

OBSERVATÓRIO NACIONAL

PELOCÉU DE SOBRAL

1919 | 2019



IRMANDADE DOS SÓSSEIS SOBRAL

FUNDADA EM 15.9.1752

ORGANIZAÇÃO

Alba Lívia Tallon Bozi
João dos Anjos

ENSAIO FOTOGRÁFICO EM SOBRAL

Luiz Baltar



PELOCÉUDESOBRAL
1919 | 2019

OBSERVATÓRIO NACIONAL - ON

Rio de Janeiro, 2020

PELO CÉU DE SOBRAL - 1919 | 2019

MINISTRO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES

Marcos Cesar Pontes

SECRETÁRIO EXECUTIVO

Leonidas de Araújo Medeiros Junior

SUBSECRETÁRIO DE UNIDADES
VINCULADAS

Darcton Policarpo Damião

DIRETOR DO OBSERVATÓRIO NACIONAL
João dos Anjos

ORGANIZAÇÃO

Alba Lívia Tallon Bozi

João dos Anjos

ENSAIO FOTOGRÁFICO EM SOBRAL

Luiz Baltar

TEXTOS

Alba Lívia Tallon Bozi

Cosme Ferreira da Ponte Neto

REVISÃO

Michelle Pires de Araújo

PROJETO GRÁFICO

Ampersand Comunicação Gráfica

www.amperdesign.com.br

IMPRESSÃO

Gráfica Daijo

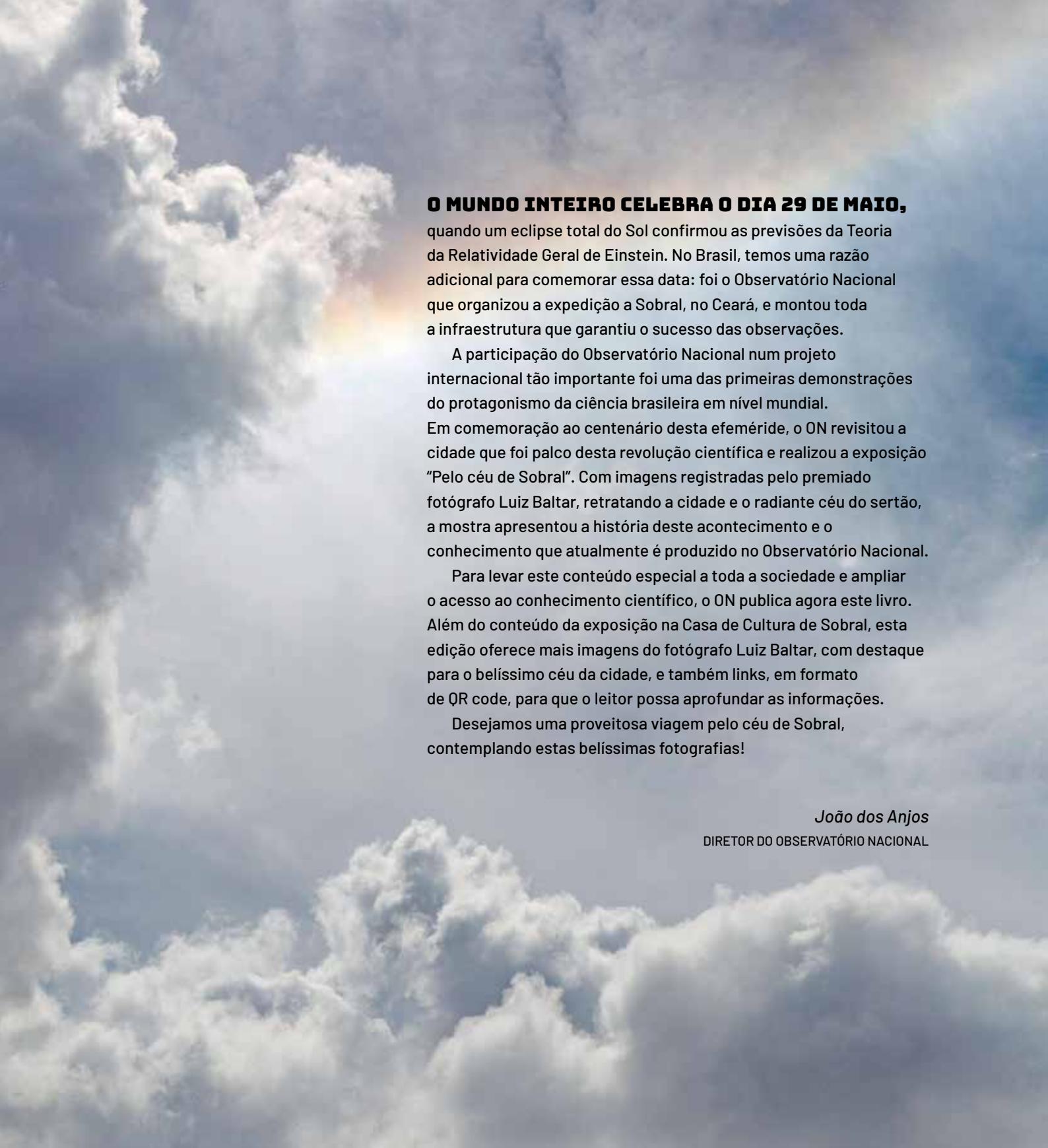
Catalogação Biblioteca do Observatório Nacional

014 Observatório Nacional.
Pelo céu de Sobral: 1919 | 2019/ organizadores: Alba Lívia Tallon Bozi e
João dos Anjos. - Rio de Janeiro: ON, 2020.
88p.:il.

ISBN: 78-65-993221-0-5
Ensaio fotográfico em Sobral por Luiz Baltar

1. Astronomia. 2. Eclipse de Sobral. I. Bozi, Alba Lívia Tallon, org.
II. Anjos, João dos, org. III. Título.

CDU 52



O MUNDO INTEIRO CELEBRA O DIA 29 DE MAIO,

quando um eclipse total do Sol confirmou as previsões da Teoria da Relatividade Geral de Einstein. No Brasil, temos uma razão adicional para comemorar essa data: foi o Observatório Nacional que organizou a expedição a Sobral, no Ceará, e montou toda a infraestrutura que garantiu o sucesso das observações.

A participação do Observatório Nacional num projeto internacional tão importante foi uma das primeiras demonstrações do protagonismo da ciência brasileira em nível mundial. Em comemoração ao centenário desta efeméride, o ON revisitou a cidade que foi palco desta revolução científica e realizou a exposição "Pelo céu de Sobral". Com imagens registradas pelo premiado fotógrafo Luiz Baltar, retratando a cidade e o radiante céu do sertão, a mostra apresentou a história deste acontecimento e o conhecimento que atualmente é produzido no Observatório Nacional.

Para levar este conteúdo especial a toda a sociedade e ampliar o acesso ao conhecimento científico, o ON publica agora este livro. Além do conteúdo da exposição na Casa de Cultura de Sobral, esta edição oferece mais imagens do fotógrafo Luiz Baltar, com destaque para o belíssimo céu da cidade, e também links, em formato de QR code, para que o leitor possa aprofundar as informações.

Desejamos uma proveitosa viagem pelo céu de Sobral, contemplando estas belíssimas fotografias!

João dos Anjos
DIRETOR DO OBSERVATÓRIO NACIONAL



O DIA AMANHECEU COM CÉU NUBLADO e chuviscando na cidade, uma coisa inesperada em Sobral, pois as chuvas costumam acontecer somente durante a tarde nos meses da quadra chuvosa. A situação das nuvens carregadas continuou ao longo da manhã. No início do eclipse, o Sol estava totalmente encoberto. Um minuto antes da totalidade do eclipse, um vento arrancou as nuvens da frente do Sol, e o Sol brilhou! A chuviscada e a umidade que abriram a manhã baixaram a poeira e deixaram o céu claro. Todos puderam coletar seus dados com sucesso! Sobral entrou para a história da ciência!

Emerson F. de Almeida
DIRETOR TÉCNICO-CIENTÍFICO DO MUSEU DO ECLIPSE



PHOTO FESTIVAL

O BRASIL NA HISTÓRIA DA

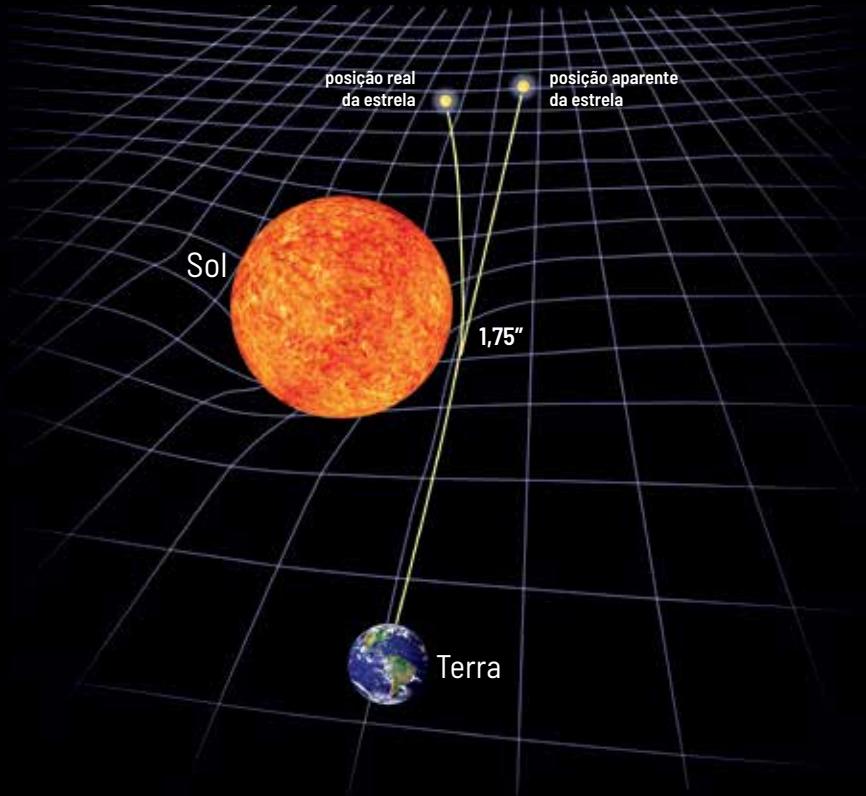
CREDITO: FOTO LUCIEN CHAVAN (1904) / DOMÍNIO PÚBLICO



EM 1915, Albert Einstein completou a sua teoria do espaço, tempo e gravidade, conhecida como Teoria da Relatividade Geral.

Nela, Einstein demonstrou que a matéria induz uma curvatura no espaço e a curvatura do espaço determina como os corpos se movimentam – visão diferente da teoria newtoniana, formulada dois séculos antes, que definia a ação gravitacional como uma força de interação à distância.

Einstein concluiu que a gravidade é a própria manifestação da curvatura do espaço-tempo. Por exemplo, um corpo maciço como o Sol deforma o espaço-tempo ao seu redor, de tal maneira que os planetas do Sistema Solar orbitam em torno dele, seguindo uma trajetória determinada por essa deformação do espaço. Pelo mesmo princípio, a luz, ao passar próxima ao Sol, é desviada, seguindo a curvatura do espaço-tempo local, como demonstrado na ilustração no alto da página.



Na foto abaixo, astrônomos que foram a Passa Quatro/MG, em 1912, para observar o eclipse do Sol. Entretanto, o mau tempo não permitiu a observação

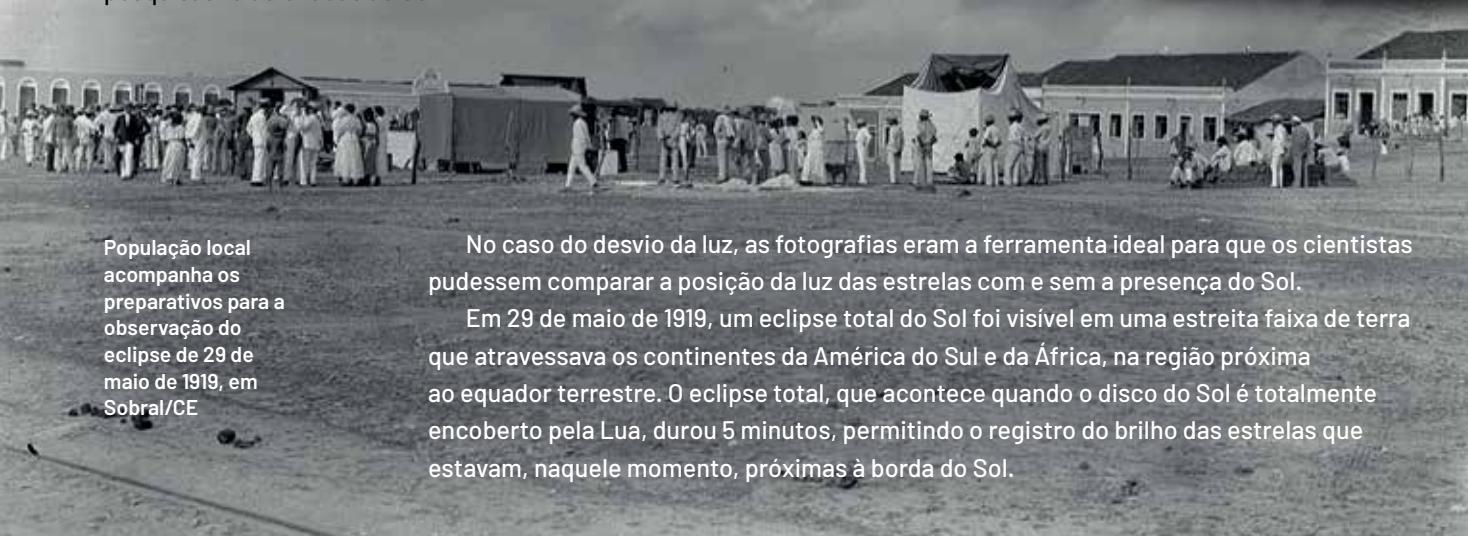


CREDITO: ACERVO OBSERVATÓRIO NACIONAL

CIÊNCIA MUNDIAL

A invenção da fotografia, no século 19, permitiu que os eclipses totais do Sol fossem registrados em imagens precisas que poderiam ser analisadas posteriormente. Uma câmera era acoplada aos telescópios, fazendo os registros em placas de vidro, mídia bastante avançada para aquela época, mas muito diferente do que temos hoje com as modernas câmeras digitais.

Com os telescópios e a fotografia à disposição dos astrônomos, as expedições para observar e registrar os eclipses tornaram-se uma prática para realizar pesquisas relacionadas ao Sol.



População local acompanha os preparativos para a observação do eclipse de 29 de maio de 1919, em Sobral/CE

No caso do desvio da luz, as fotografias eram a ferramenta ideal para que os cientistas pudessem comparar a posição da luz das estrelas com e sem a presença do Sol.

Em 29 de maio de 1919, um eclipse total do Sol foi visível em uma estreita faixa de terra que atravessava os continentes da América do Sul e da África, na região próxima ao equador terrestre. O eclipse total, que acontece quando o disco do Sol é totalmente encoberto pela Lua, durou 5 minutos, permitindo o registro do brilho das estrelas que estavam, naquele momento, próximas à borda do Sol.

CREDITO: ACERVO OBSERVATÓRIO NACIONAL



Telescópio refrator astrográfico do construtor Mailhat, com 15cm de abertura da objetiva e 8m de distância focal, conjugado com um celostato, equipamento utilizado pela equipe inglesa, em Sobral/CE



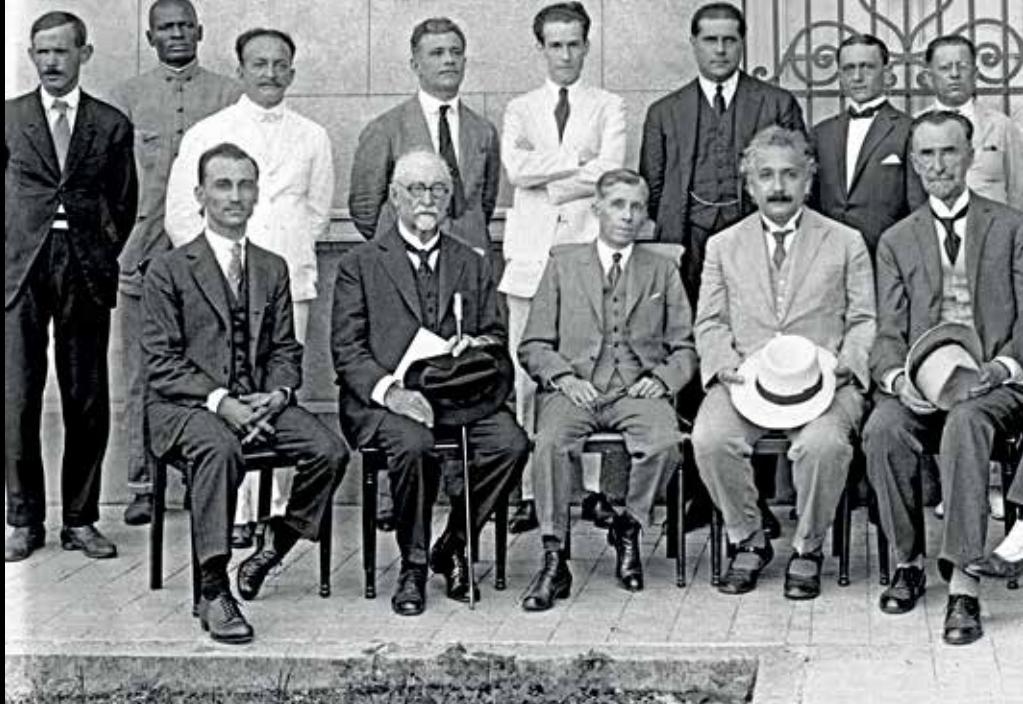
CREDITO: SCIENCE MUSEUM GROUP COLLECTION

Henrique Morize, astrônomo e então diretor do Observatório Nacional, ajudou a organizar as expedições e montou toda a infraestrutura para que o fenômeno pudesse ser observado e fotografado na cidade de Sobral, no Ceará.

Além da equipe brasileira, liderada por Morize, uma equipe inglesa e uma norte-americana vieram para o Brasil – cada uma delas com um objetivo científico diferente.

E a observação foi um sucesso! As imagens obtidas em Sobral confirmaram o valor da deflexão da luz previsto na Teoria da Relatividade Geral e colocaram o Brasil na história da ciência.

Em 9 de maio de 1925, Albert Einstein visitou o Observatório Nacional. Na imagem, da esquerda para a direita, em pé: João Cancio Soares de Assumpção; José Antonio França; Arthur de Almeida; José Frazão Milanez; Lélio Itapuambyra Gama; Gualter Macedo Soares; Carlos Magno; Idelfonso da Silva Souto; Francisco Venâncio Filho; Adalberto Farias dos Santos; Ernesto Morize; Lauro Paiva e Hiron Jacques. Sentados, da esquerda para a direita: Domingos Costa; Isidoro E. Kohn; Alix Corrêa Lemos; Albert Einstein; Henrique Morize; Alfredo Lisboa e Ignácio Azevedo do Amaral



Equipes que observaram o eclipse total do Sol no dia 29 de maio de 1919, em Sobral/CE. Da esquerda para a direita: Equipe brasileira: Luiz Rodrigues (1º), Theophilo Lee (2º), Henrique Morize (4º), Allyrio de Mattos (7º), Domingos Costa (9º), Lélio Gama (10º), Antônio C. Lima (11º) e Primo Flores (12º). Equipe inglesa: Charles Davidson (5º) e Andrew Crommelin (6º). Equipe americana: Daniel Wise (3º) e Andrew Thomson (8º).

CREDITO: ACERVO OBSERVATÓRIO NACIONAL





**“A QUESTÃO QUE MINHA MENTE
FORMULOU FOI RESPONDIDA
PELO RADIANTE CÉU DO BRASIL.”**

Albert Einstein



A partir dessa constatação, a ciência abriu caminhos para um melhor entendimento dos fenômenos físicos, em escalas que vão desde o Sistema Solar até os confins do Universo. Isso é possível, basicamente, pelo fato de que a gravitação é a interação dominante em grandes escalas e, portanto, a partir de uma teoria bem-sucedida do campo gravitacional, pode-se explorar os mecanismos físicos que atuam nesses sistemas. A participação do Observatório Nacional num projeto internacional tão importante foi uma das primeiras demonstrações do protagonismo da ciência brasileira em nível mundial.

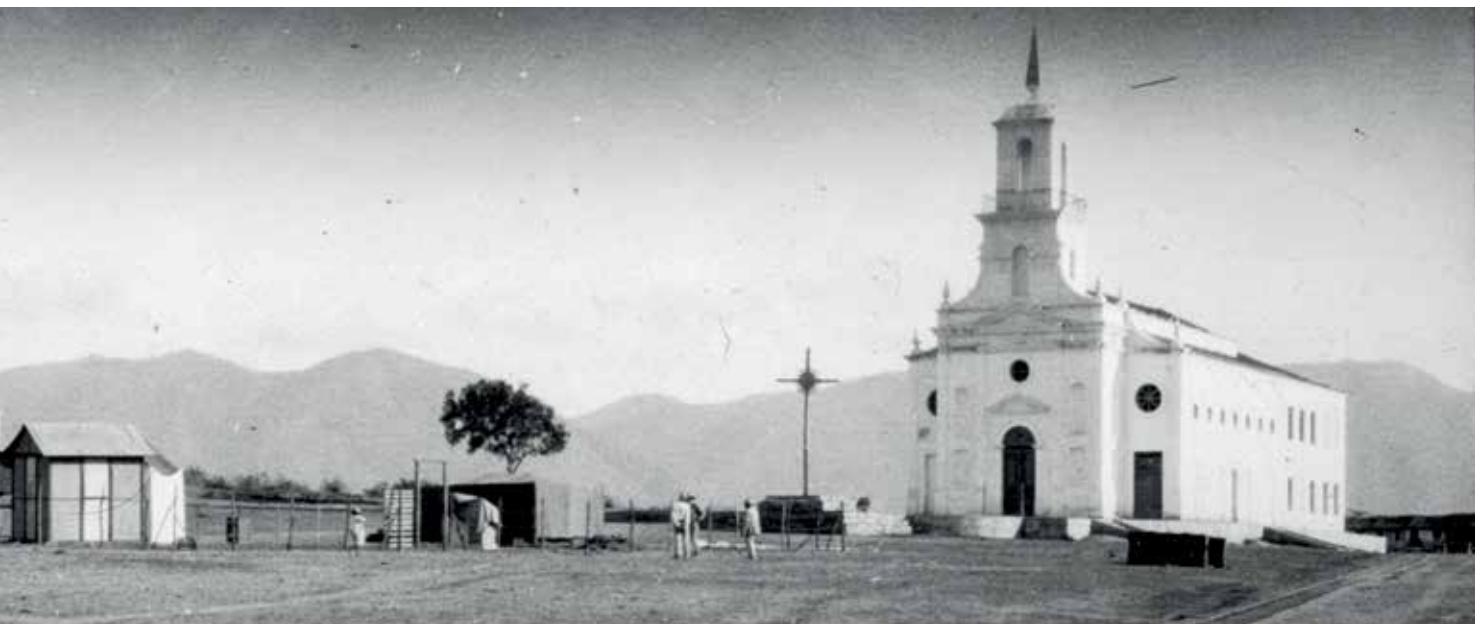
Além desse importante feito histórico, você tem aqui nesta publicação, a partir da página 70, a oportunidade de conhecer a pesquisa que atualmente é desenvolvida no Observatório Nacional – instituição criada em 1827 – e que garante ao ON uma posição de destaque na comunidade científica internacional.



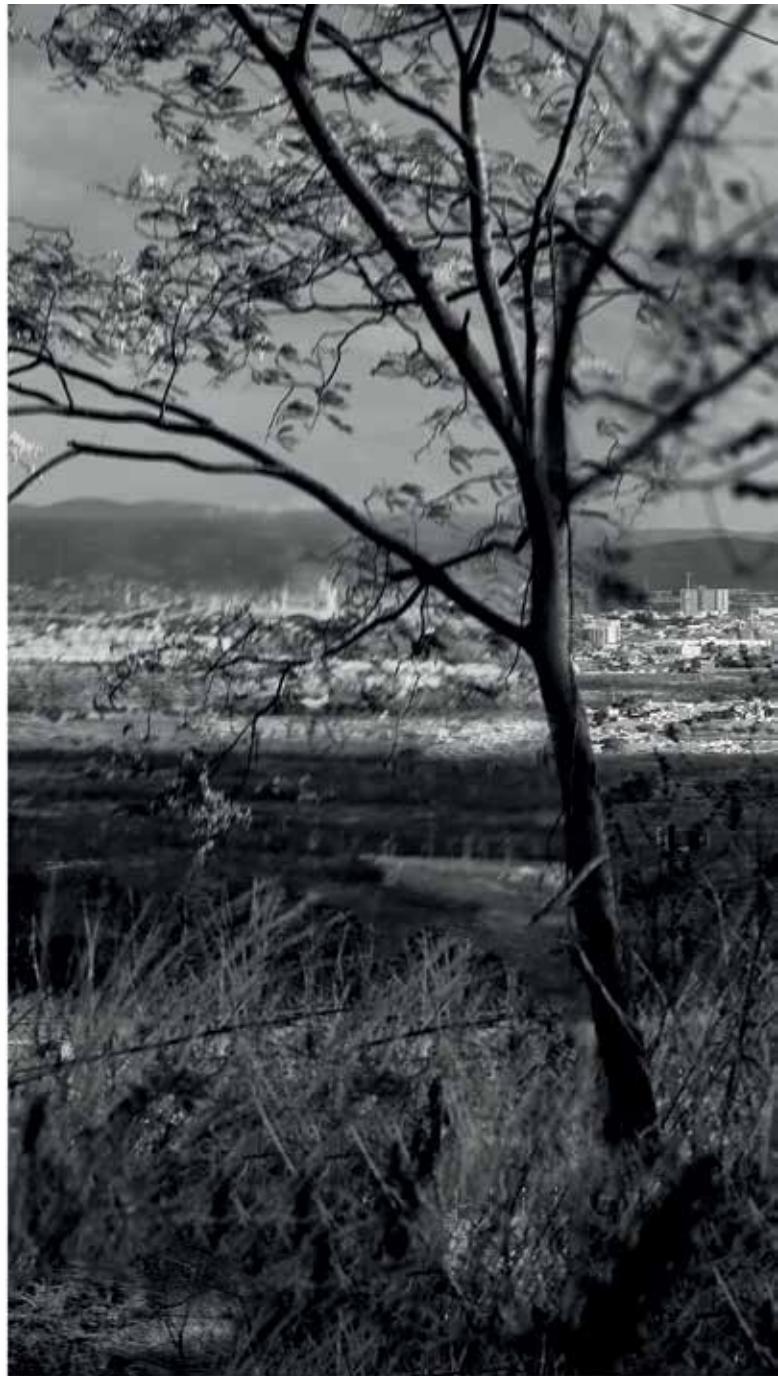
Na foto ao lado,
membros da expedição
que foi a Sobral em 1919.
Da direita para a
esquerda: Primo Flores,
Lélio Gama, Allyrio de
Mattos, Domingos Costa,
Henrique Morize,
Theophilo Lee e Luiz
Rodrigues

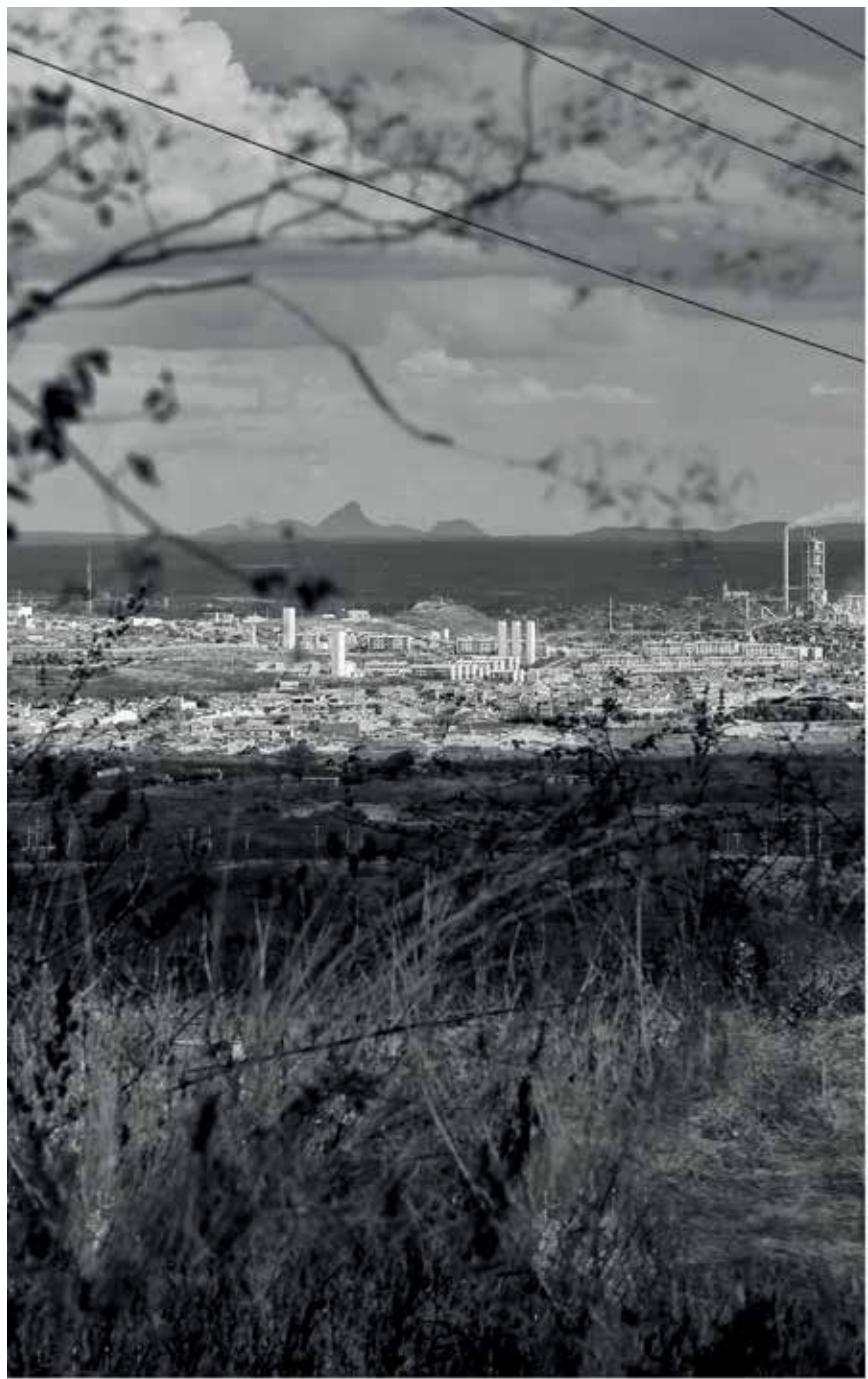
Crédito: ACERVO OBSERVATÓRIO NACIONAL

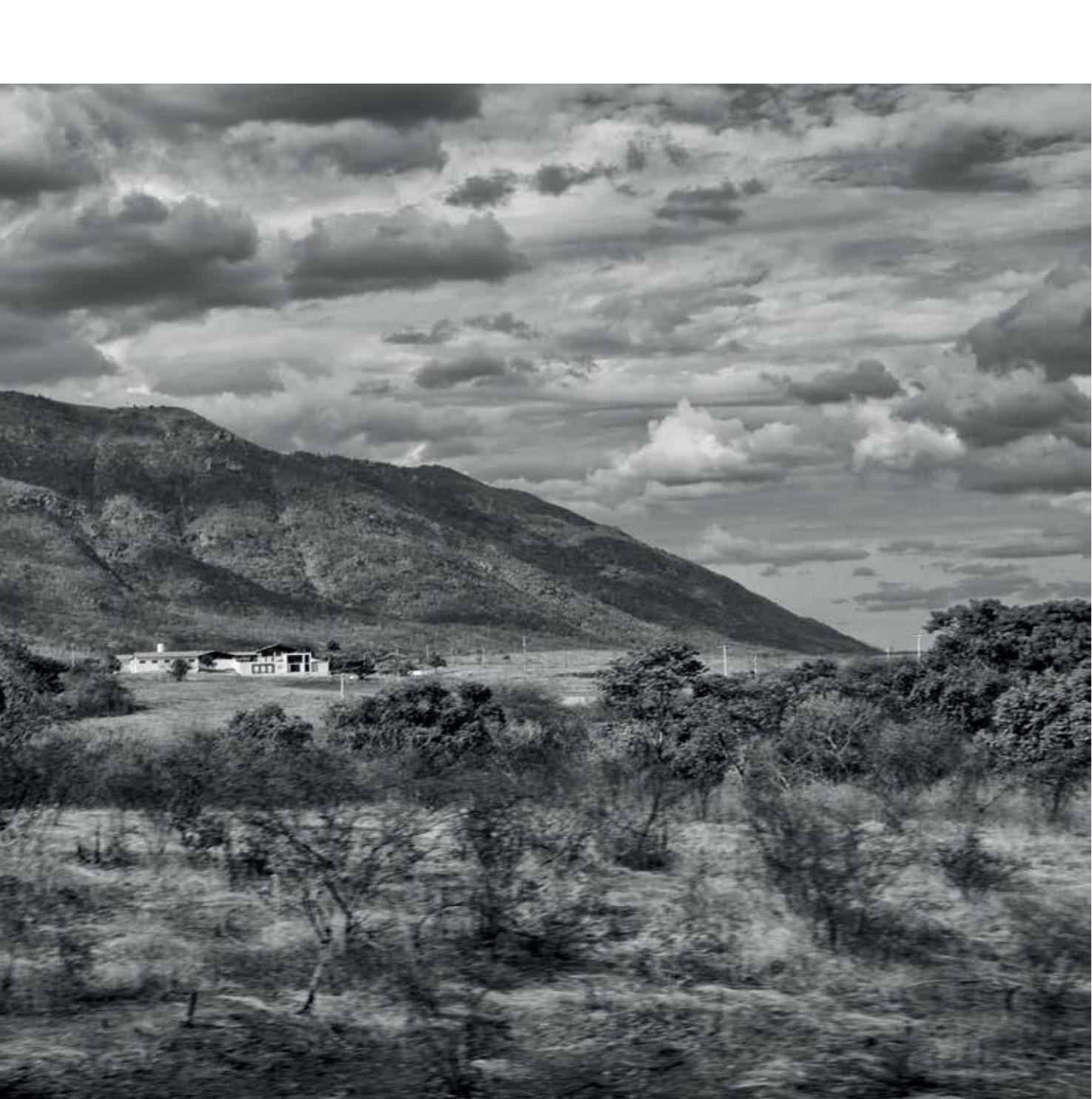




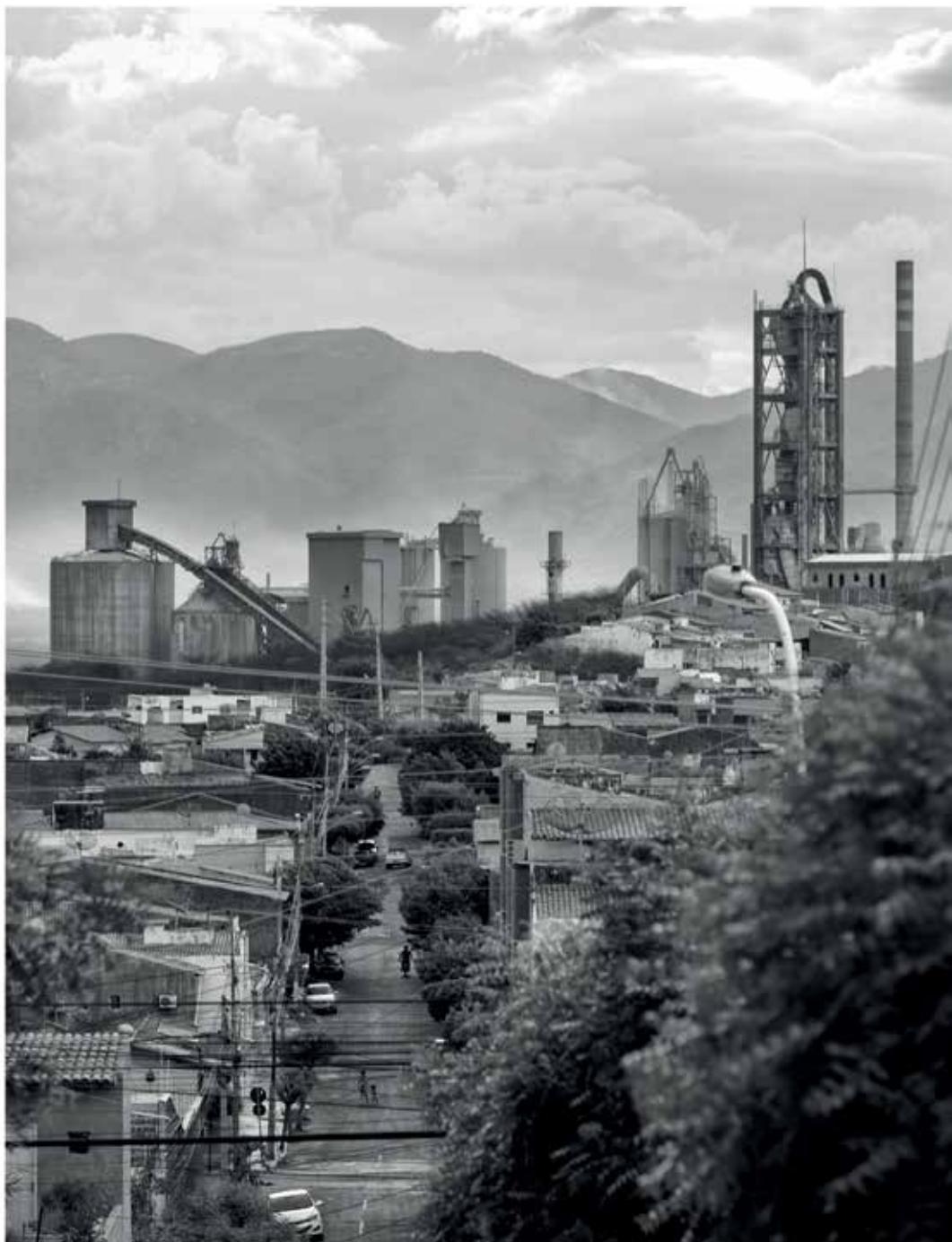


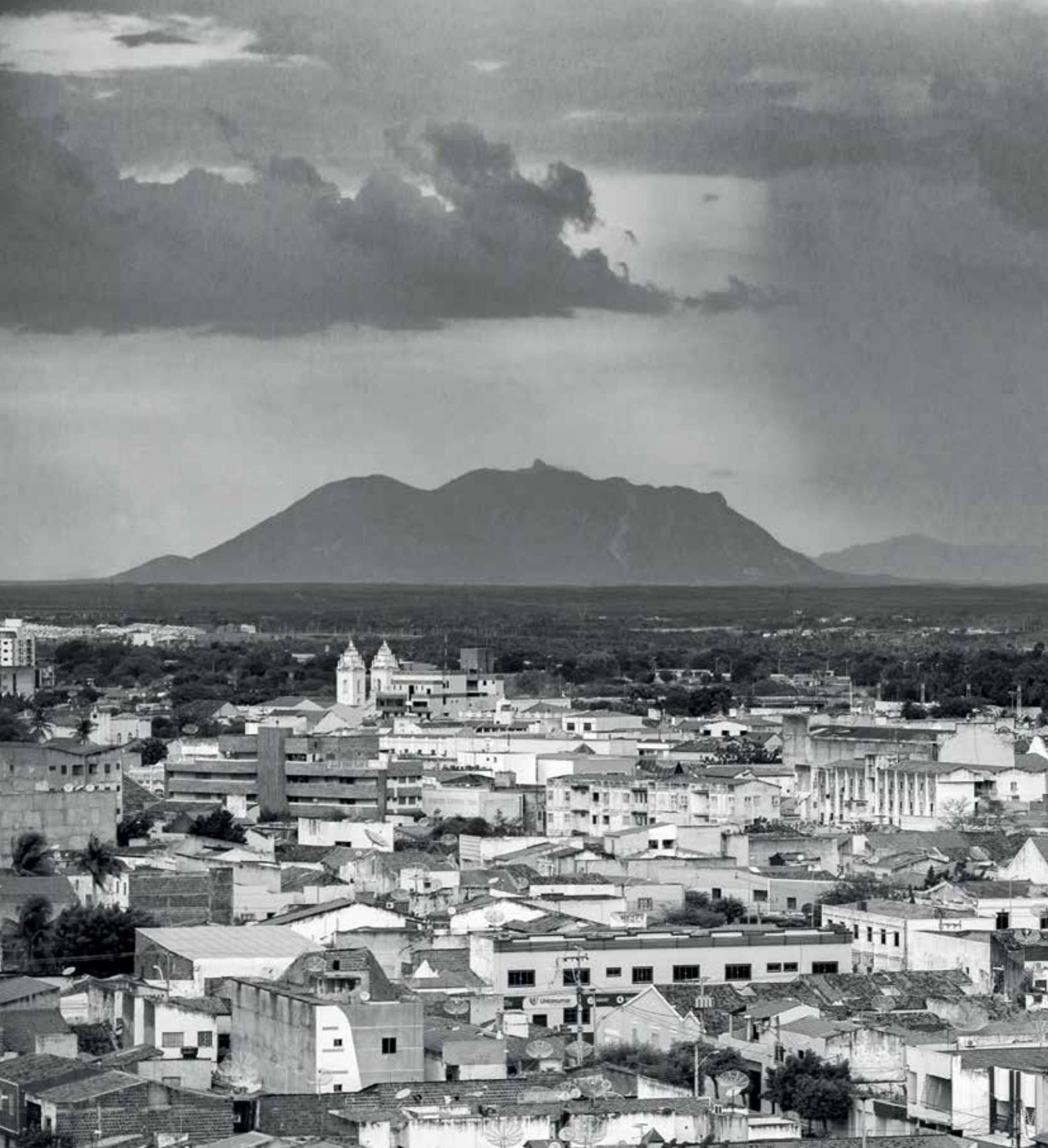
















**“AMAR UMA CIDADE É VER-SE NELA,
É SENTIR-SE A CADA FÍMBRIA DE
CALÇADA, É COMEÇAR-SE NELA, SENDO
PARTE DE UMA ESTRANHA ARQUITETURA
QUE NASCE AO FINDAR-SE.”**

Carlos Augusto Viana

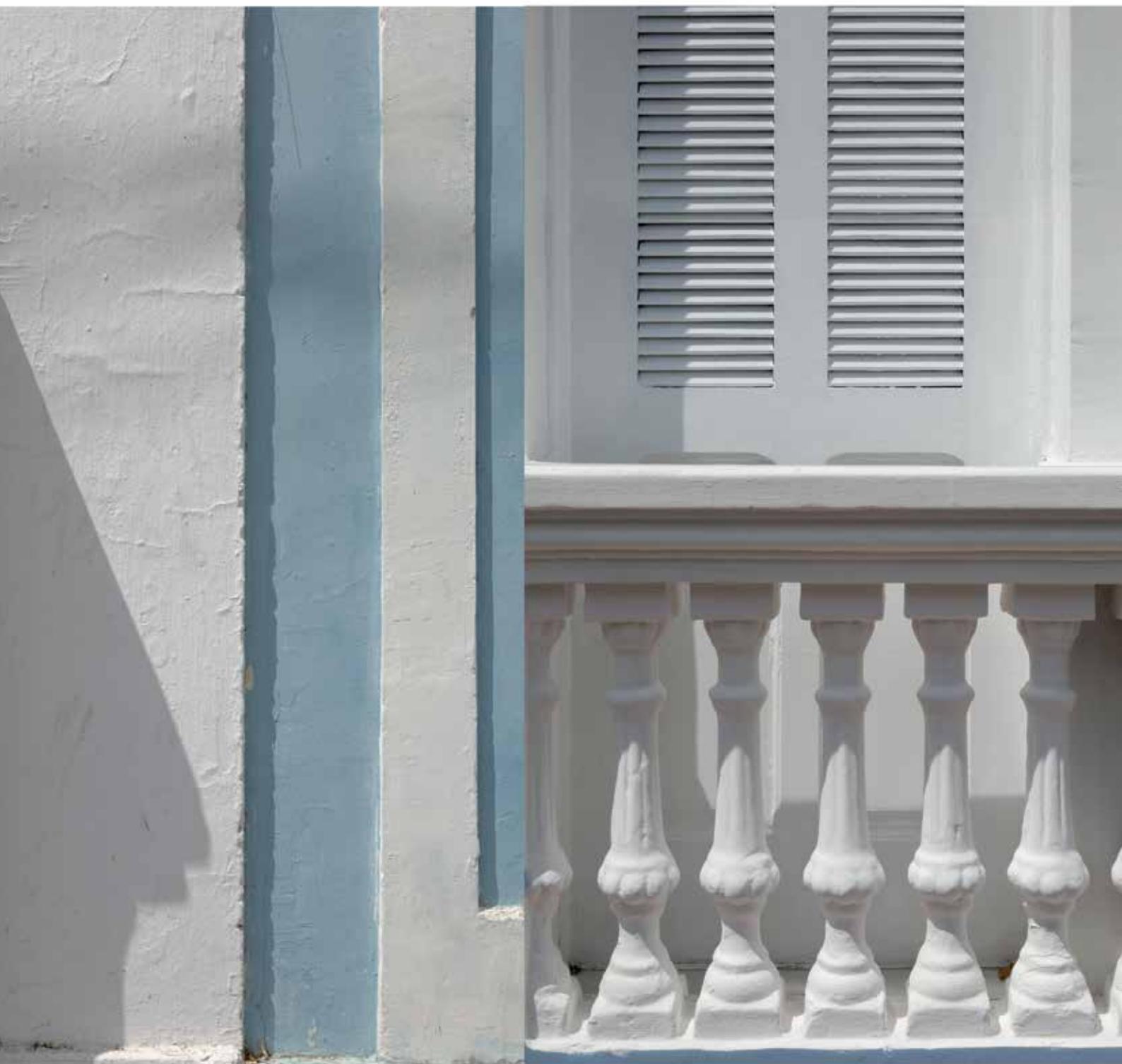


A IDEIA DE UMA EXPOSIÇÃO de fotografias sobre a cidade de Sobral surgiu com a proposta de uma “arqueologia visual”: descobrir, no cotidiano da cidade, situações e personagens que gerassem imagens alusivas à expedição científica para observar o eclipse total do Sol de 1919 ou até mesmo sobre Albert Einstein. Acreditava que um dos maiores acontecimentos científicos do século XX teria deixado marcas no imaginário dos moradores de Sobral.

Durante 10 dias, percorri toda a cidade com espírito explorador, sem nenhuma pesquisa prévia. Queria ser surpreendido. Fiquei encantado ao encontrar um conjunto arquitetônico peculiar, composto por prédios de diversos estilos, que se harmonizam com um céu de cores espetaculares e nuvens monumentais.

O resultado de minha expedição foram mais de 6.000 registros fotográficos tendo, na maioria, o céu de Sobral como personagem principal.

Luiz Baltar







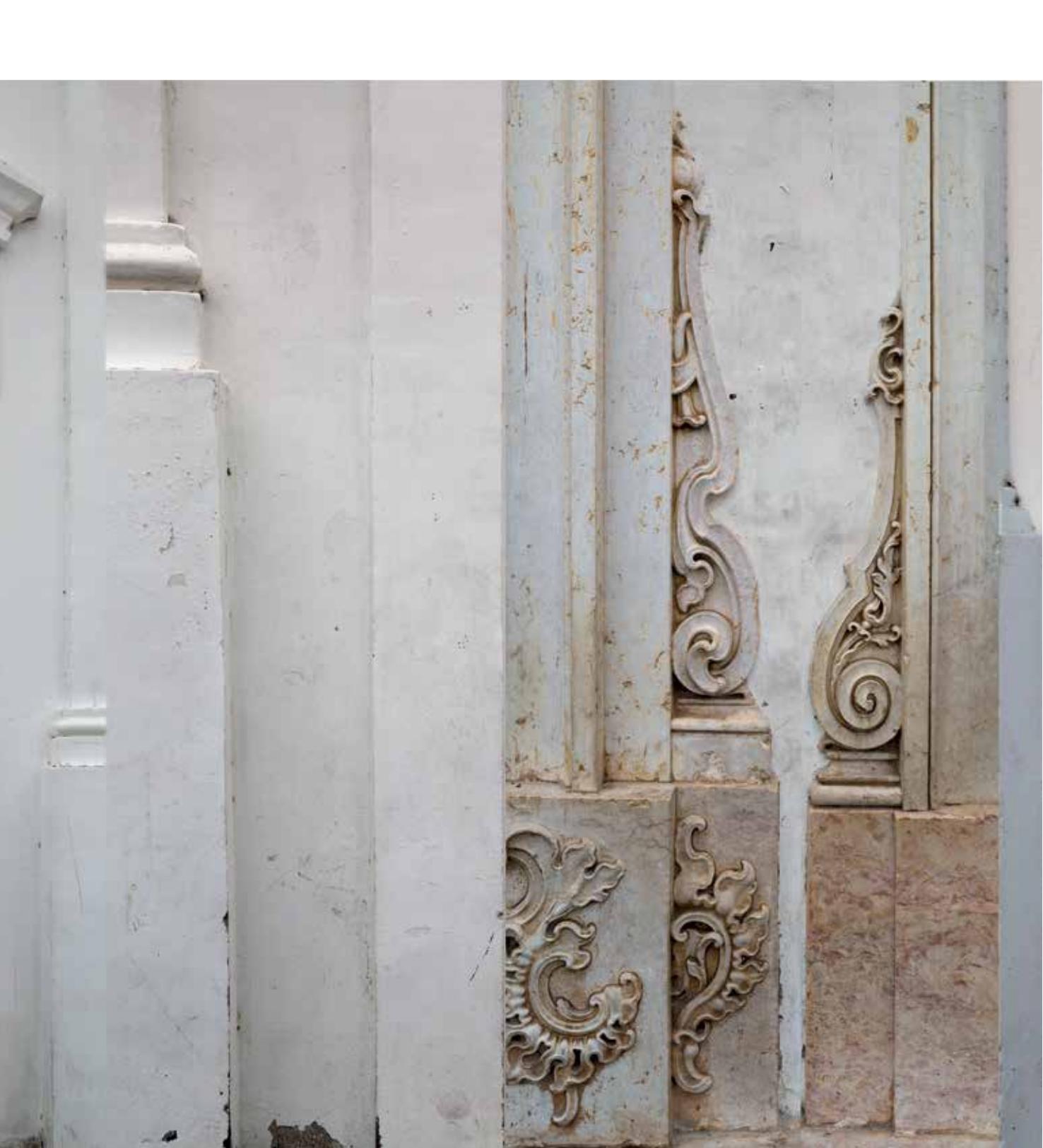




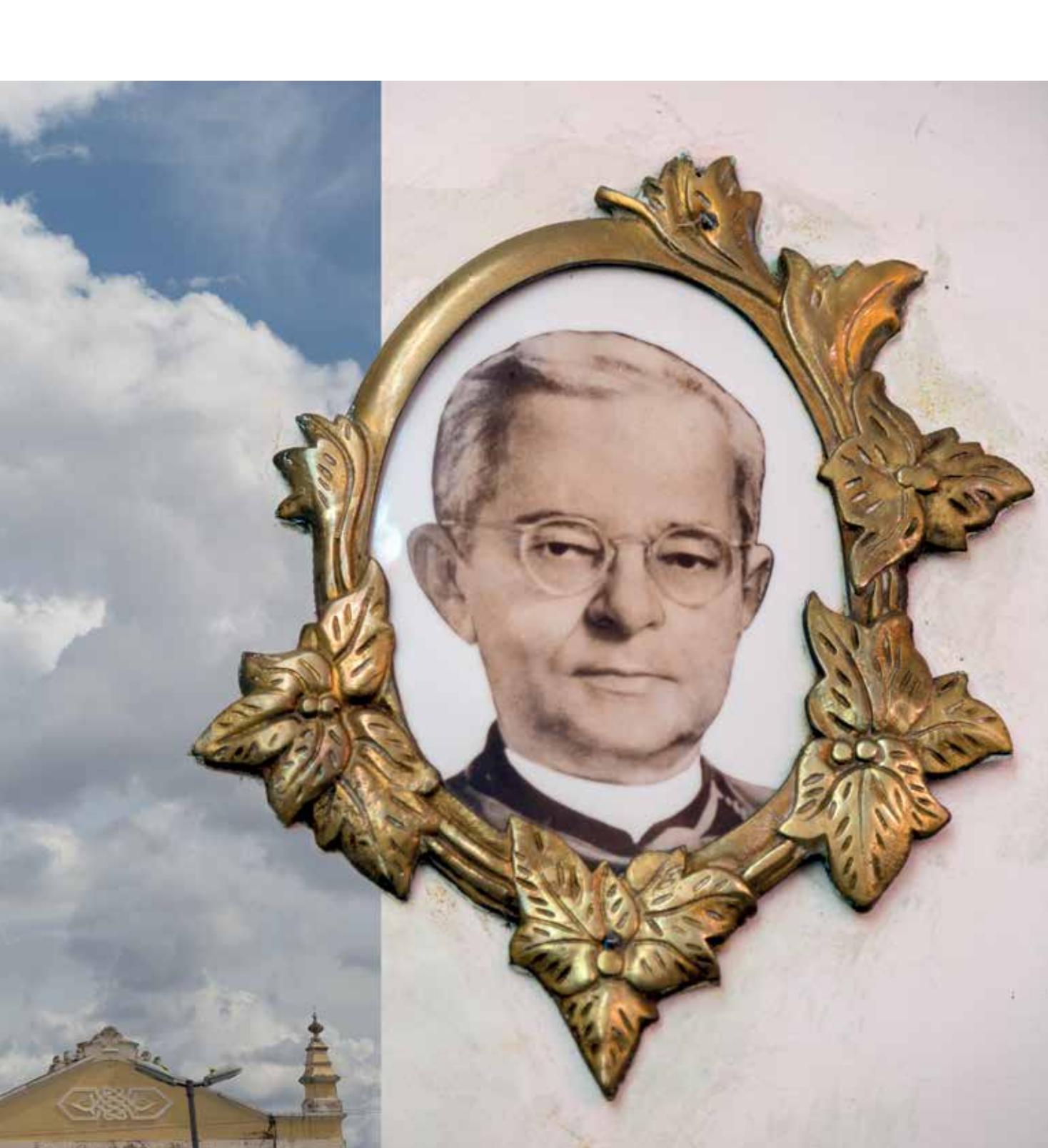


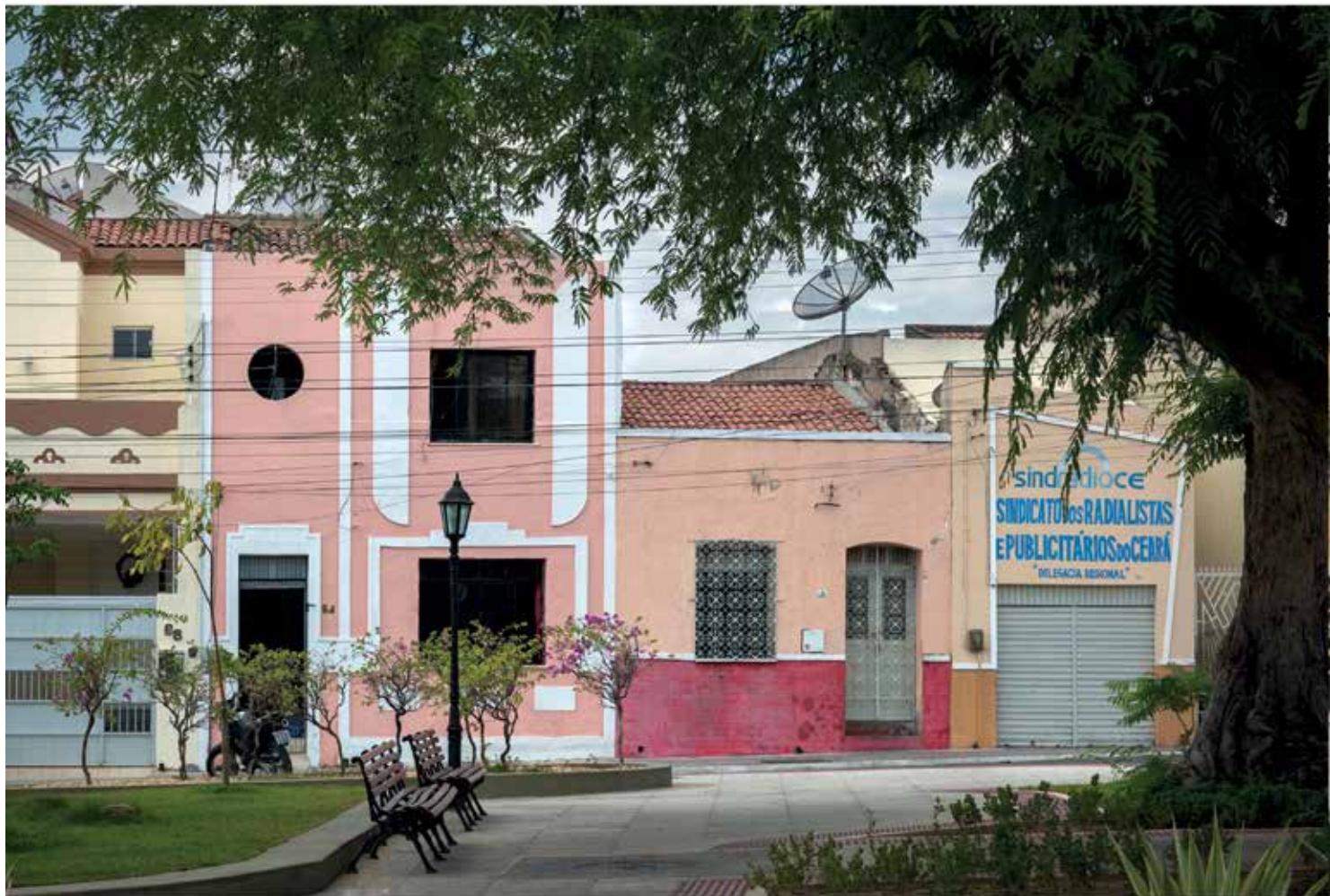






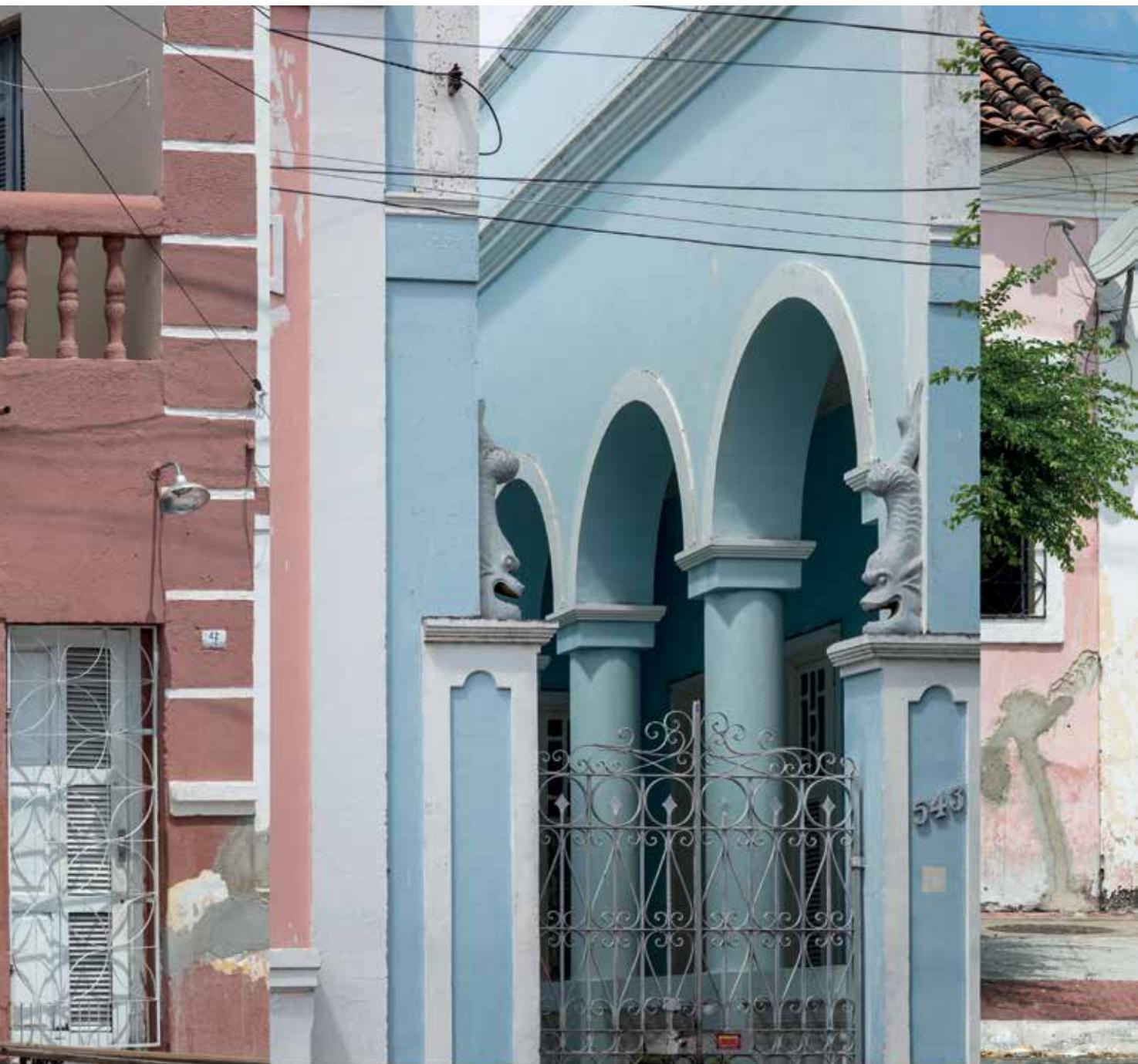


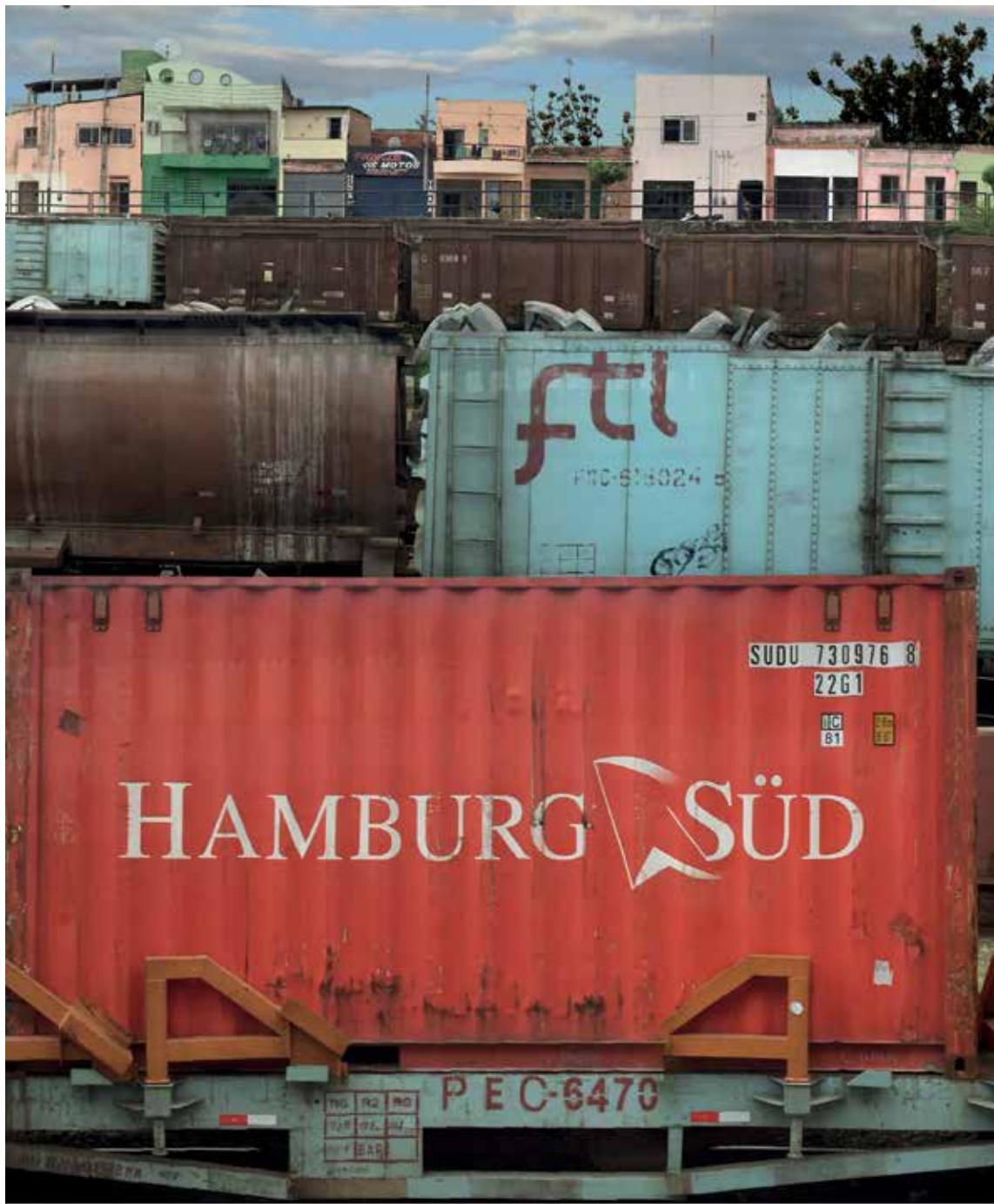


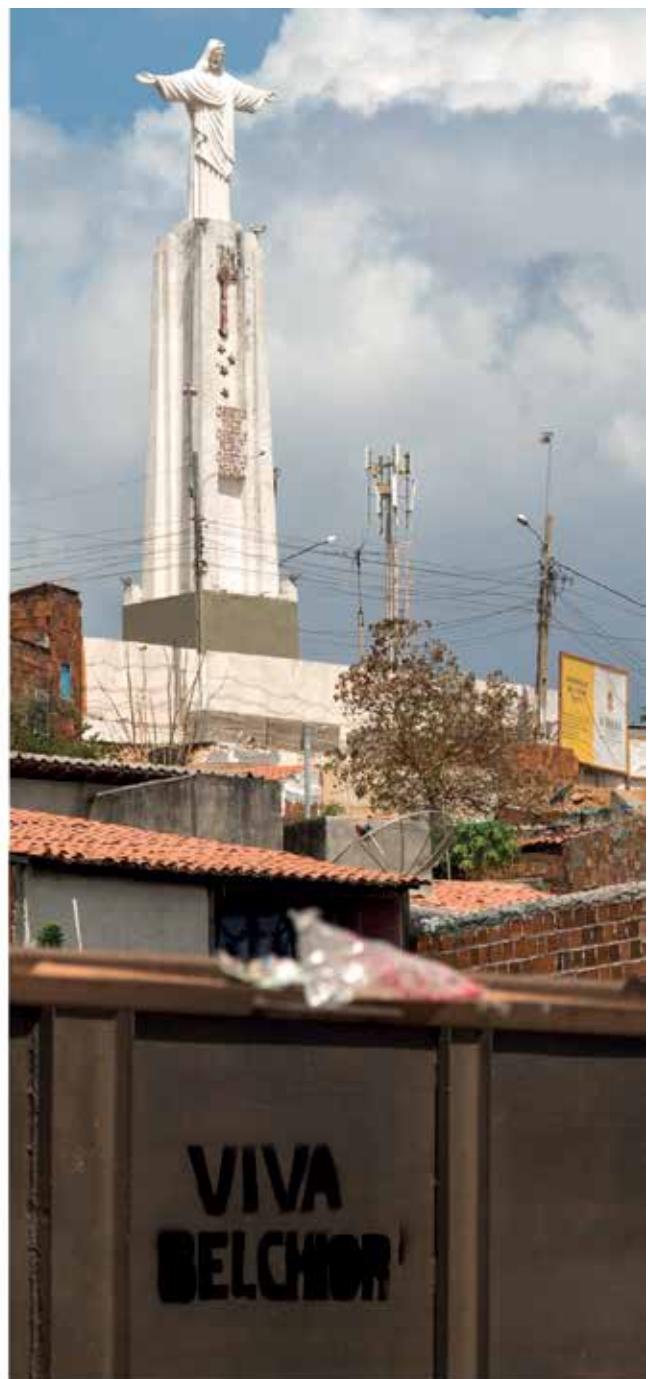


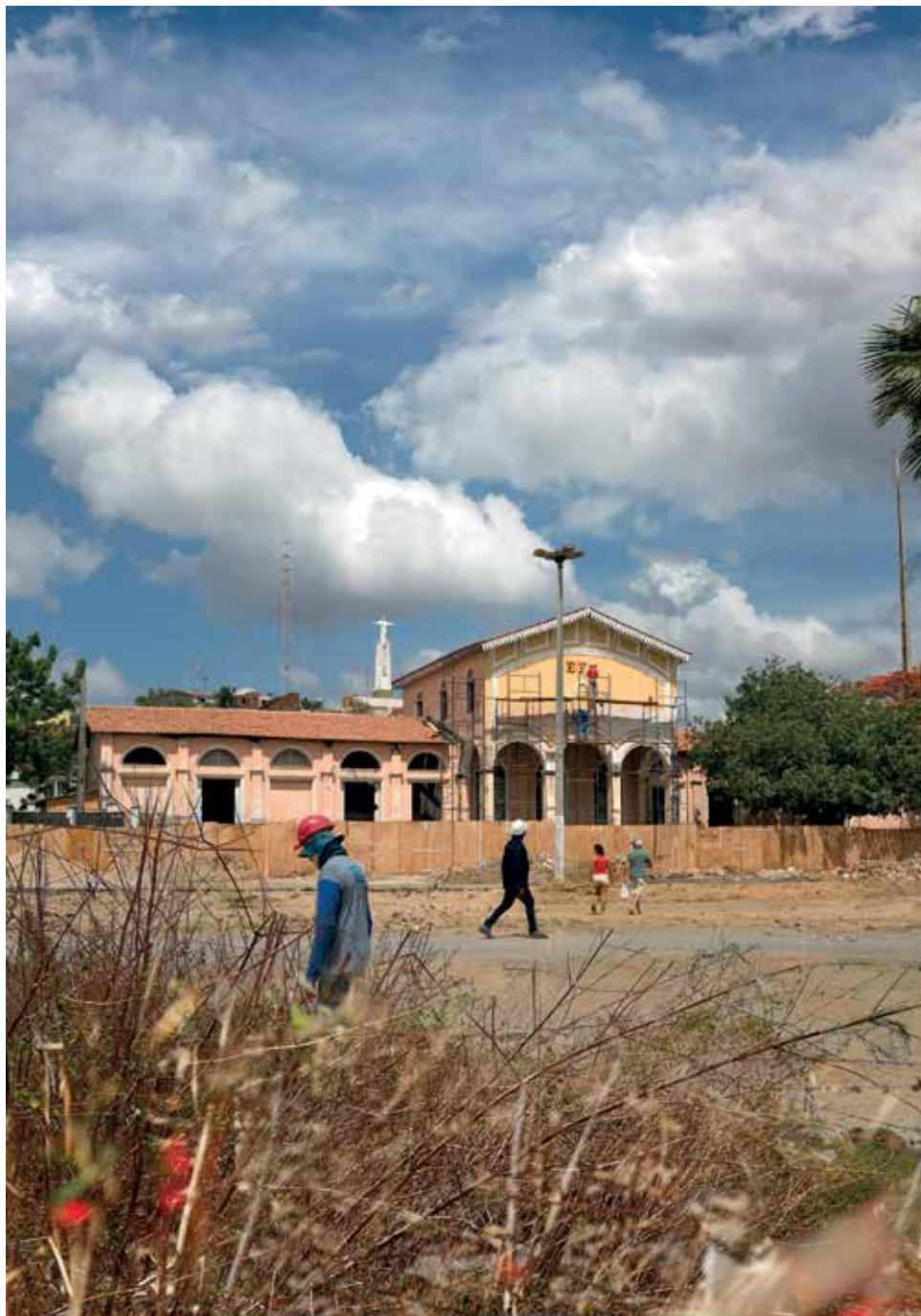










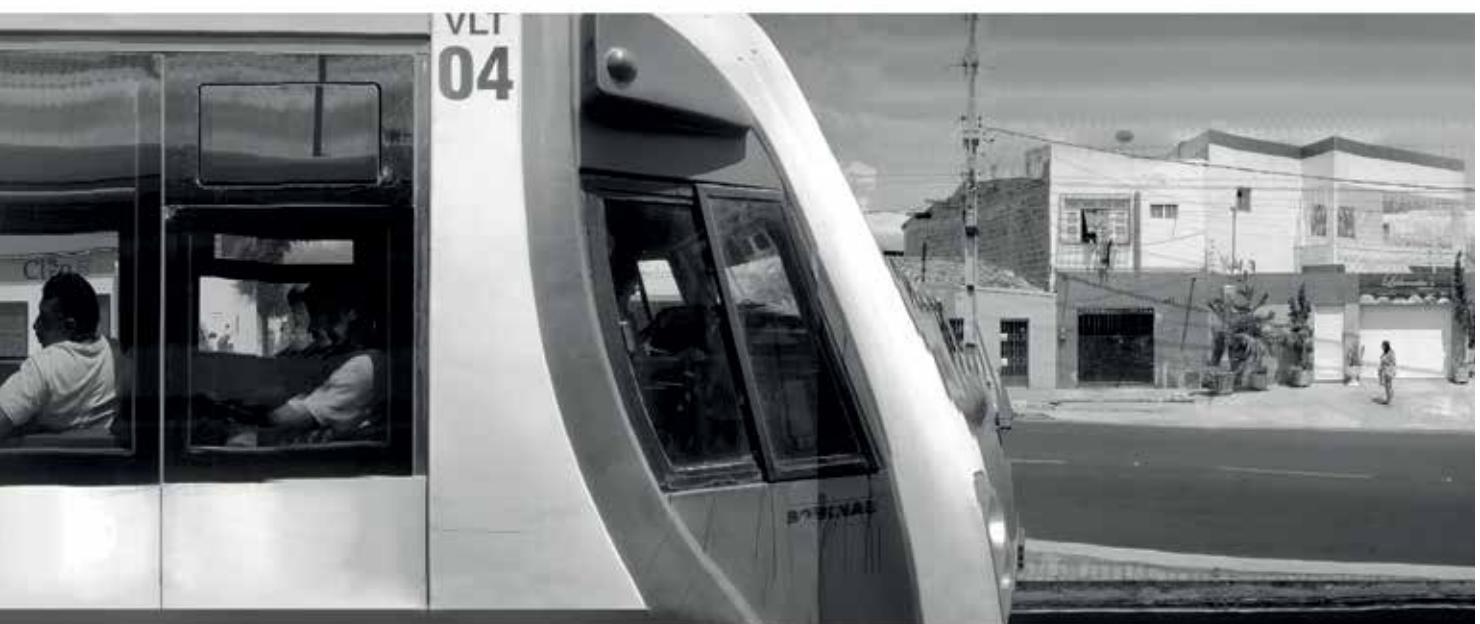


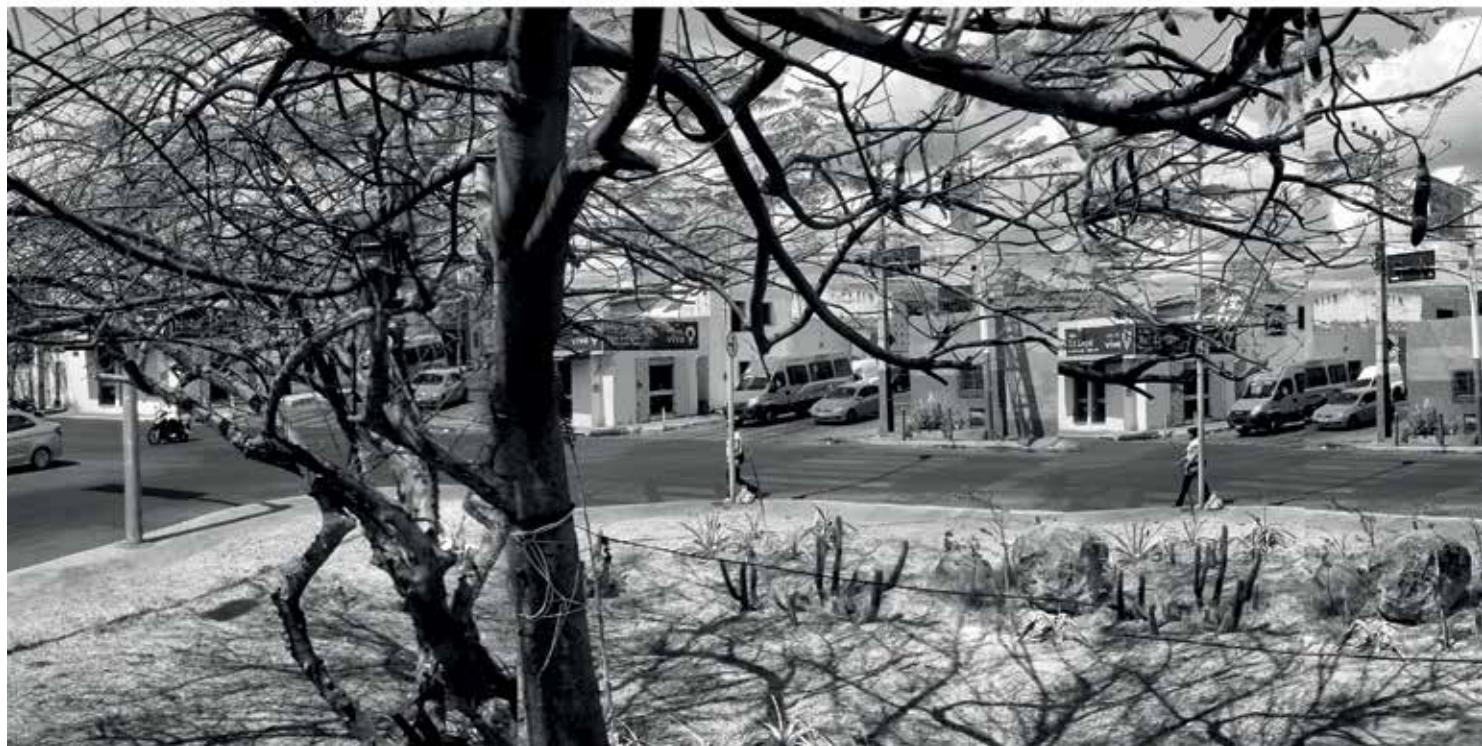
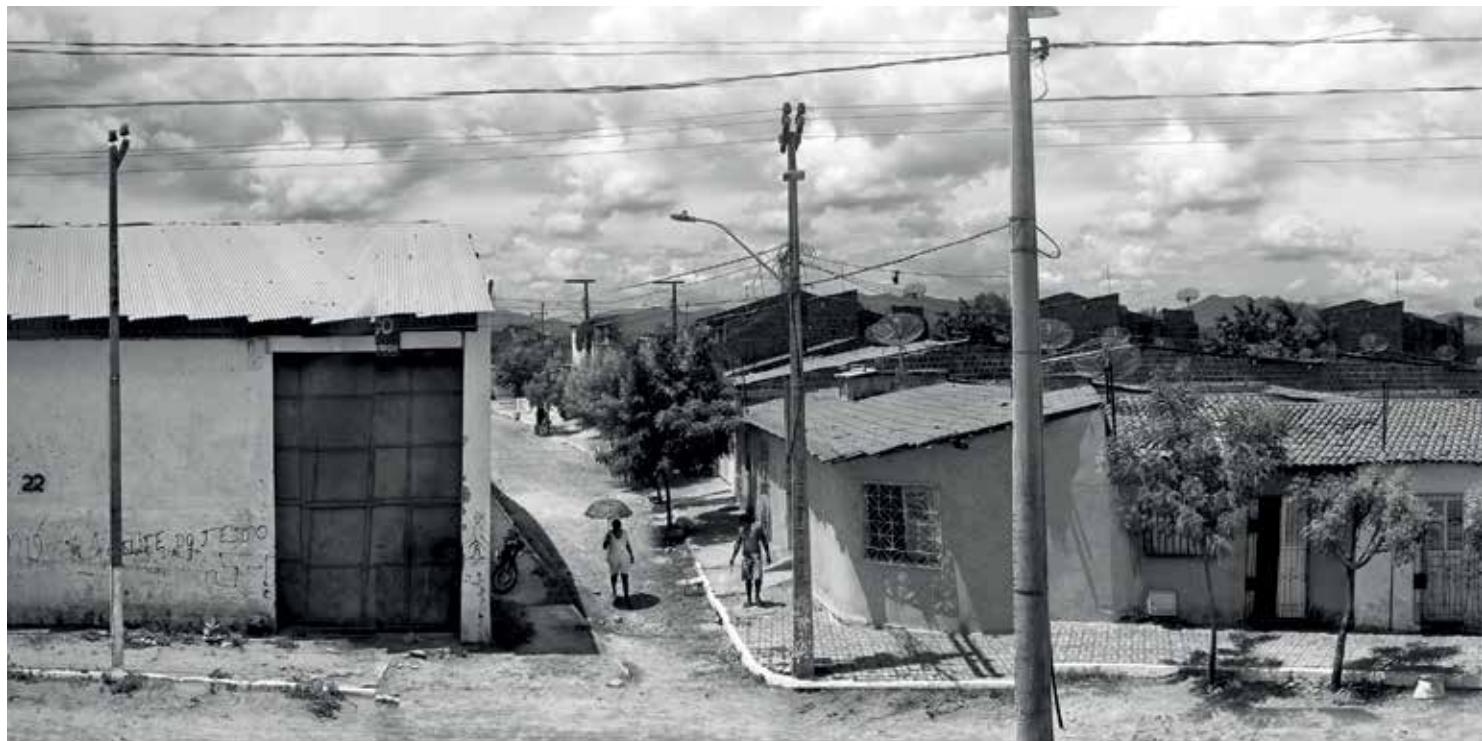


















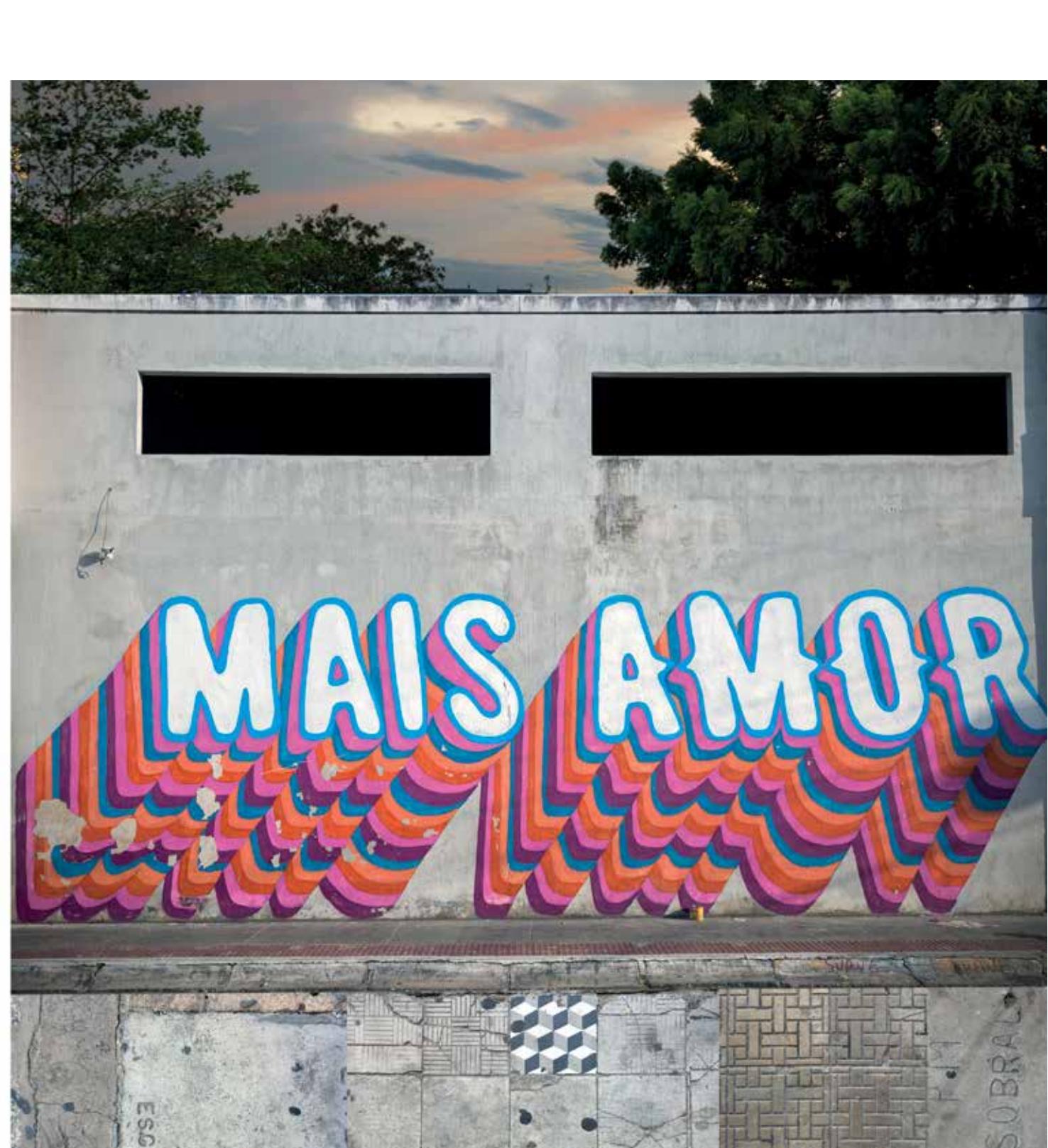


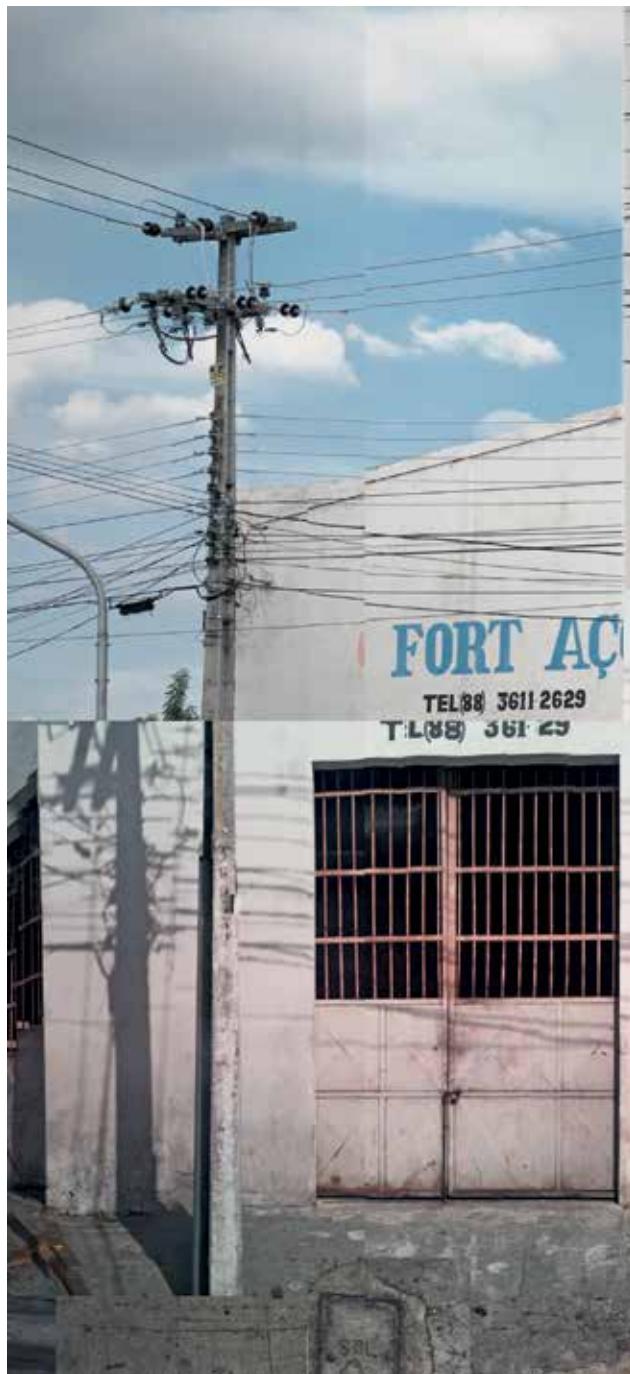






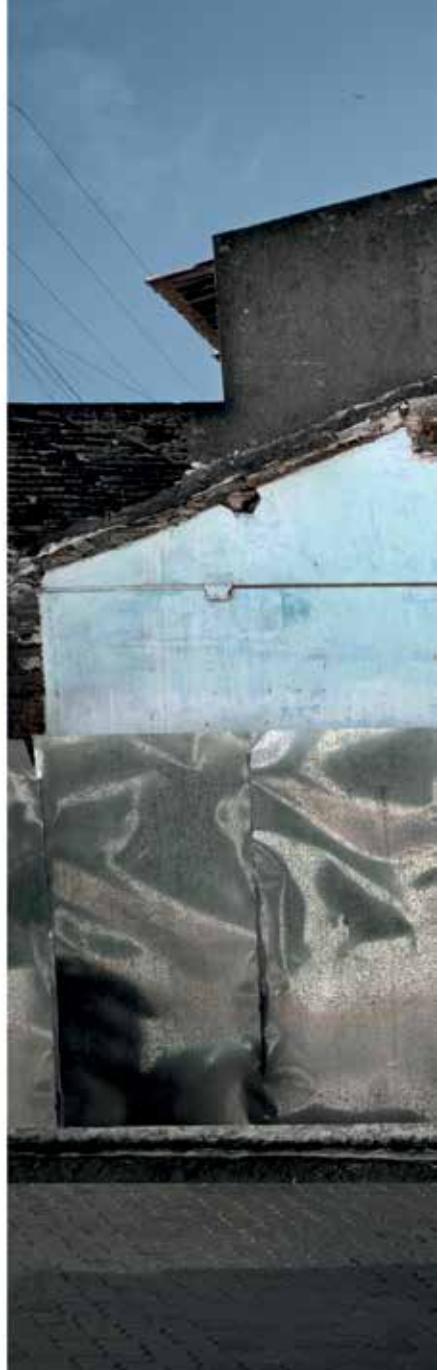




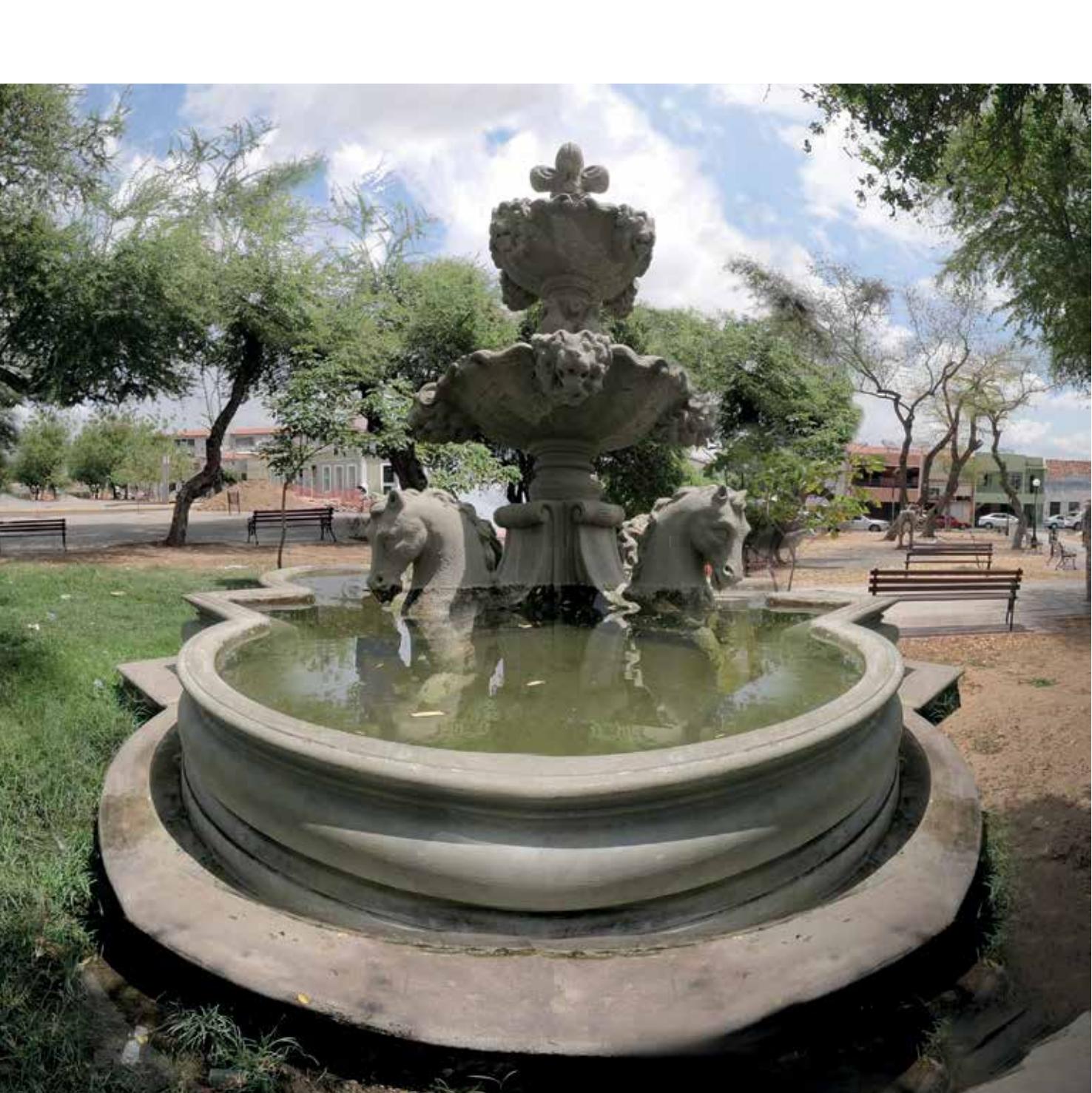












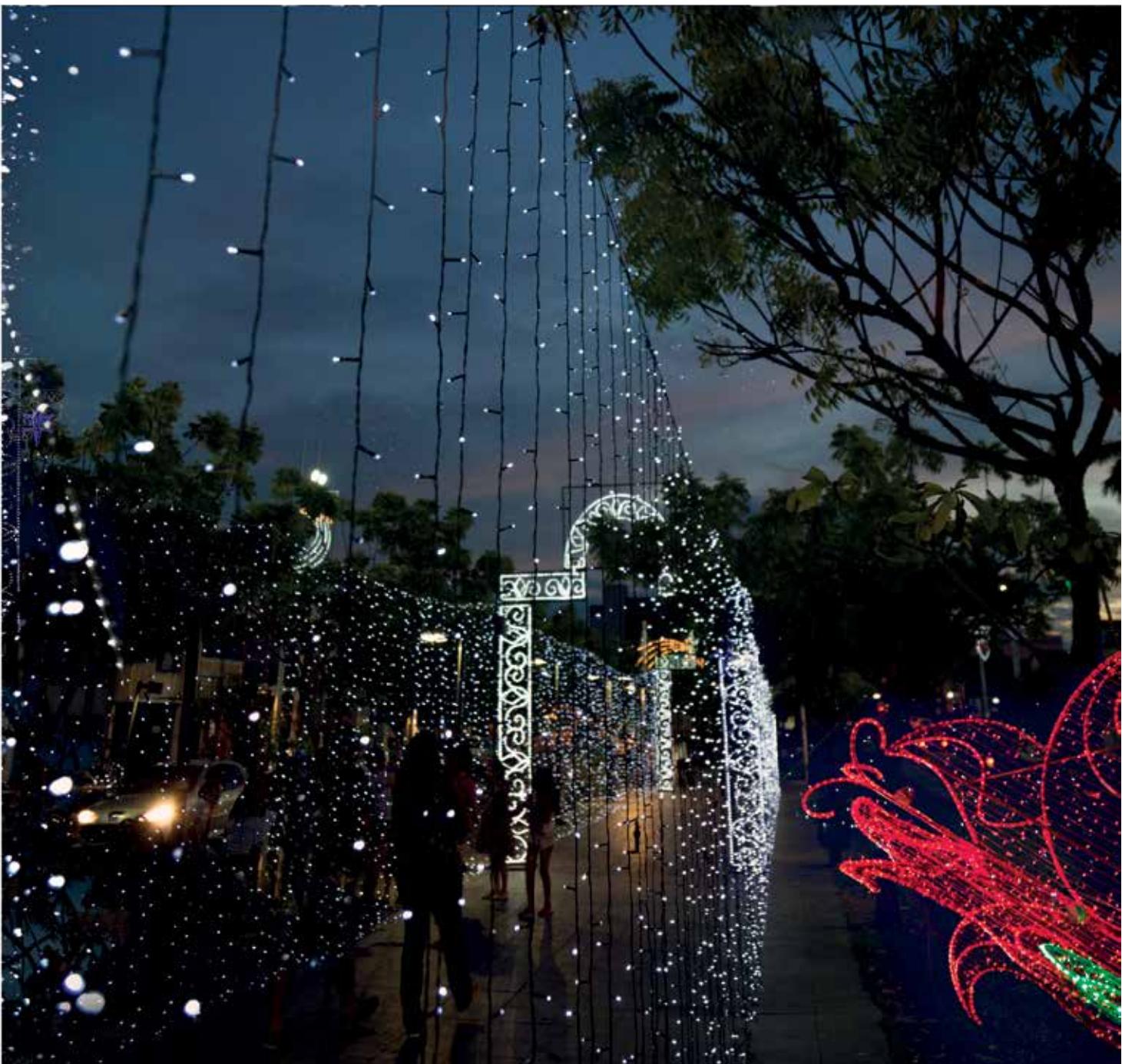




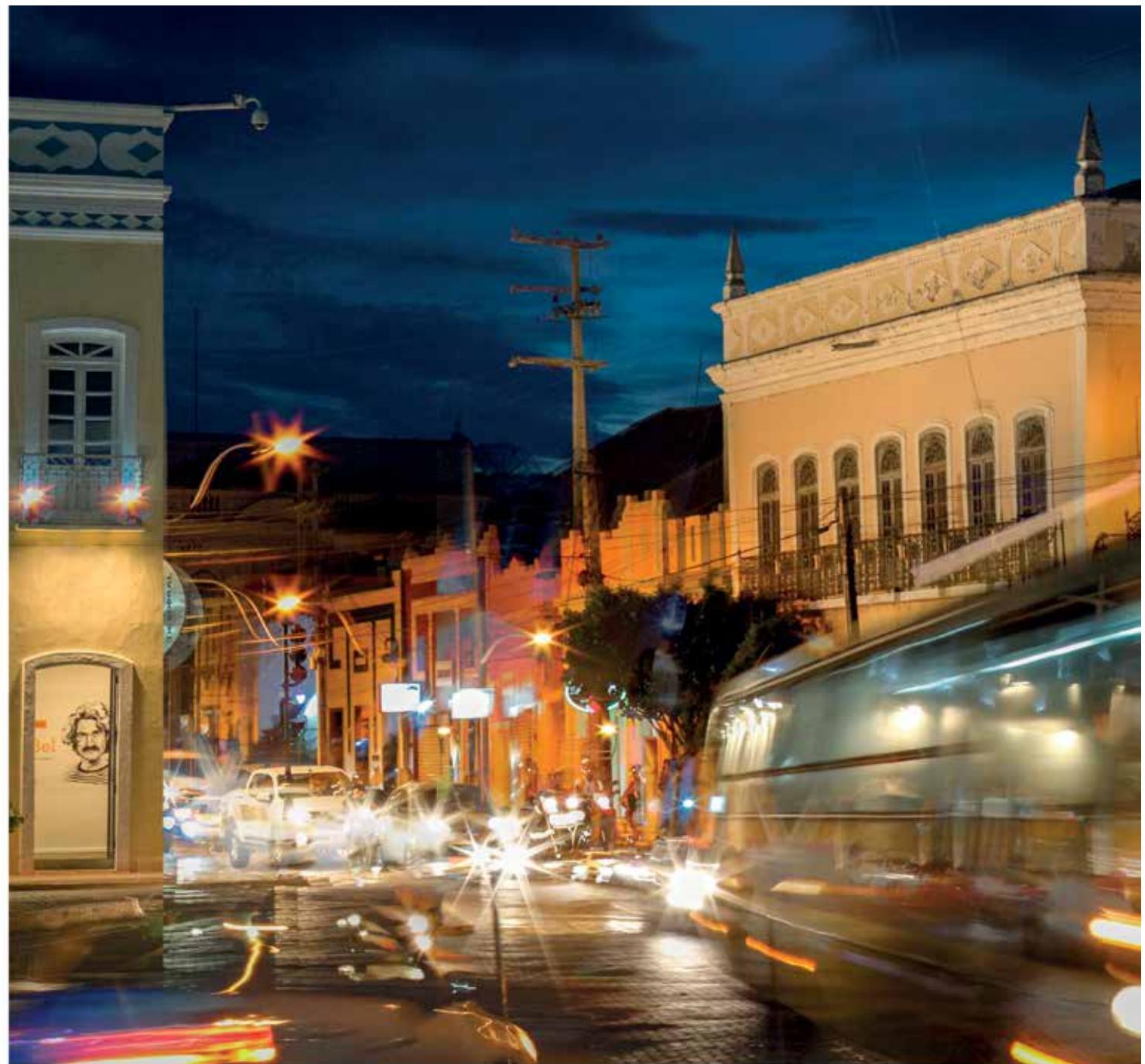


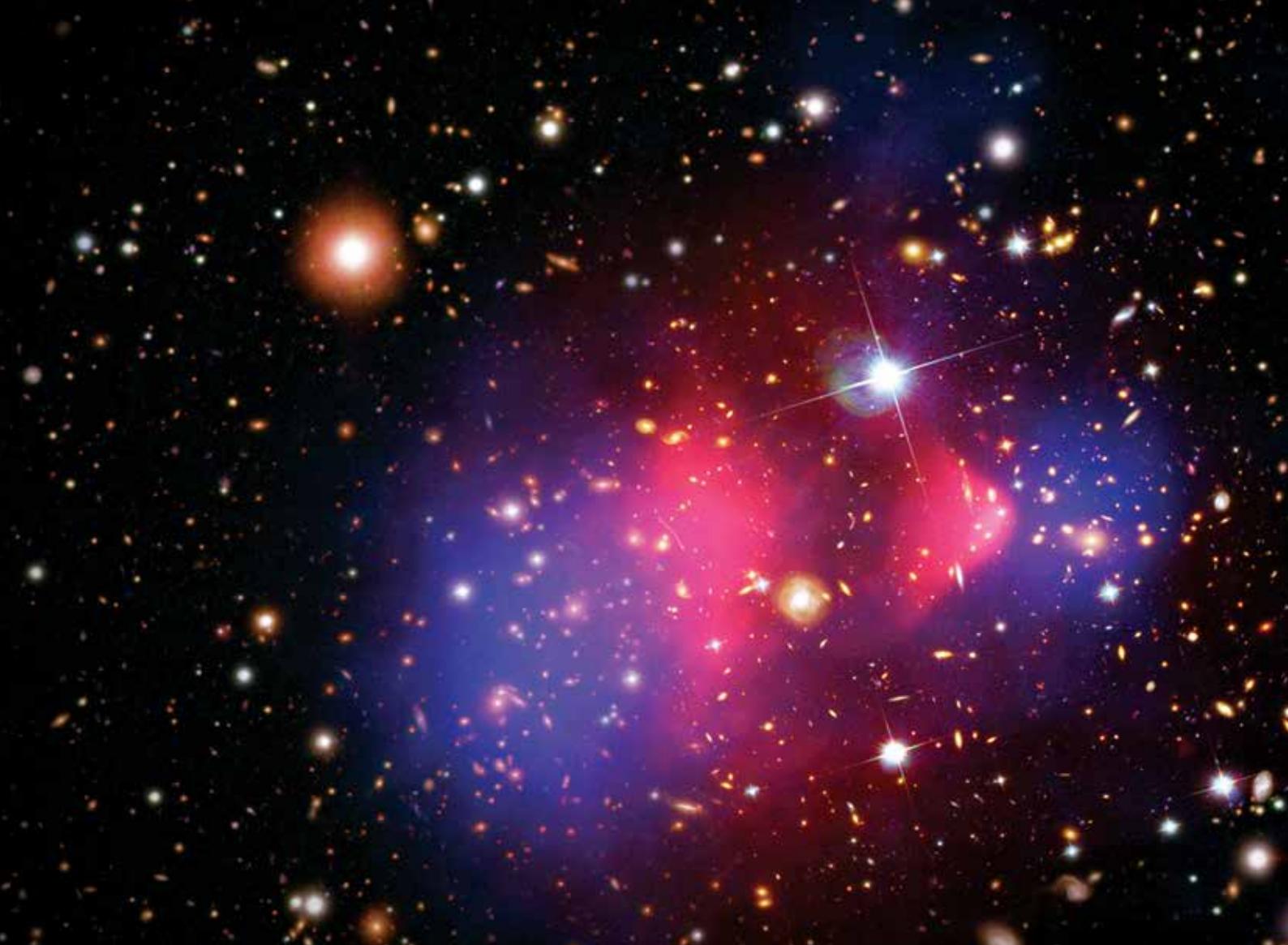












Principal evidência da existência da matéria escura, o "Bullet Cluster" ou "Aglomerado da Bala" consiste em dois aglomerados de galáxias em colisão, a uma distância de 3,7 bilhões de anos-luz da Terra.

Na imagem composta por observações de vários telescópios (Hubble/Chandra/Magellan), a cor azul retrata a matéria escura associada aos dois aglomerados. A presença dessa grande concentração de matéria escura é deduzida a partir das perturbações ópticas verificadas na imagem, causadas por lentes gravitacionais. A cor vermelha retrata as massas de gás quente que colidem, emissoras de raio-x. Na colisão, o gás quente, que é a matéria comum, é "freado", se "descolando" da matéria escura.



NOVAS FRONTEIRAS

OBSERVATÓRIO NACIONAL, UMA INSTITUIÇÃO A SERVIÇO DA SOCIEDADE

Astronomia, Geofísica e Hora Legal são os três pilares da atuação do Observatório Nacional, instituição criada em 1827 para suprir o País de serviços essenciais na área científica e tecnológica. Atualmente, o Observatório Nacional continua sua missão e mantém-se como referência mundial em suas três áreas de atuação.

Da pesquisa básica ao desenvolvimento tecnológico, com prestação de serviços e forte interação com a indústria, o ON contribui para o progresso da ciência e seu trabalho traz resultados importantes para a sociedade.

CRÉDITO: NASA

**“A TERRA ENSINA-NOS MAIS ACERCA
DE NÓS PRÓPRIOS DO QUE TODOS OS LIVROS.
PORQUE ELA NOS RESISTE.”**

ANTOINE DE SAINT-EXUPÉRY

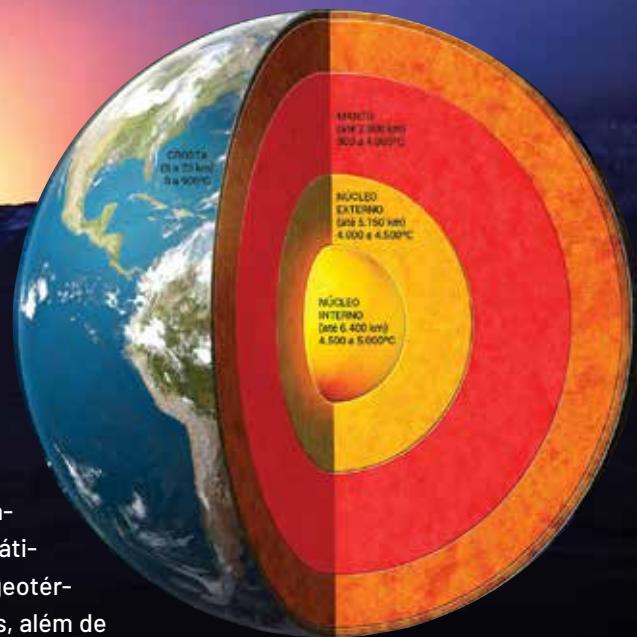
A TERRA

O INTERIOR DA TERRA É QUENTE!

A Geotermia, uma das áreas de pesquisa do Observatório Nacional, é a ciência que estuda a produção e a transmissão da energia térmica no interior da Terra, determinando a temperatura e o fluxo de calor nas camadas internas do nosso planeta.

Os levantamentos geotérmicos, em escala regional e local, são fundamentais para se determinar áreas com potencial para a exploração de aquíferos, de energia geotérmica (tendo como aplicações práticas aquecer habitações, piscinas, estufas de agricultura e centrais geotérmicas para a produção de energia elétrica), fontes de águas termais, além de fornecer informações importantes sobre a evolução das bacias sedimentares, indicando a possibilidade dessas formações armazenarem petróleo e gás.

Na escala global, a geotermia contribui para a melhor compreensão da evolução da crosta terrestre, na deriva dos continentes e nos processos relacionados à dinâmica interna da Terra.



Representação artística do interior da Terra, com suas várias camadas

MONITORAMENTO DE SISMOS

Os primeiros registros de sismos pelo Observatório Nacional foram feitos em 1905, dando início às pesquisas nessa área da Geofísica no Brasil. Os sismos – ou terremotos, como são mais conhecidos – são tremores de terra que podem ocorrer por causas naturais ou como consequência da ação humana.

De causas naturais, decorrem do movimento das placas litosféricas, que se chocam. Esses fenômenos geram os terremotos de maior magnitude. As falhas geológicas e movimentos da crosta podem provocar sismos de menor intensidade. Pela ação humana, os terremotos podem resultar da construção de barragens, represas e grandes obras de engenharia civil e prospecção mineral.

O estudo da Sismologia contribui para a melhor compreensão da estrutura interna da Terra, desde a crosta até o núcleo, a determinação dos limites das placas litosféricas e os processos envolvidos na deriva dos continentes, tais como a abertura e o fechamento dos oceanos e a formação de cordilheiras.

Atualmente, a pesquisa é realizada através das redes que monitoram continuamente a atividade sísmica do planeta. Esse monitoramento permite, inclusive, distinguir se a causa do tremor é natural ou antrópica, ou seja, resultante da ação humana.

O Observatório Nacional implantou e coordena a Rede Sismográfica do Sul e Sudeste do Brasil (RSIS), que integra a Rede Sismográfica Brasileira (RSBR) – conjunto com 92 estações sismográficas de banda larga, espalhadas pelo território brasileiro. Essas estações transmitem dados em tempo real para o ON, possibilitando a localização de epicentros e a determinação das magnitudes dos sismos.

CREDITO: JUEDA, L., AND V. C. F. BARBOSA (2012). ROBUST 3D GRAVITY GRADIENT INVERSION BY PLANTING ANOMALOUS DENSITIES. GEOPHYSICS, 77(4), 655-666. DOI:10.1190/GEOPHYSICS.2011-0386.1



GEOFÍSICA DE EXPLORAÇÃO

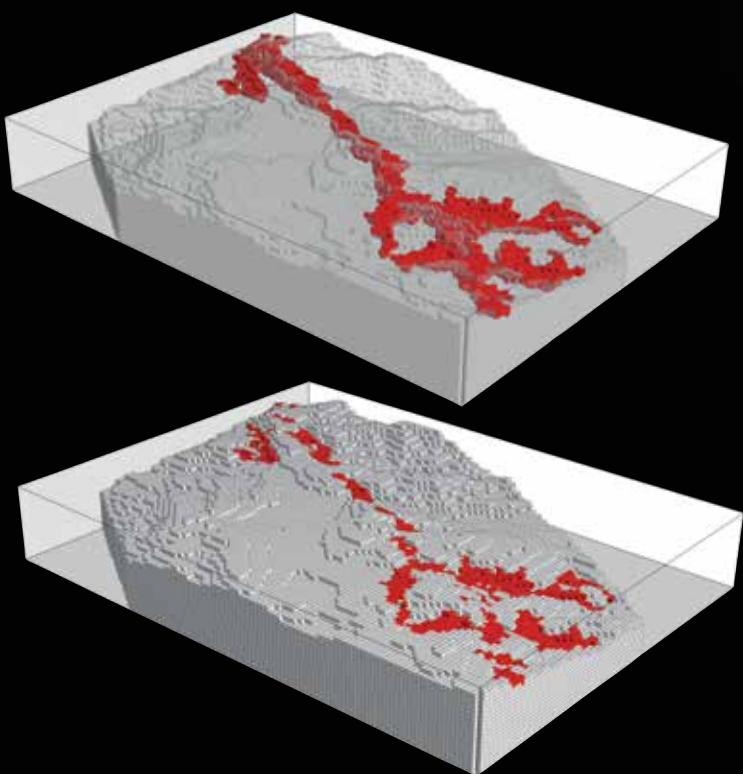
A Geofísica de Exploração engloba uma grande quantidade de métodos geofísicos e tem por objetivo caracterizar, localizar e estimar o volume de jazidas minerais.

Essa área da Geofísica recebe grandes investimentos da indústria da mineração em função dos lucros obtidos com a comercialização desses recursos naturais. Essa área de pesquisa também recebe grandes investimentos governamentais, uma vez que a informação dos recursos naturais é estratégica para qualquer nação planejar o seu futuro.

Os avanços na área de Geofísica de Exploração estão diretamente relacionados ao desenvolvimento de métodos computacionais que possibilitem o processamento e a interpretação rápida de grandes volumes de dados, bem como a visualização de estruturas geológicas 3D em subsuperfície. O desenvolvimento desses métodos, uma das áreas de atuação do Observatório Nacional, é muito importante nas etapas posteriores ligadas à prospecção mineral e é um dos principais fatores relacionados aos avanços na Geofísica de Exploração atualmente.



As estruturas em vermelho indicam a presença de minérios de interesse econômico. Estas imagens foram produzidas através de processamento computacional de alto desempenho



Representação artística da interação do vento solar com o campo magnético da Terra



MAGNETISMO DA TERRA: NOSO ESCUDO PROTETOR

Nosso planeta é envolto por um campo magnético que atua como um escudo, que nos protege das radiações cósmicas. Esse mesmo campo orienta a agulha das bússolas usadas historicamente na navegação.

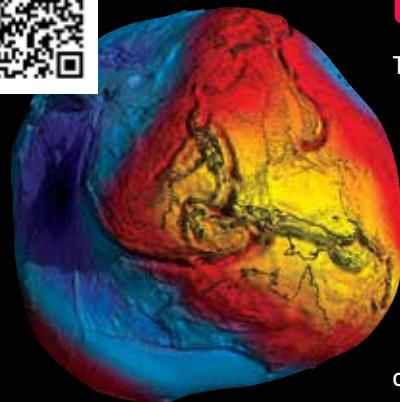
Tempestades magnéticas ocorrem devido à interação do vento solar magnetizado com o campo gerado no núcleo. Essas tempestades podem danificar sistemas tecnológicos espaciais, como comunicação por satélite, prejudicar sistemas de redes elétricas, e afetar a saúde de astronautas e passageiros de aeronaves nas regiões polares.

Atualmente, a pesquisa científica em Geomagnetismo ocorre através da operação de redes de observatórios magnéticos espalhados pelo globo, e através de dados coletados por satélites especialmente construídos para medir o campo geomagnético com grande resolução espacial e temporal. O Observatório Nacional tem dois Observatórios Magnéticos em funcionamento: Vassouras/RJ, que opera ininterruptamente desde 1915; e Tatuoca/PA, em funcionamento desde 1957.

O monitoramento contínuo do campo geomagnético fornece dados que auxiliam na compreensão de processos relacionados com a dinâmica e a composição interna da Terra em toda a sua extensão, além de possibilitar o estudo de muitos processos importantes que ocorrem no Sol.

O estudo do campo geomagnético é fundamental também para a Geofísica de Exploração. Existe uma série de métodos geofísicos aplicados à prospecção mineral que se valem de propriedades elétricas e magnéticas das rochas da crosta terrestre. A correta utilização desses métodos exige o conhecimento do campo geomagnético no local.

CREDITO: NASA



Geoide exibe a intensidade do campo gravitacional da Terra, representada por uma escala de cores. As áreas avermelhadas significam valores mais altos do que a média, e regiões azuladas correspondem a valores mais baixos do que a média do campo gravitacional terrestre.

Abaixo, mapa mostra a Rede Gravimétrica Fundamental Brasileira



REFERÊNCIA PARA AS MEDIÇÕES GRAVIMÉTRICAS NO BRASIL

Todo objeto solto próximo à Terra cai. Isso acontece porque a massa da Terra exerce uma força atrativa, a interação gravitacional entre o objeto e a Terra. A Gravimetria é o estudo do campo da gravidade da Terra. A depender de sua motivação, estudos do campo da gravidade terrestre são realizados em diferentes escalas: global, regional, local e até mesmo em aplicações tecnológicas em escala laboratorial. Desde 20 de maio de 2020, a constante de Planck e o quilograma padrão são definidos a partir de medições do campo da gravidade altamente precisas.

As aplicações da Gravimetria na escala global estão relacionadas com o estudo da forma da Terra, à delimitação de fronteiras nacionais e questões geopolíticas, à mensuração indireta das espessuras e densidades da crosta e da litosfera terrestres, à definição precisa das altitudes em todo o planeta e ao estudo das marés terrestres, causadas pela influência gravitacional combinada do Sol e da Lua. Missões espaciais utilizando satélites especialmente construídos para medir o campo gravitacional terrestre têm sido particularmente empregadas para refinar nosso conhecimento sobre a estrutura e os processos dinâmicos que ocorrem no planeta Terra.

Em estudos nas escalas regional e local, a Gravimetria tem grande importância na caracterização da crosta terrestre, no mapeamento geológico e na prospecção mineral e de hidrocarbonetos (petróleo & gás). Há

muitas décadas, o Observatório Nacional apoia e participa dessas iniciativas. O ON é responsável pelo estabelecimento da Rede Gravimétrica Fundamental Brasileira (RGFB), implantada a partir de 1978 e que reúne mais de 630 estações gravimétricas de alta precisão. Apoiado por outras instituições acadêmicas brasileiras, o ON implantou ainda a Linha de Calibração Gravimétrica de Agulhas Negras (LCGAN).

A RGFB e a LCGAN proveem apoio inestimável à pesquisa acadêmica em Geodésia e Geofísica, à prospecção mineral e de hidrocarbonetos e à comunidade de geociências. O ON apoia laboratórios metrológicos em todo o País ao prover determinações precisas da aceleração da gravidade local. Esses valores são considerados constantes metrológicas locais e empregados nas realizações de padrões labororiais de força, pressão e viscosidade.

CREDITO: NASA

CREDITO: OBSERVATÓRIO NACIONAL

NA VANGUARDA DA TECNOLOGIA

O ON desenvolve projetos inovadores na área de Geofísica aplicada. Na vanguarda da tecnologia, o ON está equipado com drones para realizar atividades geofísicas voltadas para o imageamento das anomalias do campo magnético terrestre e da condutividade elétrica em subsuperfície, com aplicação em pesquisas nas áreas de petróleo e gás, mineração e meio ambiente.

Atento aos acontecimentos que afetam o País, o ON desenvolve uma pesquisa inovadora para monitoramento, em tempo real, de barragens de contenção de rejeitos de minérios ou reservatórios de água, integrando novas técnicas e métodos geofísicos, em arranjos 2D, 3D e 4D, com destaque para este último arranjo: o tempo é a variável principal para o monitoramento contínuo em tempo real. A partir de medidas de grandezas físicas e com a utilização de equipamentos especiais, esta metodologia 4D mostrará se, ao longo do tempo, há entrada de fluidos no maciço principal que possa comprometer a estrutura interna de uma barragem.



Barragem usada como piloto para projeto inovador de monitoramento em tempo real

Laboratório de Petrofísica do ON utiliza modernos equipamentos para o estudo das propriedades físicas das rochas, atendendo à indústria de petróleo e gás



CONHECENDO AS PROPRIEDADES FÍSICAS DAS ROCHAS

A Petrofísica é o estudo das propriedades físicas das rochas que dizem respeito à distribuição de fluidos em seus espaços porosos. Com o Laboratório de Petrofísica, o Observatório Nacional amplia a pesquisa e desenvolvimento na grande área de petróleo e gás, realizando estudos sobre propriedades físicas das rochas. Com o uso de modernos equipamentos, faz a caracterização de rochas reservatório (água, óleo ou gás) e de materiais não consolidados, estudos de compressibilidade, modelos de permeabilidade, otimização de sistemas de limpeza nas amostras, estudos petrofísicos usando perfis de poços e sua correlação com os dados laboratoriais.

**“EM ALGUM LUGAR, ALGUMA COISA INCRÍVEL
ESTÁ ESPERANDO PARA SER CONHECIDA.”**

CARL SAGAN

O ESPAÇO





NA FRONTEIRA DA ASTRONOMIA: DESVENDANDO AS MISTERIOSAS MATERIA ESCURA E ENERGIA ESCURA

O Universo tem duas componentes desconhecidas que constituem grandes questões da Astronomia na atualidade: a matéria escura, que ocupa 26% do Universo, e a energia escura, que é responsável pela sua expansão acelerada, agregando outros 70% ao seu conteúdo. Pasmem: a matéria como conhecemos representa apenas 4% do conteúdo do Universo!

Pesquisadores do Observatório Nacional participam de vários levantamentos astrológicos que estudam essas componentes desconhecidas e mapeiam o céu em grande escala: Sloan Digital Sky Survey (SDSS), Dark Energy Survey (DES), Javalambre Physics of the Accelerating Universe Astrophysical Survey (J-PAS), Dark Energy Spectroscopic Instrument (DESI) e Large Synoptic Survey Telescope (LSST). Utilizando diferentes técnicas, tais levantamentos também fornecem dados para estudos em outras áreas, como Astronomia Estelar e do Sistema Solar.

Em funcionamento desde 2013, o Dark Energy Survey divulgou, em agosto de 2017, o mapa mais preciso e completo da estrutura da matéria escura no Universo, obtido com a técnica de lenteamento gravitacional fraco, que estuda deformações nas imagens de estrelas distantes, causadas pela passagem da luz por zonas com alta densidade de matéria. Esse estudo permitiu a análise das formas de 26 milhões de galáxias e o mapeamento dos padrões de matéria escura em distâncias de bilhões de anos-luz. O instrumento do DES é uma câmera de 570 megapixels – cerca de 50 vezes o tamanho de uma câmera típica de celular – montada num telescópio com um espelho de 4 metros de diâmetro, no Observatório Interamericano do Cerro Tololo, no Chile. Uma das mais poderosas em funcionamento, a câmera é capaz de capturar imagens digitais de luz emitida por galáxias situadas a até oito bilhões de anos-luz da Terra!

CREDITO: DARK ENERGY SURVEY

Uma equipe de cientistas, incluindo pesquisadores do ON, usou essa câmera para observar as consequências de um surto de ondas gravitacionais detectado em 2017, registrando imagens da primeira explosão confirmada como consequência da fusão de duas estrelas de nêutrons. Esse violento processo de fusão, ocorrido há 130 milhões de anos em uma galáxia próxima à nossa (NGC 4993), é a fonte das ondas gravitacionais detectadas pelo Observatório Interferométrico de Ondas Gravitacionais (LIGO) e Interferômetro Virgo, em 17 de agosto de 2017.

O levantamento astronômico J-PAS, que no Brasil é coordenado pelo Observatório Nacional, pretende construir um mapa tridimensional do cosmos em várias cores, analisando a luz dos corpos celestes em 59 comprimentos de onda diferentes. O ON foi responsável pela construção da câmera detectora CCD, de 1,2 gigapixels, acoplada a um telescópio de 2,5 metros de diâmetro, que captará as imagens do Universo. As primeiras observações com a JPCam, como a câmera é chamada, foram feitas em junho de 2020, e mostraram o potencial do instrumento. O mapeamento usando uma grande quantidade de cores permitirá obter não somente distâncias precisas, mas também uma variada gama de informações sobre mais de 400 milhões de galáxias e outros corpos celestes, como quasares, supernovas e estrelas.

Observatório Astrofísico de Javalambre, em Teruel, Espanha. Em destaque, na página ao lado, imagem obtida durante a primeira luz técnica da câmera JPCam: galáxia de Andrômeda (M31), localizada a 2,5 milhões de anos-luz de distância, que possui um diâmetro angular no céu equivalente a sete luas cheias, sendo o maior objeto extragaláctico que pode ser observado a olho nu no Hemisfério Norte

Uma imagem do céu nos dá apenas informação bidimensional sobre a localização de galáxias. Para montar um mapa tridimensional, precisamos medir suas distâncias. A placa de alumínio da foto ao lado foi especialmente produzida pelo Sloan Digital Sky Survey para ser posicionada no plano focal do telescópio e produzir esse tipo de observação. A técnica usada para isso é a espectroscopia. O SDSS utiliza um espectrógrafo com 1000 fibras ópticas para medir a distância de galáxias e quasares. Na placa, cada fibra é conectada a um dos pequenos orifícios, cuja posição corresponde à das galáxias no céu. A fibra conduz a luz das galáxias até o espectrógrafo que decompõe a luz incidente, produzindo dados que permitem, por exemplo, determinar a abundância de elementos químicos, a taxa de formação estelar e a distância da galáxia em questão.

CRÉDITO: SDSS/DAVID KIRKBY



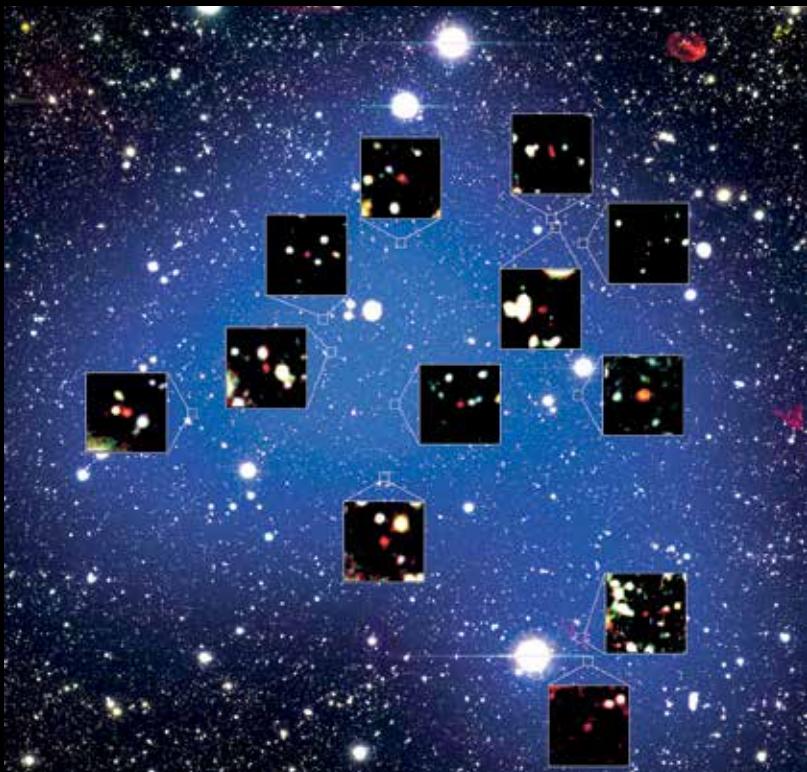


CRÉDITO: CENTRO DE ESTUDOS DE FÍSICA DEL COSMOS DE ARAGÓN (CEFCA)

EM BUSCA DE GALÁXIAS DISTANTES

Uma equipe internacional de astrônomos – incluindo pesquisadores do Observatório Nacional – descobriu, em 2019, um protoaglomerado de galáxias a 13 bilhões de anos-luz de distância. O protoaglomerado é composto por, ao menos, 12 galáxias confirmadas e é o mais distante já encontrado. A nova descoberta mostra que grandes estruturas como essa já existiam em uma época em que o Universo era bastante jovem, apenas 800 milhões de anos (6% da idade atual).

Uma das grandes perguntas da Astronomia atual é como esses aglomerados de galáxias se formaram na longa história do Universo, exatamente porque é especialmente difícil encontrá-los em grandes distâncias enquanto ainda jovens. Porém, essa fase é crucial para entender sua formação e o crescimento de galáxias encontradas nos aglomerados de hoje.



CRÉDITO: JAVALAMBRE PHYSICS OF THE ACCELERATING UNIVERSE ASTROPHYSICAL SURVEY



À esquerda,
representação artística
do planeta CoRoT-32b

PLANETAS EXTRASSOLARES OU EXOPLANETAS

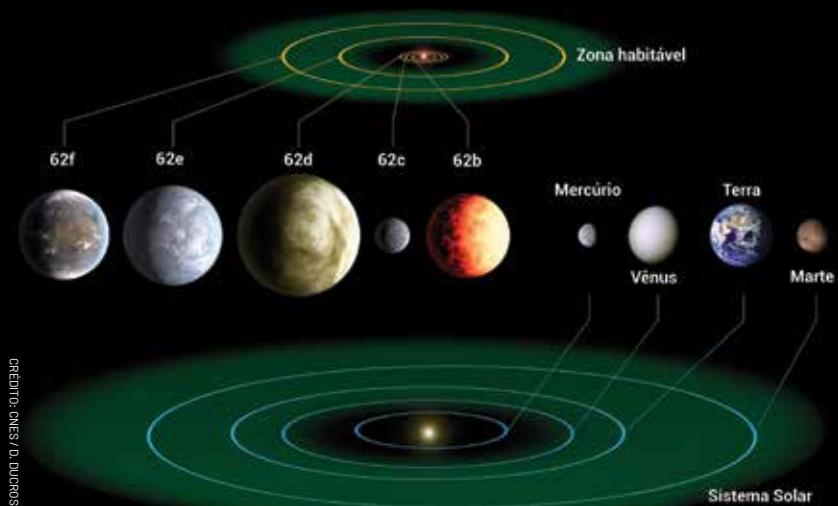
Atualmente, já foram descobertos mais de 4.200 planetas extrassolares ou exoplanetas – que orbitam outras estrelas que não o Sol. O estudo desses planetas é importante para a ciência, pois fornece informações sobre como foram formados a Terra e o Sistema Solar, e também porque em alguns deles pode haver condições para a existência de vida. Por isso, os astrônomos tentam encontrar exoplanetas com atmosfera, tamanho e massa semelhantes aos da Terra, e que estejam na “zona habitável” da estrela hospedeira – região em que a distância entre a estrela e o planeta é tal que a temperatura na superfície deste permite manter água em estado líquido.

A grande maioria dos exoplanetas não pode ser observada diretamente, sendo eles identificados pelos efeitos indiretos que provocam na estrela hospedeira, detectados com o uso de técnicas de espectroscopia e fotometria. A utilização dos dois métodos simultaneamente permite descobrir tamanho, massa e densidade do planeta investigado. Essa combinação das técnicas também vem sendo usada pelos astrônomos para tentar estudar as características da atmosfera dos exoplanetas.

Ano-luz >

Distância que a luz percorre, no vácuo, no período de um ano. Considerando a velocidade da luz de 300.000 km/segundo, o ano-luz corresponde a 9,46 trilhões de quilômetros.

Sistema Kepler-62



ORÉDITO: CNES/D. DUARTE

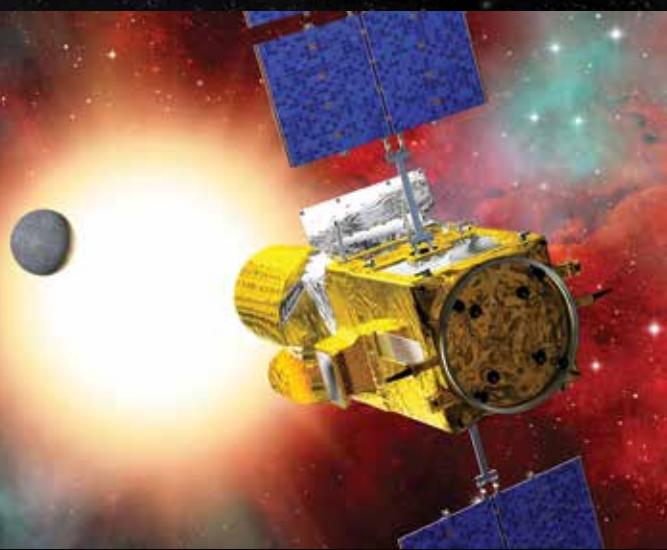
Representações artísticas: acima, uma comparação entre o nosso Sistema Solar e um outro sistema semelhante na Constelação de Lyra, o Kepler-62. Abaixo, o satélite CoRoT

ORÉDITO: NASA/JAMES JUP-CALTECH

Entre os melhores instrumentos para o estudo de exoplanetas estão os satélites Kepler e CoRoT (COnvection ROtation and planetary Transits). Com esse último, uma equipe formada exclusivamente por brasileiros descobriu um exoplaneta, que foi nomeado CoRoT-32b. O trabalho é resultado de uma tese de doutoramento na Pós-Graduação em Astronomia do Observatório Nacional. O planeta CoRoT-32b está distante cerca de 1.200 anos-luz, tem o tamanho aproximado de Saturno, mas com metade de sua massa. A órbita do planeta é muito próxima da estrela, o que o torna muito quente, com temperatura estimada na sua superfície de 1.100°C e com ventos de milhares de quilômetros por hora.

O Kepler e o CoRoT já encerraram sua operação. Atualmente são bastante usados nos estudos de exoplanetas: o telescópio espacial TESS, da Agência Espacial Americana (NASA), e os espectrógrafos HARPS e ESPRESSO, do Observatório Europeu do Sul (ESO), instalados, respectivamente, no Observatório La Silla e no VLT Paranal, ambos no Chile.

Dados provenientes do levantamento Sloan Digital Sky Survey, associados a outros telescópios aos quais o Observatório Nacional tem acesso, contribuem para a caracterização das estrelas hospedeiras, fornecendo informações sobre o processo de formação dos sistemas planetários.



SEGUINDO ASTEROIDES

Asteroides são pequenos corpos localizados, em sua maioria, entre as órbitas de Marte e Júpiter, onde teriam sido originados. Em sua composição, preservam materiais dos estágios finais de formação do Sistema Solar, sendo, por isso, chamados de objetos primordiais.

Diariamente, fragmentos de asteroides chegam à Terra. Os menores são destruídos em sua passagem pela atmosfera e os maiores podem colidir com a superfície terrestre, abrindo crateras ou causando destruição.

Mais de 500 mil asteroides já foram catalogados, especialmente os grandes. A maior parte dos corpos de menor tamanho (diâmetro inferior a 5 km), entretanto, ainda é desconhecida, e muitos deles estão nas proximidades da Terra. Por essa razão, cientistas em todo o mundo buscam conhecer e mapear as características físicas dessa população de “objetos potencialmente perigosos” para melhor entender sua evolução e poder definir estratégias no caso de se identificar um objeto em rota de colisão com a Terra.

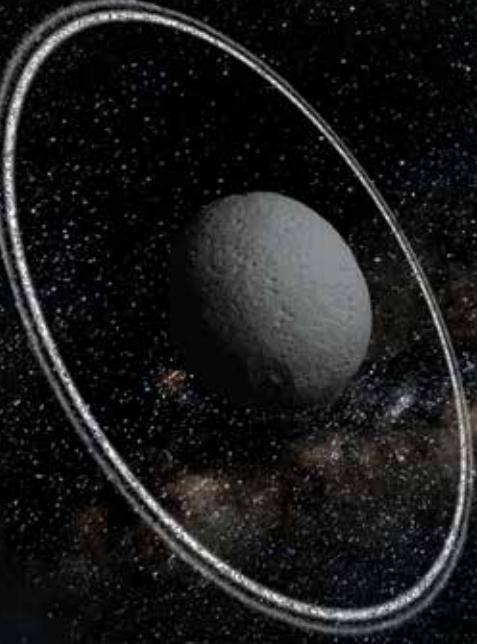
No Brasil, o Observatório Nacional lidera as pesquisas nessa área com o projeto Iniciativa de Mapeamento e Pesquisa de Asteroides nas Cercanias da Terra no Observatório Nacional (IMPACTON). O Observatório Astronômico do Sertão de Itaparica (OASI), instalado em Itacuruba, município do sertão pernambucano, conta com um telescópio com espelho de 1 metro de diâmetro, utilizado na pesquisa para a caracterização física desses objetos.

Desde março de 2011, as observações são realizadas tanto localmente como de forma remota, a partir da sede do ON, no Rio de Janeiro. Os dados são submetidos rotineiramente à União Astronômica Internacional e os resultados são publicados em revistas especializadas.



CREDITO: FOTO CHICO RASTA

O Observatório Astronômico do Sertão de Itaparica foi construído em Itacuruba/PE, local com cerca de 300 dias sem chuva por ano



A SURPREENDENTE DESCOBERTA DE ANÉIS EM UM ASTEROIDE

Em junho de 2013, astrônomos liderados por pesquisadores do Observatório Nacional descobriram dois anéis de fragmentos cósmicos girando ao redor do asteroide (10199) Chariklo. Foi o primeiro pequeno corpo do Sistema Solar em torno do qual foram descobertos anéis. Antes dele, tal estrutura era conhecida apenas para os planetas gigantes: Júpiter, Saturno, Urano e Netuno. A surpreendente descoberta expandiu o conhecimento dos cientistas, que não imaginavam que corpos pequenos como Chariklo – com 250 km de diâmetro – poderiam ter esse tipo de estrutura.

A descoberta dos anéis foi casual. Com o auxílio de telescópios em sete sítios diferentes, os pesquisadores observavam a passagem de Chariklo na frente de uma estrela, um fenômeno conhecido como oclusão estelar. Entretanto, foram detectadas duas ligeiras ocluções da estrela, segundos antes e também segundos depois da oclusão pelo asteroide.

Comparando as imagens dos vários telescópios, a equipe conseguiu descrever a forma e o tamanho de Chariklo – o objetivo inicial daquelas observações – e, de quebra, medir o tamanho, largura, densidade e composição dos anéis. São dois anéis densos e estreitos, um com sete e o outro com três quilômetros de largura, formados por rochas e gelo de água. Entre eles, há um espaço vazio de nove quilômetros. Suas origens não foram esclarecidas, mas podem ter se formado a partir de resíduos de uma colisão com outro pequeno corpo.

O fato de esses fragmentos ficarem confinados como dois anéis estreitos acena para a possibilidade de haver também um pequeno satélite ainda a ser descoberto. Esse conhecimento pode ajudar a ciência a explicar a formação da nossa Lua, bem como a origem de outros satélites que orbitam os planetas ou mesmo asteroides, e ainda indica que anéis são estruturas muito mais comuns do que imaginávamos.

Em outubro de 2017, o mesmo grupo de pesquisadores do ON participou da descoberta que o planeta-anão Haumea, que orbita além de Netuno, nos confins do Sistema Solar, também possui anéis. Essas sensacionais descobertas mostram que ainda temos muito a aprender sobre nosso Sistema Solar!

Astrônomos liderados por pesquisadores do Observatório Nacional descobriram dois anéis girando ao redor do asteroide (10199) Chariklo



**“ALICE: QUANTO TEMPO DURA O ETERNO?
COELHO: ÀS VEZES APENAS UM SEGUNDO.”**

LEWIS CARROLL

O TEMPO

A HORA LEGAL BRASILEIRA

A necessidade de se estabelecer um padrão para a medida do tempo é fundamental nas atividades comerciais, científicas e tecnológicas. Nas atividades comerciais, como pagamentos, compras e operações bancárias realizadas pela Internet, é indispensável o registro de data e hora para que sejam respeitados prazos contratuais. Nas atividades científicas, o tempo é uma das grandezas fundamentais da Física, de modo que a medida do tempo faz parte de inúmeros processos da pesquisa científica. Nas atividades tecnológicas, a indústria necessita, para garantir padrões de qualidade a seus produtos e serviços, de instrumentos calibrados que envolvem o padrão de tempo.

A unidade de tempo adotada internacionalmente é o segundo. Antes de 1967, o segundo era definido astronomicamente, primeiro como uma fração do “dia solar médio” e, posteriormente, como uma fração do tempo da translação da Terra em torno do Sol.

A partir de 1967, a definição do segundo mudou, e passou-se a utilizar o padrão atômico de césio, que tem uma estabilidade muito maior que as definições astronômicas. O segundo, atualmente, tem a seguinte definição:

“O segundo é a duração de 9.192.631.770 períodos da radiação correspondente à transição entre os dois níveis hiperfinos do estado fundamental do átomo de césio 133.”

O Observatório Nacional é responsável pela geração, conservação e disseminação da Hora Legal Brasileira – o “horário de Brasília” –, de modo a atender às demandas da sociedade por Hora Legal, sejam elas comerciais, científicas ou tecnológicas. A HLB é gerada pelo ON, a partir de um conjunto de nove padrões atômicos de feixe de césio e dois padrões atômicos de maser de hidrogênio.

CREDITO: ACERVO OBSERVATÓRIO NACIONAL



Laboratório do Serviço de
Geração e Disseminação da
Hora Legal Brasileira, de onde é
divulgada a hora para todo o País



EXPOSIÇÃO “PELO CÉU DE SOBRAL”, CASA DE CULTURA DE SOBRAL/CE, MAIO A AGOSTO DE 2019

MINISTRO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES
Marcos Cesar Pontes

SECRETÁRIO EXECUTIVO
Julio Francisco Semeghini Neto

SUBSECRETÁRIO DE UNIDADES VINCULADAS
Lorenzo Jorge Eduardo Cuadros Justo Junior

COORDENADOR-GERAL DE UNIDADES DE PESQUISA
Cesar Augusto Rodrigues do Carmo

DIRETOR DO OBSERVATÓRIO NACIONAL
João dos Anjos

PREFEITO MUNICIPAL DE SOBRAL
Ivo Gomes

SECRETÁRIO MUNICIPAL DE CULTURA,
JUVENTUDE, ESPORTE E LAZER
Igor José Araújo Bezerra

COORDENADORA DE CULTURA
Simone Rodrigues Passos

GERENTE DE AÇÃO CULTURAL
Francisco Stênio de Nogueira Junior

DIRETORA DA CASA DE CULTURA
Lilian Neves

EQUIPE TÉCNICA

COORDENAÇÃO
Alba Lívia Tallon Bozi / ON

EXPOGRAFIA
Luiz Baltar

FOTOGRAFIA
Luiz Baltar
Acervo ON

PROJETO GRÁFICO
Henrique Viviani
AMPERSAND COMUNICAÇÃO GRÁFICA
WWW.AMPERDESIGN.COM.BR



Documentário
*100 anos do Eclipse de Sobral
e a comprovação da
Teoria da Relatividade Geral*

