muitas árvores nativas misturadas com indivíduos de Erythrina sp. em diferentes densidades, formando um contínuo. Segundo relatos ouvidos durante o trabalho de campo, estas últimas áreas podem ser resultantes tanto de (i) derruba total abandonada, onde espécies nativas regene-

Figura 2: Pontos de campo visualizados sobre imagens de alta resolução da Google em áreas de cabruca, derruba total e floresta nativa não manejada



raram espontaneamente; (ii) locais onde Erythrinas foram plantadas depois que o cacau já estava estabelecido para "preencher" falhas na cobertura florestal nativa ou (iii) onde houve invasão espontânea de indivíduos de Erythrina. Adicionalmente, estas áreas podem ser locais onde a derruba total não foi implantada à risca. Há registro na literatura de que muitos agricultores que receberam crédito do PROCACAU não seguiram estritamente as recomendações técnicas do programa e que os próprios extensionistas às vezes orientavam os agricultores a modificar algumas práticas do método "derruba total", estimulando o aproveitamento de árvores nativas espontâneas[1].

Por outro lado, há também muitas áreas sem Erythrina que já foram desmatadas no passado e que hoje apresentam cacau plantado em cobertura de árvores nativas características de estágios iniciais e intermediários da sucessão florestal, ou seja, diferentes das cabrucas em cobertura florestal primária (nunca antes completamente desmatada). Em alguns desses casos, já se observa indivíduos jovens de espécies características de florestas maduras se estabelecendo. Mesmo quando sob cobertura florestal primária, as cabrucas variam muito na quantidade de sombreamento, o que também representa um desafio. O cacau pode ainda ser plantado em consórcio com árvores frutíferas ou apenas com seringueiras. A *Figura 3* ilustra algumas dessas formas de cultivo de cacau encontradas durante o trabalho de campo.

Diante de toda essa complexidade de estruturas florestais e históricos de uso nas áreas de produção de cacau, somada à similaridade destas áreas quando vistas através de imagens de satélite, neste primeiro ano de atividades o Projeto MAPBIOMAS CACAU centrou esforços em separar a classe "cacau sombreado" das florestas nativas não manejadas. Essa distinção representa um importante avanço técnico e fornece informações inéditas sobre o uso e cobertura da terra atual no **G6**. O detalhamento das classes utilizadas, como por exemplo a distinção entre áreas de cabruca e de derruba total, dependerá do teste de novos dados e métodos de análise, o que é esperado para etapas futuras do projeto (veja item 5).

b. Validação do mapeamento

A comparação quantitativa entre o mapa obtido *(Figura 4*) e os pontos de referência (visitados em campo ou obtidos em imagens de alta resolução, no caso das classes água e área urbana), comumente chamada de "matriz de confusão", encontra-se resumida na *Tabela 1*. A linha diagonal da tabela apresenta os pontos de referência que correspondem à classe correta no mapa. A soma dos valores dessa linha dividida pelo número total de pontos fornece a estimativa da exatidão global do mapa, que foi de 80%. Os erros e acertos

em cada classe de uso e cobertura da terra são resumidos na última coluna e na última linha da tabela. A última coluna apresenta a acurácia do produtor, que quantifica a proporção dos pontos de referência da classe que foram corretamente classificados no mapa, indicando erros de omissão (dados pelo valor '1 - acurácia do produtor'). A acurácia do usuário, apresentada na

Figura 3: Formas de cultivo de cacau encontradas durante o trabalho de campo.



derruba total com monominância erythrina



derruba total com erythrina e árvores nativas



derruba total com erythrina abandonada



cabruca com cobertura florestal primária (cedro)



cabruca muito aberta, com espécies nativas (pau-sangue, jequitibá, gameleira)



regeneração de nativas (cedro novo) em área que provavelmente era cultivo de cacau a pleno sol ou capoeira



cacau em consórcio com outras frutíferas (banana e jenipapo)



cacau com seringueira

última linha, estima a probabilidade de um pixel classificado no mapa representar a categoria correta no solo, indicando erros de comissão 15, de forma análoga.

Depois da água, a classe "área não florestada" foi a que obteve maior acurácia do produtor, ou seja, menor erro de omissão. Esta classe inclui principalmente pastos limpos e sujos, mas também cultivos agrícolas anuais e permanentes, como pupunha, coco, seringa, laranja e café. Áreas de restinga herbácea/arbustiva e campos alagados foram também incluídos nesta classe, embora ocorram em pequena proporção em comparação com áreas de agropecuária. Segundo o MAPBIOMAS, áreas naturais não florestais e outras áreas não vegetadas (excluindo-se infraestrutura urbana) ocupam aproximadamente 2% da área total do **G6**.

O maior erro encontrado foi na classe floresta, que teve 18 dos seus 49 pontos de campo classificados como "cacau sombreado" no mapa e 1 como área não florestada (erros de omissão). O erro de comissão nesta classe (áreas de floresta no mapa que não correspondem à classe no campo) foi similar, embora um pouco menor (33% de erro). Como mencionado anteriormente, essa dificuldade de separar floresta nativa não manejada de áreas de cultivo sob cobertura arbórea era esperada e deve-se tanto à similaridade dessas áreas quando "vistas" por imagens de satélites quanto à heterogeneidade dentro de cada classe. A classe cacau sombreado, contudo, apresentou acurácias do produtor e do usuário mais altas (79% e 78%, respectivamente), ou seja, erros de omissão e comissão aceitáveis. Conclui-se, desta forma, que o MAPBIOMAS CACAU produziu, no seu primeiro ano de atividades, um mapa útil para diversas aplicações (veja ressalvas no item 3a), mas que pode e deve ser aperfeiçoado nas próximas etapas, seja pela inclusão de novos dados de campo, de satélites ou novas análises.

Tabela 1: Matriz de confusão e acurácia (Ac.) do produtor e do usuário de cada classe do mapeamento (cacau sombr. = cacau sombreado)

		mapa					
campo	*classes*	floresta	cacau somb.	água	área urbana	área não florestada	SOMA	ac. do produtor
	floresta	30	18	0	0	1	49	0,61
	cacau somb.	14	77	0	0	7	98	0,79
	água	0	0	30	0	0	30	1,00
	área urbana	0	0	0	23	7	30	0,77
	área não florestada	1	4	0	0	44	49	0,90
	SOMA	45	99	30	23	59	256	
	ac. do Usuário	0,67	0,78	1,00	1,00	0,75		

c. Uso e cobertura da terra

I. Na região

A principal classe de uso e cobertura da terra no **G6** *(Figura 4)* é a de cacau sombreado (37% da área total), seguida de área não florestada e floresta, que cobrem em torno de 30% da região, cada uma *(Figura 6)*. Esses números são compatíveis com aqueles obtidos pelo MAPBIOMAS, que não distingue entre floresta e cacau sombreado, para os mesmos municípios. A área de floresta estimada por esta última iniciativa é apenas 8% superior à soma da área de floresta e cacau sombreado estimada pelo MAPBIOMAS CACAU *(Figura 5)*, mesmo usando imagens de satélite e amostras de treinamento diferentes. A maior parte desta área de floresta no MAPBIOMAS que não foi classificada como floresta ou cacau sombreado no MAPBIOMAS CACAU entrou na classe área não florestada neste último.

Estima-se que mais de 2.100 km^2 da região sejam cobertos por cultivo de cacau, dos quais a maior parte se encontra em Ilhéus, seguido por Una *(Figura 7)*. Ilhéus e Una têm também a maior área absoluta de cobertura de vegetação nativa não manejada. A maior área absoluta de área não florestada se encontra em Canavieiras *(Figura 7)*.

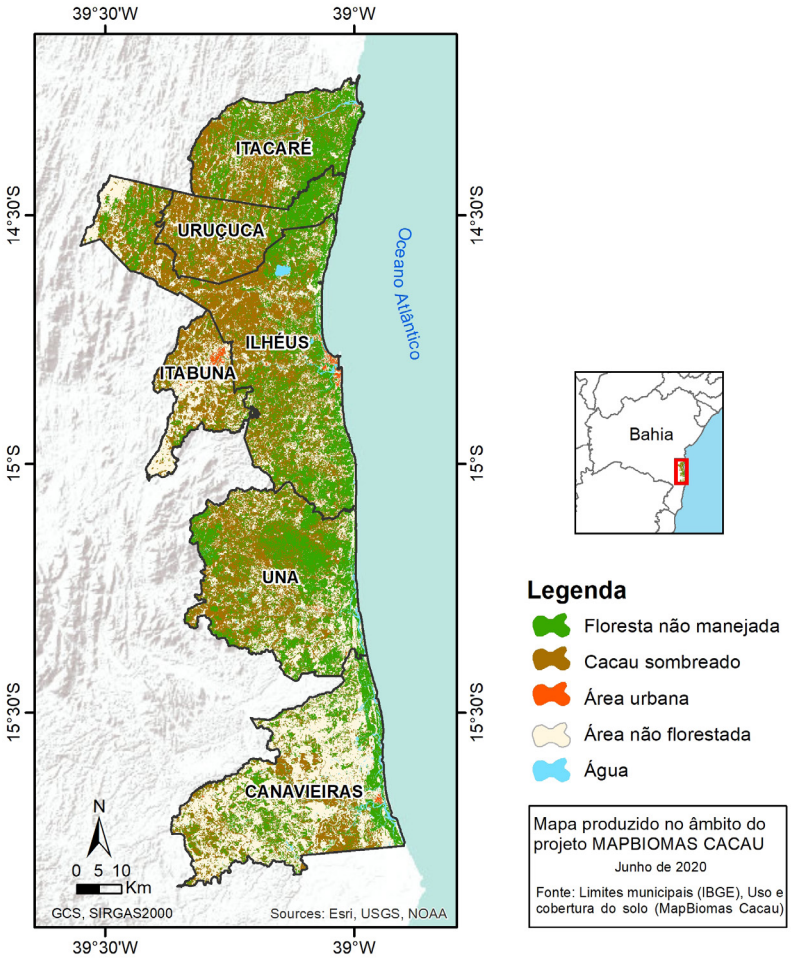


Figura 4: Mapa do uso e cobertura da terra nos seis municípios de abrangência do projeto MAPBIOMAS CACAU. Áreas não florestadas podem ser antropizadas (agropecuária) ou naturais.

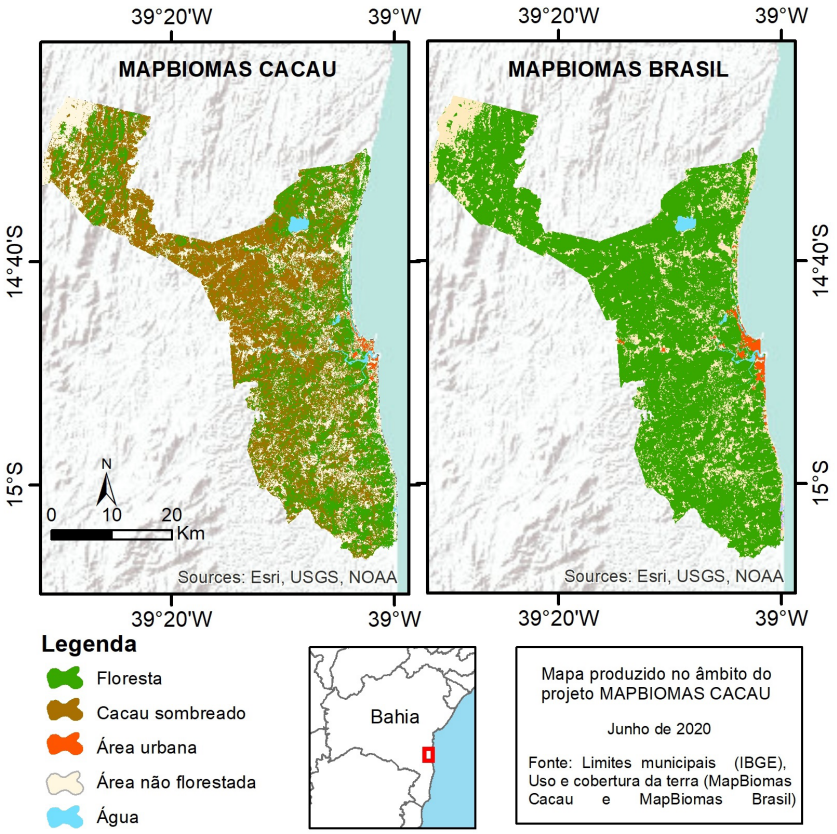


Figura 5: Uso e cobertura da terra em Ilhéus segundo o MAPBIOMAS CACAU e segundo o MAPBIOMAS BRASIL.

Como os municípios diferem muito em sua área total, é relevante, adicionalmente, analisar a proporção das classes de uso e cobertura da terra em cada um *(Figura 8)*. Os municípios com maior proporção de área não florestada são Canavieiras e Itabuna. Mais da metade do município de Uruçuca é coberta por cacau sombreado, enquanto a menor proporção desta classe ocorre em Canavieiras (22%). A proporção de cobertura florestal não manejada variou de 10% da área municipal em Itabuna a 43% em Itacaré. A área urbana cobre no máximo 3% da área municipal, que é o caso em Itabuna.

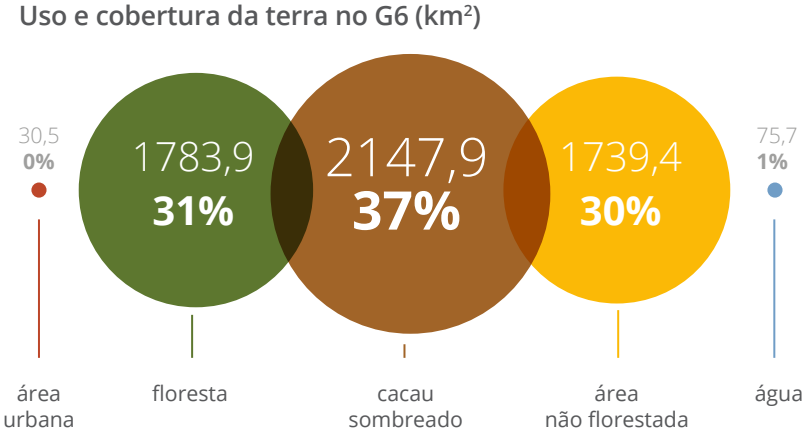


Figura 6: Área total (km²) e proporção das classes de uso e cobertura da terra nos seis municípios de abrangência do projeto MAPBIOMAS CACAU (Ilhéus, Itabuna, Uruçuca, Itacaré, Una e Canavieiras).

Figura 7: Área (km²) das classes de uso e cobertura da terra em cada um dos seis municípios de abrangência do projeto MAPBIOMAS CACAU.

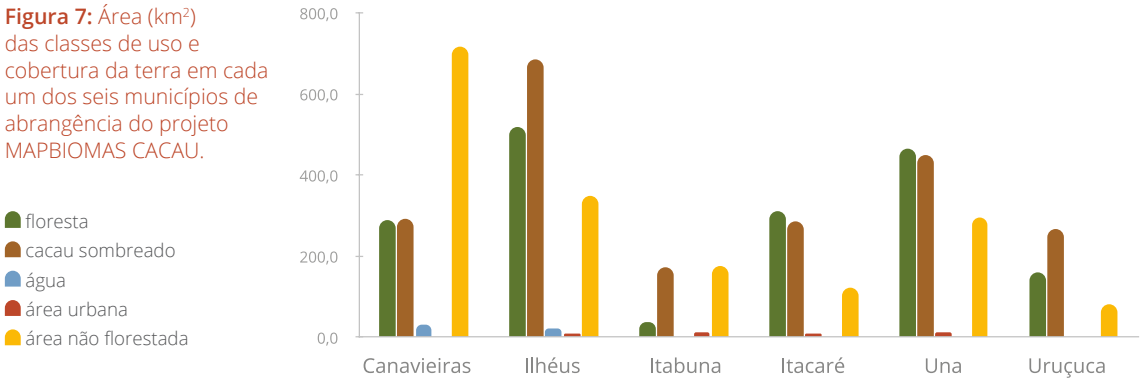
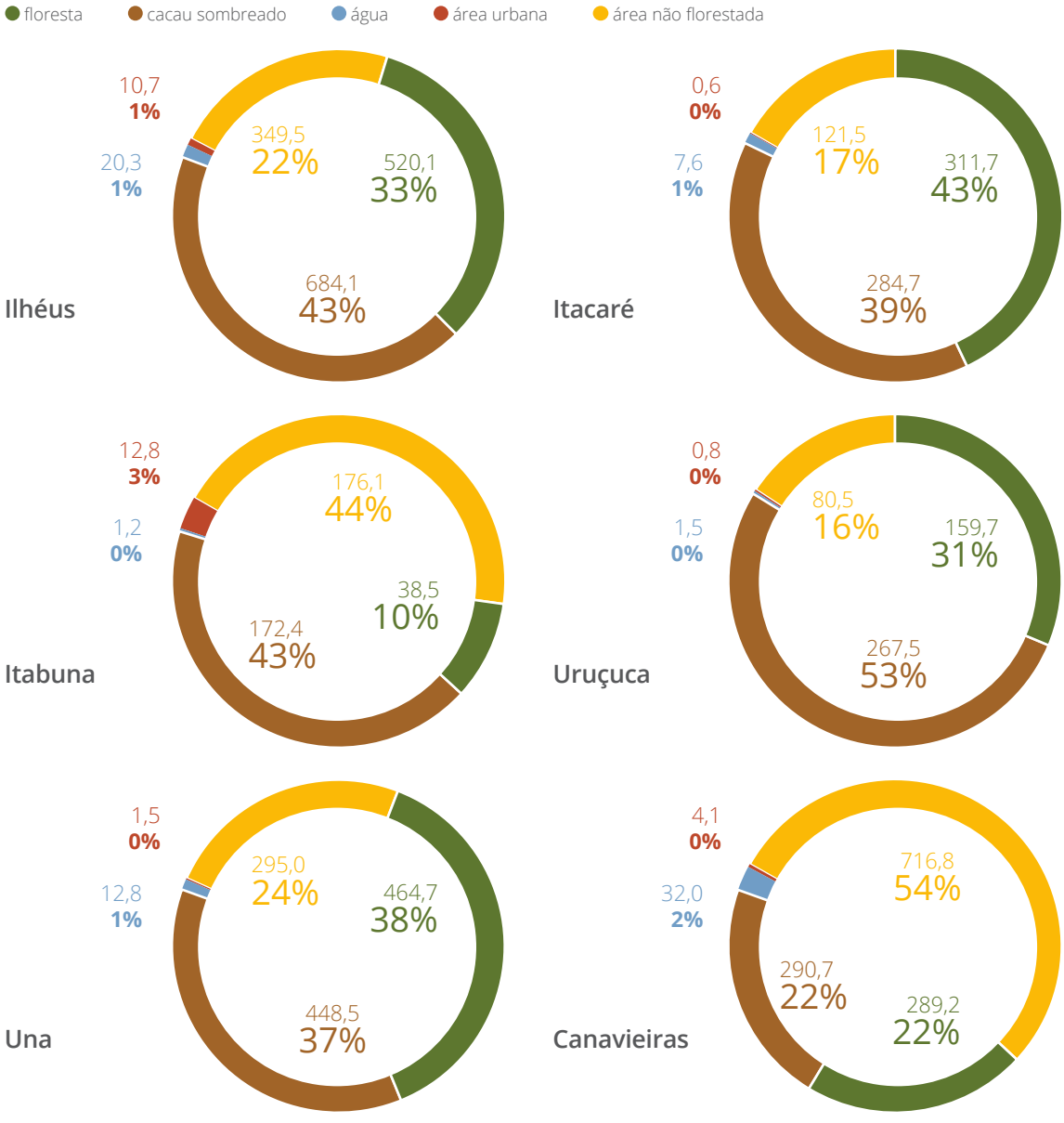


Figura 8: Proporção e extensão (em km²) das classes de uso e cobertura da terra em cada um dos seis municípios de abrangência do projeto MapBiomas Cacau.



Nas páginas seguintes, são apresentados os mapas de uso e cobertura da terra dos municípios de abrangência do projeto em escala que permite melhor visualização: Canavieiras *(Figura 9)*, Ilhéus *(Figura 10),* Itabuna *(Figura 11)*, Itacaré *(Figura 12)*, Una (*Figura 13)* e Uruçuca *(Figura 14)*.

Figura 9:
Mapa do uso e cobertura da terra em Canavieiras.

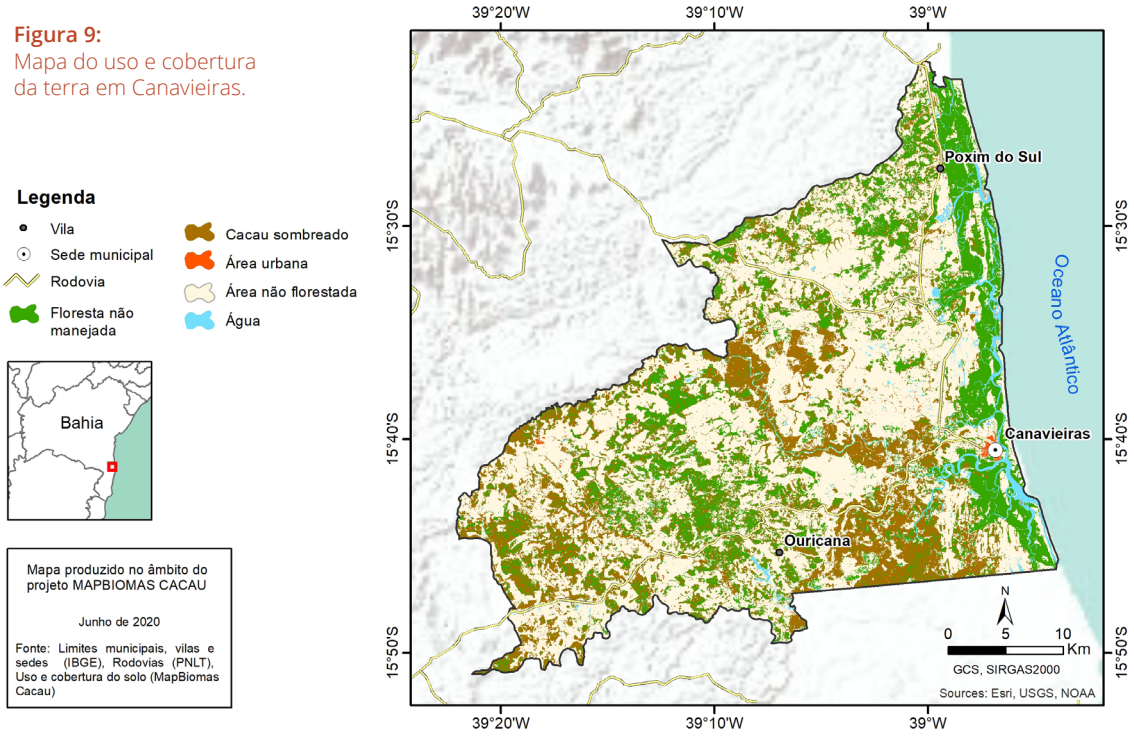


Figura 10:
Mapa do uso e cobertura da terra em Ilhéus

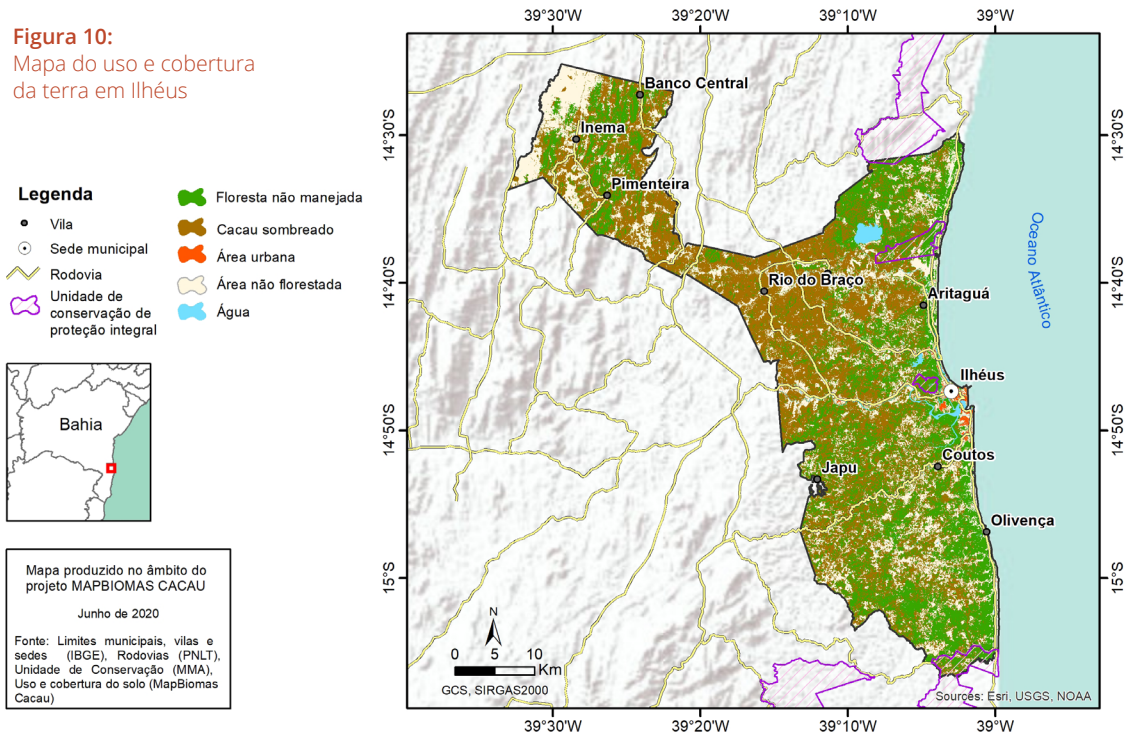


Figura 11:
Mapa do uso e cobertura da terra em Itabuna

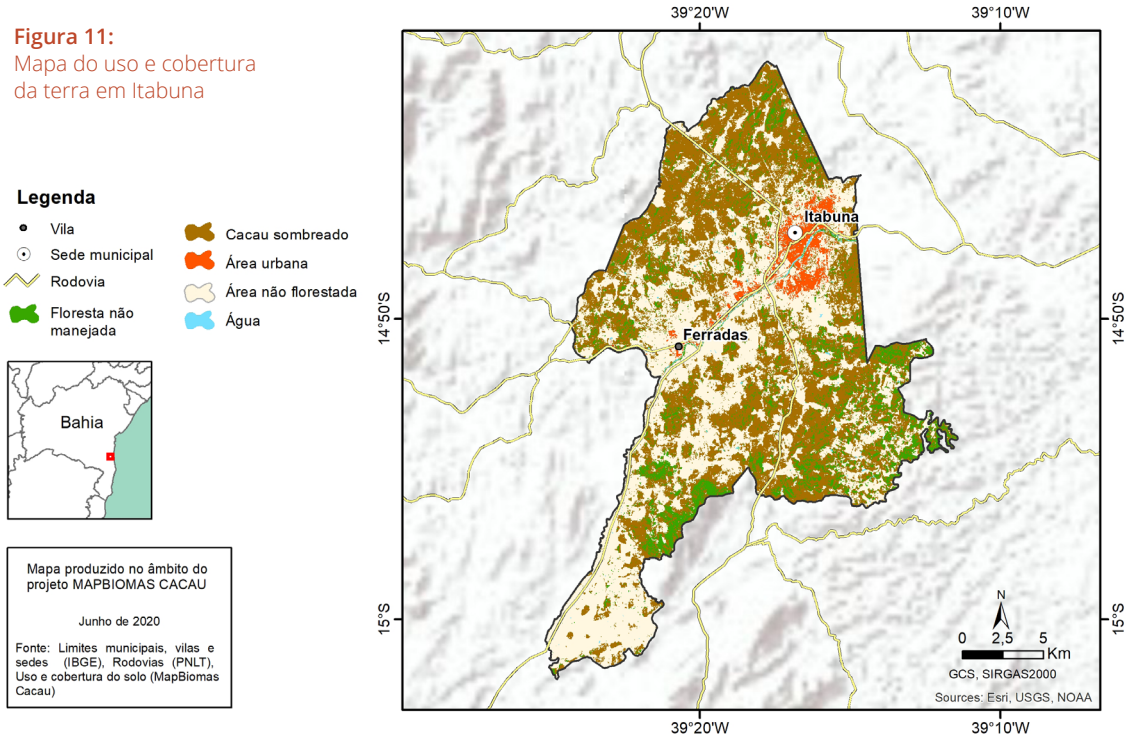


Figura 12:
Mapa do uso e cobertura da terra em Itacaré

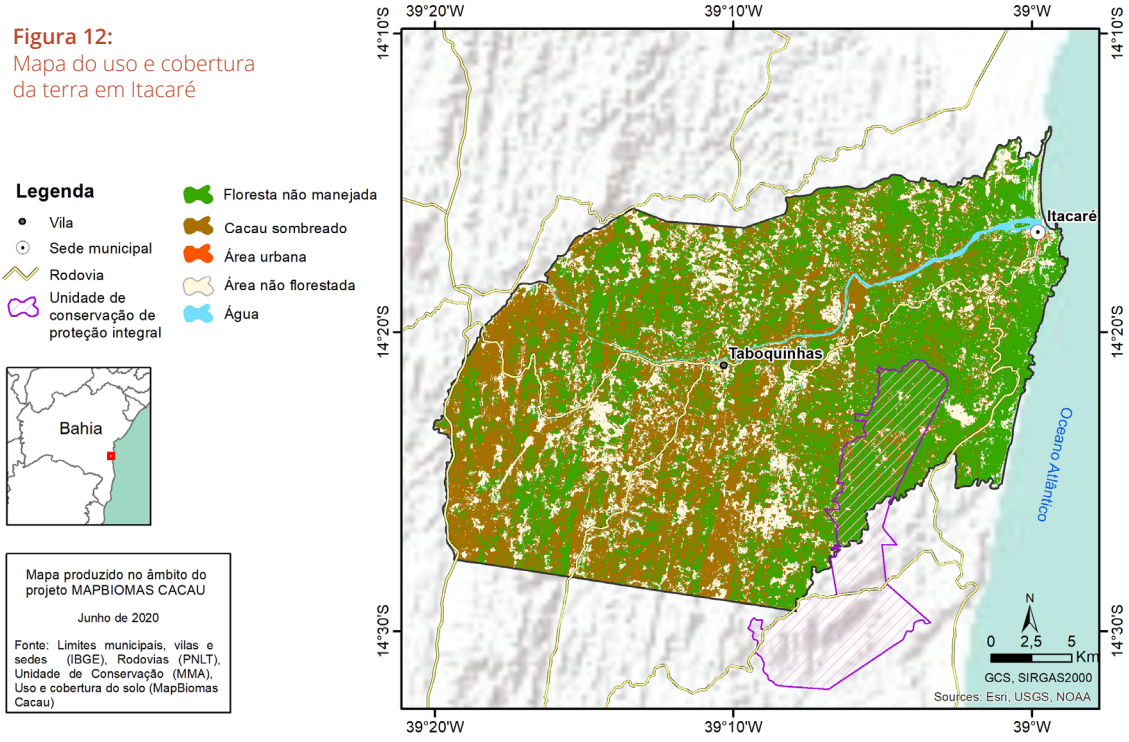


Figura 13:
Mapa do uso e cobertura da terra em Una

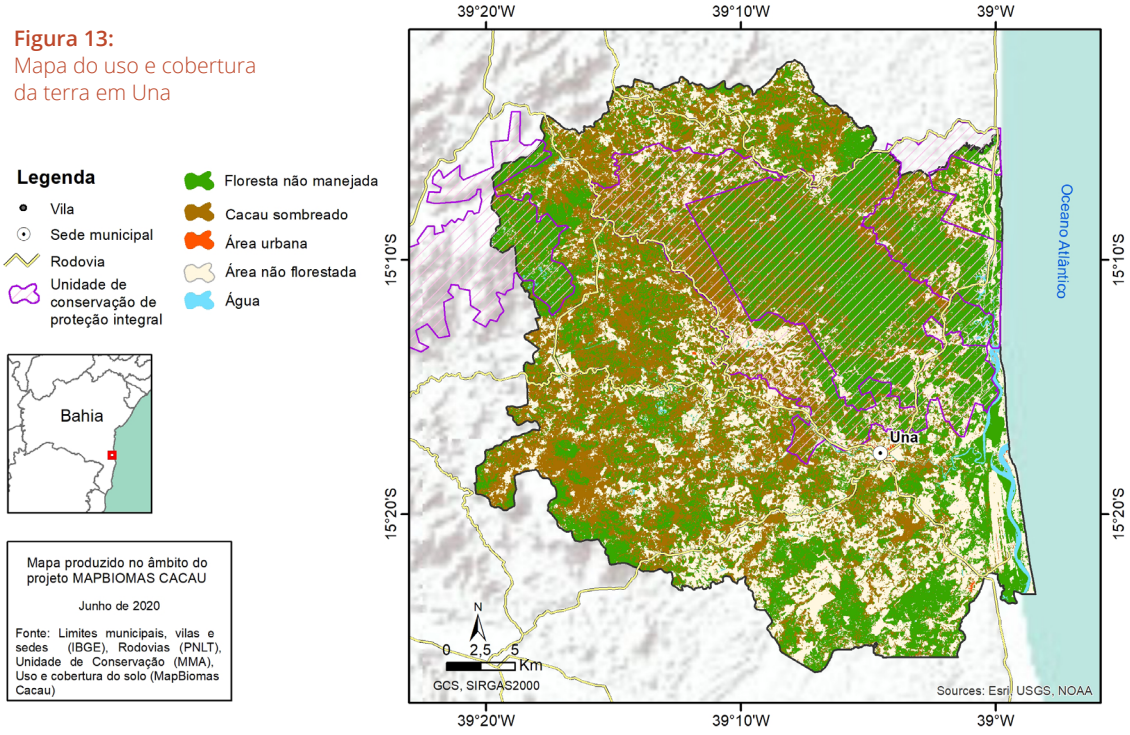
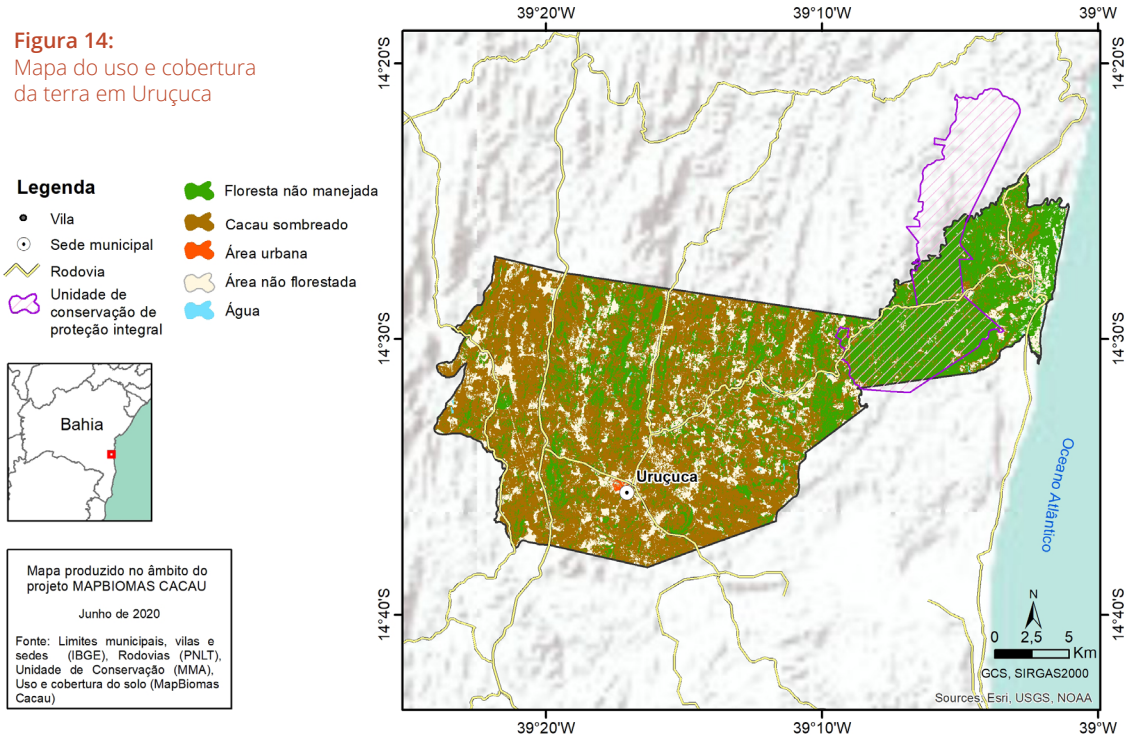


Figura 14:
Mapa do uso e cobertura da terra em Uruçuca



II. Em propriedades inscritas no CAR

Aproximadamente 29% da área de abrangência do projeto MAPBIOMAS CACAU encontra-se inserida no Cadastro Ambiental Rural[5] (CAR; *Figura 15*). Entre os municípios, aquele com maior área absoluta no CAR é Canavieiras, enquanto Uruçuca é aquele com maior proporção da área municipal cadastrada *(Tabela 2)*. O município com maior área absoluta não cadastrada é Ilhéus, seguido por Una e Canavieiras.

Considerando todas as propriedades cadastradas no CAR dentro do **G6**, nota-se que aproximadamente 27% da área encontra-se coberta por vegetação nativa não manejada *(Figura 16)*, uma proporção levemente inferior àquela considerando toda a extensão dos municípios. A proporção da classe cacau sombreado dentro destas propriedades é similar àquela considerando toda a extensão do **G6**, enquanto a extensão de área não florestada é um pouco superior. De maneira geral, as proporções das classes em cada município considerando sua extensão total se reflete na proporção dentro das propriedades inseridas no CAR *(Figura 17)*.

Tabela 2: Área inserida no Cadastro Ambiental Rural em cada um dos municípios de abrangência do projeto MAPBIOMAS CACAU

Município	Área não cadastrada (km²)	Área cadastrada (km²)	Área cadastrada (%)
Canavieiras	873,8	459,0	34,4
Ilhéus	1191,3	393,4	24,8
Itabuna	289,4	111,7	27,8
Una	897,0	325,5	26,6
Uruçuca	328,9	181,1	35,5
Itacaré	526,6	199,5	27,5

[5] Até o dia 02 de maio de 2020. Os cálculos foram feitos excluindo-se qualquer sobreposição de área, ou seja, considerando áreas sobrepostas como apenas uma.

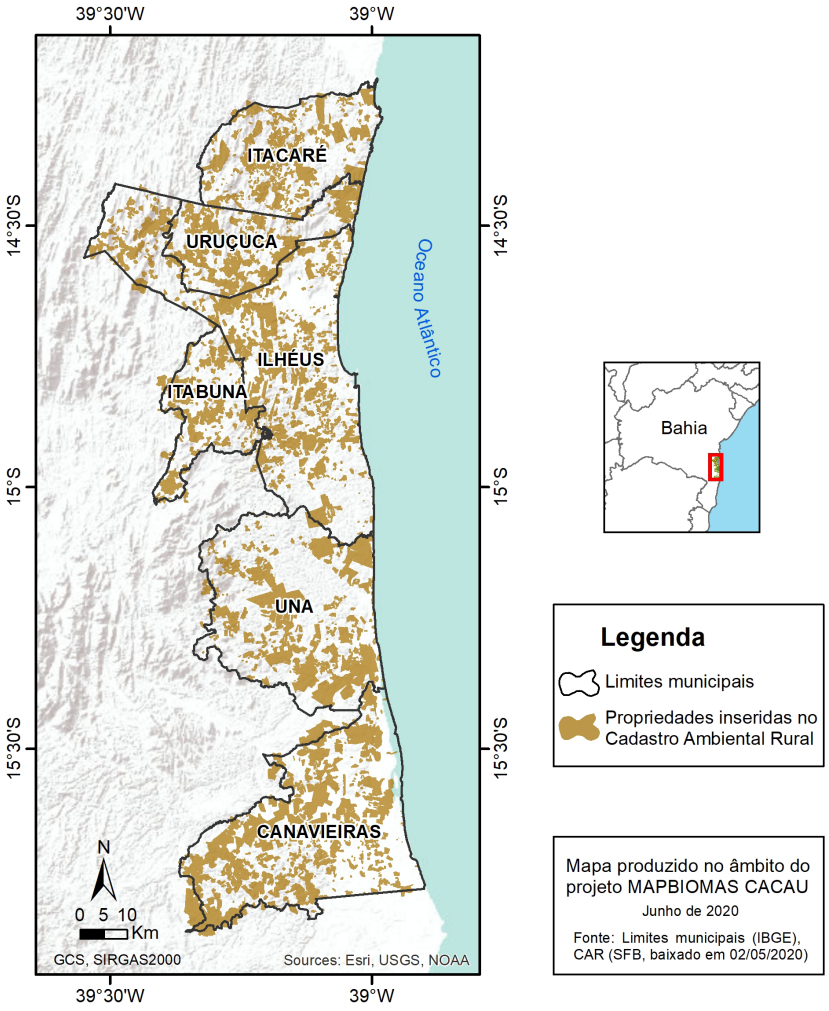


Figura 15: Propriedades inseridas no Cadastro Ambiental Rural (CAR) nos municípios de abrangência do projeto MAPBIOMAS CACAU

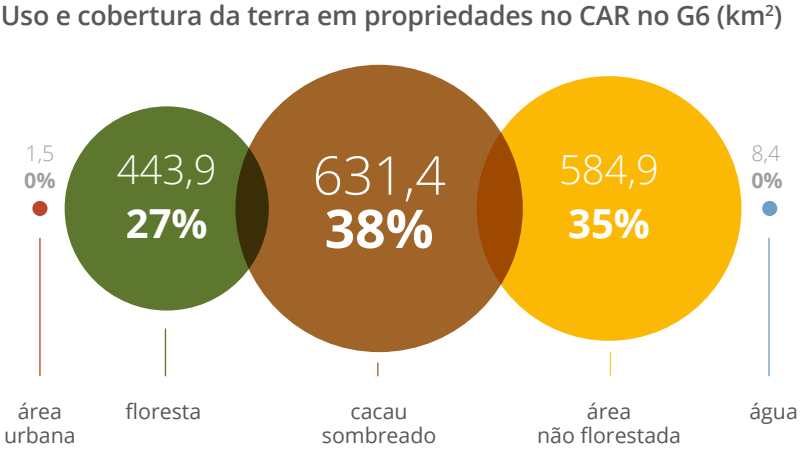
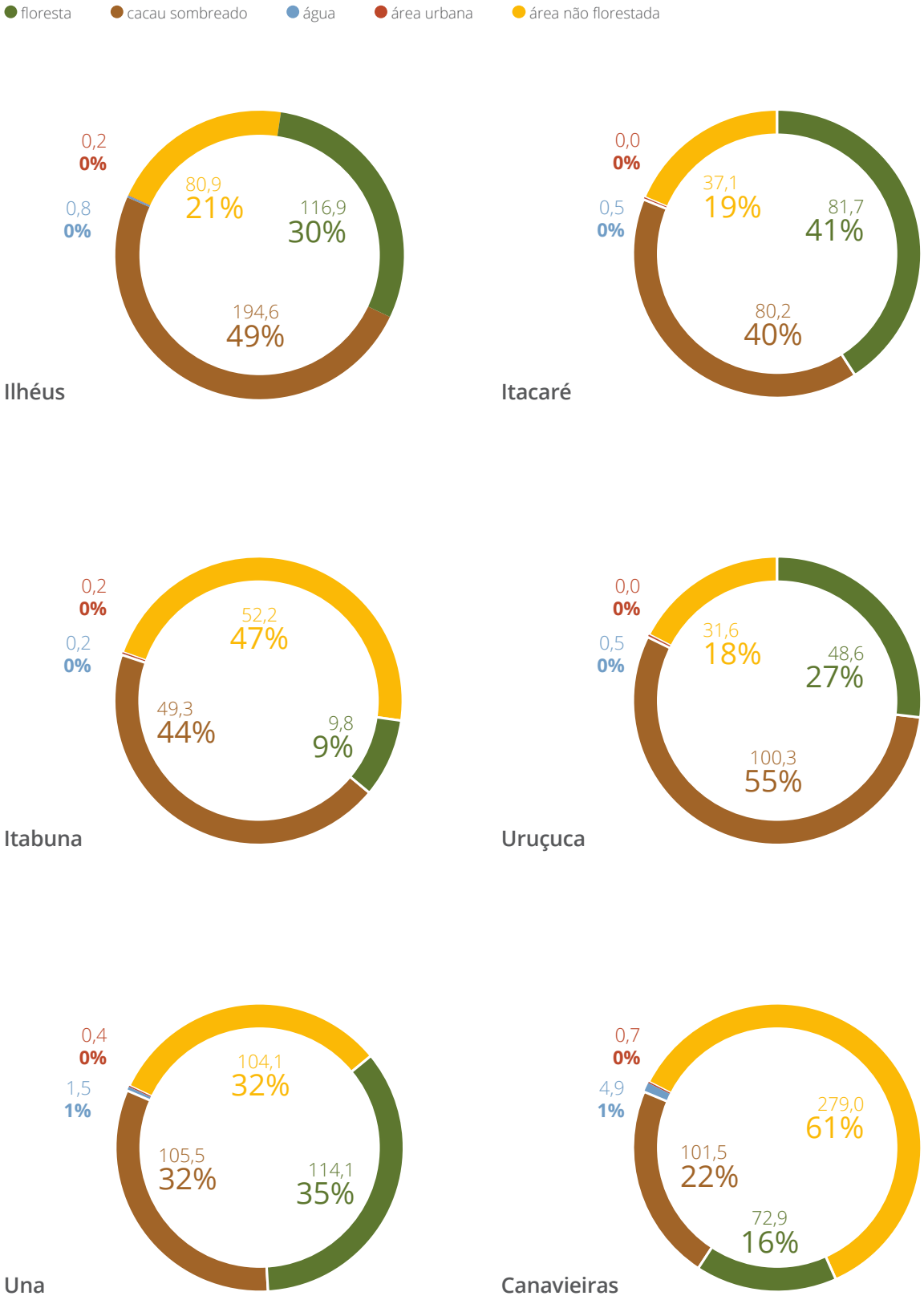


Figura 16: Área total (km²) e proporção das classes de uso e cobertura da terra nos seis municípios de abrangência do projeto MAPBIOMAS CACAU (Ilhéus, Itabuna, Uruçuca, Itacaré, Una e Canavieiras).

Figura 17: Proporção e extensão das classes de uso e cobertura da terra dentro de propriedades inseridas no Cadastro Ambiental Rural (CAR) em cada um dos municípios de abrangência do projeto MAPBIOMAS CACAU.



III. Em áreas de preservação permanente

De acordo com a Lei 12.651 de 2012, conhecida como Código Florestal, as áreas de preservação permanente são "áreas cobertas ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas". Estima-se que quase um terço da área de preservação permanente (APP) hídrica[6] no **G6** esteja ocupada pela classe área não florestada, o que representa aproximadamente 130 km² *(Figura 18)*. Cerca de 40% desta área se encontra em Canavieiras. O município, por outro lado, é também o que tem a maior extensão de APP sob cobertura de floresta não manejada *(Figura 19)*. Pouco mais de um terço da área de APP hídrica no **G6** encontra-se sob cultivo de cacau sombreado *(Figura 18)*. A Figura 20 apresenta um exemplo de mapeamento do uso e cobertura da terra em APPs hídricas no **G6**.

Figura 18: Área total (km²) e proporção das classes de uso e cobertura da terra nas áreas de preservação permanente hídricas nos seis municípios de abrangência do projeto MAPBIOMAS CACAU (Ilhéus, Itabuna, Uruçuca, Itacaré, Una e Canavieiras).

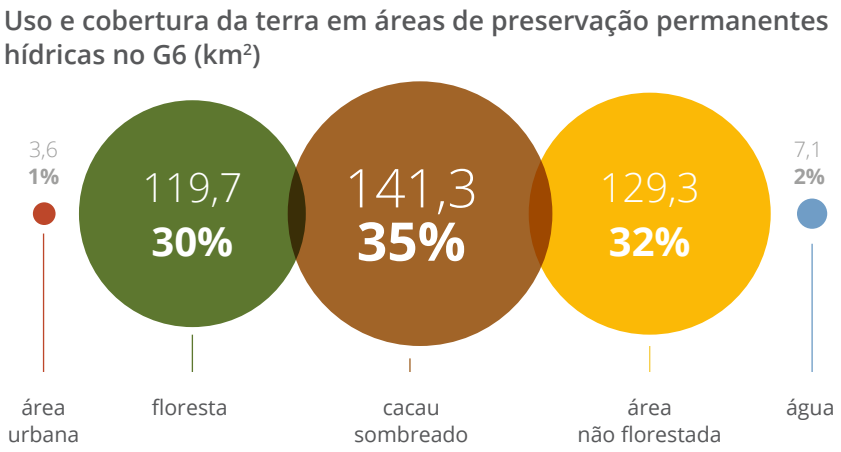
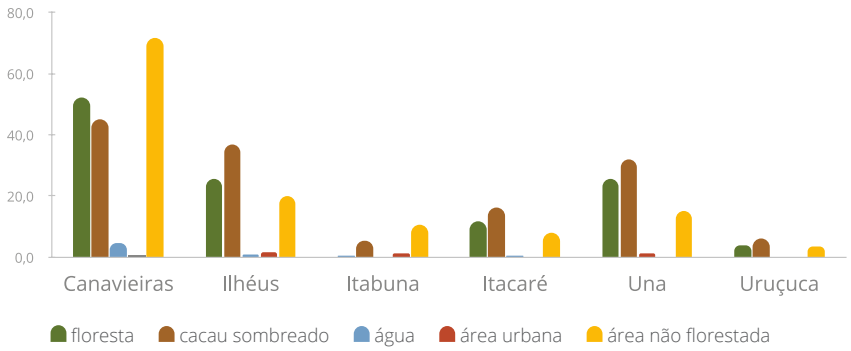
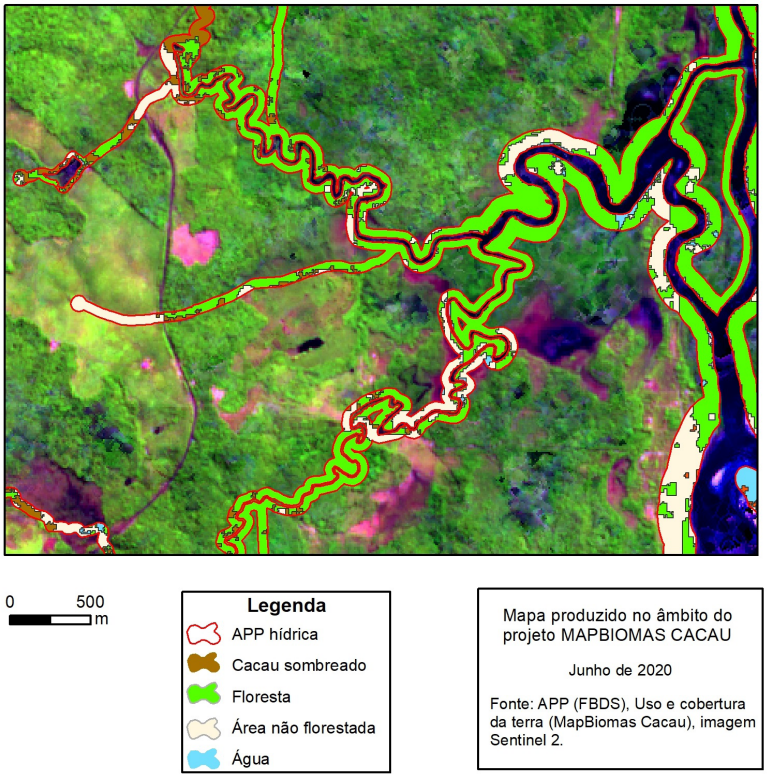


Figura 19: Extensão (km²) das classes de uso e cobertura da terra de áreas de preservação permanente hídrica em cada um dos seis municípios de abrangência do projeto MAPBIOMAS CACAU.



[6] Ou seja, aquela no entorno de lagos, lagoas, reservatório de água ou rios.

Figura 20:
Exemplo de mapeamento do uso e cobertura da terra em áreas de preservação permanente (APP) hídrica



05
perspectivas futuras



perspectivas futuras

No primeiro ano de atividades do MAPBIOMAS CACAU foi possível alcançar a distinção entre cacau sombreado e floresta nativa não manejada no **G6** com acurácia satisfatória, o que representa um passo importante para o entendimento do uso e cobertura da terra na região e para iniciativas futuras de desenvolvimento regional, conservação e pesquisa. A partir disso, não só é possível, como desejável, aperfeiçoar e estender o mapeamento obtido, além de utilizá-lo em novas análises espaciais.

Novos dados de campo e de satélite, assim como novos métodos de análise, podem ser usados futuramente para aperfeiçoar o mapeamento atual e para detalhar as classes de uso da terra, separando, por exemplo, cabruca, derruba total, áreas naturais não florestadas, agricultura anual, agricultura permanente e pastos. É importante ainda expandir o mapeamento para toda a região cacaueira do sul da Bahia, a partir da coleta de novos dados de campo e possivelmente de ajustes na metodologia para incluir cultivos agrícolas ou fisionomias vegetais que não eram relevantes no **G6**. Adicionalmente, o mapeamento pode ser utilizado em diversas análises importantes para o planejamento territorial, como por exemplo o mapeamento de áreas prioritárias para recuperação e/ou para expansão da cacauicultura sustentável.

Todo material utilizado e produzido estará disponível ao público, incluído os mapas, imagens de satélite e *scripts*, o que permitirá que o produto seja apropriado e aprimorado pela rede de instituições parceiras e atuantes na região, ampliando assim o alcance dos benefícios potenciais gerados pelo projeto.

06
agradecimentos



agradecimentos

O MAPBIOMAS CACAU agradece ao Dr. Gaston Giné pela importante sistematização do banco de dados do Laboratório de Ecologia Aplicada à Conservação da UESC. Dr. Edson Sano contribuiu com o projeto através da disponibilização de imagens Palsar 2. Foram também essenciais na execução do projeto algumas lideranças de assentamentos e proprietários rurais que permitiram a coleta de pontos de campo dentro de suas propriedades, a saber: Projeto de Assentamento Nova Vida, Projeto de Assentamento Demétrio Costa, Sr. Jorge Coutinho, Sr. Francisco Lopes Junior, Sr. Hughes Rincquesen, Sra. Ana Paranhos Monteiro e Sr. Ricardo Gomes.

07
bibliografia



bibliografia

1. Piasentin, F. B. & Saito, C. H. Os diferentes métodos de cultivo de cacau no sudeste da Bahia, Brasil: Aspectos históricos e percepções. *Bol. do Mus. Para. Emilio Goeldi Ciencias Humanas* **9**, 61–78 (2014).

2. SANCHES, G. C. D. S. Análise de viabilidade econômica dos principais modais de produção de cacau no Sul da Bahia: Cabruca e SAF-Cacau Seringueira. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas (2019).

3. Baiardi, A. & Teixeira, F. O Desenvolvimento dos Territórios do Baixo Sul e do Litoral Sul da Bahia : a Rota da Sustentabilidade , Perspectivas e Vicissitudes. Relatório Técnico (2010).

4. Cuenca, M. A. G. & Nazário, C. C. *Importância Econômica e Evolução da Cultura do Cacau no Brasil e na Região dos Tabuleiros Costeiros da Bahia entre 1990 e 2002*. Documentos 72, Embrapa (2004).

5. IBGE. Produção Agrícola Municipal. Disponível em: https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457 .

6. Cassano, C. R., Schroth, G., Faria, D., Delabie, J. H. C. & Bede, L. Landscape and farm scale management to enhance biodiversity conservation in the cocoa producing region of southern Bahia, Brazil. Biodivers. Conserv. **18**, 577–603 (2009).

7. Sambuichi, R. H. R. et al. Cabruca agroforests in southern Bahia, Brazil: Tree component, management practices and tree species conservation. *Biodivers. Conserv.* **21**, 1055–1077 (2012).

8. Faria, D., Laps, R. R., Baumgarten, J. & Cetra, M. Bat and bird assemblages from forests and shade cacao plantations in two contrasting landscapes in the Atlantic Forest of southern Bahia, Brazil. *Biodivers. Conserv.* **15**, 587–612 (2006).

9. Saatchi, S., Agosti, D., Alger, K., Delabie, J. & Musinsky, J. Examining Fragmentation and Loss of Primary Forest in the Southern Bahian Atlantic Forest of Brazil with Radar Imagery. C*onserv. Biol.* **15**, 867–875 (2001).

10. Landau, E. C. Padrões de Ocupação Espacial da Paisagem na Mata Atlântica do Sudeste da Bahia, Brasil. Corredor de Biodiversidade da Mata Atlântica do Sul da Bahia. Instituto de Estudos Sócio-Ambientais do Sul da Bahia e Conservation International do Brasil (2003).

11. Gomes, R. L. et al. Panorama do Uso e Ocupação do Solo Presente nas Áreas de Preservação Permanente da Bacia Hidrográfica do Rio Almada-BA. Rev. Geogr. 98–115 (2013).

12. Fundação SOS Mata Atlântica & Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. *Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atântica Período 2016-2017 São Paulo. (2018).*

13. MAPBIOMAS. (2020). Disponível em: https://mapbiomas.org/.

14. Hansen, *M. C. et al*. High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change. Science (80-.). **134**, 850–854 (2013).

15. Congalton, R. G. A Review of Assessing the Accuracy of Classification of Remotely Sensed Data. *Remote Sens. Environ.* **4257**, 34–46 (1991).

instituto arapyaú

desenvolvimento
territorial do sul da Bahia

mudanças
climáticas

MAPBIOMAS

VERATERRA
Mapeamento e Consultoria Ambiental