



GERÊNCIA DE GEOPROCESSAMENTO E MUDANÇAS CLIMÁTICAS
SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE
PREFEITURA DA CIDADE DO RECIFE

MANUAL TÉCNICO DE CLASSIFICAÇÃO DA COBERTURA DA TERRA PARA A CIDADE DO RECIFE



PREFEITO

João Henrique de Andrade Lima Campos

VICE-PREFEITA

Isabella Menezes de Roldão Fiorenzano

SECRETÁRIO DE MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE

Carlos de Oliveira Ribeiro Filho

COORDENAÇÃO

Marcos Francisco de Araújo Silva

EQUIPE TÉCNICA

Carolina Rovira Pereira Fernandes

Diego Marcelino do Nascimento

Gabriela Ayane Chagas Felipe Santiago

Gabriela Costa de Almeida

Marcos Francisco de Araújo Silva

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	4
INTRODUÇÃO.....	5
PROCEDIMENTOS TÉCNICOS E METODOLÓGICOS.....	7
NATUREZA DA INFORMAÇÃO CARTOGRÁFICA.....	7
ESCALA DE MAPEAMENTO.....	7
UNIDADE DE MAPEAMENTO.....	8
SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO PARA A COBERTURA DA TERRA...	8
FORMAÇÃO VEGETAL.....	9
ÁREA URBANA.....	13
CORPOS HÍDRICOS.....	16
CULTURAS AGRÍCOLAS E AQUÍCOLAS.....	20
SOLOS SEM COBERTURA VEGETAL.....	22
ÁREAS ÚMIDAS	25
SEM INFORMAÇÃO.....	27
SIMBOLOGIA.....	27
VALIDAÇÃO DE CLASSES.....	28
MAPEAMENTOS PREEXISTENTES.....	28
CAMPO.....	28
ANÁLISE DE DADOS E INFORMAÇÕES.....	29
ÁREA VERDE.....	29
SOLO NATURAL.....	29
FLUXO DE PROCEDIMENTOS TÉCNICOS E METODOLÓGICOS.....	30
REFERÊNCIAS.....	31



APRESENTAÇÃO

A Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade disponibiliza à cidade do Recife o Manual Técnico de Cobertura da Terra, estabelecendo um marco de referência para a interpretação técnica e científica da cobertura da terra do território municipal. Com essa nova ferramenta poderemos padronizar análises e consequentemente torná-las mais precisas e direcionadoras para a tomada de decisão.

MARCOS FRANCISCO DE ARAÚJO SILVA

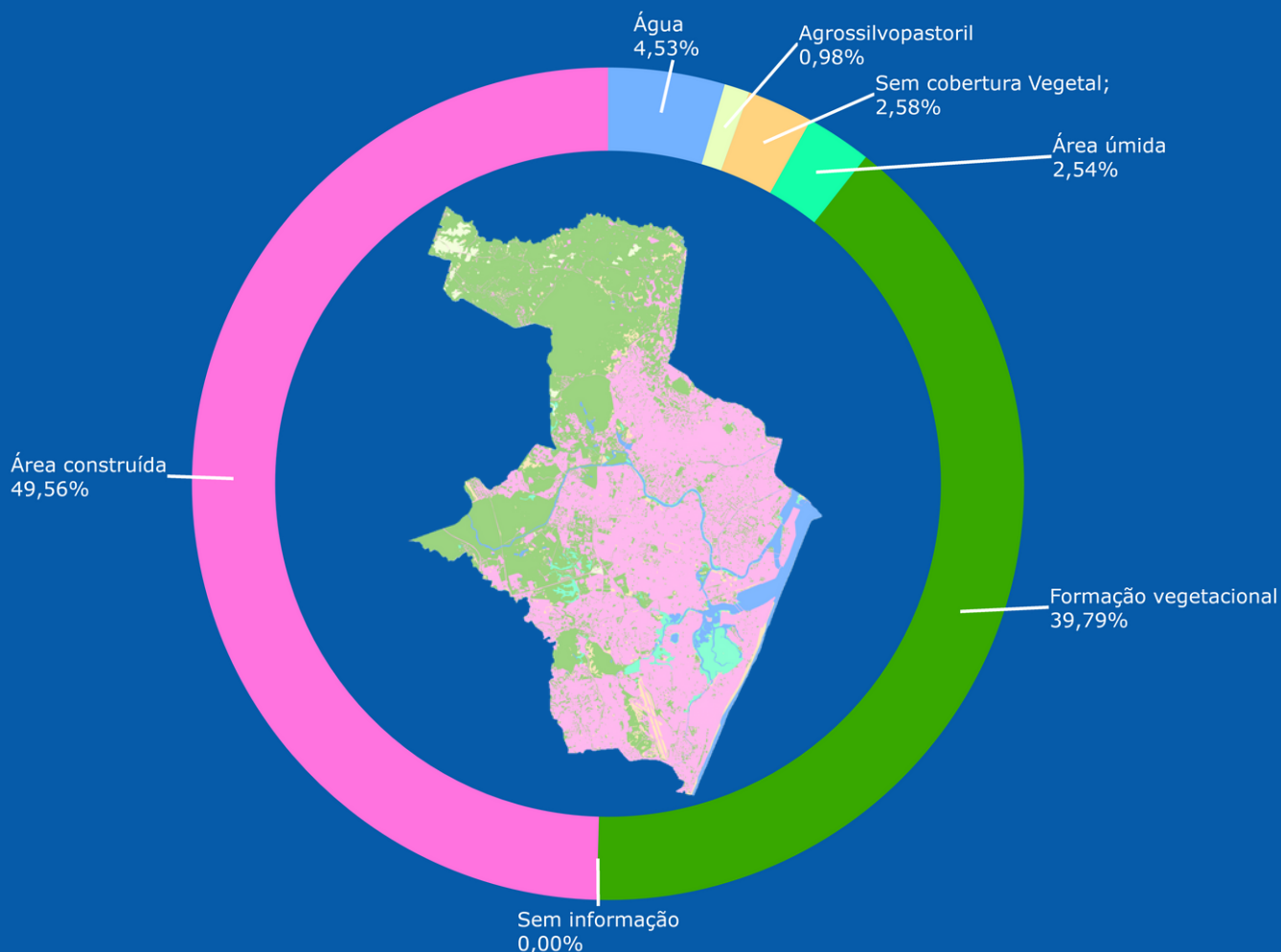
Gerente de Geoprocessamento e Mudanças Climáticas

INTRODUÇÃO

A urbanização sustentável é a chave para o desenvolvimento bem sucedido. A medida que o mundo continua a se urbanizar, o desenvolvimento sustentável depende cada vez mais da gestão exitosa do crescimento das cidades. O ecossistema urbano pode ser compreendido como um mosaico heterogêneo formado por ecossistemas humanos, e divididos em quatro grandes categorias de heterogeneidade: **biológico, físico, social e construído**. Ao avaliarmos os aspectos biológicos nas cidades, destacam-se as áreas verdes (vegetação) como as principais fontes dos serviços promovidos pelos ecossistemas para as cidades, garantindo em muitos casos a integridade e o bem-estar humano. A cidade do Recife retrata sua heterogeneidade na sua população, estimada em 1.637.834 habitantes (2019), no seu território, com uma área de 218,43 km², e nas suas áreas verdes, com cerca de 9.307,52 hectares. Com aproximadamente 38% do seu território protegido por unidades de conservação da natureza. Para que se obtenha uma gestão eficiente das áreas de interesse ambiental da cidade (imóveis de proteção de área verde, unidades de conservação, licenciamento, fiscalização e monitoramento ambiental, o que corresponde à aproximadamente 70% da cidade), faz-se necessário levantamento e classificação constante de sua cobertura da terra. O mapeamento da cobertura da terra é uma das informações mais importantes para grande parte das análises ecológicas, podendo, identificar e monitorar as atividades, licenciadas ou inadequadas e/ou conflitivas através de modificação da paisagem. De forma a auxiliar os planejadores na elaboração de projetos setoriais de uso do solo, na localização de atividades diversas e nos zoneamentos em geral. Para tal, a Prefeitura do Recife utiliza de imagens de satélite e aerofotogramétricas oriundas de veículos aéreos tripulados e não tripulados (drone), de forma a observar modificações temporais e pontuais. Por meio deste manual, pretende-se demarcar as diretrizes técnicas utilizadas para análises de cobertura da terra para Cidade do Recife.

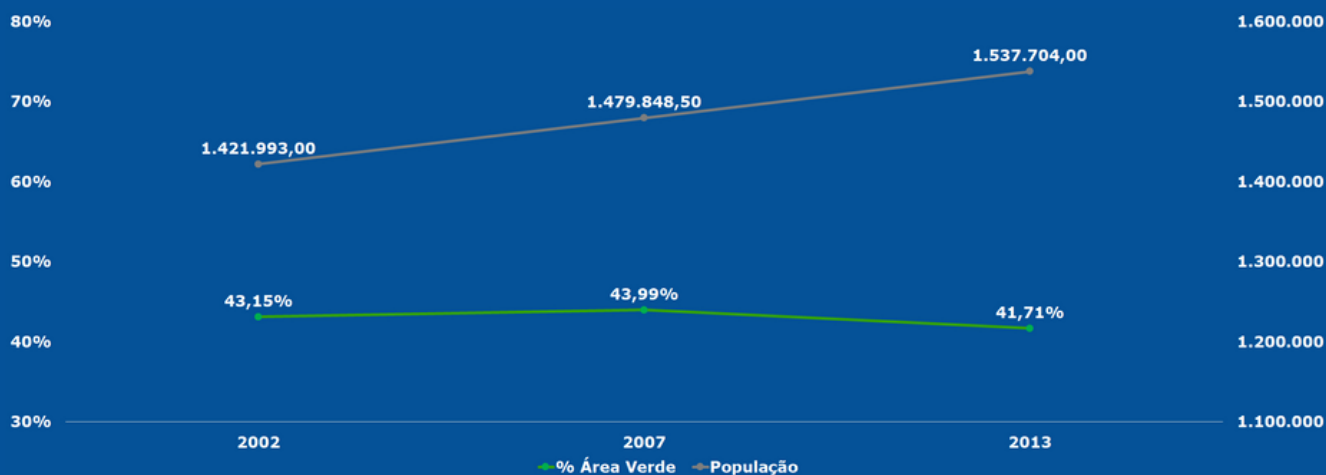
INTRODUÇÃO

Avaliação geral da cobertura da terra da Cidade do Recife.



ÁREA VERDE PERCENTUAL DA CIDADE DO RECIFE E O CRESCIMENTO POPULACIONAL

Análise de cobertura da terra com filtro para as **Áreas Verdes**, e a relação com o **crescimento populacional**. Variáveis básicas para avaliação dos serviços ecossistêmicos do território da Cidade do Recife.



PROCEDIMENTOS TÉCNICOS E METODOLÓGICOS

Para realização de qualquer levantamento de cobertura da terra, faz-se necessário o estabelecimento de parâmetros para todas as variáveis que compõe o processo. Neste manual está definido: natureza da informação básica, unidade e escala de mapeamento e o sistema de classificação.

NATUREZA DA INFORMAÇÃO CARTOGRÁFICA

Como base cartográfica para o mapeamento, a Prefeitura do Recife possui imagens do Satélite QuickBird com resolução de 50 cm em 2002, dois ortomosaicos realizados por levantamentos aerofotogramétricos, com resolução de 8 cm, em 2007 e 2013 e ortomosaicos obtidos por drone Dji Phantom 4 Pro, com resolução de 8 cm, das unidades de conservação em 2018 e de 70% da cidade em 2019/2020.

O sistema de referência padrão utilizado pela Prefeitura é o SIRGAS 2000 UTM 25S, devido ao seu desenvolvimento direcionado à América do Sul.

ESCALA DE MAPEAMENTO

A escala de um mapeamento é definida de acordo com seus objetivos de utilização e seus erros admissíveis. O erro gráfico é definido como o menor comprimento gráfico que se pode obter em uma representação cartográfica e correspondendo à cerca de 0,2 mm, logo também é o erro máximo admissível que se pode cometer ao efetuar uma medição sob a representação gráfica.

Para análises gerais da cidade, dado sua extensão, estabeleceu-se a utilização de escala 1:5.000, o que gera exatidão planimétrica de 1m. Essa exatidão, portanto, se encaixa com os padrões da Classe A Planimétrica (1) das Normas Técnicas Da Cartografia Nacional, estabelecidas no Decreto nº 89.817, de 20 de junho de 1984. Para análises específicas, utiliza-se uma escala menor (1:500) e classificação mais detalhada para mapeamento.

UNIDADE DE MAPEAMENTO

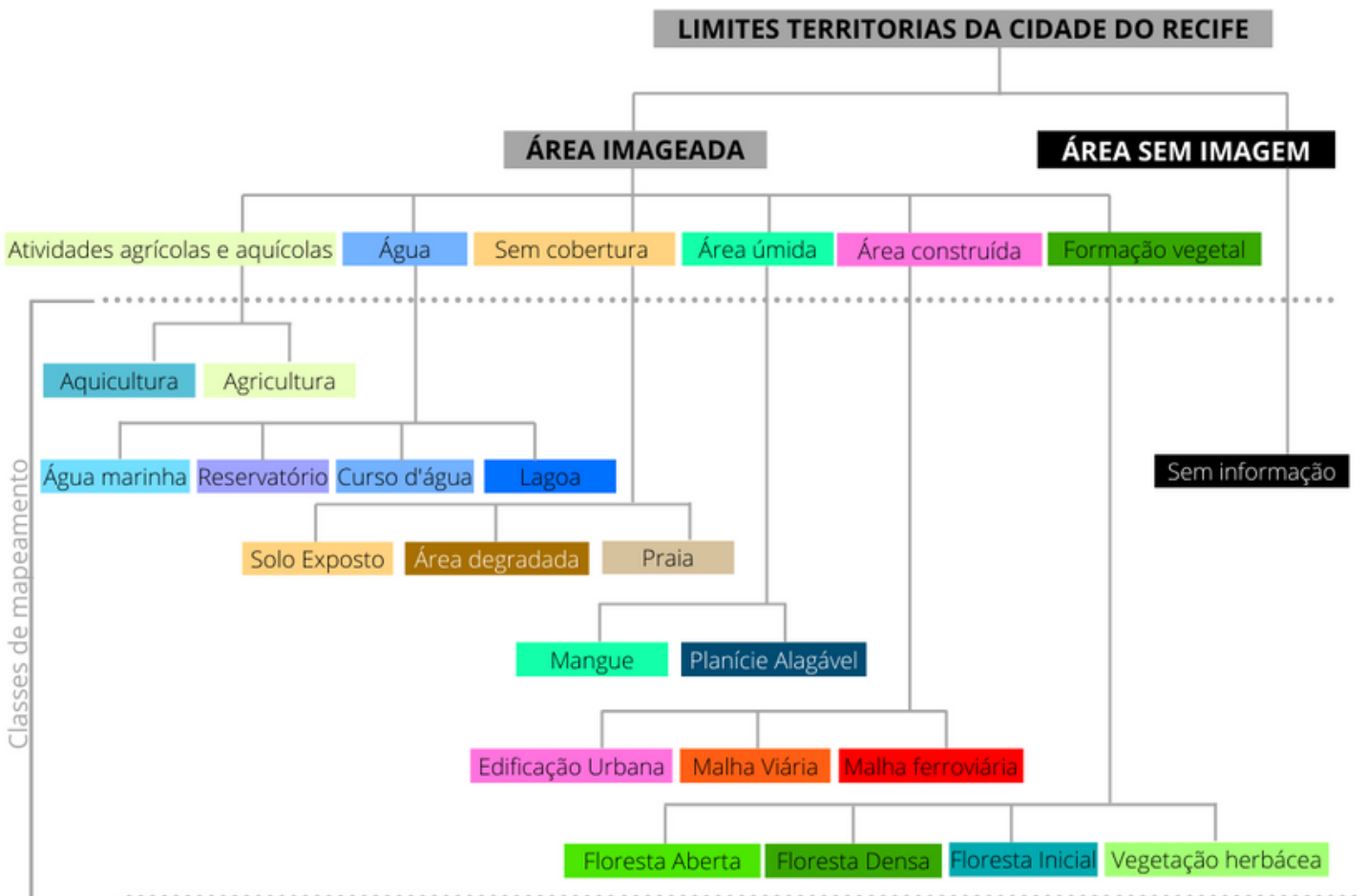
A unidade mínima de mapeamento é definida de acordo com a resolução da imagem e escala de análise. Para a escala padrão adotada, 1:5000, já discutida no tópico “Escala de mapeamento”, utiliza-se unidades mínimas para cada uma das 19 classes do Sistema de Classificação para a Cobertura da Terra, estabelecidas de acordo com sua ocorrência e tamanho mínimo mapeável para a escala.

SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO PARA A COBERTURA DA TERRA

A classificação da cidade é baseada em cobertura da terra, ou seja, o que é capturado de imagens aéreas na camada mais alta da cidade. A interpretação é feita a partir de tonalidades, texturas e formas. Para isso, são utilizadas as bases cartográficas definidas no tópico “Natureza da informação cartográfica”.

A nomenclatura das classes para mapeamento foi desenvolvida com base em Prado (2009). Onde pôde-se estabelecer seis macro classes que são divididas em 19 classes, como observado na Figura 01.

Figura 01. Divisão de classes para mapeamento

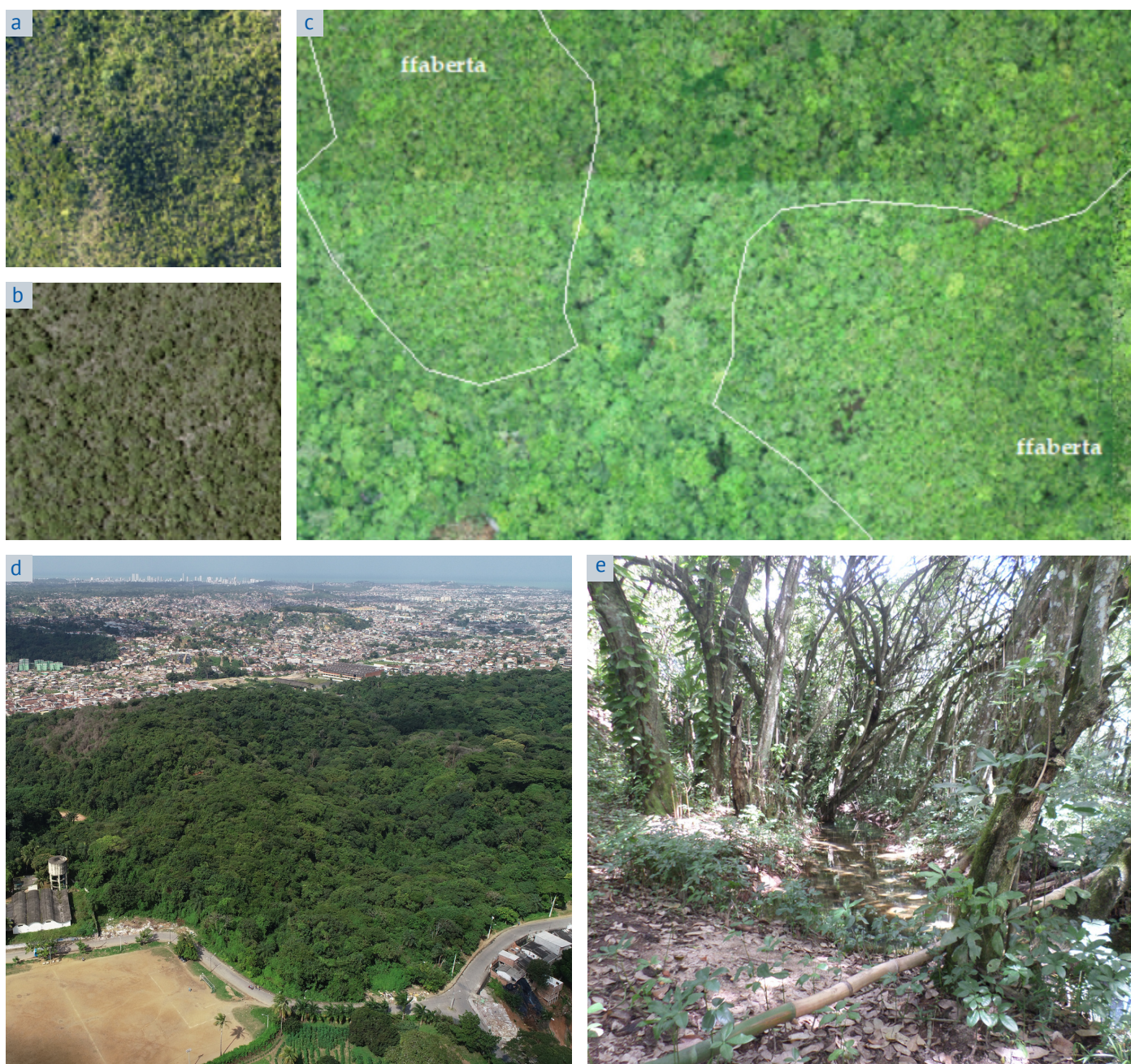


1. FORMAÇÃO VEGETAL

1.1 FLORESTA ABERTA

Entende-se por formação florestal com dossel contínuo e textura dotada de baixa rugosidade. Possui características fitofisionômicas da Floresta Ombrófila Densa de terras baixas, predominantemente compostas por espécies nativas. Identificada em manchas florestais com largura e comprimento a partir de 40m, principalmente na região da UCN Beberibe. São chaves para comparação e identificação as imagens da figura 02.

Figura 02 (a, b e c). Chaves de identificação para Floresta Aberta em ortomosaicos, escala 1:4000; (d). Chave de Identificação para Floresta Aberta em paisagens; (e). Exemplo de Floresta Aberta em campo;



1.2 FLORESTA DENSA

Formação florestal com dossel contínuo e textura dotada de elevada rugosidade. Possui características fitofisionômicas da Floresta ombrófila densa de terras baixas, predominantemente compostas por espécies nativas. Identificada em manchas florestais com largura e comprimento maiores que 40m. São chaves para comparação e identificação as imagens da figura 03.

Figura 03 (a, b e c). Chaves de identificação para Floresta Densa em ortomosaicos, escala 1:4000; (d). Chave de Identificação para Floresta Densa em paisagens; (e). Exemplo de Floresta Densa em campo;



1.3 FLORESTA INICIAL

Formação florestal com dossel descontínuo, podendo apresentar pequenas áreas com vegetação herbácea, ou indivíduos isolados dotados de grande área de copa, no contexto da arborização urbana. Composta por espécies nativas e/ou exóticas. Identificada em manchas com largura e comprimento maiores que 15m. São base para comparação e identificação as imagens da figura 04.

Figura 04 (a, b e c). Chaves de identificação para Floresta Inicial em ortomosaicos, escala 1:4000; (d). Chave de Identificação para Floresta Inicial em paisagens; (e). Exemplo de Floresta Inicial em campo;



1.4 VEGETAÇÃO HERBÁCEA

Formação vegetal com predominância rasteira, podendo apresentar vegetação arbustiva e/ou arbórea individualizada de diâmetro de copa menor que 15m. São base para comparação e identificação as imagens da figura 05.

Figura 05 (a, b e c). Chaves de identificação para Vegetação herbácea em ortomosaicos, escala 1:4000; (d). Chave de Identificação para Vegetação herbácea em paisagens; (e). Exemplo de Vegetação herbácea em campo;



2. ÁREA URBANA

2.1 EDIFICAÇÃO URBANA

Estrutura construída de qualquer natureza que impermeabilize o solo. Identificada em áreas com largura e comprimento maiores que 15m. São base para comparação e identificação as imagens da figura 06.

Figura 06 (a, b e c). Chaves de identificação para edificação urbana em ortomosaicos, escala 1:4000; (d). Chave de Identificação para edificação urbana em paisagens; (e). Exemplo de edificação urbana em campo;



2.2 MALHA FERROVIÁRIA

Vias férreas ativas ou não. Identificada em áreas com largura mínima de 5m. São base para comparação e identificação as imagens da figura 07.

Figura 07 (a, b e c). Chaves de identificação para malha ferroviária em ortomosaicos, escala 1:4000; (d). Chave de Identificação para malha ferroviária em paisagens; (e). Exemplo de malha ferroviária em campo;



2.3 MALHA VIÁRIA

Vias de rodagem pavimentadas ou não, normalmente longilíneas, com largura mínima de 5m. São base para comparação e identificação as imagens da figura 08.

Figura 08 (a, b e c). Chaves de identificação para malha viária em ortomosaicos, escala 1:4000; (d). Chave de Identificação para malha viária em paisagens; (e). Exemplo de malha viária em campo;



3. CORPOS HÍDRICOS

3.1 CURSO D'ÁGUA

Corpo hídrico com fluxo contínuo, com largura mínima de 5m. São base para comparação e identificação as imagens da figura 09.

Figura 09 (a, b e c). Chaves de identificação para curso d'água em ortomosaicos, escala 1:4000; (d). Chave de Identificação para curso d'água em paisagens; (e). Exemplo de curso d'água em campo;



3.2 LAGOA

Corpo hídrico represado e com bordas disformes. Identificada em áreas com largura e comprimento maiores que 15m. São base para comparação e identificação as imagens da figura 10.

Figura 10 (a, b e c). Chaves de identificação para lagoa em ortomosaicos, escala 1:4000; (d). Chave de Identificação para lagoa em paisagens; (e). Exemplo de lagoa em campo;



3.3 RESERVATÓRIO

Corpo hídrico represado com impermeabilização do solo, como piscinas e lagoas de estações de água e esgoto. Identificada em áreas com largura e comprimento maiores que 15m. São base para comparação e identificação as imagens da figura 11.

Figura 11 (a, b e c). Chaves de identificação para reservatório em ortomosaicos, escala 1:4000; (d). Chave de Identificação para reservatório em paisagens; (e). Exemplo de reservatório em campo;



3.4 ÁGUA MARINHA

Água salgada localizada até a primeira ponte na parte leste de Recife. São base para comparação e identificação as imagens da figura 12.

Figura 12 (a, b e c). Chaves de identificação para água marinha em ortomosaicos, escala 1:4000; (d). Chave de Identificação para água marinha em paisagens; (e). Exemplo de água marinha em campo;



4. ATIVIDADES AGRÍCOLAS E AQUÍCOLAS

4.1 AGRICULTURA

Formação vegetal ou solo exposto (pousio), podendo apresentar vegetação herbácea e/ou arbustiva e/ou arbórea dispostas sistematicamente. Apresentam indícios de atividades agrícolas; Identificada em áreas com largura e comprimento maiores que 15m. São base para comparação e identificação as imagens da figura 13.

Figura 13 (a, b e c). Chaves de identificação para agricultura em ortomosaicos, escala 1:4000; (d). Chave de Identificação para agricultura em paisagens; (e). Exemplo de agricultura em campo;



4.2 AQUICULTURA

Água represada ou solo exposto (em maré baixa), apresentando bordas características para realização de aquicultura dispostas sistematicamente. Apresentam indícios de atividades aquícolas; Identificada em áreas com largura e comprimento maiores que 15m. São base para comparação e identificação as imagens da figura 14.

Figura 14 (a, b e c). Chaves de identificação para aquicultura em ortomosaicos, escala 1:4000; (d). Chave de Identificação para aquicultura em paisagens; (e). Exemplo de aquicultura em campo;

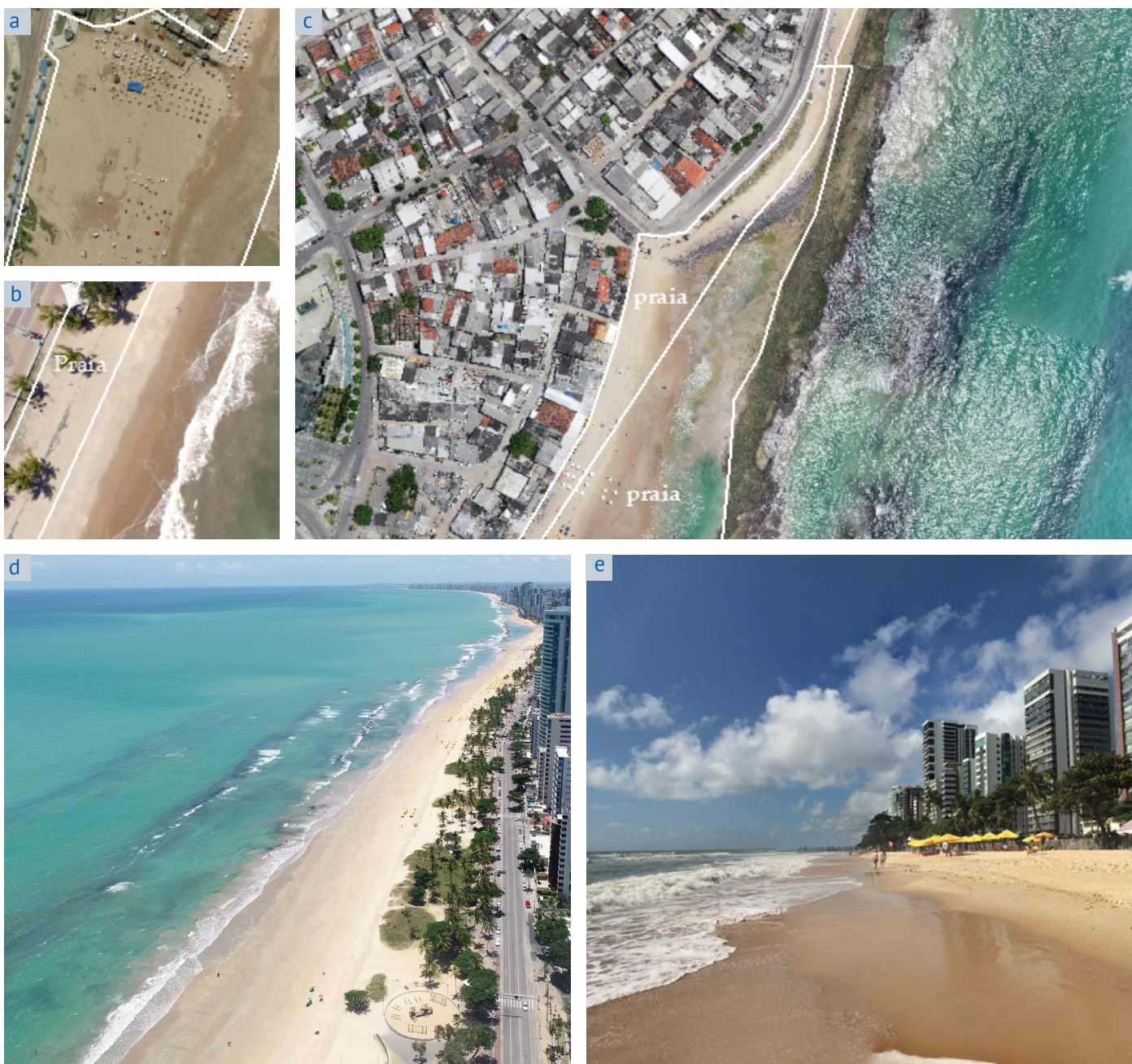


5. SOLOS SEM COBERTURA VEGETAL

5.1 PRAIA

Depósito de areia próximo ao mar. Identificada em áreas com largura e comprimento maiores que 15m. São base para comparação e identificação as imagens da figura 15.

Figura 15 (a, b e c). Chaves de identificação para praia em ortomosaicos, escala 1:4000; (d). Chave de Identificação para praia em paisagens; (e). Exemplo de praia em campo;



5.2 SOLO EXPOSTO

Solos sem qualquer tipo de cobertura vegetal. Identificado em áreas com largura e comprimento maiores que 15m. São base para comparação e identificação as imagens da figura 16.

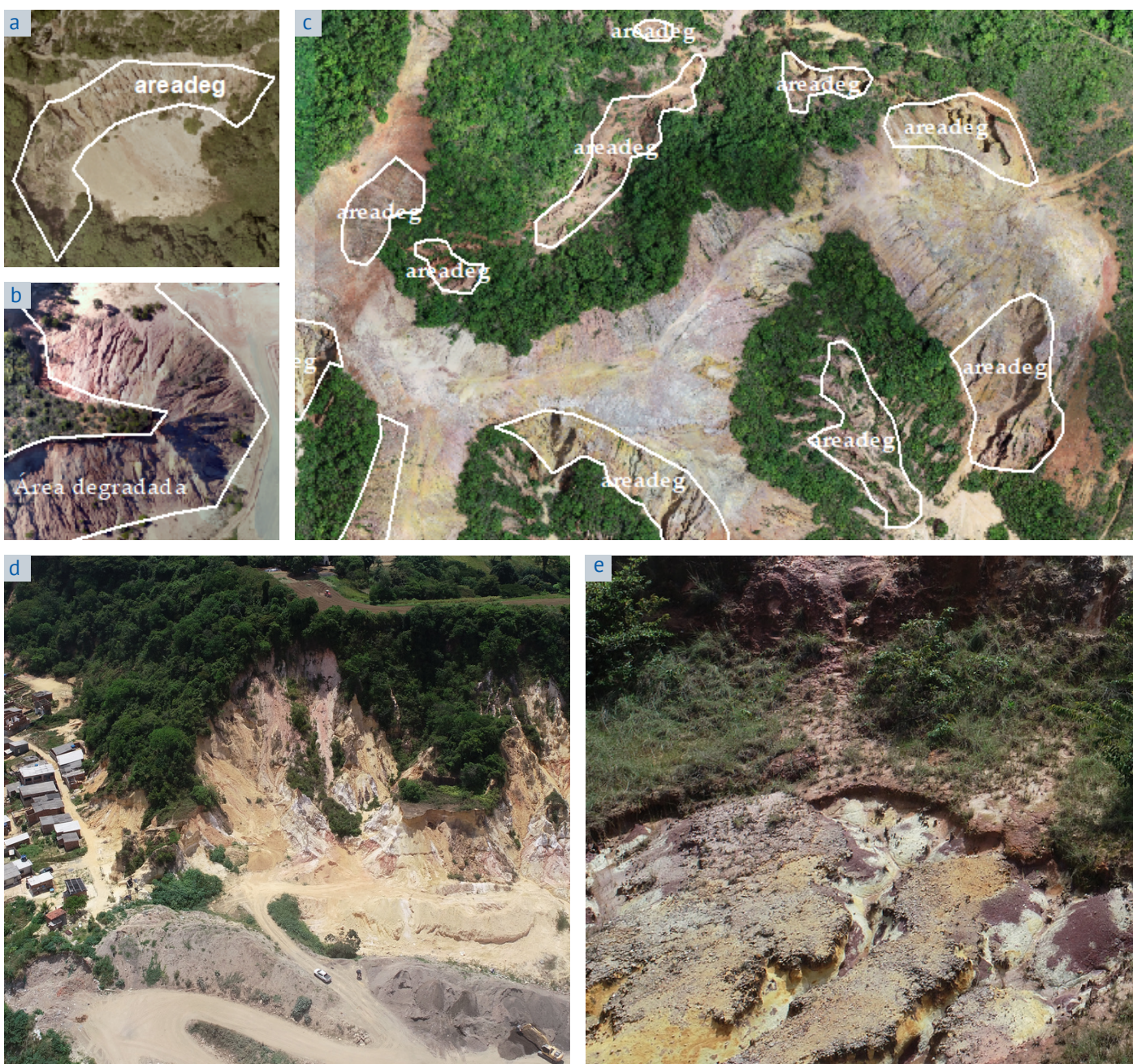
Figura 16 (a, b e c). Chaves de identificação para solo exposto em ortomosaicos, escala 1:4000; (d). Chave de Identificação para solo exposto em paisagens; (e). Exemplo de solo exposto em campo;



5.3 ÁREA DEGRADADA

Sulcos no solo em fase mais avançada do processo erosivo. Identificada em áreas com largura e comprimento maiores que 15m. São base para comparação e identificação as imagens da figura 17.

Figura 17 (a, b e c). Chaves de identificação para área degradada em ortomosaicos, escala 1:4000; (d). Chave de Identificação para área degradada em paisagens; (e). Exemplo de área degradada em campo;



6. ÁREAS ÚMIDAS

6.1 PLANÍCIE ALAGÁVEL

Áreas úmidas próximas a corpos hídricos, podendo apresentar vegetação herbácea com textura lisa ou solo exposto em regiões com ocorrência de manguezais. Identificada em áreas com largura e comprimento maiores que 15m x 5m. São base para comparação e identificação as imagens da figura 18.

Figura 18 (a, b e c). Chaves de identificação para planície alagável em ortomosaicos, escala 1:4000; (d). Chave de Identificação para planície alagável em paisagens; (e). Exemplo de planície alagável em campo;



6.2 MANGUE

Formação vegetal com dossel contínuo e textura dotada de média rugosidade. Predomina-se espécies de mangue: Mangue-branco, (*Laguncularia racemosa*), Mangue-vermelho (*Rhizophora mangle*) e Mangue-siriúba (*Avicena schaueriana*). Ocorre em terrenos baixos próximos a rios sujeitos à ação das marés. Identificado em áreas com largura e comprimento maiores que 15m. São base para comparação e identificação as imagens da figura 19.

Figura 19 (a, b e c). Chaves de identificação para mangue em ortomosaicos, escala 1:4000; (d). Chave de Identificação para mangue em paisagens; (e). Exemplo de mangue em campo;



7. SEM INFORMAÇÃO

Locais sem definição da cobertura da terra, devido à falta de imagens ou visibilidade.

SIMBOLOGIA

Para a elaboração de mapas, sugere-se a utilização das cores contidas na figura 20, a fim de estabelecer produtos com similaridade visual

Figura 20. Cores base para mapeamento

Atividades agrícolas e aquícolas	Agricultura R=233 G=255 B=189 Código: #E9FFBD	Aquicultura R=88 G=192 B=214 Código: #58C0D6		
	Água	Água marinha R=115 G=223 B=255 Código: #73DFFF	Reservatório R=161 G=164 B=255 Código: #A1A4FF	Curso D'água R=115 G=178 B=255 Código: #73B2FF
Área sem cobertura	Solo Exposto R=255 G=211 B=127 Código: #FFD37F	Área degradada R=168 G=112 B=0 Código: #A87000	Praia R=215 G=194 B=158 Código: #D7C29E	Lagoa R=0 G=112 B=255 Código: #0070FF
	Área úmida	Mangue R=20 G=255 B=169 Código: #14FFA9	Planície Alagável R=0 G=76 B=115 Código: #004C73	
Área construída	Edificação Urbana R=255 G=115 B=223 Código: #FF73DF	Malha Viária R=255 G=95 B=20 Código: #FF5F14	Malha ferroviária R=255 G=0 B=0 Código: #FF0000	
	Formação vegetal	Floresta Aberta R=76 G=230 B=0 Código: #4CE600	Floresta Densa R=56 G=168 B=0 Código: #38A800	Floresta Inicial R=0 G=170 B=176 Código: #00AAB0
		Sem informação R=0 G=0 B=0 Código: #000000		

VALIDAÇÃO DE CLASSES

A validação de classes é uma atividade que deve ser realizada caso haja alguma dúvida na realização do mapeamento com a utilização das chaves do sistema de classificação para a cobertura da terra e deve ser feita na seguinte ordem.

1. MAPEAMENTOS PREEXISTENTES

Para a validação com outros mapeamentos, deve-se fazer uma checagem dos mapeamentos já existentes no banco de dados da prefeitura. Caso corresponda à classe pressuposta, faz-se a vetorização com a classe.

Caso não corresponda, deve-se seguir as recomendações de campo.

2. CAMPO

Para realização das atividades de campo, para validação de classe, sugere-se os seguintes materiais: Máquina fotográfica ou celular com câmera de boa qualidade, GPS, informações sobre a área e caderneta de campo.

Em campo deve-se observar todos os parâmetros definidos no “Sistema de classificação para a cobertura da terra” para estabelecer a classe do local onde está sendo feita a vistoria e anotar, se possível, as espécies ou gêneros reconhecidos (em caso de vegetação).

Após vistoria, deve ser produzido um relatório de campo, onde conste, no mínimo: data da vistoria, código do relatório (segundo o padrão: ano-número sequencial), técnicos presentes, endereço da vistoria com ponto de referência, uma coordenada geográfica, classificação mapeada anteriormente, classificação revisada, quatro imagens do local contendo as características principais para definição da classe.

Figura 21. Atividade de campo para verificação de classe



ANÁLISE DE DADOS E INFORMAÇÕES

Variações conceituais dificultam a padronização de análises, aspecto fundamental para qualquer atividade técnico-científica voltada a tomada de decisão. Para solucionar esta questão foram adotados os seguintes conceitos e definições aplicadas por agrupamento de classes.

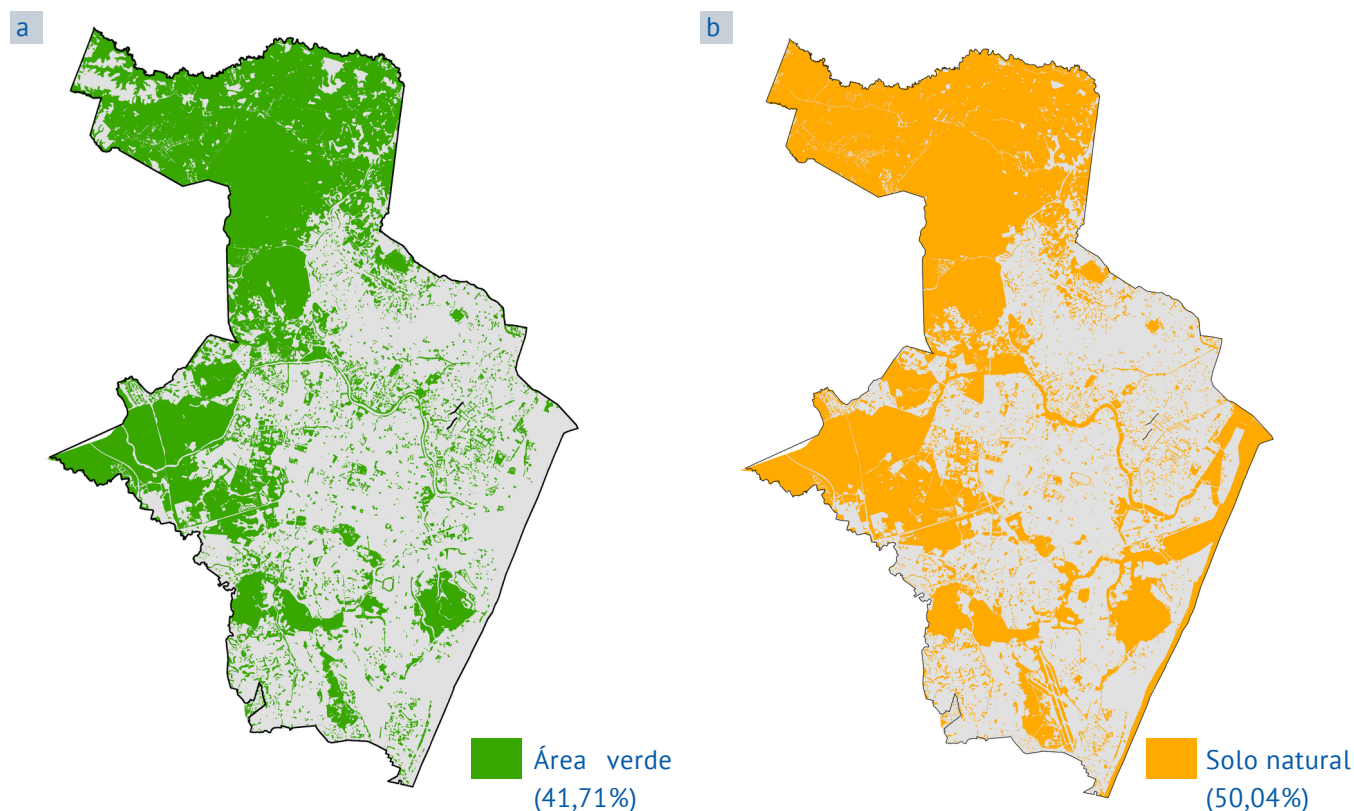
1. ÁREA VERDE

É definida pela junção das classes de formação vegetal (Floresta Aberta, Floresta Inicial, Floresta Densa e Vegetação Herbácea e mangue).

2. SOLO NATURAL

Solo Natural é definido por toda superfície não impermeabilizada, ou seja, floresta aberta, floresta densa, florestal inicial, vegetação herbácea, curso d'água, lagoa, aquicultura, água marinha, cultura agrícola, praia, solo exposto, área degradada, planície alagável e mangue.

Figura 22. Área verde (a) e área de solo natural (b) de Recife, segundo classificação de 2013



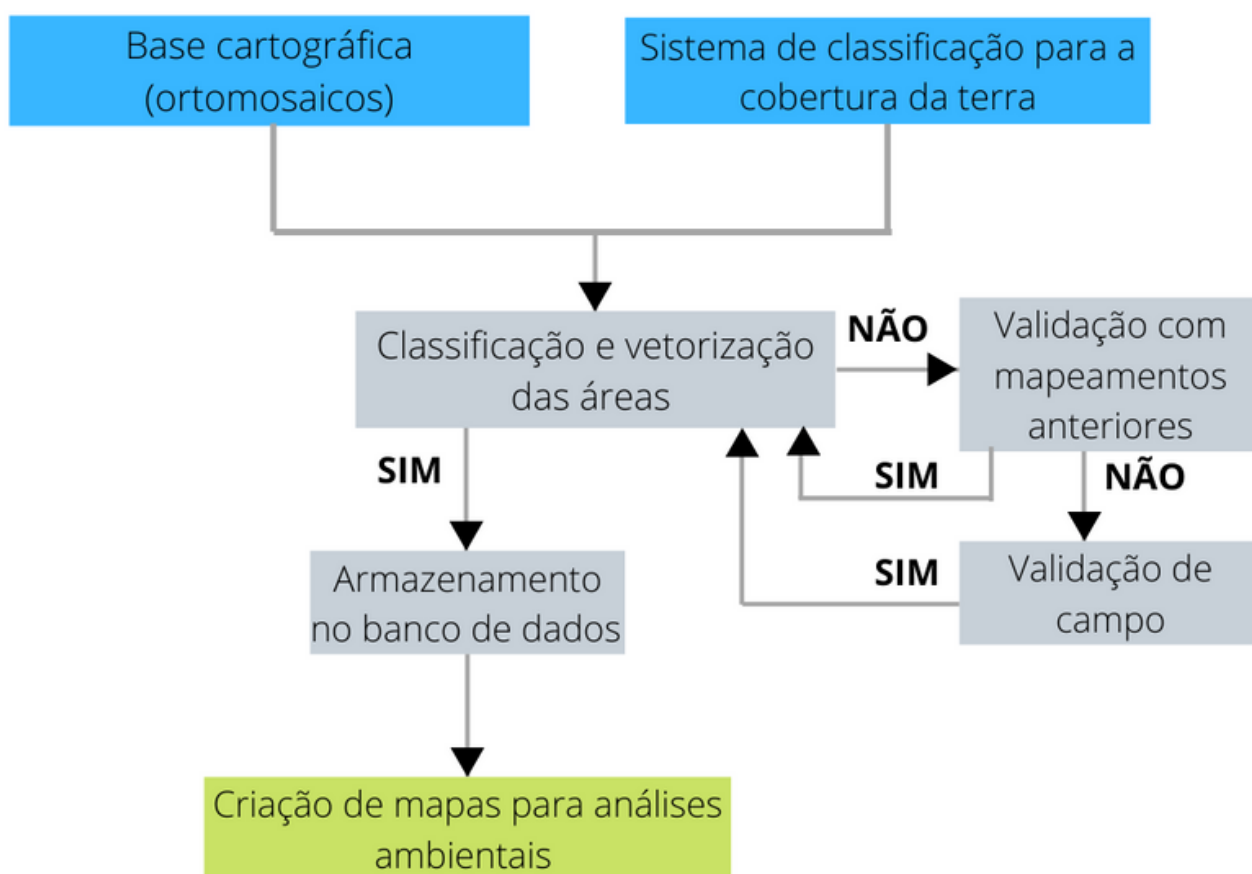
FLUXO DE PROCEDIMENTOS TÉCNICOS E METODOLÓGICOS

Para a classificação e vetorização do território do Recife, tomou-se como base as áreas imageadas e o sistema de classificação disposto neste manual. Caso não sejam suficientes, pode-se realizar a validação com imagens e mapeamentos dos anos anteriores. É importante salientar que a validação com anos anteriores pode não ser suficiente devido as mudanças na paisagem. Nesse caso, sugere-se a realização das validações de campo, que devem ser feita de acordo com o tópico “Procedimentos de campo” deste manual.

Após a classificação e vetorização do território, os dados devem ser armazenados em um banco de dados, de forma a disponibilizar a informação para diversos técnicos e, posteriormente, ser realizada a elaboração dos mapas e análises ambientais.

Esse fluxo de atividades pode ser observado na figura 23.

Figura 23. Fluxo de procedimentos para elaboração de mapas



REFERÊNCIAS

IBGE (Brasil). Manual técnico de uso da terra. 3. ed. Rio de Janeiro, 2013. 171 p.

JÚNIOR, João Batista Tavares; UBERTI, Marlene Salete; ANTUNES, Mauro Antônio Homem. Avaliação de Imagens Ikonos II e Quickbird para Obtenção de Bases Cartográficas para o Cadastro Técnico Municipal. 2006.

PRADO, Fernanda de Almeida. Sistema hierárquico de classificação para mapeamento da cobertura da terra nas escalas regional e urbana. 2009. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/86799>>. Acesso em: 10 fev. 2020.

Pickett, S.T.A.; Cadenasso, M.L.; Rosi-Marshall, E.J.; Belt, K.T.; Groffman, P.M.; Grove, J.M.; Irwin, E.G.; Kaushal, S.S.; LaDeau, S.L.; Nilon, C.H.; Swan, C.M.; Warren, P.S. 2017. Dynamic heterogeneity: a framework to promote ecological integration and hypothesis generation in urban systems. *Urban Ecosystems*. 20(1): 1-14. <https://doi.org/10.1007/s11252-016-0574-9>.

TAYLOR, Lucy; HOCHULI, Dieter F. Defining greenspace: Multiple uses across multiple disciplines. *Landscape and Urban Planning*, v. 158, p. 25-38, 2017.

UNITED NATIONS. World Urbanization Prospects: The 2018 Revision. . [S.l: s.n.], 2018. Disponível em: <<https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-KeyFacts.pdf>>. Acesso em: 22 nov. 2018

WU, Jianguo. Urban ecology and sustainability: The state-of-the-science and future directions. *Landscape and Urban Planning*, 2014.