

# Capítulo 1

## **Infraestrutura de lançamento**

**PDI | CEA**

Programa de Desenvolvimento Integrado  
para o Centro Espacial de Alcântara

# O Centro de Lançamento de Alcântara

## Histórico

O Centro de Lançamento de Alcântara (CLA) estabeleceu-se em 1983, a partir do Decreto nº 88.136, de 01 de março de 1983. Com vinculação ao então Ministério da Aeronáutica, o CLA nasce com a finalidade de executar e de apoiar as atividades de lançamento e de rastreamento de engenhos espaciais no Brasil. Além disso, recebe a incumbência de executar e de testar experimentos de interesse do Ministério da Aeronáutica no contexto da então Política Nacional de Desenvolvimento Aeroespacial.

Apresentou-se como uma alternativa ao Centro de Lançamento da Barreira do Inferno (CLBI), que já encontrava limitações em sua capacidade operacional. O avanço da cidade de Natal-RN em direção ao CLBI provocava restrições à sua operação, o que poderia fazê-lo divergir das necessidades que o País apresentava em sua agenda espacial naquela época.

O CLA surge na esteira da proposição da Missão Espacial Completa Brasileira (MECB), como um dos pontos de passagem obrigatórios para o seu estabelecimento. A aprovação da MECB, em 1980, representou um marco importante para o Programa Espacial Brasileiro. Entre as principais metas da MECB, constavam:

▶ construção de um novo centro de lançamento em área mais remota que o CLBI, de maneira a permitir o lançamento de veículos espaciais de grande porte

▶ desenvolvimento de um veículo lançador capaz de colocar satélites em órbita - o Veículo Lançador de Satélites (VLS)

▶ desenvolvimento de dois satélites de coleta de dados ambientais

▶ desenvolvimento de dois satélites para sensoriamento remoto

Desde a sua concepção, já se cogitava a possibilidade do uso do CLA por terceiros, com fins comerciais. Em 1998, o então Ministério da Aeronáutica e a Agência Espacial Brasileira (AEB) assinaram com a Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária (INFRAERO) um convênio que atribuía àquela empresa a responsabilidade pela exploração comercial do Centro. A iniciativa não prosperou e, em 2001, encerrou-se o convênio.

Ainda assim, sob outras formas, o Brasil continuou a investir na estruturação do CLA como um centro espacial que pudesse colocar o País no rol de Estados Lançadores. Dotar o Brasil com essa capacidade se reveste de importância estratégica, uma vez que são poucos os países, entre eles Estados Unidos, Rússia, China, França, Japão e Índia, que detêm o domínio sobre todo o ciclo produtivo espacial.

Ao todo, desde a sua criação, o Brasil já investiu cerca de R\$ 1,3 bilhão no CLA. Esse montante inclui os investimentos da AEB e do Comando da Aeronáutica (COMAER). Já se lançaram mais 500 artefatos espaciais do CLA, ao longo de mais de uma centena de campanhas de lançamentos. Contudo, mesmo com todo esse investimento, ainda não se atingiu a capacidade de lançamento de veículos orbitais.

## Vantagens competitivas

O CLA apresenta várias características que proporcionam uma série de vantagens para lançamentos de engenhos espaciais. Em seguida, citam-se algumas delas.

Apresenta uma amplitude de azimutes de lançamento de até  $107^\circ$  (Figura 1.1), o que permite diversas opções de órbitas.



Figura 1.1 – Amplitude de azimutes de lançamentos.

Localiza-se a  $2^\circ 18'$  ao sul da linha do equador, o que representa posição geográfica privilegiada. Essa proximidade ao equador possibilita, nos lançamentos em órbita de baixa inclinação (Figura 1.2), economia de energia proporcional à velocidade tangencial que a rotação da Terra viabiliza (Figura 1.3). Além disso, mesmo para órbitas mais inclinadas, centros de lançamento mais próximos ao equador são mais competitivos em relação aos que se situam em latitudes mais altas. Manobras adicionais, quase sempre necessárias nos centros em latitudes altas, demandam um maior dispêndio de energia.

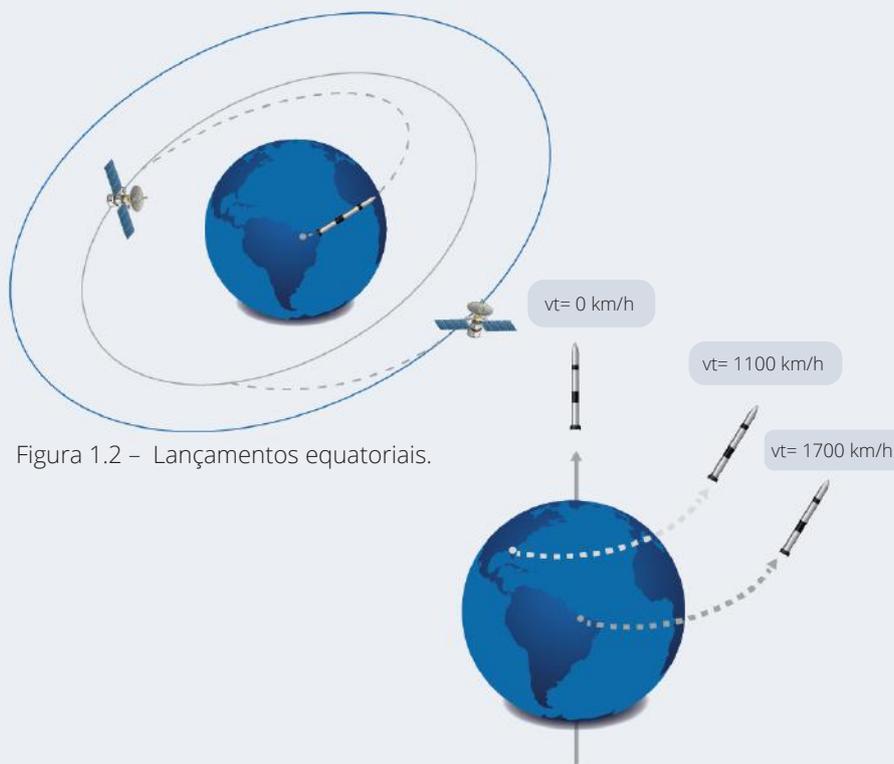


Figura 1.2 – Lançamentos equatoriais.

Figura 1.3 – Velocidade tangencial ( $v_t$ ).

A sua proximidade ao litoral confere condições favoráveis de segurança para lançamentos no quadrante norte-leste, que abrange trajetórias rumo a órbitas polares, órbitas inclinadas e órbitas equatoriais. Nos momentos mais críticos, que compreendem as fases iniciais da trajetória, o veículo que parte do CLA evolui sobre o mar, o que possibilita a redução de manobras para desviar de áreas habitadas.

Há uma baixa densidade de tráfego aéreo na região onde se encontra o CLA, em comparação com outros sítios de lançamento, como demonstra a Figura 1.4.



Figura 1.4 – Baixa densidade de linhas aéreas. Fonte: OPEN FLIGHTS, 2021.

As condições climáticas da região são estáveis e favoráveis para lançamentos ao longo de todo o ano, com pequenas variações de temperatura e com regime de chuvas bem definido. Destacam-se a baixa incidência de descargas atmosféricas (Figura 1.5) e a ausência de ventos extremos (Figura 1.6), que permitem amplo aproveitamento do calendário anual.

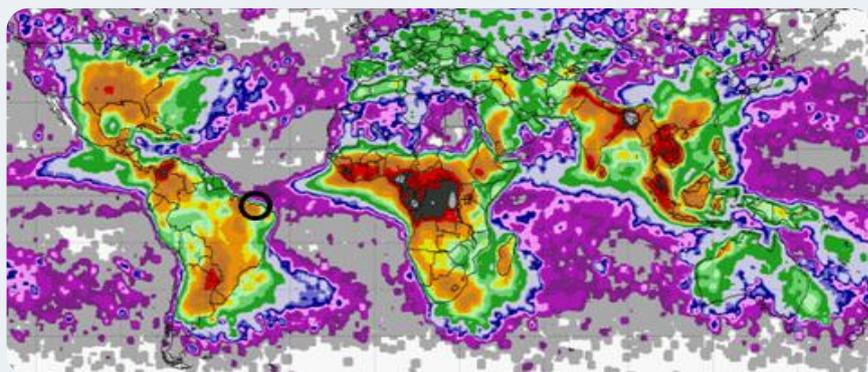


Figura 1.5 – Descargas atmosféricas: flashes/km<sup>2</sup>/ano - baixa incidência de trovoadas e relâmpagos. Fonte: NASA, 2014.



Figura 1.6 – Mapa das trilhas cumulativas de todos os ciclones tropicais durante o período de 1985 a 2005 - Ausência de Furacões. Fonte: NASA, 2009.

A estabilidade geológica (Figura 1.7) e a inexistência de vulcões próximos à região onde se encontra o CLA (Figura 1.8) favorecem a segurança das instalações e dos lançamentos.

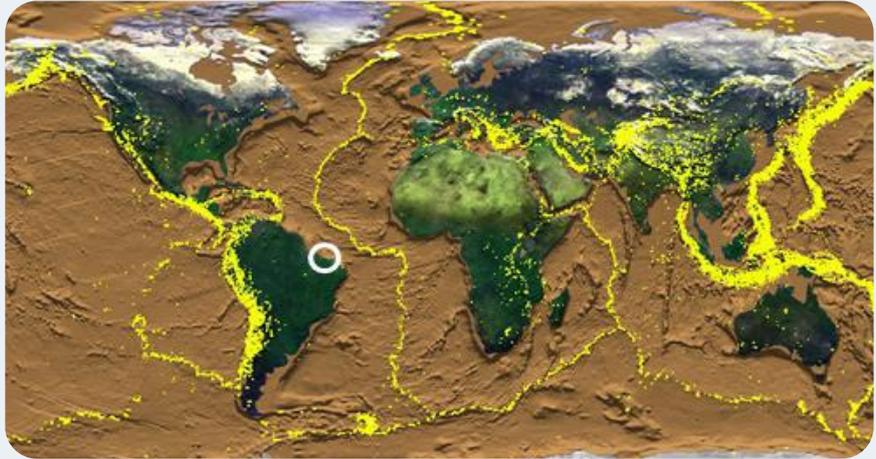


Figura 1.7 – Região sem incidência de terremotos. Fonte: NASA, 1995.



Figura 1.8 – Inexistência de vulcões. Fonte: VOLCANODISCOVERY, 2017.

A baixa densidade demográfica da região de Alcântara-MA permite a implantação de diversos sítios de lançamento e de áreas para infraestrutura de apoio logístico e de suporte às campanhas de lançamento (Figura 1.9).

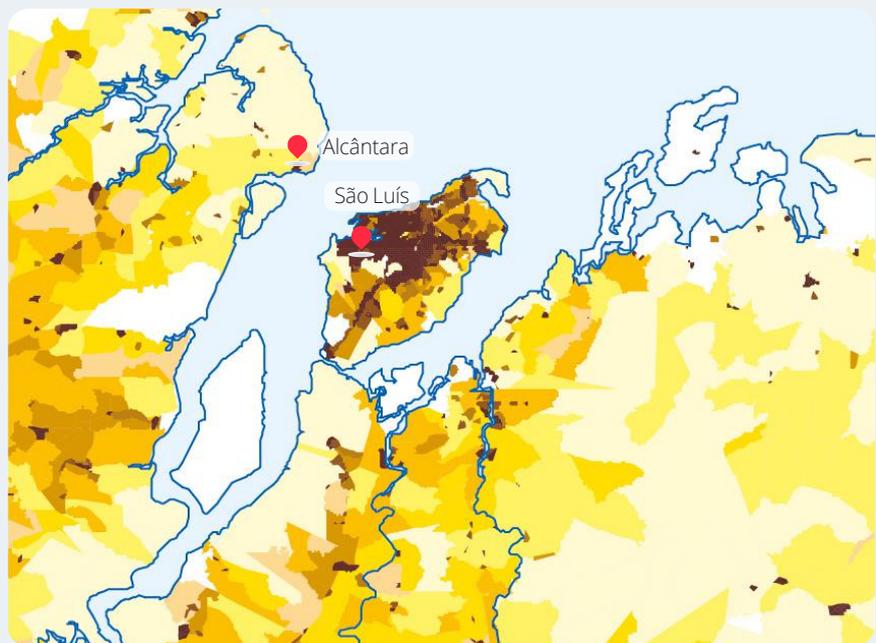
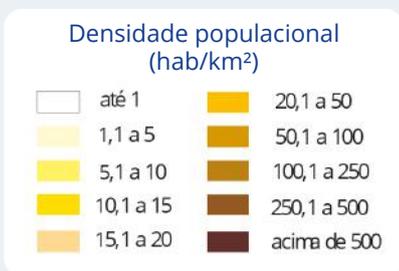


Figura 1.9 – Baixa densidade demográfica. Fonte: Rede Urbana (Dados do IBGE, 2010).

A proximidade à capital São Luís proporciona opções de suporte logístico. Pode-se acessar a capital do Maranhão por vias aérea, marítima ou terrestre, em condições de maior rapidez e de disponibilidade em relação a outros centros internacionais de grande porte. Contudo, a prontidão de infraestrutura no entorno demanda investimentos. Pode-se verificar a disponibilidade de modais na Figura 1.10.

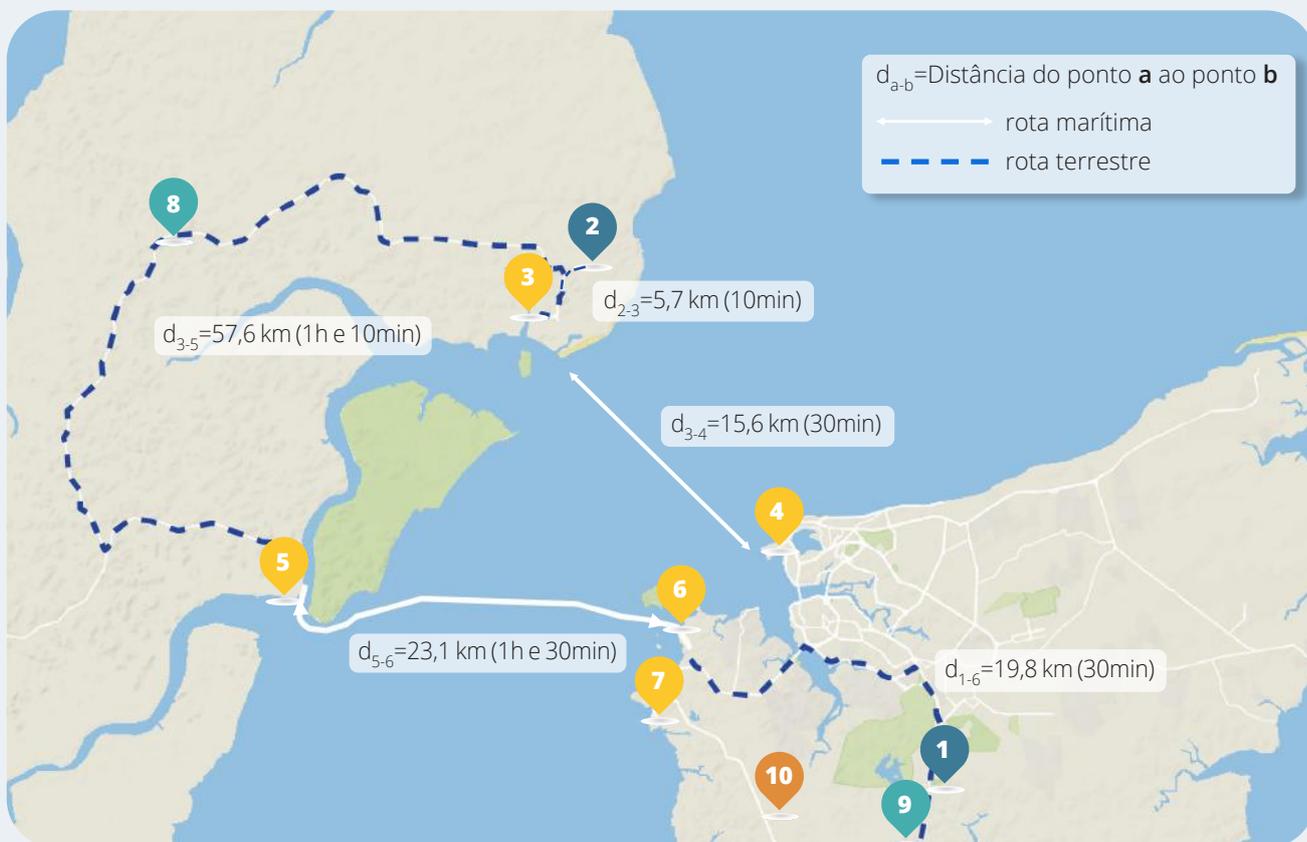


Figura 1.10 – Infraestrutura logística de acesso ao CLA.



#### AEROPORTUÁRIA

- 1 - Aeroporto de São Luís
- 2 - Aeródromo de Alcântara



#### RODOVIÁRIA

- 8 - MA-106
- 9 - BR-135



#### PORTUÁRIA

- 3 - Porto do Jacaré
- 4 - Espigão da Ponta D' Areia
- 5 - Terminal do Cujupe
- 6 - Terminal da Ponta da Espera
- 7 - Porto do Itaqui



#### FERROVIÁRIA

- 10 - Ferrovia TransNordestina (FTL) e Vale Estrada de Ferro Carajás (EFC)

O Estado brasileiro apoia e incentiva a utilização comercial do CLA, em harmonia com as características originárias de albergar, concomitantemente, atividades de cunho militar.

## Instalações Físicas

O CLA comporta uma infraestrutura complexa, que apresenta as condições necessárias para a realização de ciclos completos de lançamento de veículos espaciais. Inclui instalações tecnológicas, como estações de rastreo e plataformas de lançamento; de apoio técnico, como sistemas meteorológicos e de comunicações; e de logística em geral. É um complexo que se estende ao longo de três municípios, conforme a Figura 1.11 destaca.

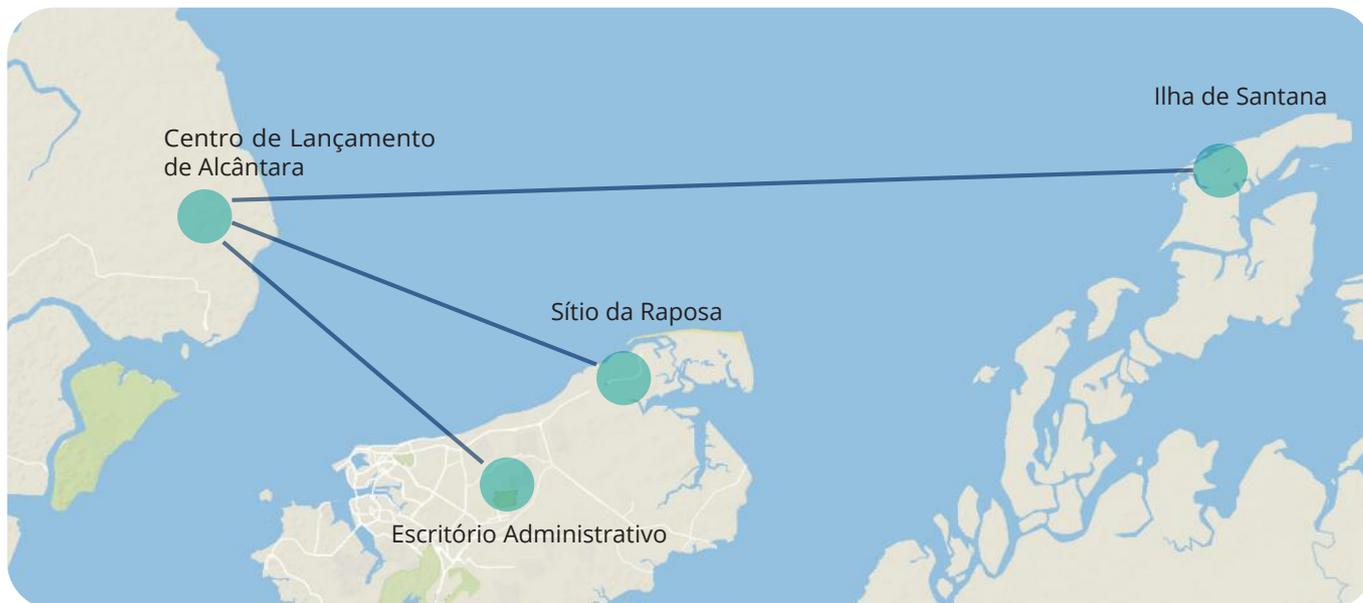


Figura 1.11 – Infraestrutura do Complexo do CLA.

### Sítio da Raposa

O Sítio da Raposa localiza-se no município de Raposa-MA, com contato visual do CLA. Apresenta, em sua estrutura, equipamentos de telemetria e de rastreo, de maneira a se poder utilizá-lo em complemento ou em redundância aos sistemas operacionais do CLA.

### Ilha de Santana

A Ilha de Santana localiza-se no município de Humberto de Campos-MA. O CLA a utiliza somente em operações de lançamento, como base remota para apoio às atividades de resgate de cargas úteis.

### Escritório Administrativo

O escritório administrativo localiza-se próximo ao aeroporto de São Luís. Alberga as atividades de apoio à operação do CLA. Compõe-se de estrutura administrativa, posto médico, refeitório e vila militar. O CLA dispõe de um hangar e de uma aeronave Cessna C-98 Grand Caravan para o seu suporte logístico.



## Instalações Principais

As instalações principais do CLA localizam-se no município de Alcântara-MA. Compõem-se de vários conjuntos de infraestruturas, que se dividem de acordo com a Figura 1.12.



Em Alcântara-MA, o CLA compõe-se de acordo com o seguinte zoneamento: Setor de Comando e Controle (SCC), Setor de Preparação e Lançamento (SPL), Setor de Controle de Satélites (SCS), Setor de Apoio, e Setor Residencial e Hoteleiro.

### Setor de Comando e Controle

É o setor responsável pelo gerenciamento das operações de lançamento. Compõe-se de Centro Técnico e das estações de telemédidas, de rastreamento e de meteorologia, além de instalações de apoio logístico.

### Setor de Preparação e Lançamento

É o local onde se dão as atividades que se relacionam ao armazenamento; à preparação do veículo e da carga útil; e ao lançamento.

### Setor de Controle de Satélites

Comporta a Estação Terrena de Rastreamento e Controle de Alcântara, sob responsabilidade do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

### Setor de Apoio

Compreende instalações de suporte logístico.

### Setor Residencial e Hoteleiro

Apresenta-se como uma estrutura de apoio à hospedagem das equipes durante as campanhas de lançamento. Além disso, comporta áreas residenciais permanentes.

## Centro de Lançamento da Barreira do Inferno

Apesar de serem Organizações Militares distintas, o CLBI também contribui para a prontidão da infraestrutura de lançamento do CLA. Atua como estação remota de telemédidas. Tem função importante ao atuar em etapas de voo orbital não alcançáveis pelos sistemas do CLA (Figura 1.13).



# O Centro Espacial de Alcântara

Concebe-se o Centro Espacial de Alcântara (CEA) como um complexo de infraestruturas, bens e serviços necessários para as atividades de lançamento de veículos espaciais suborbitais e orbitais, não militares, a partir do território brasileiro.

O CEA tem como objetivos realizar:

- ▶ lançamentos comerciais nacionais e internacionais de veículos espaciais
- ▶ lançamentos por aeronaves - *air-launch* a partir do Aeroporto de Alcântara
- ▶ atividades de rastreamento e de recuperação de artefatos lançados de outros centros
- ▶ atividades de desenvolvimento tecnológico
- ▶ atividades industriais que se relacionem ao Setor Espacial Brasileiro
- ▶ capacitação de capital humano
- ▶ turismo e conscientização da sociedade sobre o valor das atividades espaciais

O CEA se qualifica como uma das mais importantes infraestruturas espaciais do País. Infraestruturas espaciais compreendem equipamentos de solo, recursos logísticos, instalações, artefatos espaciais, e ferramentas e sistemas computacionais que se utilizam para a condução das atividades espaciais do País e para a viabilização de todo o ciclo de vida de sistemas espaciais. Inclui construção e lançamento de artefatos espaciais que entregam capacidades para a oferta de aplicações espaciais.

O estabelecimento efetivo do CEA insere o Brasil, como um importante ator, no mercado internacional de lançamentos de artefatos espaciais. O CEA coloca-se, assim, no caminho crítico para consolidar o Programa Espacial Brasileiro (PEB) como Programa de Estado, como uma infraestrutura espacial fundamental e um ativo estratégico para o Brasil.

As instalações principais do CEA devem se concentrar em Alcântara-MA. Contudo, o CEA engloba infraestruturas espaciais em todo o território nacional e catalisa diversas atividades em seu entorno, onde devem instalar-se centros de pesquisa, universidades e indústrias. Deve promover negócios, emprego e renda que devem gerar riqueza e trazer qualidade de vida a todo o País, especialmente à população da região de Alcântara-MA. Para tal, é preciso que se dote o seu entorno com a infraestrutura necessária.

O CEA se inclui no rol de empreendimentos que catalisam e impulsionam investimentos no País. Apresenta-se, assim, como um indutor de desenvolvimento regional e de crescimento para a sociedade brasileira como um todo.

## Diferença entre CEA e CLA

O CLA é uma organização militar que se vincula ao COMAER. O CEA, por sua vez, consiste em um conjunto de infraestruturas, bens e serviços necessários para dar suporte às atividades não militares de lançamento de artefatos espaciais.

Do ponto de vista físico, o CLA e o CLBI devem fazer parte do conjunto do CEA, como a infraestrutura espacial que se dedica a lançamentos de veículos espaciais não militares. Contudo, o CLA e o CLBI permanecem como Organizações Militares nos termos do Decreto nº 6.834, de 30 de abril de 2009, com vínculo de subordinação ao Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA).



## Constituição do CEA

Para o pleno estabelecimento do CEA, há que se consolidar um conjunto de sistemas organizacionais e de infraestrutura que, integradamente, deve compreender toda a cadeia de preparação, lançamento, rastreo e, em alguns casos, até mesmo de operação dos artefatos espaciais que partirão de Alcântara. Além disso, o resgate de componentes de veículos lançadores e de módulos de sondagem e orbitais, assim como o retorno controlado de veículos reutilizáveis, também faz parte do possível conjunto de atividades do CEA.

### Infraestrutura de lançamento

É a infraestrutura que provê os serviços de preparação, de lançamento e de rastreo dos veículos espaciais que partem do CEA. O CLA apresenta o conjunto básico para essas atividades. Contudo, pelo fato de o CLA ser uma Organização Militar e servir ao setor de Defesa Nacional, a utilização de sua infraestrutura no contexto do CEA deve respeitar requisitos específicos do Ministério da Defesa.

### Infraestrutura remota

Além da infraestrutura principal de lançamento do CLA, há a necessidade de se contar com infraestruturas complementares. Nesse contexto, o CLBI, em Natal-RN, e outras infraestruturas espaciais existentes no território nacional devem estar à disposição do CEA, na medida em que se fizerem necessárias.

### Infraestrutura de suporte

As atividades espaciais em Alcântara demandam, localmente, infraestruturas logísticas e de suporte. Entre as necessidades, destacam-se:

- aeroporto
- distrito industrial
- porto para cargas
- zona residencial
- terminal portuário de passageiros
- centros de pesquisa e de desenvolvimento tecnológico
- instalações de hotelaria e de alimentação
- centros de qualificação profissional

### Interface de negócios

O objetivo do estabelecimento do CEA é a exploração dos mercados nacional e internacional de lançamentos de veículos espaciais não militares. Para tal, há que se imprimir dinamismo aos processos de negociação, de formalização de contratos e de recebimento de pagamentos. Dessa forma, demanda-se a existência de uma estrutura organizacional que possa desempenhar as seguintes atividades:

- identificação de clientes
- execução de estudos
- formalização de contratos
- recebimento e execução de pagamentos
- negociação com fornecedores
- investimento em infraestruturas
- contratação e capacitação de pessoal

## Operacionalização do CEA

A operacionalização do CEA passa por ações do Estado brasileiro que demandam a atuação coordenada de diversos órgãos. O município de Alcântara-MA demanda ativos de infraestrutura, como aeroporto, portos, rodovias, ferrovias, que não se encontram plenamente disponíveis na região. O provimento dessa infraestrutura passa por decisões que transcendem a esfera de atuação, unicamente, dos órgãos responsáveis pelo Setor Espacial Brasileiro. Por isso, é necessário que se encare o CEA por meio de uma visão de Estado.

Os serviços que o Programa Espacial Brasileiro viabiliza com os seus produtos e aplicações são majoritariamente de infraestrutura. Entre tais serviços, incluem-se comunicação, logística, mobilidade, monitoramento de barragens e meio ambiente. Dessa forma, colocar o PEB na agenda da infraestrutura nacional, seja como meio de viabilização, seja como cliente dos seus produtos, é estratégico.

Nesse contexto, o CEA destaca-se por ser um ativo capaz de viabilizar ao Brasil o acesso autônomo a informações provenientes do espaço exterior, bem como de alavancar o desenvolvimento socioeconômico da região em que se encontra.

A partir desse racional, definem-se as seguintes premissas para a concepção do CEA:

- ▶ constituição de um complexo de lançamento competitivo e dentro de padrões internacionais, que se volte para a exploração de serviços de lançamentos não militares, com possibilidade de visitação pública
- ▶ utilização do CEA como principal instrumento de catalisação e de promoção do desenvolvimento econômico e social, principalmente para o município de Alcântara-MA e entorno
- ▶ preservação da cultura e da tradição das comunidades locais, de maneira a promover uma convivência harmônica das atividades dessas comunidades com as do centro de lançamento
- ▶ implementação de medidas socioambientais de modo a mitigarem ou a compensarem os eventuais impactos que venham a surgir com a implantação do CEA

Para a operacionalização do CEA, deve-se garantir a manutenção das seguintes etapas:

- **Etapa “Aprovação do AST”:** Em 2019, após intensas articulações e esclarecimentos à sociedade, superou-se o primeiro desafio, com a promulgação do Acordo de Salvaguardas Tecnológicas entre o Brasil e os Estados Unidos da América, por meio do Decreto nº 10.220, de 05 de fevereiro de 2020. Com isso, o Brasil habilita-se a lançar artefatos espaciais com componentes americanos a partir do território brasileiro.
- **Etapa “Planos Locais”:** A partir de 2020, conduzem-se ações para identificação e negociação com empresas para operar comercialmente no CEA. Além disso, prepara-se o entorno de Alcântara-MA de maneira a viabilizar a operação do CEA e a redundar em benefícios socioeconômicos a toda a sua região de influência.
- **Etapa “Operação do CEA”:** Realização de lançamentos comerciais, com retornos para o desenvolvimento regional e para o Programa Espacial Brasileiro.

## Cadeia de valor do CEA

A cadeia de valor das atividades espaciais viabiliza a entrega de serviços com alto valor agregado, ao longo de uma ampla gama de partes interessadas. Na sua camada de *downstream* (Figura 1.14), inclui operações de satélite, distribuição de dados ou sinais e atividades que se destinam a transformar ou a fornecer a capacidade espacial em forma de serviços e de produtos úteis para os usuários finais. O setor espacial, na sua camada de *upstream* (Figura 1.14), inclui um número limitado de participantes, que projetam e fabricam sistemas espaciais, veículos de lançamento e infraestrutura terrestre. É nessa última camada que se encontram as atividades do CEA, onde se disponibiliza a infraestrutura relativa ao segmento de solo e se realizam os serviços de lançamento.

A cadeia de valor que as atividades espaciais proporcionam gera um ecossistema de negócios que, aliado ao alto valor agregado dos produtos, induz o desenvolvimento econômico e social, além de trazer benefícios incomensuráveis para as regiões onde se instalam.

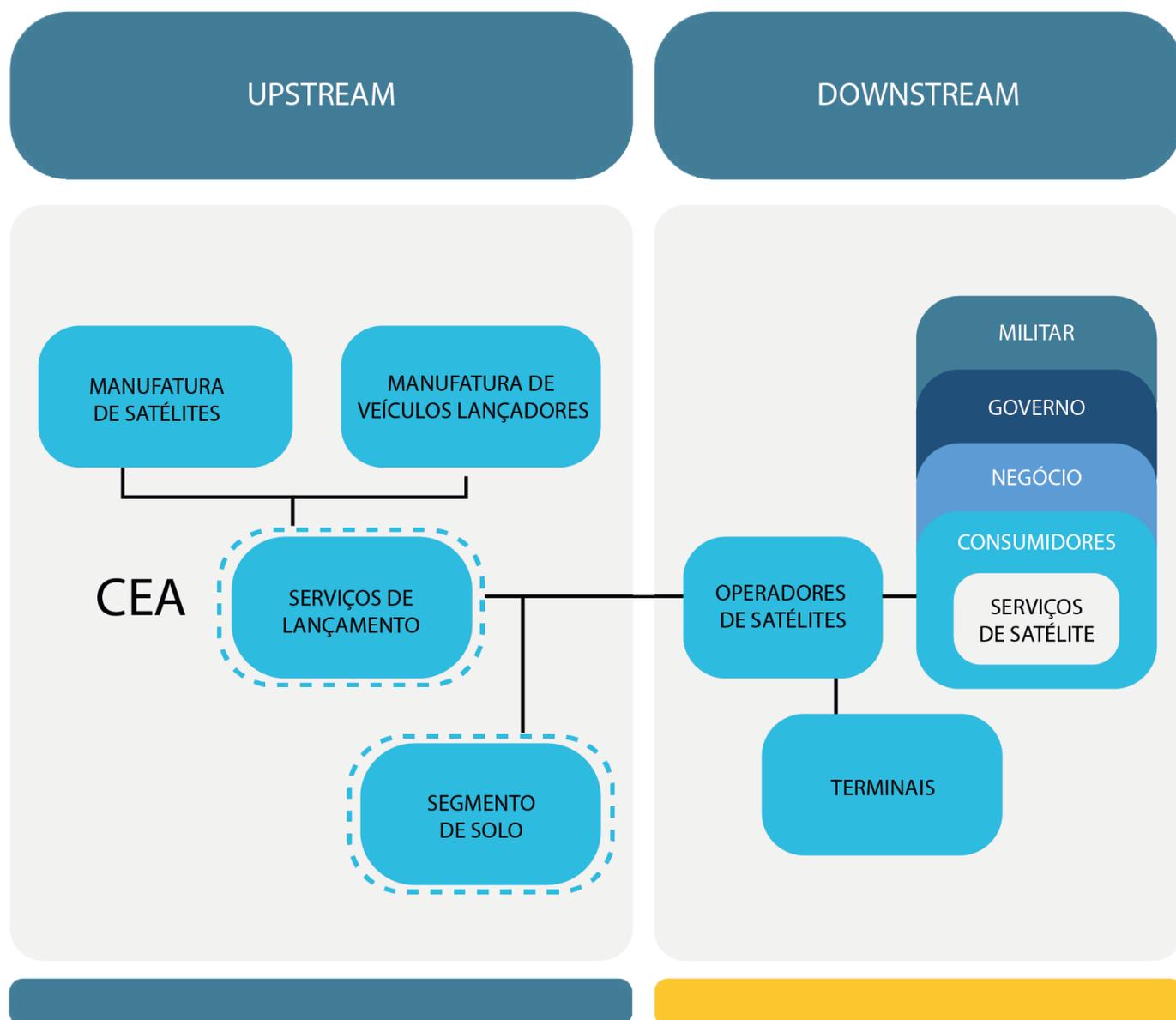


Figura 1.14 - O CEA na cadeia de valor das atividades espaciais.

## Benefícios ao País

O estabelecimento do CEA catalisa uma série de benefícios ao País. O PDI-CEA trata esse tema extensivamente. Contudo, sinteticamente, podem-se elencar alguns benefícios do CEA:

- ▶ efetiva exploração comercial dos lançamentos espaciais e de seus desdobramentos
- ▶ inserção do Brasil como um importante ator nas atividades espaciais mundiais
- ▶ ampliação da visibilidade do Brasil no âmbito internacional
- ▶ desenvolvimento socioeconômico para a região de Alcântara-MA
- ▶ atração de investimentos ao País, principalmente no que diz respeito a infraestruturas na região de Alcântara-MA
- ▶ ampliação dos investimentos em infraestrutura logística, urbana e socioambiental da região de Alcântara-MA
- ▶ desenvolvimento do potencial turístico da região de Alcântara-MA
- ▶ elevação do nível de qualificação profissional
- ▶ integração econômica regional e global
- ▶ crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) per capita regional e global
- ▶ oportunidades de negócios inovadores no País
- ▶ descentralização do Programa Espacial Brasileiro para várias regiões do País



# Utilização comercial do CEA

Para habilitar o Brasil a ingressar no mercado internacional de lançamentos, devem-se desenhar modelos de exploração comercial para o CEA que sejam condizentes com a sua capacidade operacional. Além disso, tais modelos devem atender ao Programa Espacial Brasileiro e, simultaneamente, apresentar características que os destaquem, no contexto internacional e em observância ao arcabouço legal vigente no País, como opções viáveis, competitivas e seguras.

A utilização comercial do CEA fundamenta-se no art. 21, inciso XII, da Constituição Federal (CF/88). Esse dispositivo define competências da União. Entre elas, destaca a exploração direta ou mediante autorização, concessão ou permissão das navegações aérea e aeroespacial, além da infraestrutura aeroportuária.

Diante do caráter estratégico do Programa Espacial Brasileiro, a utilização comercial do CEA reveste-se de grande relevância. Inaugura-se, dessa forma, uma nova era nas atividades espaciais a partir do território nacional. É importante ressaltar que essa iniciativa alinha-se com a tendência mundial de aumento da participação privada no segmento espacial.

Nesse contexto, planeja-se a exploração comercial do CEA para que ocorra ao longo de três fases:

- Fase 1** uso da infraestrutura existente
- Fase 2** uso da infraestrutura da área da antiga *Alcantara Cyclone Space* (ACS)
- Fase 3** instalação de plataformas de lançamento adicionais em outras áreas do CEA

Esse desenvolvimento passa pela proposição de uma estrutura de negócios que viabilize modelos sustentáveis e consonantes com a realidade brasileira, a partir dos vieses comercial, institucional e legal.

Esta seção trata essa estruturação. Inicia-se por uma discussão sobre o mercado internacional de lançamentos, com o objetivo de apresentar as oportunidades que o CEA pode explorar. Discute essas oportunidades, em seguida. Por fim, apresenta possibilidades de estruturação do CEA para que esse potencial se exerça.



## Mercado internacional de lançamentos

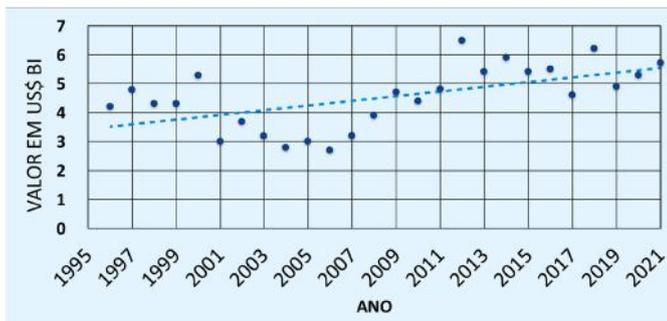
Entre os anos de 2010 e 2019, colocaram-se em órbita 2.815 satélites. Para tal, realizaram-se 890 lançamentos orbitais em todo o mundo, de 24 sítios distintos. São números que descrevem um mercado que tende somente a se ampliar, a partir da necessidade, cada vez maior, da população mundial se utilizar de serviços e de tecnologias espaciais no seu dia a dia.

Do total de lançamentos nesse período, apenas três locais concentraram quase metade das atividades: Baikonur (20%), Cabo Canaveral (17%) e Kourou (11%). A dominância desses locais reflete a longa história de operação dessas potências espaciais. Contudo, outros países destacaram-se no atendimento

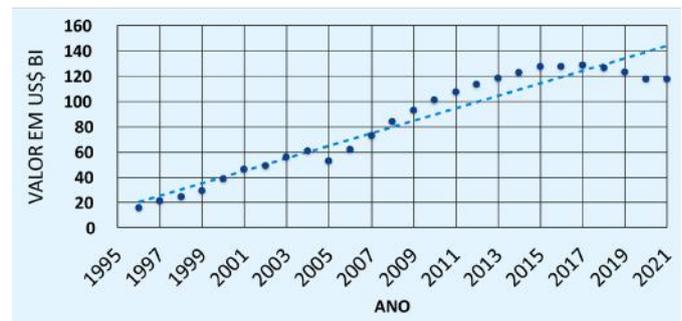
ao mercado internacional de lançamentos. A China, por exemplo, respondeu por 25% dos lançamentos, a partir de cinco locais distintos. Os lançamentos restantes se realizaram a partir dos outros 16 sítios, que buscam se estabelecer com competitividade nesse nicho importante da economia mundial

Em 2019, a receita da indústria global de satélites foi de aproximadamente US\$ 271 bilhões (SIA, 2020). Desse montante, a parcela que correspondeu aos serviços de lançamento atingiu aproximadamente US\$ 4,9 bilhões. Pelos gráficos da Figura 1.15, percebe-se a tendência de crescimento anual na economia espacial global ao longo dos anos.

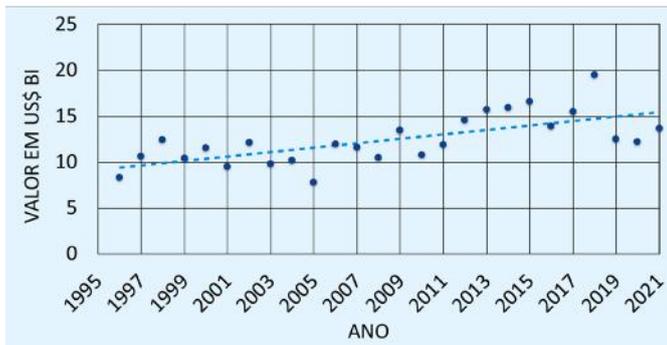
### Indústria de Lançamento (A)



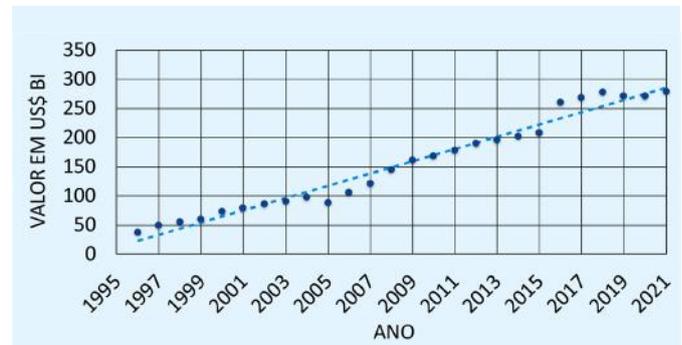
### Serviços Satelitais (C)



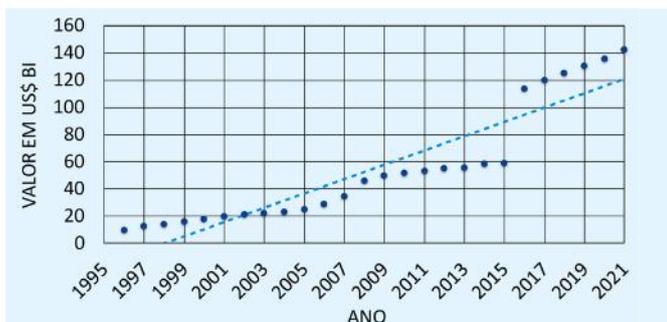
### Fabricação de Satélites (B)



### Equipamentos de Solo (D)



### Indústria de Satélites (E) = A + B + C + D



### Economia Espacial Global = E + Indústria Não Satelital

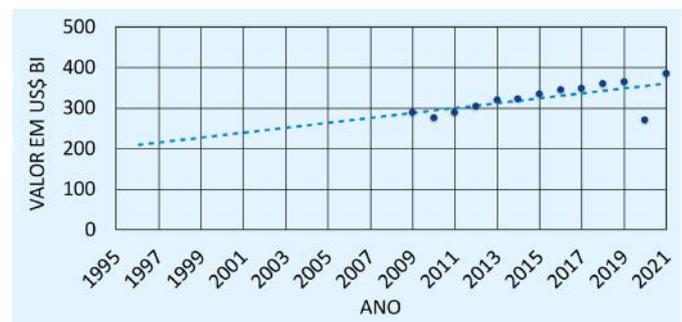


Figura 1.15 – Histórico do mercado espacial global. Fonte: SIA (1995 a 2019).

A *Federal Aviation Administration* (FAA, 2018) aponta, também, sinais de que o mercado de lançamentos crescerá nos próximos anos. Há, em desenvolvimento, vários novos veículos lançadores para atender a demandas latentes de operadores de pequenos satélites. São veículos que devem lançar cargas úteis abaixo de 500 kg em órbita baixa.

Em relação ao mercado de lançadores, os investimentos dependem de vários fatores. Além dos ciclos de desenvolvimento, entra em cena o próprio mercado a que se dedicam esses artefatos *vis-à-vis* a importância que determinados países dão aos seus programas espaciais. Em média, 60% dos investimentos em veículos lançadores originam-se de atividades civis; os outros 40%

derivam de atividades de defesa. Nesse processo, destacam-se os três principais programas espaciais do mundo – EUA, Europa e Rússia, que representaram cerca de 70% do financiamento mundial em veículos lançadores em 2019.

No que tange ao mercado de satélites, é notória a transformação pela qual a sua indústria passa. A Figura 1.16 e a Figura 1.17 traduzem essas tendências, que se intensificam sob o impulso do mercado de pequenos satélites. Na década de 2020 a 2029, prevê-se uma média anual de lançamento de 1.149 satélites, o que representa um aumento de quatro vezes em relação à década anterior. Esse acréscimo se impulsiona, essencialmente, por constelações de satélites, que concentram 77% dos lançamentos de satélites em todo o mundo.

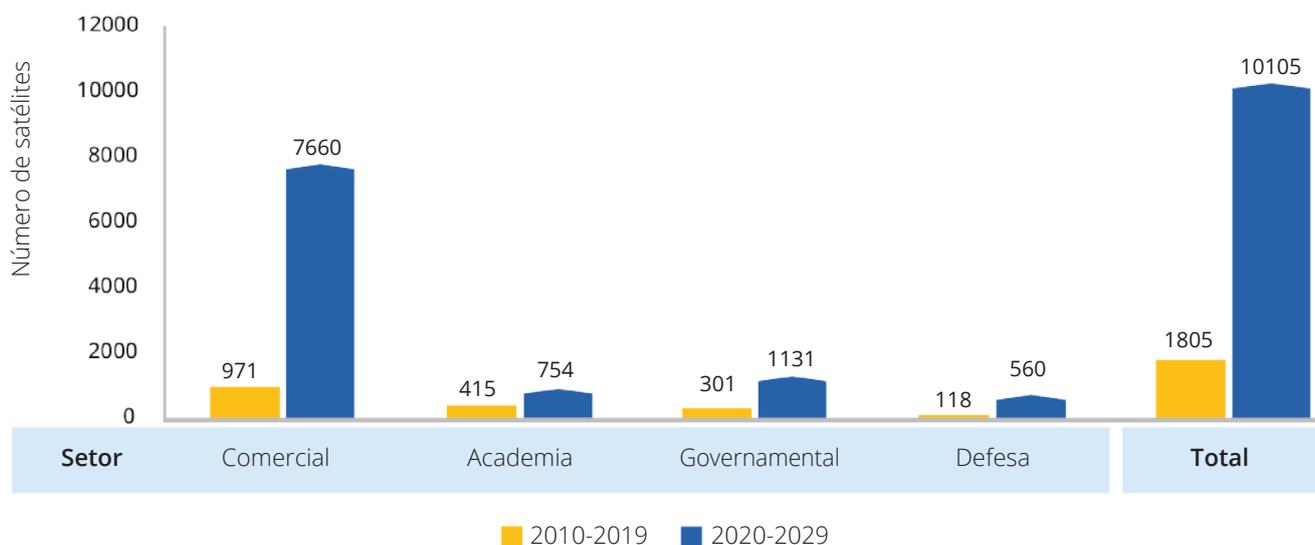


Figura 1.16 – Evolução do mercado de Smallsats até 2029. Fonte: EUROCONSULT, 2020.

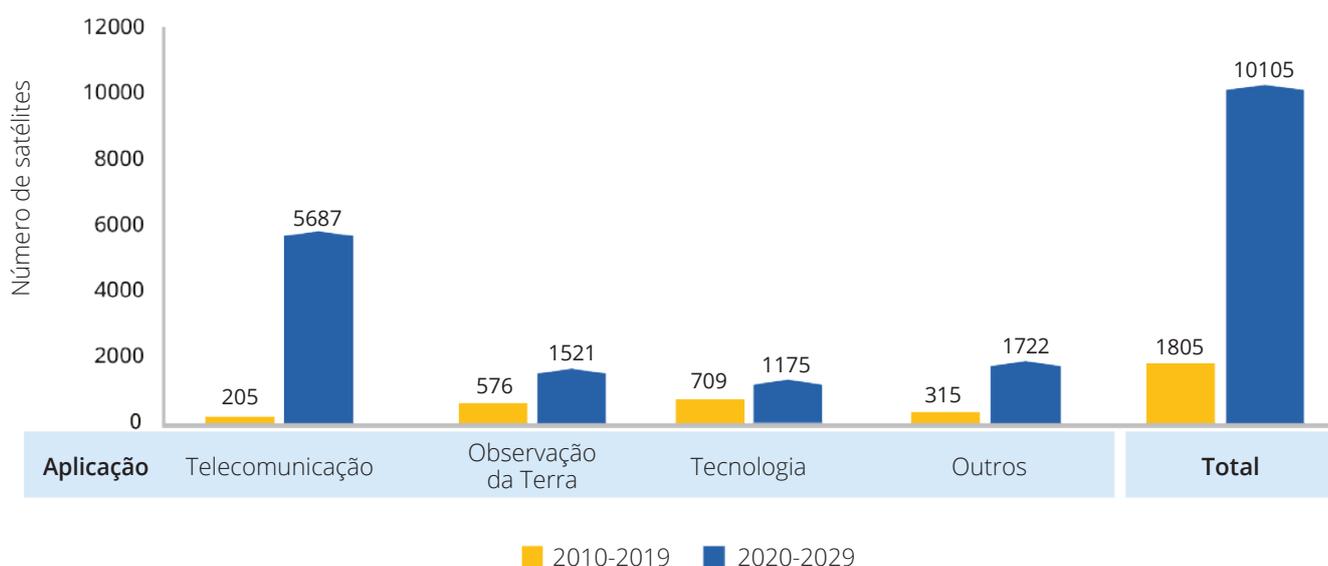


Figura 1.17 – Evolução das principais aplicações até 2029. Fonte: EUROCONSULT, 2020.

Para fins de classificação, pode-se categorizar os operadores de satélites em: comerciais, governamentais, de defesa e acadêmicos. O segmento comercial de telecomunicações inclui o lançamento de cargas úteis em órbitas geossíncrona (GSO) e não geossíncrona (NGSO). Todos os outros segmentos incluem lançamentos para órbitas NGSO, tais como órbita baixa (LEO), órbita média (MEO) e órbita elíptica (ELI), entre outras.

Na Tabela 1.1, é possível observar que as projeções estimam uma média de 42,3 lançamentos comerciais por ano, de 2018 a 2027, para todos os segmentos de lançamentos comerciais. Em relação à órbita, por ano, a projeção é de 18 lançamentos para GSO e 24,3 para NGSO.

Tabela 1.1 – Número de cargas úteis e lançamentos planejados até 2027. Fonte: FAA, 2018.

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	Total	Média
<b>Carga útil</b>												
Órbita Geossíncrona	28	23	23	20	21	20	20	20	20	20	215	21,50
Órbita Não Geossíncrona	341	397	339	305	256	253	260	242	243	210	2846	284,60
<b>Total de Carga Útil</b>	<b>369</b>	<b>420</b>	<b>362</b>	<b>325</b>	<b>277</b>	<b>273</b>	<b>280</b>	<b>262</b>	<b>263</b>	<b>230</b>	<b>3061</b>	<b>306,10</b>
<b>Lançamentos</b>												
Órbita Geossíncrona (Médio a Pesado)	21	19	19	17	17	18	16	17	18	18	180	18
Órbita Não Geossíncrona (Médio a Pesado)	17	18	18	15	15	15	16	13	14	12	153	15,3
Órbita Não Geossíncrona (Pequeno)	14	13	14	8	7	8	8	6	6	6	90	9
<b>Total de Lançamentos</b>	<b>52</b>	<b>50</b>	<b>51</b>	<b>40</b>	<b>39</b>	<b>41</b>	<b>40</b>	<b>36</b>	<b>38</b>	<b>36</b>	<b>423</b>	<b>42,3</b>

Com base nessas projeções, espera-se uma ampliação do mercado internacional de lançamentos de satélites, o que reforça os argumentos em direção ao estabelecimento competitivo do CEA.



## Potencial para o CEA

Apesar da concorrência que o estabelecimento de novos sítios de lançamentos impõe aos já existentes, os espaçoportos mais antigos tendem a atrair a maioria das novas empresas de lançamento. Isso se deve às vantagens competitivas que apresentam em relação a vários fatores, entre os quais se destacam as capacidades que se relacionam a infraestruturas, *commodities*, licenciamento e força de trabalho.

Para novos operadores de lançamentos comerciais, ter acesso a esses recursos, a partir de sítios de lançamento já plenamente estabelecidos, elimina diversos obstáculos que se encontrariam em sítios novos. No caso de empresas de lançamentos comerciais já em operação, as dificuldades para se moverem a novos sítios são ainda maiores. Nessas situações, a decisão se equilibra por vários parâmetros, tais como:

- ▶ compatibilidade dos azimutes dos espaçoportos existentes
- ▶ órbitas alcançáveis e alvo de mercado do lançador
- ▶ custo de adaptação de infraestruturas existentes ou construídas do zero
- ▶ restrições operacionais e interferências com outros veículos lançadores
- ▶ incentivos e créditos tributários que as entidades locais fornecem

Dessa forma, o estabelecimento competitivo do CEA deve observar a necessidade de suplantar competidores tradicionais. Como já se demonstrou, o CEA apresenta diversas vantagens competitivas em relação a outros sítios de lançamento ao redor do planeta. Explorá-las, contudo, deve se alinhar com as demandas internacionais para serviços de lançamento. Por isso, o CEA, enquanto infraestrutura de lançamento de artefatos espaciais, deve observar os mercados internacionais e convergir sinergias na maneira mais eficiente possível.

No que diz respeito às órbitas, a partir de combinações de inclinação e de altitude, adotam-se os seguintes conceitos para destacar as opções que são de interesse para o mercado brasileiro de lançamentos:

▶ **Órbitas equatoriais** - São circulares, em torno da linha do equador. Nominalmente, apresentam inclinação de 0°. Abrigam satélites geoestacionários, que se colocam a uma altitude de cerca de 36.000 km, em órbita geossíncrona (GEO), e satélites de órbita baixa. Os satélites geoestacionários são geossíncronos com a rotação da Terra, de maneira a cobrirem sempre a mesma região. Usualmente, passam por uma órbita de transferência (GTO) antes de chegarem ao destino GEO planejado.

▶ **Órbitas polares** - Circulam a Terra de maneira a passarem de um polo terrestre a outro. A órbita síncrona em relação ao sol é uma órbita polar especial, inclinada  $\pm 5^\circ$  em relação ao polo, que se usa, principalmente, por satélites de observação da Terra que necessitam desfrutar de condições de iluminação solar específicas.

▶ **Órbitas inclinadas** - Inclui todas as órbitas com inclinação em relação às órbitas polares e equatoriais.

Aplicam-se os seguintes pressupostos para a exploração comercial de lançamentos a partir do Brasil:

- ▶ lançamentos de satélites comerciais
- ▶ acesso a órbitas LEO inclinada, polar e equatorial
- ▶ acesso a órbitas geoestacionárias
- ▶ lançamentos responsivos a determinados eventos
- ▶ lançamentos suborbitais

O mercado espacial global cresce continuamente e deverá sair dos atuais cerca de US\$ 360 bilhões por ano para atingir cerca de US\$ 1,1 trilhão por ano, em 2040, de acordo com estimativas da consultoria Morgan Stanley. Diante dessas projeções, é possível prever três cenários para a participação brasileira no mercado internacional de lançamentos no horizonte de 2040: **Conservador** (1%), **Moderado** (5%) e **Arrojado** (10%). A Figura 1.18 ilustra esses cenários.

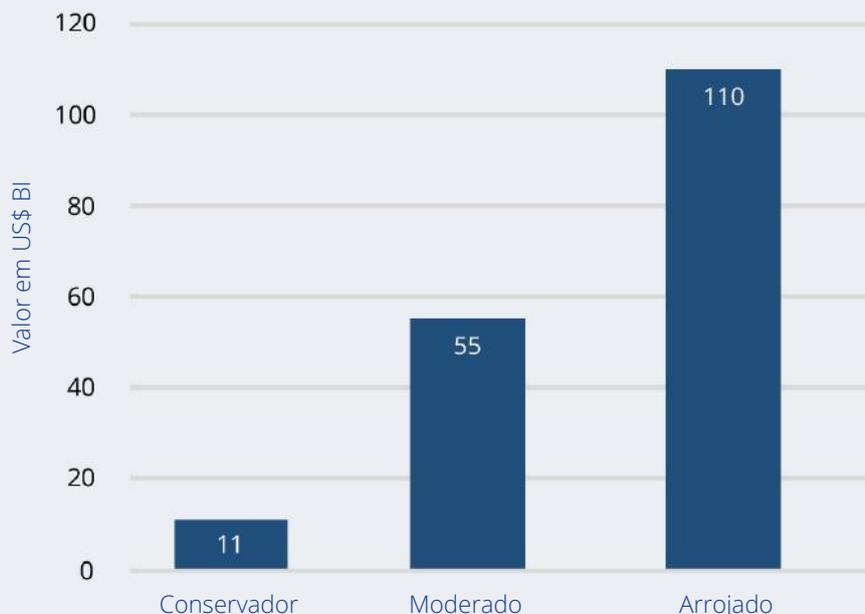


Figura 1.18: Cenários de projeção do mercado espacial global para o Brasil (ano-base 2040).

De acordo com os dados históricos da Figura 1.15, a média de participação das receitas dos serviços de lançamento na economia espacial global é de aproximadamente 1,6%. Nesse contexto, pode-se projetar, para 2040, um mercado global de cerca de US\$ 17,6 bilhões para a indústria de lançamentos.

Diante dessas projeções, a Figura 1.19 apresenta, para 2040, os potenciais de renda para o Brasil a partir de sua participação no mercado internacional de lançamento, de acordo com os cenários que se apresentaram acima.

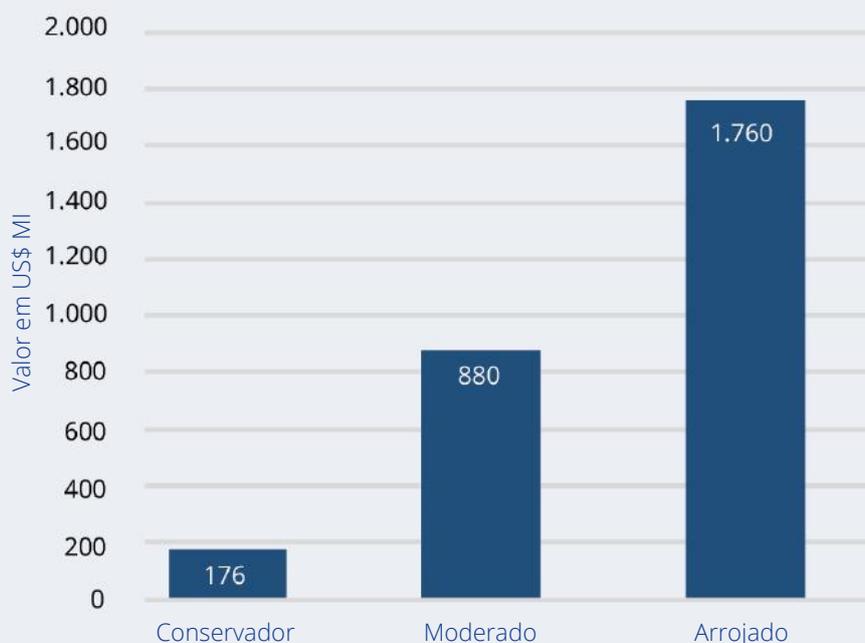


Figura 1.19: Cenários de projeção da receita de lançamentos para o Brasil (ano-base 2040).

## Estrutura de negócios

Para a consecução de atividades comerciais de lançamento a partir do CEA, é necessário que se consolide uma estrutura de negócios que apresente viabilidade e robustez institucional, jurídica e comercial, tanto do ponto de vista do direito interno quanto do prisma do direito internacional.

Em tal modelo, devem-se desempenhar atribuições que se relacionam à prospecção de clientes e ao processo contratual de maneira a:

- ▶ gerar novas receitas, rendas e tributos advindos de atividades com potencial econômico inexplorado
- ▶ promover e dar maior suporte ao desenvolvimento e à consolidação da indústria espacial brasileira, de forma a contemplar a manutenção de tecnologias críticas de alto valor estratégico que o Brasil já domina
- ▶ dar maior flexibilidade administrativa às atividades do Programa Espacial Brasileiro, especialmente no relacionamento comercial e contratual com entidades públicas ou privadas, nacionais ou estrangeiras
- ▶ desenvolver o Setor Espacial Brasileiro, com maior eficácia e com menores custos, por meio da retenção e da captação do capital intelectual que atua nesse segmento, bem como por intermédio da articulação mais ágil com instituições nacionais e estrangeiras

A Figura 1.20 materializa a estrutura de negócios a se perseguir:

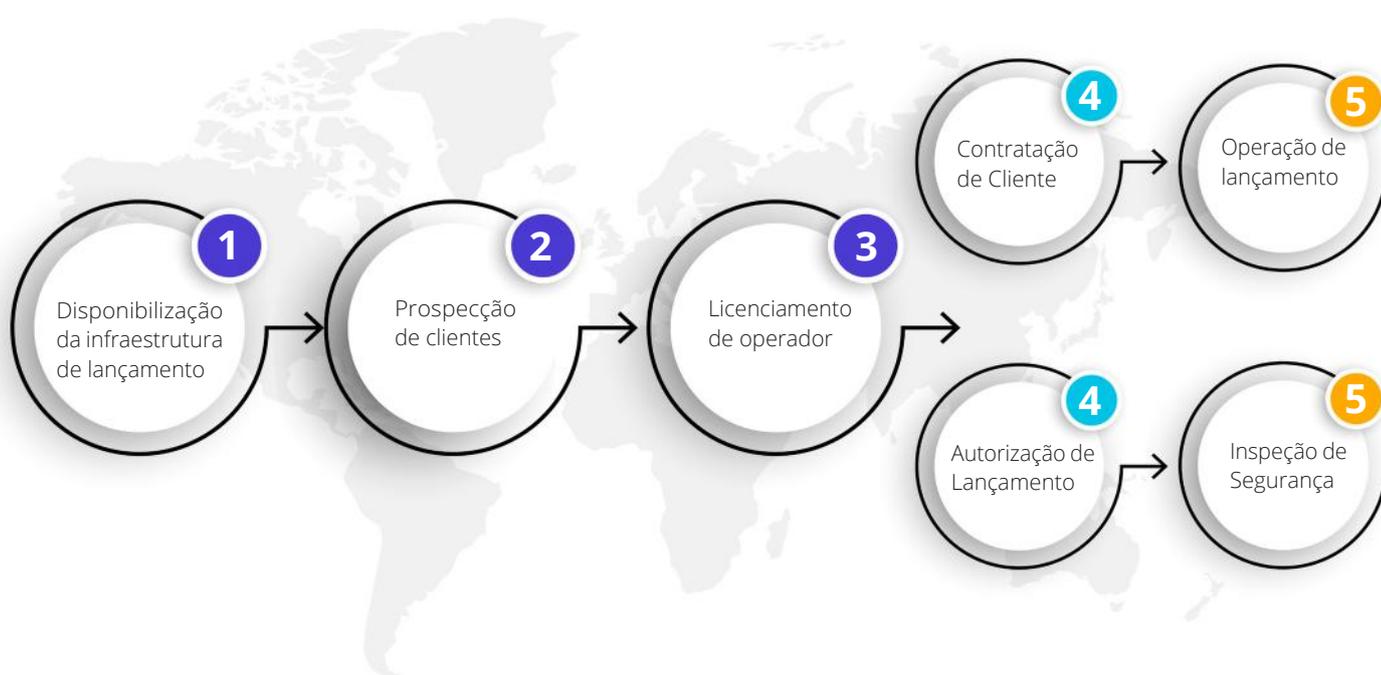


Figura 1.20: Estrutura de Negócios para o CEA.

Para viabilizar a estrutura de negócios que a Figura 1.20 apresenta, devem-se estabelecer as funções e os seus respectivos responsáveis para as seguintes atividades: disponibilização da infraestrutura de lançamento, prospecção de clientes, licenciamento de operador, contratação do cliente, autorização de lançamento, inspeção de segurança e, por fim, a operação de lançamento.

## Disponibilização da infraestrutura de lançamento

As instalações físicas e os serviços que integram o CEA devem estar disponíveis para os parceiros comerciais, com a cadência e a robustez jurídica e administrativa que se fizerem necessárias. Essa atividade deve apresentar agilidade condizente com as necessidades de um centro de lançamento comercial. A entidade responsável por essa atividade deverá ter a capacidade institucional de aplicar receitas provenientes da comercialização dos lançamentos nas manutenções e nos investimentos que a prontidão competitiva do CEA demandar.

## Prospecção de clientes

Essa atividade compreende a identificação de empresas nacionais e estrangeiras que tenham interesse em realizar atividades de lançamento a partir do CEA, bem como o provimento de maiores informações sobre o processo contratual.

## Licenciamento de operador

A licença de operador se obtém por meio de um ato administrativo que qualifica uma determinada pessoa jurídica singular, associada ou consorciada, com sede ou representação no Brasil, a realizar operações de lançamento espacial a partir do território brasileiro, conforme as regras a se estabelecerem em procedimentos específicos. No arcabouço legal brasileiro, é uma atividade de competência da União. Nesse contexto, cabe à AEB, conforme o art. 3º, inciso XIII da Lei nº 8.854, de 10 de fevereiro de 1994, estabelecer normas e expedir licenças e autorizações relativas às atividades espaciais.

## Contratação de cliente

É o conjunto de atividades que incluem as tratativas negociais, a formalização e o gerenciamento do processo contratual com as empresas que desejam utilizar o CEA na condição de cliente.

## Autorização de lançamento

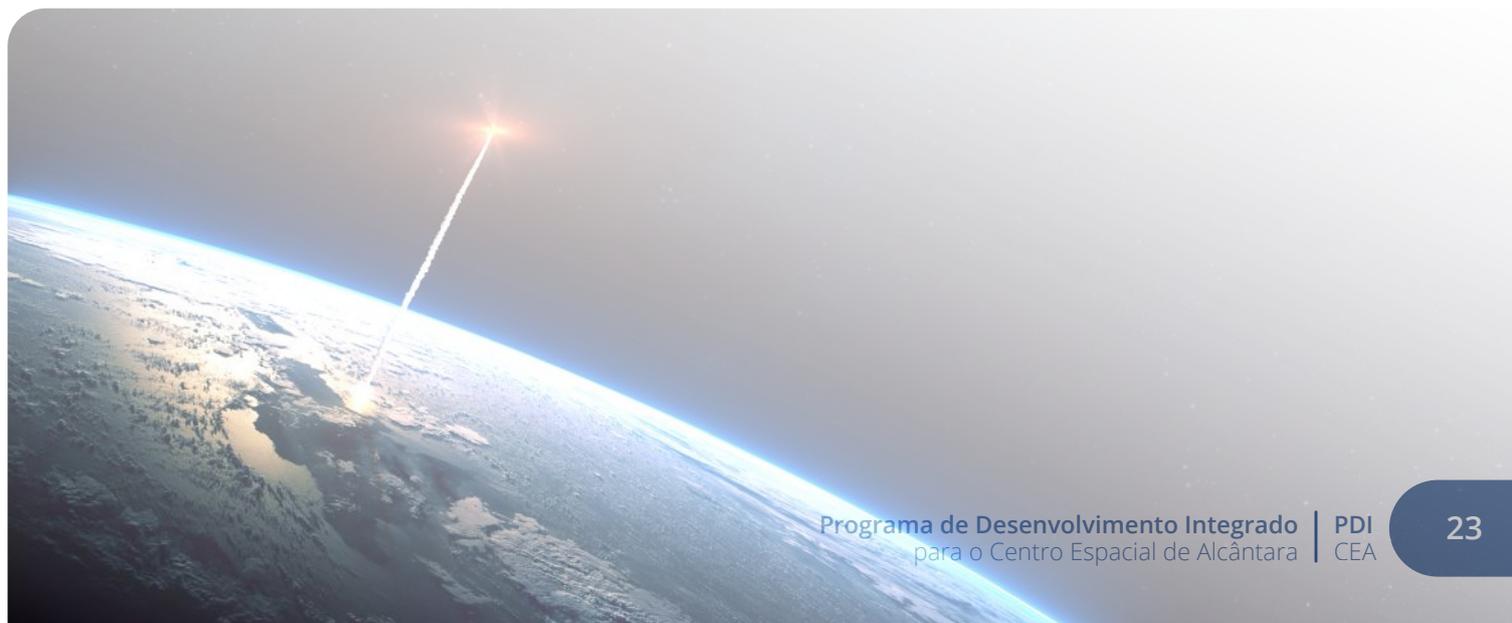
A União realiza o processo de autorização de lançamento, conforme regras a se instituírem em procedimentos específicos. Nesse contexto, cabe à AEB, conforme o art. 3º, inciso XIII da Lei nº 8.854, de 10 de fevereiro de 1994, estabelecer normas e expedir licenças e autorizações relativas às atividades espaciais.

## Inspeção de segurança

A União realiza o processo de inspeção de segurança do lançamento, conforme regras a se estabelecerem em procedimentos específicos.

## Operação de lançamento

Consiste na realização do lançamento propriamente dito, após cumprimento de todo o rito técnico e legal para tal.



## Arranjo Institucional

A exploração comercial dos serviços de lançamentos realizados a partir do CEA poderá ocorrer a partir de diferentes arranjos institucionais. A fim de se abordarem os possíveis arranjos, torna-se conveniente classificar as atividades necessárias, a partir da estrutura de negócios, para que os modelos de negócios se viabilizem.

**Atividades de Estado:** Correspondem àquelas tipicamente de Estado, isto é, de instituições com as competências de regular, supervisionar, fomentar e definir as políticas públicas específicas para o setor espacial. São elas: licenciamento de operador, autorização de lançamento, e inspeção de segurança.

**Atividades de Gestão:** São as que se relacionam à coordenação e a à execução da prestação dos serviços de suporte aos lançamentos, segundo os requisitos de regulação, fomento, políticas públicas e recursos disponíveis. São de responsabilidade de uma instância gestora, que viabiliza a disponibilização da infraestrutura de lançamento e que promove a garantia da operacionalidade do CEA, além de gerenciar as suas disponibilidades para utilização por empresas privadas ou pelo próprio Estado.

**Atividades de Operação:** Englobam a comercialização e a realização dos lançamentos. São elas: prospecção de clientes, contratação de clientes e operação de lançamento.

Enquanto as atividades de Estado se executam diretamente por instituições públicas, com as devidas competências legais, as atividades de gestão e de operação podem se organizar de diferentes maneiras. Podem se dar a partir de uma entidade única, por meio de uma exploração integral, ou por meio de um compartilhamento de atribuições e de competências entre duas ou mais entidades, em um contexto de exploração compartilhada.

### Atividades de Estado

O capítulo 4 apresenta uma descrição detalhada e ampla sobre o encaixe de cada instituição pública no contexto de atuação do PDI-CEA. Este capítulo aborda, contudo, tão somente as atividades de Estado no contexto da Estrutura de Negócios. Essas atividades restringem-se à Agência Espacial Brasileira e ao Comando da Aeronáutica.

#### Agência Espacial Brasileira

A Agência Espacial Brasileira pode atuar, concorrentemente com outras instituições, na prospecção de clientes, por meio de chamamentos públicos. Contudo, privativamente, deve atuar no licenciamento de operador, na autorização de lançamento e na inspeção de segurança. Para tal, realiza inspeções de segurança, estabelece normas e expede licenças e autorizações relativas às atividades espaciais, além de monitorar as atividades espaciais do CEA.

#### Comando da Aeronáutica

No contexto da Estrutura de Negócios deste capítulo, o Comando da Aeronáutica é o responsável pela disponibilização da infraestrutura de lançamento, pela contratação do cliente e deve atuar na operação de lançamento e na atividade de prevenção de investigação de acidentes.

## Atividades de Gestão e de Operação

### Exploração Integral

Nesse modelo, uma única entidade responsabiliza-se por realizar a gestão do CEA, a comercialização dos lançamentos diretamente com os clientes e a sua operacionalização. É o que se define como Contratante Principal. Tal entidade pode ter diferentes naturezas jurídicas, contanto que tenha capacidade para realizar as seguintes atividades:

administrar as áreas do CEA que se destinam à implantação, por terceiros, de sítios de lançamentos, de maneira a considerar a segurança das áreas; a operação, a segurança e a manutenção de benfeitorias e de sistemas de uso comum aos usuários; e a administração do patrimônio imóvel

executar obras e serviços de engenharia complementares de desenvolvimento do CEA, de forma a considerar a viabilização do seu uso por terceiros e a implantação de sítios de lançamento

executar serviços técnico-profissionais especializados de engenharia

prospectar e manter contratos comerciais

manter o licenciamento ambiental para as atividades comerciais

realizar estudos com vistas à otimização do uso das áreas operacional e de apoio logístico do CEA

Esse arranjo traz a vantagem de que a mesma instituição pode efetuar todas as fases para operacionalizar a comercialização no mercado. Resulta em ganhos de verticalização e em redução de custos.

A fim de se viabilizar uma interface de negócios com os parceiros nacionais e internacionais, o Contratante Principal deve deter a agilidade administrativa e a capacidade empresarial de formalizar contratos com clientes nacionais e estrangeiros. Além disso, tal entidade deve ser capaz de promover os arranjos institucionais que permitam a utilização das infraestruturas públicas e das instalações físicas do CEA necessárias à sua operação comercial.

O Contratante Principal será o responsável pelo fornecimento dos meios de solo. Para tal, utilizará as instalações físicas do CEA, no que tange às suas respectivas estruturas e atividades. Esse contexto abrange todo o apoio operacional e o apoio logístico para preparo, lançamento e rastreamento de engenhos espaciais, ou seja, foguetes e cargas úteis, como satélites ou experimentos científicos, de quaisquer entidades públicas ou privadas, nacionais ou estrangeiras.

O Contratante Principal não necessita atuar, inicialmente, no desenvolvimento de novas tecnologias ou em pesquisas. Dessa

forma, pode adquirir a tecnologia que necessita para as suas operações por meio de empresas especializadas, nacionais ou estrangeiras. Contudo, a médio ou a longo prazos, poderá buscar, se necessário e viável economicamente, investir em pesquisa e em desenvolvimento de tecnologias para os seus setores de preparação, de lançamento e de rastreamento, a fim de tornar-se autossuficiente e independente de outras empresas nacionais e, principalmente, estrangeiras. Adicionalmente, poderá, por meio de parcerias, promover a adequação, a capacitação e a qualificação do seu corpo técnico responsável por sua atividade-fim.

Em virtude do potencial do CEA e das vantagens econômicas que se podem obter com a sua exploração, a negociação dos termos para a utilização das suas instalações físicas deve ser a mais vantajosa possível para o Estado brasileiro. Dessa forma, a constituição da interface de negócios deve considerar, primordialmente, questões de soberania nacional e de interesse público.

Entre as alternativas que o arcabouço legal e regulatório nacional permite, identificam-se, a seguir, opções para a formalização do Contratante Principal, de maneira a se apontarem aspectos positivos e negativos, além das condições para a sua viabilização.

## Empresa Pública

Empresa pública é uma pessoa jurídica de direito privado, que se constitui por capital exclusivamente público, com a finalidade de prestar serviços públicos. Não são titulares dos serviços que prestam. Contudo, atuam com certa independência, no que diz respeito a decisões gerenciais no contexto de suas atribuições.

Uma empresa pública, como interface de negócio do CEA, apresentaria a flexibilidade de se atuar em um regime privado. Entretanto, manter-se-iam, ainda, algumas características do setor público, como a necessidade de contratação de pessoal por meio de concurso público, por exemplo. Além disso, os custos para manutenção de uma empresa pública podem contribuir

negativamente para a competitividade comercial e industrial da interface de negócio.

No âmbito do Comitê de Desenvolvimento do Programa Espacial Brasileiro (CDPEB), que se instituiu pelo Decreto nº 9.839, de 14 junho de 2019, estabeleceu-se Grupo Técnico cujos trabalhos consolidaram-se em Relatório Final que recebeu aprovação do Plenário do CDPEB pela Resolução nº 24, de 15 de junho de 2018, com publicação no Diário Oficial da União (DOU) nº 115, de 18 de junho de 2018. Esse Grupo Técnico elaborou proposta de criação de empresa pública que pode ser uma alternativa a se considerar para o papel de Contratante Principal.

## Poder Público

A utilização do poder público como interface de negócios se dá a partir da atuação direta de instituições públicas competentes na operacionalização de todas as atividades inerentes ao que se espera da interface de negócios.

O modelo que pode materializar essa alternativa divide as responsabilidades entre o COMAER, como responsável pela gestão do CLA, e a AEB. Nesse processo, a AEB atua nas tratativas

iniciais de aproximação e de negociação com empresas nacionais e estrangeiras que se interessem em utilizar a infraestrutura do CEA. O COMAER, por sua vez, faz os acertos contratuais necessários para a disponibilização dessas infraestruturas.

Há, nesse modelo, limitações. Os desafios decorrem da natureza jurídica dos acordos que se podem estabelecer, no que diz respeito à flexibilidade e ao dinamismo necessários para se atuar em um centro comercial de lançamentos.

## Atividades de Operação

As atividades de operação de lançamento no contexto do CEA se dão a partir de empresas privadas que atuam na condição de operadores de lançamento. São empresas nacionais e internacionais que se habilitam, após procedimentos específicos, a utilizarem as infraestruturas espaciais do CEA mediante as devidas contrapartidas e ajustes contratuais com o Contratante Principal.

## Mecanismos de aplicação das receitas

Para garantir a sustentabilidade técnica e econômica do CEA, as receitas oriundas das suas atividades devem redundar em investimentos que viabilizem a sua manutenção e a ampliação das suas capacidades, em consonância com as exigências do mercado internacional de lançamentos. Diversas necessidades se apresentam nesse contexto, entre as quais se destacam adequação, capacitação e qualificação do corpo técnico; manutenção e ampliação da infraestrutura; aquisição e manutenção dos recursos necessários ao processo de lançamento; e comercialização do lançamento.



## Considerações finais

O CEA deve se tornar um grande ativo da infraestrutura nacional. Deve transformar as capacidades espaciais nacionais e colocar o Brasil no seleto grupo de Estados Lançadores. Ao mesmo tempo, deve redundar em oportunidades para todo o povo brasileiro. A sua concretização passa pelo esforço integrado de, praticamente, toda a institucionalidade do País. O Programa Espacial Brasileiro lidera esse esforço. Mas é o conjunto de todas as políticas públicas em execução no País que viabilizarão a consecução do potencial do CEA.

## Próximos Passos

Para materializar o conteúdo que este capítulo apresenta, identificam-se as seguintes ações como necessárias:

- ▶ Conclusão dos investimentos necessários para a operacionalização de um ciclo completo de lançamento.
- ▶ Criação de Grupo de Trabalho com o propósito de elaborar a minuta de Decreto Presidencial que estabelecerá o CEA.
- ▶ Instituição de uma Empresa Pública para atuar como interface de negócios, conforme se discutiu âmbito do Comitê de Desenvolvimento do Programa Espacial Brasileiro.



# Referências

- BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, DF: Presidência da República, 2020. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm). Acesso em: 15 mar. 2021.
- BRASIL. Decreto nº 10.220, de 5 de fevereiro de 2020. Promulga o Acordo entre o Governo da República Federativa do Brasil e o Governo dos Estados Unidos da América sobre Salvaguardas Tecnológicas Relacionadas à Participação dos Estados Unidos da América em Lançamentos a partir do Centro Espacial de Alcântara, firmado em Washington, D.C., em 18 de março de 2019. Diário Oficial da União, Brasília, 05 fev. 2020. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2020/decreto/D10220.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/D10220.htm). Acesso em: 16 mar. 2021.
- BRASIL. Decreto nº 6.834, de 30 de abril de 2009. Aprova a Estrutura Regimental e o Quadro Demonstrativo dos Cargos em Comissão do Grupo-Direção e Assessoramento Superiores e das Funções Gratificadas do Comando da Aeronáutica, do Ministério da Defesa, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 30 abr. 2009. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2009/decreto/D6834.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/decreto/D6834.htm). Acesso em: 17 mar. 2021.
- BRASIL. Decreto nº 88.136, de 1º de março de 1983. Cria o Centro de Lançamento de Alcântara e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 2 mar. 1983. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1980-1987/decreto-88136-1-marco-1983-438606-publicacaooriginal-1-pe.html>. Acesso em: 17 mar. 2021.
- BRASIL. Decreto nº 9.839, de 14 junho de 2019. Dispõe sobre o Comitê de Desenvolvimento do Programa Espacial Brasileiro. Diário Oficial da União, Brasília, 17 jun. 2009. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2019/decreto/D9839.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/decreto/D9839.htm). Acesso em: 17 mar. 2021.
- BRASIL. Lei nº 8.854, de 10 de fevereiro de 1994. Cria, com natureza civil, a Agência Espacial Brasileira (AEB), e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 11 fev. 1994. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L8854.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L8854.htm). Acesso em: 18 mar. 2021.
- BRASIL. Relatório Final do Grupo Técnico Nº 4 - Empresa Pública. Relatório. Brasília: Gabinete de Segurança Institucional, Presidência da República, 2018.
- BRASIL. Resolução nº 24, de 15 de junho de 2018. Publica as deliberações do Comitê de Desenvolvimento do Programa Espacial Brasileiro aprovadas na reunião plenária realizada em 15 de junho de 2018, que dispõe sobre os trabalhos realizados pelos Grupos Técnicos constituídos no âmbito daquele Colegiado, na forma do Anexo a esta Resolução. Diário Oficial da União, Brasília, 18 jun. 2018. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/resolucao-n-24-de-15-de-junho-de-2018-26176571>. Acesso em: 20 mar. 2021.
- EUROCONSULT. CLA Commercial Business Case Assessment. Brasília, 2021. (Documento de acesso restrito)
- FAA. Federal Aviation Administration. The Annual Compendium of Commercial Space Transportation. 2018. Disponível em: [https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/space/additional\\_information/2018\\_AST\\_Compendium.pdf](https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/space/additional_information/2018_AST_Compendium.pdf). Acesso em: 20 mar. 2021.
- NASA. National Aeronautics and Space Administration. Distribuição global de raios de abril de 1995 a fevereiro de 2003. EUA: Global Hydrology Resource Center (GHRC), 2014. Disponível em: <https://ghrc.nsstc.nasa.gov/home/micro-articles/highlights-cecil-et-als-gridded-lightning-climatology-trmm-lis-and-otd-dataset>. Acesso em: 19 mar. 2021.
- NASA. National Aeronautics and Space Administration. Mapeamento das trilhas cumulativas de todos os ciclones tropicais ocorridos durante o período de 1985–2005. EUA: Goddard Space Flight Center, 2009. Disponível em: [https://www.nasa.gov/mission\\_pages/hurricanes/features/hurricane\\_brew.html](https://www.nasa.gov/mission_pages/hurricanes/features/hurricane_brew.html). Acesso em: 19 mar. 2021.
- OPENFLIGHTS. Mapa do tráfego aéreo ao redor do mundo. Disponível em: <https://openflights.org/demo/openflights-routedb-2048.png>. Acesso em: 19 mar. 2021.
- REDE URBANA. Projeto Mapas do Nordeste-Densidade Populacional. Disponível em: <https://aredeurbana.com/2018/05/17/projeto-mapas-do-nordeste-parte-1-densidade-populacional>. Acesso em: 17 jun. 2021.
- SIA. Satellite Industry Association. Releases 2020. Washington, D.C., 02 de julho de 2020. Disponível em: <https://sia.org/news-resources/state-of-the-satellite-industry-report>. Acesso em: 19 mar. 2021.
- VOLCANO DISCOVERY. Mapeamento de vulcões ativos no mundo. França, 2021. Disponível em: <https://www.volcanodiscovery.com/fr/volcano-activity/news/61800/Volcanic-activity-worldwid-e-23-Feb-2017-Sabancaya-volcano-Copahue.html>. Acesso em: 19 mar. 2021.