

INSTIT.NACIONAL DE PESQUISA DA AMAZONIA/MCT

Estudo Técnico Preliminar 33/2025

1. Informações Básicas

Número do processo: 01280.000471/2025-48

2. Descrição da necessidade

O processo 01280.000471/2025-48 tem como objeto a "Contratação de Fundação de Apoio à Pesquisa para prestação de serviços especializados de apoio no gerenciamento administrativo e financeiro necessário à execução do projeto **FASE I: LBA-FLUX - Monitoramento do Ciclo do Carbono e Processos Biogeoquímicos na Amazônia por meio da Integração de Dados da Rede de Torres de Observação Meteorológica e Aplicação de Inteligência Artificial.**"

Para o perfeito andamento das pesquisas do Programa LBA são necessárias uma série de contratações que o subsidiam tanto no âmbito da operacionalização dos sítios experimentais, quanto no que tange a operação técnica da rede de torres de monitoramento do carbono e vapor de água.

Quanto às contratações para manutenção da infraestrutura dos sítios experimentais, o INPA mantém contratos pertinentes a cada área, a saber: vigilância, limpeza, manutenção de geradores, manutenção predial, entre outros.

O projeto FASE I: LBA-FLUX - Monitoramento do Ciclo do Carbono e Processos Biogeoquímicos na Amazônia por meio da Integração de Dados da Rede de Torres de Observação Meteorológica e Aplicação de Inteligência Artificial, irá monitorar e analisar os fluxos de vapor de água e CO₂ em áreas de floresta em quatro estados: Amazonas, Pará, Rondônia e Mato Grosso, este projeto abrange 18 torres meteorológicas de medições de fluxos, totalmente instrumentalizada com fluxos de carbono e energia de superfície, perfil vertical da temperatura do ar, CO₂ e vapor de H₂O, variáveis meteorológicas de superfície Geral com 4 componentes da radiação + temperatura de superfície e perfis de umidade do solo e temperatura, Compostos Orgânicos Voláteis (VOC), respiração do solo e estudos hidrológicos, contará também com uma rede de processamento de dados em tempo real, ligados de forma sincrônica e indissociável. A principal técnica de medições utilizada é a chamada técnica de covariância de vórtices turbulentos - CVT (Eddy Covariance), provendo medições diretas dos fluxos no topo de cada torre, em uma alta resolução temporal, representativas de extensões relativamente grandes próximo ao dossel (Figura 1 e Quadro 1).

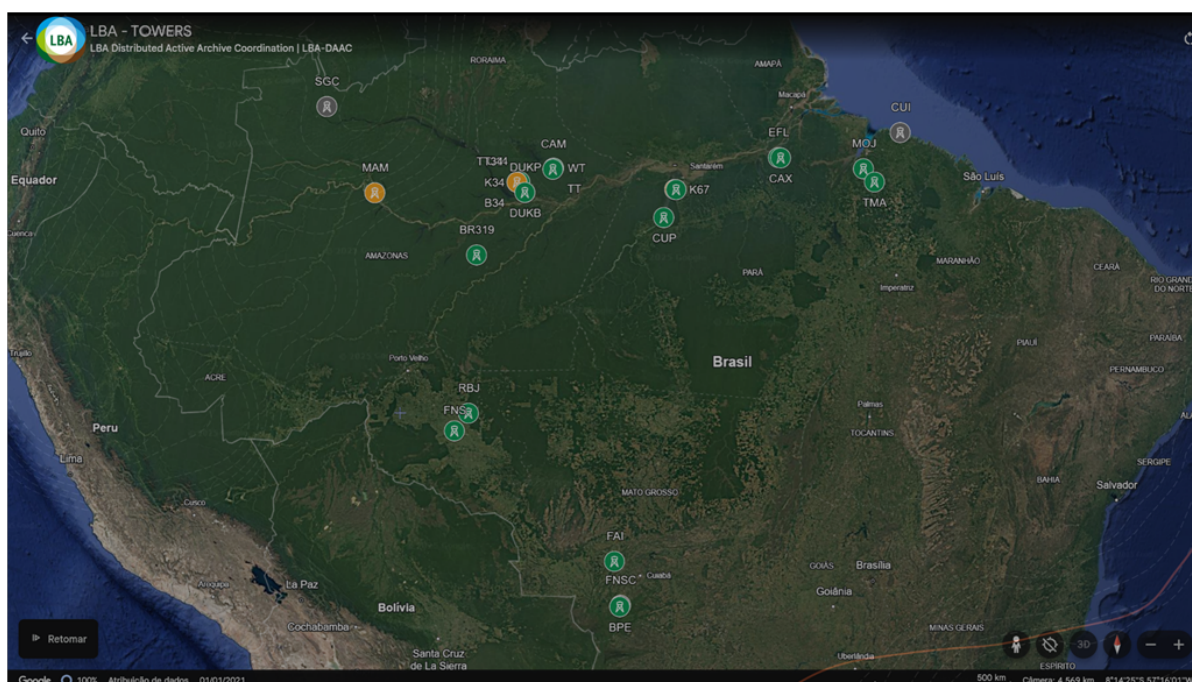


Figura 1. Mapa da rede de torre do Programa LBA (https://programalba.cloud/apps/rede_torres/)

Quadro 1. Descrição geral das torres, incluindo local e variáveis monitoradas

K34 FID: 1. 0 Estado: Amazonas Local: Manaus Cidade referência: Manaus Reserva: Reserva Biológica do Culeiras (ZF2/EEST/INPA) Vegetação: Floresta primária IGBP: EBF (Evergreen Broadleaf Forests: Superfície predominantemente coberta por vegetação lenhosa com porcentagem de cobertura de 60% e altura superior a 2 metros. Quase todas as árvores e arbustos permanecem verdes durante todo o ano. Copa das árvores sempre com folhagem predominantemente verde.) Acrônimo-LBA: K34 Acrônimo-Ameriflux/FLUXNET: BR-Ma2 Nome: Torre Micromet. do K34 LAT: -2.609 LON: -60.209 Altura torre (m): 53.0 Instalação: 1999.0 boolEnable: 1.0 Interrupção: empty boolDisable: 0.0 Situação: Ativa Período de operação (início): 1999 Período de operação (fim): até o presente Clima (classificação Köppen-Geiger): Af (Tropical rain forest) Temperatura média anual (deg C): 2668.0	WT FID: 3. 0 Estado: Amazonas Local: São Sebastião Uatumã Cidade referência: Presidente Figueredo Reserva: Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Uatumã Vegetação: Floresta primária IGBP: EBF (Evergreen Broadleaf Forests: Superfície predominantemente coberta por vegetação lenhosa com porcentagem de cobertura de 60% e altura superior a 2 metros. Quase todas as árvores e arbustos permanecem verdes durante todo o ano. Copa das árvores sempre com folhagem predominantemente verde.) Acrônimo-LBA: WT Acrônimo-Ameriflux/FLUXNET: - Nome: ATTO Walk-up LAT: -2.144 LON: -58.999 Altura torre (m): 82.0 Instalação: 2011.0 boolEnable: 1.0 Interrupção: empty boolDisable: 0.0 Situação: Ativa Período de operação (início): 2011 Período de operação (fim): até o presente Clima (classificação Köppen-Geiger): Af (Tropical rain forest) Temperatura média anual (deg C): empty	CAM FID: 4. 0 Estado: Amazonas Local: São Sebastião Uatumã Cidade referência: Presidente Figueredo Reserva: Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Uatumã Vegetação: Campina IGBP: empty Acrônimo-LBA: CAM Acrônimo-Ameriflux/FLUXNET: - Nome: ATTO Campina Tower LAT: -2.181 LON: -59.022 Altura torre (m): 29.0 Instalação: 2023.0 boolEnable: 1.0 Interrupção: empty boolDisable: 0.0 Situação: Ativa Período de operação (início): 2023 Período de operação (fim): até o presente Clima (classificação Köppen-Geiger): Af (Tropical rain forest) Temperatura média anual (deg C): empty Precipitação anual média. (mm): empty Variáveis monitoradas: Fluxos de Energia, Fluxos de CO2 e H2O, Medidas auxiliares (radiação solar, meteorológicas, perfil e medidas no solo) Descrição curta: - Fotos: empty	TT FID: 5. 0 Estado: Amazonas Local: São Sebastião Uatumã Cidade referência: Presidente Figueredo Reserva: Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Uatumã Vegetação: Floresta primária IGBP: EBF (Evergreen Broadleaf Forests: Superfície predominantemente coberta por vegetação lenhosa com porcentagem de cobertura de 60% e altura superior a 2 metros. Quase todas as árvores e arbustos permanecem verdes durante todo o ano. Copa das árvores sempre com folhagem predominantemente verde.) Acrônimo-LBA: TT Acrônimo-Ameriflux/FLUXNET: - Nome: ATTO High Tower LAT: -2.143 LON: -59.001 Altura torre (m): 325.0 Instalação: 2012.0 boolEnable: 1.0 Interrupção: empty boolDisable: 0.0 Situação: Ativa Período de operação (início): 2012 Período de operação (fim): até o presente Clima (classificação Köppen-Geiger): Af (Tropical rain forest) Temperatura média anual (deg C): empty	BPE FID: 6. 0 Estado: Mato Grosso Local: Barão de Melgaço Cidade referência: Cuiabá Reserva: Patrimônio Natural SESC Pantanal Vegetação: Pantanal IGBP: WSA (Woody Savannas: Terras com herbáceas e outros sistemas de sub-bosque, com cobertura florestal entre 30-60%. A altura da cobertura florestal ultrapassa 2 metros.) Acrônimo-LBA: BPE Acrônimo-Ameriflux/FLUXNET: - Nome: Torre Micromet. em Baía das Pedras (BPE) LAT: -16.664 LON: -56.797 Altura torre (m): 28.0 Instalação: 2011.0 boolEnable: 1.0 Interrupção: empty boolDisable: 0.0 Situação: Ativa Período de operação (início): 2011 Período de operação (fim): até o presente Clima (classificação Köppen-Geiger): Aw (Tropical savanna) Temperatura média anual (deg C): empty Precipitação anual média. (mm): 140000.0 Variáveis monitoradas: Fluxos de Energia, Fluxos de CO2 e H2O e Medidas auxiliares (radiação solar, meteorológicas, perfil, concentração de GEE e
FAI FID: 8. 0 Estado: Mato Grosso Local: Barra do Bugres Cidade referência: Cuiabá Reserva: Fazenda Arco-Íris Vegetação: Cerrado IGBP: empty Acrônimo-LBA: FAI Acrônimo-Ameriflux/FLUXNET: - Nome: Torre da Fazenda Arco-Íris LAT: -15.117 LON: -56.983 Altura torre (m): 12.0 Instalação: 2020.0 boolEnable: 1.0 Interrupção: empty boolDisable: 0.0 Situação: Ativa Período de operação (início): 2020 Período de operação (fim): até o presente Clima (classificação Köppen-Geiger): Aw (Tropical savanna) Temperatura média anual (deg C): empty Precipitação anual média. (mm): empty Variáveis monitoradas: Fluxos de Energia, Fluxos de CO2 e H2O e Medidas auxiliares (radiação solar, meteorológicas, perfil, concentração de GEE e medidas no solo) Descrição curta: - Fotos: empty	EFL Situação: Ativa Período de operação (início): 2005 Período de operação (fim): até o presente Clima (classificação Köppen-Geiger): Af (Tropical rain forest) Temperatura média anual (deg C): empty Precipitação anual média. (mm): empty Variáveis monitoradas: Medidas auxiliares (radiação solar, meteorológicas e medidas no solo) Descrição curta: Em sua estrutura física, o projeto ESECAFLOR é composto por duas parcelas de 01 hectare cada. Estas áreas são delimitadas por trincheiras cavadas com profundidades variando de 50 a 150 cm. A parcela A é usada como testemunha para os experimentos realizados na parcela B, onde está sendo feita a exclusão de, aproximadamente, 50% da água da chuva. Encontra-se localizada na parcela de controle uma torre micrometeorológica de 40 metros de altura Fotos: empty Local 1°42'28"S 51°31'44"W FID 9 Estado Pará	CAX Situação: Ativa Período de operação (início): 1999 Período de operação (fim): até o presente Clima (classificação Köppen-Geiger): Af (Tropical rain forest) Temperatura média anual (deg C): 2600.0 Precipitação anual média. (mm): 250000.0 Variáveis monitoradas: Fluxos de Energia, Fluxos de CO2 e H2O e Medidas auxiliares (radiação solar, meteorológicas, perfil, concentração de GEE e medidas no solo) Descrição curta: - Fotos: empty Local 1°43'04"S 51°27'28"W FID 10 Estado Pará Local Melgaço Cidade referência Belém Reserva Floresta Nacional de Caxuanã	MOJ Clima (classificação Köppen-Geiger): Af (Tropical rain forest) Temperatura média anual (deg C): 2550.0 Precipitação anual média. (mm): 250000.0 Variáveis monitoradas: Fluxos de Energia, Fluxos de CO2, H2O e CH4 e Medidas auxiliares (radiação solar, meteorológicas, perfil, concentração de GEE e medidas no solo) Descrição curta: - Fotos: empty Local 1°58'44"S 48°36'54"W FID 12 Estado Pará Local Moju Cidade referência Belém Reserva Marborges Agroindústria S.A. Vegetação Monocultivo de palma de óleo	TMA Período de operação (fim): até o presente Clima (classificação Köppen-Geiger): Af (Tropical rain forest) Temperatura média anual (deg C): empty Precipitação anual média. (mm): empty Variáveis monitoradas: Medidas auxiliares (radiação solar, meteorológicas, perfil e medidas no solo) Descrição curta: - Fotos: empty Local 2°24'43"S 48°14'05"W FID 13 Estado Pará Local Tomé Açu Cidade referência Belém Reserva Cooperativa Agrícola Mista de Tomé-Açu (CAM... Vegetação SAFs plantio de dendê
K67 Situação: Ativa Período de operação (início): 2001 Período de operação (fim): até o presente Clima (classificação Köppen-Geiger): Am (Tropical monsoon climate) Temperatura média anual (deg C): 2613.0 Precipitação anual média. (mm): 207479.0 Variáveis monitoradas: Fluxos de Energia, Fluxos de CO2 e H2O e Medidas auxiliares (radiação solar, meteorológicas, perfil, concentração de GEE e medidas no solo) Descrição curta: - Fotos: empty Local 2°51'25"S 54°57'32"W FID 14 Estado Pará Local Belterra Cidade referência Santarém Reserva Floresta Nacional do Tapajós	CUP Situação: Ativa Período de operação (início): 2024 Período de operação (fim): até o presente Clima (classificação Köppen-Geiger): Af (Tropical rain forest) Temperatura média anual (deg C): 2500.0 Precipitação anual média. (mm): 190000.0 Variáveis monitoradas: Fluxos de CO2, H2O e CH4 Descrição curta: - Fotos: empty Local 3°47'13"S 55°21'57"W FID 16 Estado Pará Local Belterra Cidade referência Santarém Reserva Floresta Nacional do Tapajós Vegetação	FNS Situação: Ativa Período de operação (início): 1999 Período de operação (fim): até o presente Clima (classificação Köppen-Geiger): Af (Tropical rain forest) Temperatura média anual (deg C): empty Precipitação anual média. (mm): empty Variáveis monitoradas: Fluxos de Energia e Medidas auxiliares (radiação solar, meteorológicas, perfil e medidas no solo) Descrição curta: - Fotos: empty Local 10°45'43"S 62°21'25"W FID 17 Estado Rondônia Local Ouro Preto do Oeste Cidade referência Porto Velho Reserva Fazenda Nossa Senhora	RBJ Situação: Ativa Período de operação (início): 1999 Período de operação (fim): até o presente Clima (classificação Köppen-Geiger): Am (Tropical monsoon climate) Temperatura média anual (deg C): empty Precipitação anual média. (mm): empty Variáveis monitoradas: Fluxos de Energia, Fluxos de CO2 e H2O e Medidas auxiliares (radiação solar, meteorológicas, perfil e medidas no solo) Descrição curta: A Torre RBJ, de 63 metros de altura, foi instalada na Reserva Biológica do Jaru (REBIO Jaru), em Rondônia. A REBIO Jaru é uma unidade de conservação federal de proteção integral do bioma amazônico, criada pelo Decreto 83.716, de 11 de julho de 1979, sob a tutela do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). Fotos: empty Local 10°11'13"S 61°52'19"W FID 18 Estado Rondônia Local Ji-Paraná	DUKP FID: 19. 0 Estado: Amazonas Local: Manaus Cidade referência: Manaus Reserva: Reserva Ducke Vegetação: Floresta primária plátô IGBP: EBF (Evergreen Broadleaf Forests: Superfície predominantemente coberta por vegetação lenhosa com porcentagem de cobertura de 60% e altura superior a 2 metros. Quase todas as árvores e arbustos permanecem verdes durante todo o ano. Copa das árvores sempre com folhagem predominantemente verde.) Acrônimo-LBA: DUKP Acrônimo-Ameriflux/FLUXNET: - Nome: Ducke Plátô LAT: -2.952 LON: -59.941 Altura torre (m): 66.0 Instalação: 2022.0 boolEnable: 1.0 Interrupção: empty boolDisable: 0.0 Situação: Ativa Período de operação (início): 2022 Período de operação (fim): até o presente Clima (classificação Köppen-Geiger): Af (Tropical rain forest) Temperatura média anual (deg C): empty Precipitação anual média. (mm): empty

DUKB FID: 20. 0 Estado: Amazonas Local: Manaus Cidade referência: Manaus Reserva: Reserva Ducke Vegetação: Floresta primária baixo IGBP: EBF (Evergreen Broadleaf Forests: Superfície predominantemente coberta por vegetação lenhosa com porcentagem de cobertura de 60% e altura superior a 2 metros. Quase todas as árvores e arbustos permanecem verdes durante todo o ano. Copa das árvores sempre com folhagem predominantemente verde.) Acróimo-LBA: DUKB Acróimo-Amêriflux/FLUXNET: - Nome: Ducke Baixo LAT: -2.944 Lon: -59.947 Altura torre (m): 66.0 Instalação: 2022.0 boolEnable: 1.0 Interrupção: empty boolDisable: 0.0 Situação: Ativa Período de operação (início): 2022 Período de operação (fim): até o presente Clima (classificação Köppen-Geiger): Af (Tropical rain forest) Temperatura média anual (deg C): empty Precipitação anual média (mm): empty Variáveis monitorados: PhenCam e Medidas auxiliares (radiação solar, meteorológicas e medidas no solo) Descrição curta: - Fotos: empty	BR319 FID: 21. 0 Estado: Amazonas Local: BR319 Cidade referência: BR-319/AM-RO Reserva: Interflúvio Purus-Madeira Vegetação: Floresta primária lençol freático prox à superfície IGBP: empty Acróimo-LBA: BR319 Acróimo-Amêriflux/FLUXNET: - Nome: BR319 LAT: -4.999 Lon: -61.55 Altura torre (m): 77.0 Instalação: 2023.0 boolEnable: 1.0 Interrupção: empty boolDisable: 0.0 Situação: Ativa Período de operação (início): 2023 Período de operação (fim): até o presente Clima (classificação Köppen-Geiger): Af (Tropical rain forest) Temperatura média anual (deg C): empty Precipitação anual média (mm): empty Variáveis monitorados: PhenCam e Medidas auxiliares (radiação solar, meteorológicas e medidas no solo) Descrição curta: - Fotos: empty	C14 FID: 23. 0 Estado: Amazonas Local: Manaus Cidade referência: Manaus Reserva: Reserva Biológica do Culeiras (ZF2/EEST/ INPA) Vegetação: Floresta primária IGBP: EBF (Evergreen Broadleaf Forests: Superfície predominantemente coberta por vegetação lenhosa com porcentagem de cobertura de 60% e altura superior a 2 metros. Quase todas as árvores e arbustos permanecem verdes durante todo o ano. Copa das árvores sempre com folhagem predominantemente verde.) Acróimo-LBA: C14 Acróimo-Amêriflux/FLUXNET: - Nome: Torre do Sistema de Telemática LAT: -2.589 Lon: -60.115 Altura torre (m): 45.0 Instalação: 1998.0 boolEnable: 0.0 Interrupção: empty boolDisable: 0.0 Situação: Ativa Período de operação (início): 1998 Período de operação (fim): até o presente Clima (classificação Köppen-Geiger): Af (Tropical rain forest) Temperatura média anual (deg C): empty	B34 FID: 2. 0 Estado: Amazonas Local: Manaus Cidade referência: Manaus Reserva: Reserva Biológica do Culeiras (ZF2/EEST/ INPA) Vegetação: Floresta primária IGBP: EBF (Evergreen Broadleaf Forests: Superfície predominantemente coberta por vegetação lenhosa com porcentagem de cobertura de 60% e altura superior a 2 metros. Quase todas as árvores e arbustos permanecem verdes durante todo o ano. Copa das árvores sempre com folhagem predominantemente verde.) Acróimo-LBA: B34 Acróimo-Amêriflux/FLUXNET: - Nome: B34 LAT: -2.600 Lon: -60.210 Altura torre (m): 50.0 Instalação: 2024.0 boolEnable: 2.0 Interrupção: empty boolDisable: 2.0 Situação: Em implementação Período de operação (início): - Período de operação (fim): - Clima (classificação Köppen-Geiger): Af (Tropical rain forest) Temperatura média anual (deg C): empty	MAM FID: 22. 0 Estado: Amazonas Local: Teré Cidade referência: Teré Reserva: Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá Vegetação: Floresta da várzea IGBP: empty Acróimo-LBA: MAM Acróimo-Amêriflux/FLUXNET: - Nome: Várzea Tower LAT: -2.834 Lon: -65.003 Altura torre (m): 45.0 Instalação: 2024.0 boolEnable: 2.0 Interrupção: empty boolDisable: 2.0 Situação: Em implementação Período de operação (início): - Período de operação (fim): - Clima (classificação Köppen-Geiger): Af (Tropical rain forest) Temperatura média anual (deg C): empty Precipitação anual média (mm): empty Variáveis monitorados: - Descrição curta: - Fotos: empty
---	---	---	--	--

Cada torre pertencente a Rede de monitoramento do carbono e vapor d'água do projeto **LBA-FLUX (FASE I) - Otimização do Monitoramento do Ciclo do Carbono Amazônico: Uma Abordagem Integradora de Dados da Rede de Torres de Fluxos e Inteligência Artificial**, está equipada com um sistema IRGA (LI-7500 open-path, LI-COR Biosciences, Lincoln, NE, EUA), que registra a densidade de CO₂ e H₂O a uma frequência de 20Hz. Também, são registrados a direção e velocidade do vento e a temperatura sônica mediante um anemômetro sônico (CSAT-3, Campbell Scientific, Logan, UT, EUA) à mesma frequência. Os dados são armazenados mediante um datalogger modelo CR3000 (Campbell Scientific, Logan, UT, EUA). Esses dados são armazenados a uma taxa de aproximadamente 2 Gb por mês e posteriormente devem ser extraídos e analisados. Esses dados são chamados dados brutos (raw data), os quais não são ainda os fluxos finais de CO₂ e vapor de água. Para obter tais fluxos finais, são calculadas as covariâncias temporais de meia hora sincronizadas entre dados brutos de concentração e de velocidade do vento. Após o cálculo das covariâncias, elas devem ser corrigidas pelo fato de que o IRGA mede densidades de CO₂ e H₂O ao invés de concentrações (Webb, 1980) para poder obter fluxos de CO₂ e H₂O. Finalmente as lacunas de dados foram preenchidas segundo uma técnica de gap-filling (Reichstein et al., 2005), a partir da qual podemos estimar as componentes do fluxo de carbono.

A principal técnica de medições utilizada é a chamada técnica de covariância de vórtices turbulentos (Eddy Covariance), provendo medições diretas dos fluxos no topo de cada torre, em uma alta resolução temporal, representativas de extensões relativamente grandes do dossel próximo. As medidas de fluxos são, na grande maioria dos sítios, realizadas de maneira contínua, ou seja, em princípio, os conjuntos de dados de cada uma das torres são coletados sem interrupções ou em uma base regular, geralmente com uma visita semanal da equipe local responsável pela operação e manutenção do sítio.

Além dos sistemas de fluxos, as torres incluem o monitoramento das condições ambientais, através das estações meteorológicas automáticas e perfis de concentração atmosférica de umidade (H_2O) e gás carbônico (CO_2) ao longo da torre; bem como medições das condições de umidade, temperatura e fluxo de calor no solo, e até sistemas sofisticados de medidas da respiração do solo, que são de extrema importância para se avaliar as trocas de CO_2 em condições de pouca turbulência. Em alguns sítios experimentais são realizadas também medições de fluxos de outros gases do efeito estufa da atmosfera, como óxido de carbono (CO), ozônio (O_3) e o metano (CH_4). A operação das torres consiste em manter a instrumentação instalada funcionando 24 horas por dia, 7 dias por semana, com um mínimo aceitável de falha, ocorridos em sua grande maioria por problemas elétricos no fornecimento de energia nas torres ou na falha dos sensores e instrumentos de medição.

Na abordagem dos algoritmos de IA (Figura 2), será utilizado uma metodologia que integrará os dados da rede de torres LBA-FLUX com técnicas avançadas de Inteligência Artificial (IA). Inicialmente o processamento dos dados com os algoritmos de IA serão executados em nuvem computacional. As abordagens utilizarão das medidas contínuas de fluxos além de variáveis meteorológicas, que serão submetidos a um rigoroso processo de controle de qualidade (Figura 3 e 4), incluindo a identificação e correção de erros e a padronização de formatos. Para o preenchimento de lacunas (gapfilling), limpeza de dados (dataclean) e mineração de dados, serão aplicados algoritmos de aprendizado de máquina, como redes neurais e modelos de regressão, que serão treinados com os dados históricos da rede LBA-FLUX e de outras fontes relevantes. A validação dos modelos de IA será realizada por meio de comparações com dados independentes e técnicas de validação cruzada. Além disso, serão desenvolvidos modelos preditivos para simular cenários futuros de mudanças climáticas, hidrológicas e biogeoquímicas, utilizando dados de modelos climáticos globais e regionais. A análise dos resultados será realizada com o auxílio de ferramentas de visualização e análise de dados, permitindo a identificação de padrões e tendências relevantes para a compreensão do ciclo do carbono na Amazônia.

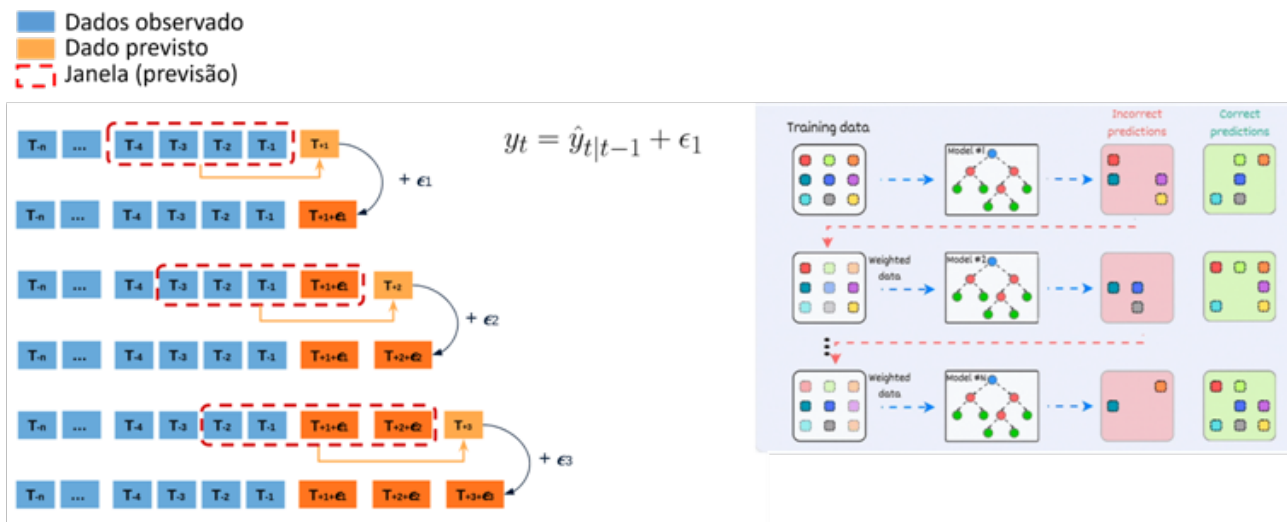


Figura 2. Ilustração da abordagem dos algoritmos de IA aplicados em preenchimento de falhas.

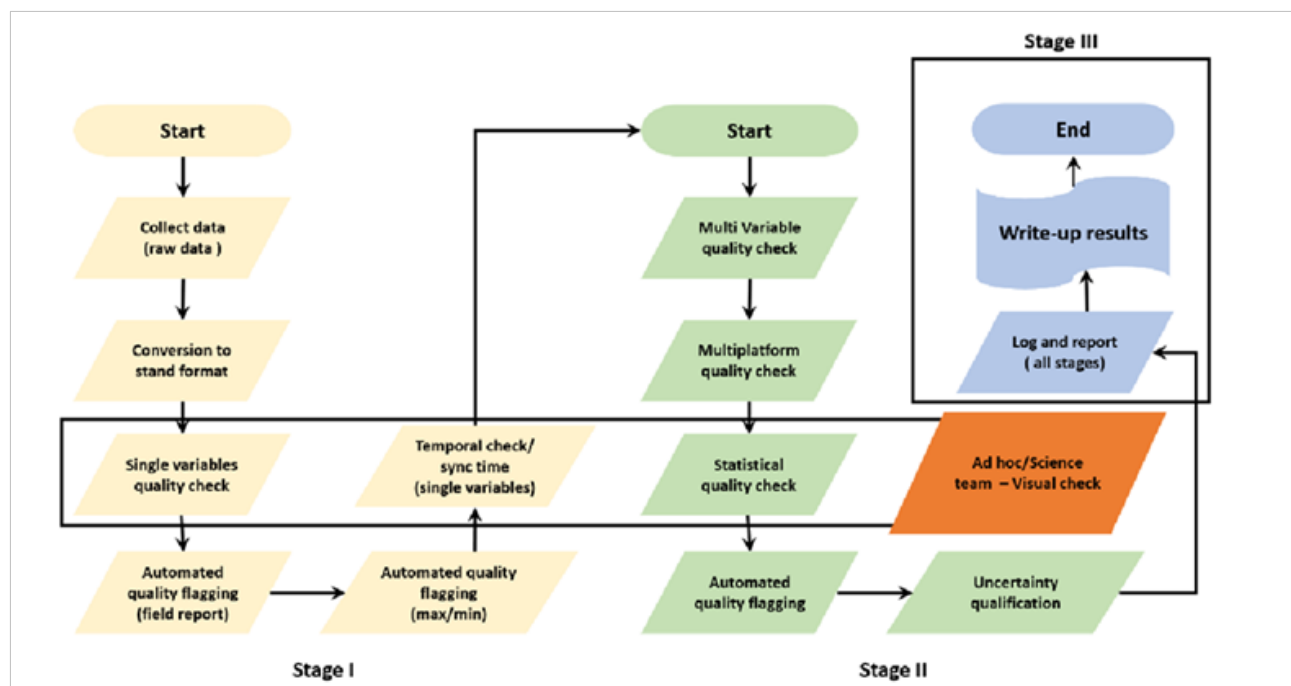


Figura 3. Diagrama de pipelines de controle de qualidade, padronização e aplicação de métodos de correção para erros conhecidos.

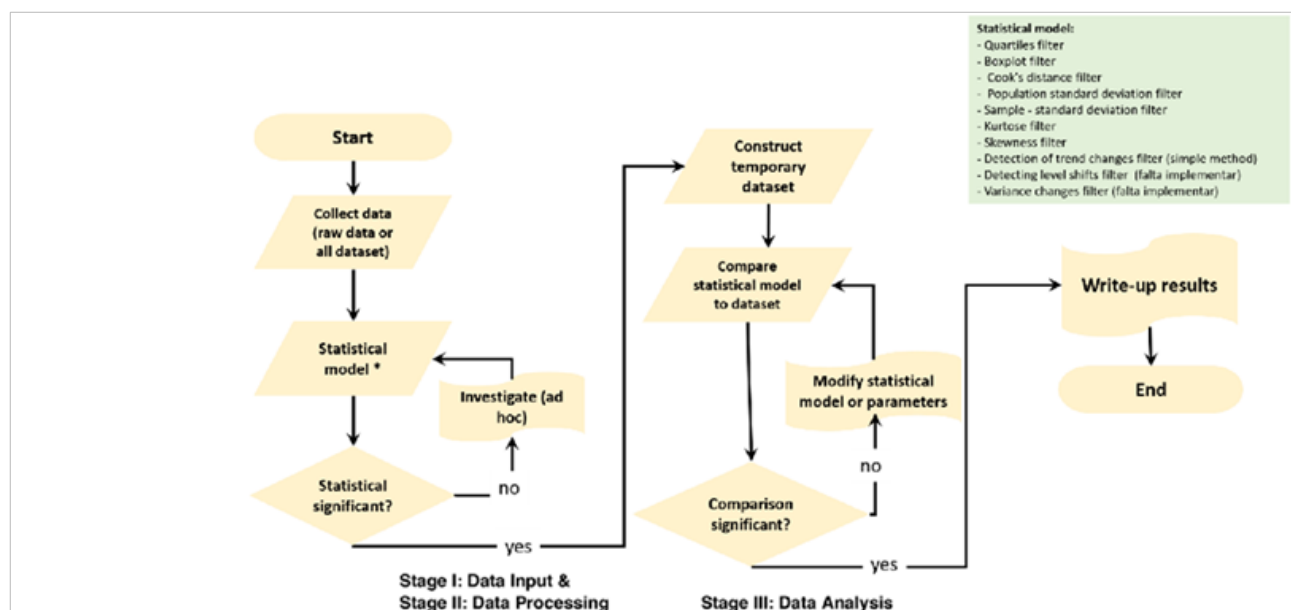


Figura 4. Diagrama de pipelines de controle de qualidade e aplicação de métodos estatísticos para detecção e correção de erros.

Além do monitoramento de carbono e vapor de água, este projeto proporcionará ganhos incrementais significativos nos processos de obtenção, gestão, e disseminação dos dados que serão gerados no projeto. E, dessa maneira, conferirá à comunidade científica brasileira e ao MCTI, um modelo de gestão e processamento de dados em tempo real que poderá ser utilizado para difusão em outros biomas do país. Este processo consiste na extensão da rede de computadores interna do escritório central do Programa LBA, no campus do INPA em Manaus/AM, para as torres micrometeorológicas do Programa LBA. Essa extensão será realizada através de rádios com elevada capacidade de transmissão de dados por segundo. Esses rádios serão conectados a antenas de alto ganho e grande capacidade de filtro de ruídos. Se a distância entre os rádios for superior a 60 km será necessário a instalação de torres de repetição de sinal. Em ambos os lados da conexão, por exemplo escritório central do Programa LBA e torre K34, o rádio se conectará ao switch através do cabo de rede ethernet com capacidade gigabit. Dessa modo os registradores de dados, sensores inteligentes, computadores, e demais equipamentos nos locais de pesquisas com capacidade de gerenciamento de dados através de IP poderão receber tratamento diretamente do escritório central do Programa LBA (Figura 5). Os benefícios dessa extensão serão:

- I. Transferência de dados de forma automática;
- II. Fomento de capacidade para processamento automático de dados de fluxo em nuvem;
- III. Verificação rápida de possíveis problemas envolvendo sensores/registadores/alimentadores nos locais de pesquisas. Possibilitando também uma rápida manutenção;
- IV. Transferência de internet pela rede interna do INPA até os locais de pesquisa e torres possibilitando melhor comunicação e interação com a equipe de campo, aumentando a produtividade e segurança de trabalho em locais remotos;
- V. Visualização em tempo real dos dados monitorados nas torres através de gráficos que podem ser espelhados em websites de acordo com autorização do comitê científico ou coordenadores dos projetos.

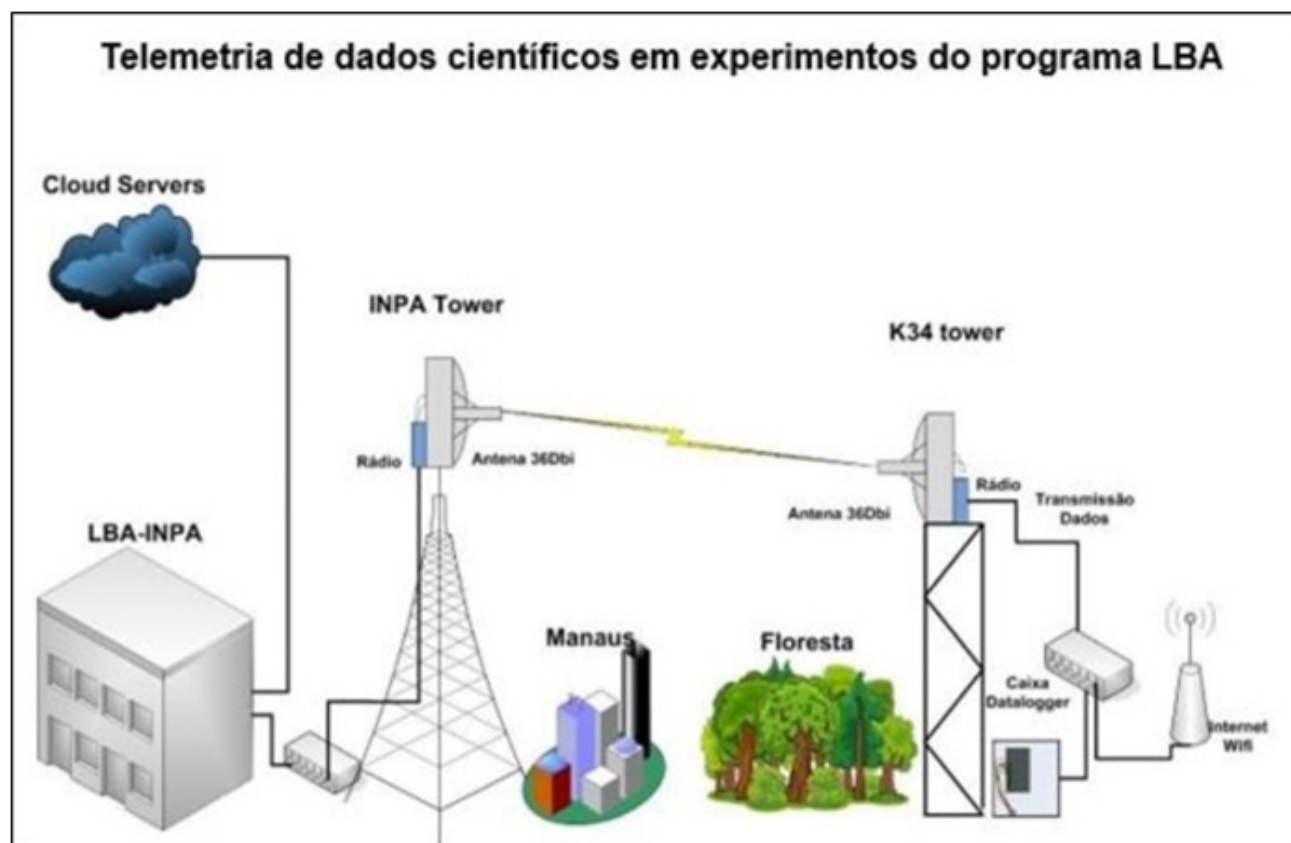


Figura 5. Esquema de expansão da rede local através de rádios PTP para as torres micrometeorológicas do projeto.

Este projeto será um esforço científico de monitoramento do carbono e vapor de água que irá estimular a capacitação de recursos humanos nas instituições de pesquisa e ensino na Amazônia. Além de reforçar a cooperação internacional com grupos de pesquisa na Europa e Estados Unidos, no estudo das interações ecossistema-clima no contexto das mudanças climáticas. Os resultados da rede de monitoramento fornecerão dados essenciais ao aprimoramento e validação das estimativas geradas pela modelagem ambiental e sensoriamento remoto. Caracterizando a pegada de carbono de atividades como a Aquicultura contribuirá para aproveitamento sustentável de áreas já desmatadas na Amazônia. Os dados do projeto FASE I: LBA-FLUX - Monitoramento do Ciclo do Carbono e Processos Biogeoquímicos na Amazônia por meio da Integração de Dados da Rede de Torres de Observação Meteorológica e Aplicação de Inteligência Artificial serão compartilhados com a comunidade científica nacional e internacional no sistema Ameriflux, através de uma rede de processamento de dados em tempo real, ligados de forma síncrona e indissociável. Além disso, os resultados serão divulgados através de publicações em revistas e jornais científicas, e comunicados aos tomadores de decisões e público em geral via webinários e relatórios. Desta forma, o projeto FASE I: LBA-FLUX - Monitoramento do Ciclo do Carbono e Processos Biogeoquímicos na Amazônia

por meio da Integração de Dados da Rede de Torres de Observação Meteorológica e Aplicação de Inteligência Artificial irá contribuir para a geração de informações e conhecimentos sobre a vulnerabilidade da Amazônia às mudanças climáticas e estratégias para o aproveitamento sustentável de áreas já desmatadas com atividades econômicas de baixo carbono. A seca na região amazônica tem sido especialmente severa em 2024 devido a uma combinação de elevadas temperaturas causadas pelas mudanças climáticas e baixa precipitação e baixos níveis de água nos rios e lagos associados ao fenômeno El Niño. Esse conjunto de fatores têm resultado em altas temperaturas em lagos da planície fluvial amazônica, provocando a mortandade de muitas espécies da fauna aquática que reside nesses ambientes durante a seca. A mortalidade de centenas de botos em lago Tefé foi o evento mais noticiada recentemente, mas também vieram relatos de extensa mortandade de peixes, incluindo pirarucus, em lagos ao longo de toda calha do rio Solimões/Amazonas e em tributários importantes como o Purus e Japurá. Além das altas temperaturas, conforme relatos, confirmados por especialistas de fitoplâncton do INPA, de florescências da alga *Euglena sanguinea* em lago Tefé, que desenvolve uma forte pigmentação vermelha e libera a toxina euglenophyceae quando exposta à altas intensidades de luz UV. Para enfrentar esses desafios, propomos criar e manter um monitoramento permanente dos parâmetros ambientais em rios e lagos da região amazônica, coordenado pelo Programa LBA em colaboração com outras instituições de pesquisas e ensino superior na região. Só a partir do monitoramento contínuo será possível caracterizar a dinâmica do ecossistema fluvial e sua resposta às mudanças climáticas futuras.

O projeto FASE I: LBA-FLUX - Monitoramento do Ciclo do Carbono e Processos Biogeoquímicos na Amazônia por meio da Integração de Dados da Rede de Torres de Observação Meteorológica e Aplicação de Inteligência Artificial irá monitorar e analisar os fluxos de carbono e vapor de água em 18 torres micrometeorológicas localizadas em áreas de vegetação primária, secundária, plantio e pastagem na Amazônia.

Este projeto irá monitorar e analisar os fluxos do carbono e vapor de água em locais de pesquisa nos estados do Amazonas, Pará, Rondônia e Mato Grosso. O projeto abrange 18 torres micrometeorológicas, totalmente instrumentalizadas para medições de fluxos de carbono e energia de superfície, perfil vertical da temperatura do ar, CO₂ e vapor de H₂O, variáveis meteorológicas de superfície geral com 4 componentes da radiação + temperatura de superfície e perfis de umidade do solo e temperatura, compostos orgânicos voláteis (VOC), respiração do solo e estudos hidrológicos. A principal técnica de medições utilizada é a chamada técnica de covariância de vórtices turbulentos - CVT (Eddy Covariance), provendo medições diretas dos fluxos no topo de cada torre, em uma alta resolução temporal, representativas de extensões relativamente grandes do dossel próximo. Cada torre pertencente a Rede de monitoramento do carbono e vapor d'água do projeto FASE I: LBA-FLUX - Monitoramento do Ciclo do Carbono e Processos Biogeoquímicos na Amazônia por meio da Integração de Dados da Rede de Torres de Observação Meteorológica e Aplicação de Inteligência Artificial, e está equipada com um sistema IRGA (LI7500 open-path, LI-COR Biosciences, Lincoln, NE, EUA), que registra a densidade de CO₂ e H₂O a uma frequência de 20Hz. Também, são registrados a direção e velocidade do vento e a temperatura sônica mediante um anemômetro sônico (CSAT-3, Campbell Scientific, Logan, UT, EUA) à mesma frequência. Os dados são armazenados mediante um datalogger modelo CR3000 (Campbell Scientific, Logan, UT, EUA). Esses dados são armazenados a uma taxa de aproximadamente 2 Gb por mês e posteriormente devem ser extraídos e analisados. Esses dados são chamados dados brutos (raw data), os quais não são ainda os fluxos finais de CO₂ e vapor de água. Para obter tais fluxos finais, são calculadas as covariâncias temporais de meia hora sincronizadas entre dados brutos de concentração e de velocidade do vento. Após o cálculo das covariâncias, elas devem ser corrigidas pelo fato de que o IRGA mede densidades de CO₂ e H₂O ao invés de concentrações (Webb, 1980) para poder obter fluxos de CO₂ e H₂O. Finalmente as lacunas de dados serão preenchidas segundo uma técnica de gap-filling (Reichstein et al., 2005), a partir da qual podemos estimar as componentes do fluxo de carbono.

Ao longo dos quase 27 anos de pesquisa, o Programa LBA contou, para a realização deste trabalho, com um grupo de técnicos, treinado ao longo dos anos por pesquisadores brasileiros e estrangeiros, provenientes dos diversos Institutos de Pesquisas do Brasil, Comunidade Européia e NASA/EUA. Este know-how obtido por esse grupo de profissionais nos faz ter certeza que jamais encontraremos, em qualquer Empresa, tal capacitação técnica. Além disso, a peculiaridade da rede de torres que é utilizada no Programa LBA é *sui generis*, o que corrobora a ideia de um serviço técnico de natureza singular.

A operação das torres consiste em manter a instrumentação instalada funcionando 24 horas por dia, 7 dias por semana, 365 dias no ano, ou seja, o sistema integrado precisa estar com o serviço em operação 24/7/365, com um mínimo possível de interrupção na coleta dos dados, ocorridos em sua grande maioria por problemas elétricos na geração e no fornecimento de energia às torres ou na falha dos sensores e instrumentos de medição em operação.

Para garantir o funcionamento regular das torres é necessária uma verificação da operação das torres em uma escala temporal pequena, diariamente ou no mínimo semanalmente. Entretanto, essa verificação envolve a necessidade de deslocamentos da equipe técnica-operacional e dos pesquisadores até os sítios experimentais, por meio de um planejamento logístico específico para cada sítio experimental, para execução do deslocamento da equipe do projeto até aos locais onde estão instaladas as torres de fluxos. Por exemplo, em sítios localizados próximos a Manaus-AM e Santarém-PA, esse deslocamento pode ser realizado por picapes 4x4 em poucas horas, o que facilita o aumento da frequência das visitas técnicas aos sítios. Por outro lado, nas torres de Caxiuanã-PA, São Sebastião do Uatumã e Rebio Jarú-RO, a logística para se chegar até as torres envolve além do uso de veículos, o deslocamento por via fluvial utilizando-se barcos ou voadeiras em parte do percurso.

Em Caxiuanã por exemplo, é necessário viajar em barco de recreio para chegar ao município mais próximo da Estação Ecológica onde estão instaladas as torres de fluxo. Após essa viagem de 48 horas é feito um deslocamento de cerca de 4 horas de voadeira ou até 12 horas de barco. O deslocamento para a torre ATTO, localizada no município de São Sebastião do Uatumã, é feito por picapes 4x4, que percorrem cerca de 250 Km de Manaus-AM até o porto Morena, em Balbina-AM, e depois de voadeira rápida por mais 2 horas descendo o rio Uatumã-AM, até o porto ATTO. Em seguida é feito o trajeto de 15 Km em picafe 4x4 até o alojamento base localizado próximo à torre. Em Rondônia, para chegar até a torre da Rebio Jarú, é feito um deslocamento de carro de Ji-Paraná até Jaru-RO, em seguida é feito um trajeto de voadeira até a base de apoio do ICMBio, e para se chegar até a torre é feito novo percurso por rio com duração de 2 horas até a torre de fluxo.

O Planejamento da logística de transporte para o deslocamento das equipes técnicas e de pesquisadores, as características da configuração da instrumentação instalada de cada torre, o tipo de fornecimento de energia (Grupos Geradores ou Solar) e a quantidade de grupos de pesquisas e projetos que desenvolvem coletas em cada torre são os fatores que justificam o quantitativo de excursões a cada torre.

Por fim, faz-se necessário a Implementação de ferramenta tecnológica para o processamento, telemetria, certificação e disponibilização dos dados em serviço de nuvem do Sistema Integrado de monitoramento do carbono e vapor d'água na Amazônia, para que os dados coletados ao longo do projeto sejam disponibilizados ao público-alvo do projeto: Tomadores de decisão nas esferas municipal, estadual e federal, MCTI, Universidades, Agências de Fomento, sociedade Civil Brasileira, especialmente a Amazônica, Estudantes de pós-graduação, cientistas nacionais e internacionais que colaboram direta e indiretamente com as temáticas do Projeto.

A aquisição de equipamentos e materiais de consumo é essencial para a execução das atividades previstas no projeto *FASE I: LBA-FLUX*, que integra o Programa LBA e tem como objetivo o monitoramento contínuo do ciclo do carbono e de processos biogeoquímicos na Amazônia. Esses insumos são necessários para garantir a operação, manutenção e modernização da Rede de Torres de Observação Meteorológica, possibilitando a coleta de dados de alta qualidade sobre fluxos de carbono, variáveis meteorológicas e respostas ecossistêmicas. Além disso, são fundamentais para a instalação de novos sensores, calibração de instrumentos, armazenamento e processamento de grandes volumes de dados ambientais com suporte de inteligência artificial. A disponibilidade desses recursos assegura a robustez científica do projeto, viabiliza a geração de informações estratégicas para políticas públicas ambientais e climáticas, e contribui para o fortalecimento da infraestrutura nacional de pesquisa na região amazônica.

Assim como a realização de Reuniões, Oficinas, Seminários e Cursos com a equipe do projeto, especialistas, academia, comunidade, sociedade civil e poder público

Ante o contexto apresentado, justificamos a necessidade de "Contratação de Fundação de Apoio à Pesquisa para prestação de serviços especializados de apoio no gerenciamento administrativo e financeiro necessário à execução do projeto FASE I: LBA-FLUX - Monitoramento do Ciclo do Carbono e Processos Biogeoquímicos na Amazônia por meio da Integração de Dados da Rede de Torres de Observação Meteorológica e Aplicação de Inteligência Artificial."

3. Área requisitante

Área Requisitante	Responsável
Programa LBA	Hillandia Brandão da Cunha

4. Descrição dos Requisitos da Contratação

Para o atendimento da necessidade a Contratada deverá ser instituição brasileira incumbida regimental ou estatutariamente da pesquisa, do ensino ou do desenvolvimento institucional;

A contratada deverá deter inquestionável reputação ético-profissional;

Não deverá ter fins lucrativos;

Deverá estar devidamente credenciada ou autorizada junto ao INPA como Fundação de Apoio;

Deverá gozar de regularidade Jurídica, Fiscal e Trabalhista;

Deverá ter experiência comprovada mediante a apresentação de contratos anteriores e indicadores mensuráveis.

Todos os custos com a remuneração dos técnicos, seu deslocamento até os locais das torres, alimentação e demais custos envolvidos nas incursões serão por conta da contratada;

As obrigações da Contratada e Contratante estão previstas no Termo de Referência.

6. Levantamento de Mercado

A estimativa de valor do projeto FASE I: LBA-FLUX - Monitoramento do Ciclo do Carbono e Processos Biogeoquímicos na Amazônia por meio da Integração de Dados da Rede de Torres de Observação Meteorológica e Aplicação de Inteligência Artificial cujo está orçado no valor total **R\$ 6.777.403,14** (seis milhões, setecentos e setenta e sete mil, quatrocentos e três reais e quatorze centavos), mediante dispensa de licitação.

O critério para escolha da fundação será, além da regularidade das documentações apresentadas, será o menor percentual de despesas operacionais e administrativas, considerando a Portaria Conjunto MGI/MF/CGU nº 33, de 30 de Agosto de 2023, que Estabelece Normas complementares ao Decreto nº 11.531, de 16 de maio de 2023, que dispõe sobre convênios e contratos de repasse relativos às transferências de recursos da União. em especial ao Art. 22 da portaria, na qual permite o acolhimento de despesas administrativas pelas entidades privadas sem fins lucrativos no **limite de até 15% do valor do objeto**.

7. Descrição da solução como um todo

A Contratada executará o serviço de gerenciamento administrativo e o necessário à execução do projeto " FASE I: LBA-FLUX - Monitoramento do Ciclo do Carbono e Processos Biogeoquímicos na Amazônia por meio da Integração de Dados da Rede de Torres de Observação Meteorológica e Aplicação de Inteligência Artificial", especificamente no apoio e na operacionalização nas expedições para coleta de dados, na análise, processamento, certificação, e na disponibilização dos dados do projeto. As expedições necessárias para operacionalização do projeto estão especificadas a seguir:

100 Expedições científicas aos sítio experimental **ZF 2**, no estado do Amazonas, para coleta dos dados e operacionalização da torre micrometeorológica da rede de torres LBA;

96 Expedições científicas ao sítio experimental **ATTO**, no estado do Amazonas, para coleta dos dados e operacionalização da torre micrometeorológica da rede de torres LBA;

24 Expedições científicas ao sítio experimental **Rio Preto da Eva**, no estado de Amazonas, para coleta dos dados de emissões totais de GEE associadas à aquicultura;

24 Expedições científicas ao sítio experimental **Rio Preto da Eva**, no estado de Amazonas, para coleta dos dados para geração de mapas em escala de paisagem da localização de viveiros escavados de aquicultura;

24 Expedições científicas ao sítio experimental **Lago de Tefé- Mamirauá**, no estado de Amazonas, para coleta de água para o monitoramento dos parâmetros ambientais em rios e lagos da região;

100 Expedições científicas aos sítios experimentais **K67 e K84**, no estado do Pará, para coleta dos dados operacionalização da torre micrometeorológica da rede de torres LBA;

24 Expedições científicas ao sítio experimental **Caxiuanã**, no estado do Pará, para coleta dos dados e operacionalização da torre micrometeorológica da rede de torres LBA;

24 Expedições científicas ao sítio experimental **Mojú** no estado do Pará, para coleta dos dados e operacionalização da torre micrometeorológica da rede de torres LBA;

24 Expedições científicas ao sítio experimental **Tomé-Açú**, no estado do Pará, para coleta dos dados e operacionalização da torre micrometeorológica da rede de torres LBA;

24 Expedições científicas ao sítio experimental **Cuiarana** no estado do Pará, para coleta dos dados e operacionalização da torre micrometeorológica da rede de torres LBA;

24 Expedições científicas ao sítio experimental **Rebio Jarú**, no estado de Rondônia, para coleta dos dados e operacionalização da torre micrometeorológica da rede de torres LBA ;

24 Expedições científicas ao sítio experimental **Fazenda Nossa Senhora - FNS**, no estado de Rondônia, para coleta dos dados e operacionalização da torre micrometeorológica da rede de torres LBA;

24 Expedições científicas ao sítio experimental **Baia das Pedras**, no estado de Mato Grosso, para coleta dos dados e operacionalização da torre micrometeorológica da rede de torres LBA;

24 Expedições científicas ao sítio experimental **Ariquemes**, no estado de Rondônia, para coleta dos dados de Emissões totais de GEE associadas à aquicultura;

24 Expedições científicas ao sítio experimental **Ariquemes**, no estado de Rondônia, para coleta dos dados para geração de mapas em escala de paisagem da localização de viveiros escavados de aquicultura;

24 Expedições científicas ao sítio experimental **Barra dos Bugres**, no estado de Mato Grosso, para coleta dos dados e operacionalização da torre micrometeorológica da rede de torres LBA;

24 Expedições científicas ao sítio experimental **Fazenda Nossa Senhora do Carmo**, no estado de Mato Grosso, para coleta dos dados e operacionalização da torre micrometeorológica da rede de torres LBA;

24 Expedições científicas ao sítio experimental **Mamirauá**, no estado de Amazonas, para coleta dos dados e operacionalização da torre micrometeorológica da rede de torres LBA;

A Coleta, armazenamento, análise, processamento, certificação, elaboração de relatórios e disponibilização dos dados do Projeto;

A Implementação de ferramenta tecnológica para o processamento, telemetria, certificação e disponibilização dos dados do Projeto

Implementar o Laboratório de Inteligência Artificial - IA do Programa LBA, com o objetivo de traduzir o conhecimento produzido ao longo de 26 anos para gerar valor público.

Realização de 8 **Reuniões, Oficinas, Seminários e Cursos** com a equipe do projeto, especialistas, academia, comunidade, sociedade civil e poder público.

Para o perfeito andamento dos serviços, a execução do projeto deverá contar com, no mínimo, os seguintes profissionais para apoiar o projeto:

5 profissionais de nível superior com experiência em projetos relacionados ao monitoramento do ciclo do carbono e processos biogeoquímicos na Amazônia por meio da Integração de dados da rede de torres de observação meteorológica e aplicação de inteligência artificial.

15 assistentes de campo (nível fundamental) com experiência em coleta de dados de torres de medição de fluxo de superfície na Amazônia e coleta de dados hidrológicos.

40 bolsistas com experiência em operação de torres de medição de fluxo de superfície na Amazônia;

As excursões deverão ter duração de 3 a 10 dias a depender das condições de deslocamento até os sítios experimentais;

A contratada deverá ter capacidade de atender no máximo 5 excursões simultaneamente, nos diversos sítios experimentais.

As excursões serão demandadas pela equipe do Programa LBA/INPA, devendo a contratada obedecer ao cronograma elaborado pela referida equipe;

A contratada será responsável pelo deslocamento de seus funcionários/bolsistas até a área do efetivo desenvolvimento dos serviços;

Fica a cargo da contratada os deslocamentos via terrestre, aéreo ou fluvial de seus funcionários/bolsistas, conforme a necessidade dos serviços;

A contratada será responsável também pela alimentação, material de higiene, equipamentos de proteção individual - EPIs e quaisquer outras despesas ligadas a efetiva execução dos serviços;

Os procedimentos, metodologias e tecnologias a serem empregadas deverão ser precedidas de prévia aprovação dos técnicos e pesquisadores do Programa LBA;

A contratada deverá apoiar a logística para a execução de todas as expedições a campo objetivando para coleta dos dados e operacionalização da torre micrometeorológica da rede de torres LBA ;

Em cada Expedição, deverão ser executadas às atividades, conforme abaixo:

Realizar semanalmente

Conferir se a hora no registrador de dados (datalogger) está correta, sendo hora local ou GMT(local+3 horas no horário de Brasília), utilizando-se o teclado do datalogger ou um teclado periférico com display.

Conferir se o sistema de coletas está recebendo energia suficiente.

Verificar no display ou tela do computador se as medidas instantâneas dos instrumentos de todos os sensores estão coerentes. Realizar a coleta dos dados brutos, que pode ocorrer duas formas conforme necessidade:

- a. coleta retirando o cartão de memória (Compact Flash ou Micro SD) inserido no datalogger, seguindo orientações de retirada adequada dos mesmos;
- b. coleta com o notebook, conectando-o à porta I/O do datalogger.

No caso de o notebook não possuir porta serial, utiliza-se a interface de USB para serial RS232. Também é possível utilizar as portas ethernet ou USB dos datalogger, dependendo do modelo.

Observar a área em que os instrumentos estão instalados, quanto a distúrbios provocados por animais, queda de galhos, etc., devendo estar devidamente protegida, os cabos bem conectados e os sensores instalados corretamente (Perfilador de temperatura, perfilador de umidade e placa de fluxos de calor do solo).

Checar as condições dos sensores: Termohigrômetros, Termistores, Barômetro, Pluviômetro, Piranômetros, Pirgeômetros, Radiômetros PAR, Saldo-radiômetros, Radiômetros de UV, Anemômetros de copo, Anemoscópio, Anemômetro sônico 2D.

Verificar se o sensor de direção do vento está apontando para o vento predominante do local, reposicionando ao local, caso necessário.

Verificar pluviômetro quanto à presença de sujeira no funil e na parte interna, a fim de evitar entupimentos. Anotar no caderno de campo se houver batimento da gangorra durante a limpeza. Realizar testes do pluviômetro para verificação do registro das basculadas, caso necessário.

Checar as condições dos sensores: Analisadores de Gás por Infravermelho–Caminho Fechado (IRGA Closed-Path LI- 7200), Analisadores de Gás por Infravermelho–Caminho Aberto (IRGA Open-Path LI-7500, LI-7500A, LI7500RS), Anemômetros Sônicos Tri-dimensionais [Gill R2, Gill R3-50, CSAT3, WindMaster(Pro)].

Verificar o anemômetro, quanto a presença de teias de aranha, ninhos e outras sujeiras. A limpeza/manutenção dos equipamentos deve ser realizada de acordo com o manual do equipamento.

Realizar quinzenalmente ou mensalmente, conforme a necessidade.

Verificação dos eixos de rolagem dos anemômetros, devido a possível ferrugem (passar anti-ferrugem). Limpeza da lente dos IRGAS: LI-7500/ LI-7500A/LI-7200.

- Limpeza dos microfones dos anemômetros sônicos.
- Troca das sílicas das caixas dos dataloggers.
- Verificação das condições dos filtros na entrada de ar e dos tubos de amostragem ao longo da torre, bem como nas caixas da AWS e do sistema de fluxos.
- Verificação de sujeira/insetos nas caixas em geral (baterias, dataloggers e conexões). Verificação das tensões e condições dos cabos de sustentação e âncoras da torre.
- Verificação da fixação dos instrumentos, painéis solares e o estado dos cabos e tubos de energia.
- Vedação de quaisquer reentrâncias e orifícios na estrutura da torre e, principalmente nas caixas, que permitam a entrada de insetos.
- Verificação de água na caixa dos conectores.
- Checagem das conexões dos sensores, bornes de conexão, caixas de conexão, bornes de baterias. Aplicação de limpa-contatos elétricos nesses terminais.
- Verificação de riscos quanto a queda de árvores próximas à torre, especialmente após tempestades.

Realizar semestralmente ou sempre que necessário.

- Limpeza dos casulos dos termo-higrômetros e checagem da parte eletrônica, quanto a possível ferrugem ou sujeira.
- Limpeza dos radiômetros, troca das sílicas internas dos pirgeômetros e Piranômetro, verificação da posição dos sensores ajustando o alinhamento com a horizontal, utilizando um nível com bolha para orientação.
- Substituição de sensores com defeito.
- Limpeza dos painéis solares.
- Troca dos químicos internos e calibração dos Analisadores de Gás por Infravermelho (IRGA): LI-820/LI-840/LI-7500/ 7500A/7200.
- Retirada de galhos de árvores presos aos cabos de sustentação, ajuste dos cabos e âncoras.
- Em todas as visitas, utilizar um caderno/bloco de anotações para produzir os relatórios de campo. Anotar as condições do tempo durante a visita à torre. Registrar a data e hora da chegada, e início das atividades.
- Anotar todas as observações realizadas na torre, seguindo o checklist operacional, incluindo qualquer intervenção que possa interferir nos dados, ou se for percebido algum problema de funcionamento.
- Realizar verificação inicial da série de dados coletadas para uma prévia identificação de comportamentos anômalos observados nos dados, utilizando como ferramentas os softwares: Loggernet, RenameUtility, Alteddy, EddyPro, Matlab, MS Office, outros.

8. Estimativa das Quantidades a serem Contratadas

A execução do serviço será realizada mediante a realização de expedições a campo, conforme tabelas abaixo:

CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO (Meta, Etapa/Fase, Especificação, Indicador Físico e Período de Execução)

Meta	Etapa/Fase	Especificação	Indicador Físico		Período de Execução	

			Unidade	Qtd.	Início	Término
1	1.1	Expedições científicas ao sítio experimental ZF-2 , no estado do Amazonas, para coleta dos dados e operacionalização da torre micrometeorológica da rede de torres LBA	Relatório de Expedição	100	Mês 01	Mês 24
	1.2	Expedições científicas ao sítio experimental ATTO , no estado do Amazonas, para coleta dos dados e operacionalização da torre micrometeorológica da rede de torres LBA	Relatório de Expedição	96	Mês 01	Mês 24
	1.3	Expedições científicas ao sítio experimental Rio Preto da Eva , no estado de Amazonas, para coleta dos dados de emissões totais de GEE associadas à aquicultura.	Relatório de Expedição	24	Mês 01	Mês 24
	1.4	Expedições científicas ao sítio experimental Rio Preto da Eva , no estado de Amazonas, para coleta dos dados para geração de mapas em escala de paisagem da localização de viveiros escavados de aquicultura	Relatório de Expedição	24	Mês 01	Mês 24
	1.5	Expedições científicas ao sítio experimental Lago de Tefé- Mamirauá , no estado de Amazonas, para coleta de água para o monitoramento dos parâmetros ambientais em rios e lagos da região.	Relatório de Expedição	24	Mês 01	Mês 24
	1.6	Expedições científicas aos sítios experimentais K67 e K84 , no estado do Pará, para coleta dos dados e operacionalização da torre micrometeorológica da rede de torres LBA	Relatório de Expedição	100	Mês 01	Mês 24
	1.7	Expedições científicas ao sítio experimental Caxiuanã , no estado do Pará, para coleta dos dados e operacionalização da torre micrometeorológica da rede de torres LBA	Relatório de Expedição	24	Mês 01	Mês 24
	1.8	Expedições científicas ao sítio experimental Mojú no estado do Pará, para coleta dos dados e operacionalização da torre micrometeorológica da rede de torres LBA	Relatório de Expedição	24	Mês 01	Mês 24
	1.9	Expedições científicas ao sítio experimental Tomé-Açú , no estado do Pará, para coleta dos dados e operacionalização da torre micrometeorológica da rede de torres LBA	Relatório de Expedição	24	Mês 01	Mês 24

	1.10	Expedições científicas ao sítio experimental Cuiarana no estado do Pará, para coleta dos dados e operacionalização da torre micrometeorológica da rede de torres LBA	Relatório de Expedição	24	Mês 01	Mês 24
	1.11	Expedições científicas ao sítio experimental Rebio Jarú , no estado de Rondônia, para coleta dos dados e operacionalização da torre micrometeorológica da rede de torres LBA	Relatório de Expedição	24	Mês 01	Mês 24
	1.12	Expedições científicas ao sítio experimental Fazenda Nossa Senhora - FNS , no estado de Rondônia, para coleta dos dados e operacionalização da torre micrometeorológica da rede de torres LBA	Relatório de Expedição	24	Mês 01	Mês 24
	1.13	Expedições científicas ao sítio experimental Baia das Pedras , no estado de Mato Grosso, para coleta dos dados e operacionalização da torre micrometeorológica da rede de torres LBA	Relatório de Expedição	24	Mês 01	Mês 24
	1.14	Expedições científicas ao sítio experimental Ariquemes , no estado de Rondônia, para coleta dos dados de Emissões totais de GEE associadas à aquicultura.	Relatório de Expedição	24	Mês 01	Mês 24
	1.15	Expedições científicas ao sítio experimental Ariquemes , no estado de Rondônia, para coleta dos dados para geração de mapas em escala de paisagem da localização de viveiros escavados de aquicultura	Relatório de Expedição	24	Mês 01	Mês 24
	1.16	Expedições científicas ao sítio experimental Barra dos Bugres , no estado de Mato Grosso, para coleta dos dados e operacionalização da torre micrometeorológica da rede de torres LBA	Relatório de Expedição	24	Mês 01	Mês 24
	1.17	Expedições científicas ao sítio experimental Fazenda Nossa Senhora do Carmo , no estado de Mato Grosso, para coleta dos dados e operacionalização da torre micrometeorológica da rede de torres LBA	Relatório de Expedição	24	Mês 01	Mês 24
	1.18	Expedições científicas ao sítio experimental Mamirauá , no estado de Amazonas, para coleta dos dados e operacionalização da torre micrometeorológica da rede de torres LBA	Relatório de Expedição	24	Mês 01	Mês 24
2	2.1	Coleta, armazenamento, análise, processamento, certificação, elaboração de relatórios e disponibilização dos dados do Projeto	Produto	1	Mês 01	Mês 24

2.2	Implementação de ferramenta tecnológica para o processamento, telemetria, certificação e disponibilização dos dados do Projeto	Produto	1	Mês 01	Mês 24
2.3	Implermntar o Laboratório de Inteligência Artificial - IA do Programa LBA, com o objetivo de apoiar gestores públicos na formulação de políticas públicas embasadas na produção científica do LBA	Produto	1	Mês 01	Mês 24
2.4	Realização de Reuniões, Oficinas, Seminários e Cursos com a equipe do projeto, especialistas, academia, comunidade, sociedade civil e poder público	Evento	8	Mês 01	Mês 24

8. Estimativa do Valor da Contratação

Valor (R\$): 6.777.403,00

O custo total do projeto será **R\$ 6.777.403,14** (seis milhões, setecentos e setenta e sete mil, quatrocentos e três reais e quatorze centavos), com vigência de 24 (vinte e quatro) meses, conforme detalhamento abaixo:

Meta INPA	Atividades Fundação	Rubrica	Mês de Início da atividade		Total (R\$)
Metas 1 e 2	Atividade 1: Iniciação / Contratação do Projeto; Atividade 2: Contratação e pagamento de pessoa física, CLT e bolsa de pesquisa, para execução das metas; Atividade 3: Contratação de pessoa jurídica para a realização de atividades das metas; Atividade 4: Aquisição de materiais de consumo necessários para a realização de atividades das metas ; Atividade 5: Pagamento de diárias para apoiar viagens previstas no projeto	Pessoa física (CLT)	Mês 01	Mês24	1.490.430,78
		Recursos humanos diretos	Mês 01	Mês24	3.059.640,00
		Pessoa jurídica	Mês 01	Mês24	943.951,89
		Material de consumo	Mês 01	Mês24	250.000,00
		Viagens (Diárias)	Mês 01	Mês24	480.000,00
	Sub-Total =				6.224.022,67
Despesa Operacional e Administrativa - DOA			Mês 01	Mês24	527.029,02
Encargos ISS = 5% da DOA (quando couber)			Mês 01	Mês24	26.351,45
TOTAL DO CONTRATO =					6.777.403,14

10. Justificativa para o Parcelamento ou não da Solução

A presente contratação mostra-se mais eficiente e tecnicamente adequada com a **adoção do não parcelamento da solução**.

O serviço a ser contratado está diretamente relacionado à operação integrada da **Rede FASE I: LBA-FLUX - Monitoramento do Ciclo do Carbono e Processos Biogeoquímicos na Amazônia por meio da Integração de Dados da Rede de Torres de Observação Meteorológica e Aplicação de Inteligência Artificial**, que constitui um sistema interligado de coleta e análise de dados. O **parcelamento da contratação comprometeria a uniformidade e a padronização dos dados gerados**, afetando a consistência dos resultados científicos e prejudicando o desempenho dos projetos associados à Rede.

Dessa forma, a contratação integral é essencial para garantir a **coerência técnica**, a **eficiência operacional** e a **qualidade das informações produzidas**, assegurando o cumprimento dos objetivos científicos e estratégicos do Programa.

11. Contratações Correlatas e/ou Interdependentes

Não existem contratações correlatas ou interdependentes.

12. Alinhamento entre a Contratação e o Planejamento

Alinhamento Estratégico

O projeto proposto está alinhado com a missão do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), que visa produzir conhecimento, gerar riqueza e contribuir para a qualidade de vida dos brasileiros, promovendo mudanças positivas reais na sociedade. Em nível nacional, o desenvolvimento do projeto possui forte aderência ao alcance desta missão, principalmente no que se refere à intervenção na Amazônia e ao desenvolvimento sustentável da região.

A proposta está vinculada a três metas estratégicas principais:

1. Integração entre os governos estadual e federal para a geração de informações científicas robustas que possam subsidiar intervenções eficazes na região amazônica.
2. Implantação de programas de pesquisa de longo prazo que abordem questões estratégicas contemporâneas, como mudanças climáticas, preservação do bioma amazônico e segurança hídrica.
3. Capacitação de pessoal de alto nível para a Amazônia, com o objetivo de reduzir as vulnerabilidades relacionadas à produção de informações científicas de alta qualidade sobre a região.

Este projeto possui potencial significativo para gerar impacto positivo no desenvolvimento sustentável e integrado da Amazônia e está alinhado com quatro estratégias dos eixos estruturantes estabelecidos pela Portaria MCTI Nº 6.998, de 10 de maio de 2023, que orienta a Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação para o período de 2023 a 2030. <<https://www.gov.br/crcnne/pt-br/assuntos/noticias/mcti-divulga-portaria-com-diretrizes-para-a-elaboracao-da-estrategia-nacional-de-c-t-i>>

Além disso, o projeto está em consonância com outros instrumentos de planejamento federal, como:

- Plano Plurianual (PPA 2024-2027)

O projeto FASE I: LBA-FLUX – Monitoramento do Ciclo do Carbono e Processos Biogeoquímicos na Amazônia por meio da Integração de Dados da Rede de Torres de Observação Meteorológica e Aplicação de Inteligência Artificial está estrategicamente alinhado ao **Plano Plurianual (PPA) 2024–2027**, especialmente ao **Tema Prioritário 5 – Combate ao desmatamento e enfrentamento da emergência climática**. <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/ppa/ppa-2024-2027>

A proposta visa fortalecer o monitoramento ambiental e climático da região amazônica por meio da modernização e ampliação da Rede LBA de torres de observação meteorológica e da aplicação de tecnologias avançadas de Inteligência Artificial para análise de grandes volumes de dados ambientais. Isso permitirá o acompanhamento contínuo dos fluxos de carbono, contribuindo diretamente para a prevenção do desmatamento, avaliação da degradação florestal e formulação de políticas públicas baseadas em evidências científicas.

O projeto responde às prioridades do Governo Federal ao:

- Qualificar e ampliar a base de dados científicos sobre o ciclo do carbono na Amazônia;
- Apoiar a formulação e avaliação de políticas públicas de mitigação climática;
- Contribuir para o cumprimento das metas de redução de emissões estabelecidas no Acordo de Paris;
- Reforçar a capacidade do Estado brasileiro de responder à emergência climática com base em ciência, tecnologia e inovação.

Com isso, o LBA-FLUX se configura como uma iniciativa estratégica para o avanço da transição ecológica justa, o fortalecimento da governança ambiental e o desenvolvimento sustentável da Amazônia.

Alinhado aos compromissos internacionais assumidos pelo Brasil - como o Acordo de Paris e os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) - o projeto reforça o protagonismo brasileiro na governança ambiental global e amplia a capacidade de resposta frente à emergência climática, em total consonância com as prioridades do PPA 2024–2027.

- Estratégia Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (ENDES 2019-2031)

O projeto FASE I: LBA-FLUX contribui diretamente para os objetivos da ENDES 2019–2031 ao fortalecer a capacidade nacional de monitoramento ambiental e climático na Amazônia. Com base em ciência, tecnologia e inovação, apoia o desenvolvimento sustentável, a conservação dos recursos naturais e a transição para uma economia de baixo carbono. <https://www.gov.br/gestao/pt-br/assuntos/gestao/estrategia-federal-de-desenvolvimento/eixo-ambiental>

Os objetivos do projeto também estão alinhados com o Direcionamento Estratégico do INPA 2021-2031 e com o Plano Diretor da Unidade (PDU INPA 2021-2025), especificamente com os seguintes objetivos estratégicos:

- Objetivo Estratégico XI: Gerar pesquisas científicas e desenvolvimento tecnológico.
- Objetivo Estratégico XII: Ampliar o acesso aberto aos acervos e conhecimentos científicos/tecnológicos da instituição.
- Objetivo Estratégico XIV: Ampliar a inserção nacional e internacional dos programas de pós-graduação.

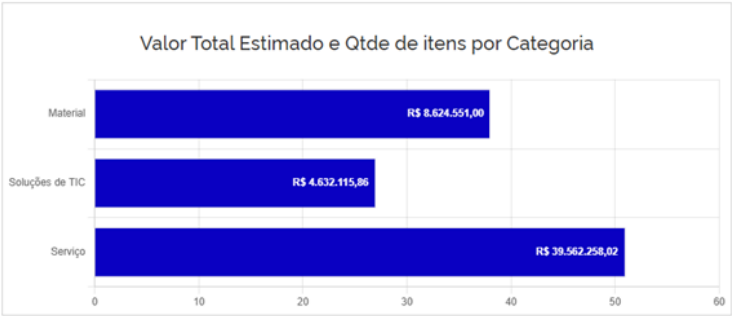
O projeto *FASE I: LBA-FLUX* está alinhado ao PDE e PDU do INPA, ao promover ciência, inovação e monitoramento ambiental voltado à sustentabilidade da Amazônia. Também contribui para as prioridades do Governo Federal no enfrentamento da emergência climática, combate ao desmatamento e promoção do desenvolvimento sustentável com base em evidências científicas. Esse alinhamento evidencia o compromisso do INPA com a agenda ambiental, a valorização da ciência pública e a promoção de soluções baseadas em evidências que beneficiam a Amazônia e a sociedade brasileira.

Adicionalmente, o projeto também está previsto no PGC 2025, conforme os dados constantes no item 77 do PCA 2025 <<https://pncp.gov.br/app/pca/01263896000164/2025/9>>

PCA 2025 - 240105 - INSTIT.NACIONAL DE PESQUISA DA AMAZONIA/MCT

Última atualização: 25/04/2025

Id pca PNCP: 01263896000164-0-000009/2025
Data de publicação no PNCP: 10/05/2024
Local: Manaus/AM
Fonte: Compras.gov.br
Total de itens: 116
Valor Total estimado (R\$): R\$ 52 818 924,88



Detalhamento por Categoria

Id do item no PCA	Classe/Grupo	Identificador da Futura Contratação	Valor total estimado	Data desejada
-------------------	--------------	-------------------------------------	----------------------	---------------

Portal Nacional de Contratações Públicas Buscar no PNCP Entrar				
98	931 - SERVIÇOS DE SAÚDE HUMANA	240105-85/2025	R\$ 84 000,00	20/05/2025
99	931 - SERVIÇOS DE SAÚDE HUMANA	240105-85/2025	R\$ 150 000,00	20/05/2025
100	873 - SERVIÇOS DE INSTALAÇÃO(Á EXCEÇÃO DA CONSTRUÇÃO)	240105-83/2025	R\$ 80 000,00	08/09/2025
101	873 - SERVIÇOS DE INSTALAÇÃO(Á EXCEÇÃO DA CONSTRUÇÃO)	240105-82/2025	R\$ 80 000,00	24/11/2025
102	853 - SERVIÇOS DE LIMPEZA	240105-80/2025	R\$ 500 000,00	08/09/2025
103	852 - SERVIÇOS DE INVESTIGAÇÃO E SEGURANÇA	240105-79/2025	R\$ 8 664 000,00	18/07/2025
104	839 - OUTROS SERVIÇOS DE NEGÓCIOS, TÉCNICOS E PROFISSIONAIS	240105-78/2025	R\$ 1 898 500,00	12/05/2025
105	835 - SERVIÇOS CIENTÍFICOS E OUTROS SERVIÇOS TÉCNICOS	240105-77/2025	R\$ 3 388 701,57	30/06/2025

Exibir: 10

31-40 de 51 itens

Página: 4

< >

13. Benefícios a serem alcançados com a contratação

Espera-se que com esta Contratação se consiga realizar a efetiva execução do Projeto "FASE I: LBA-FLUX - Monitoramento do Ciclo do Carbono e Processos Biogeoquímicos na Amazônia por meio da Integração de Dados da Rede de Torres de Observação Meteorológica e Aplicação de Inteligência Artificial”, permitindo alcançar os seguintes benefícios:

- **Geração de dados científicos robustos e contínuos** sobre os ciclos do carbono e outros processos biogeoquímicos nos ecossistemas amazônicos;

- **Fortalecimento da capacidade nacional de monitoramento ambiental**, com uso de tecnologias avançadas e integração de inteligência artificial para análise de grandes volumes de dados;
- **Subsídio técnico-científico para a formulação de políticas públicas** voltadas à mitigação das mudanças climáticas e à conservação da Amazônia;
- **Tradução do conhecimento científico em subsídios à gestão pública**, com uso de IA transformar o conhecimento acumulado em mais de 27 anos de pesquisa em informações acessíveis, contextualizadas e úteis para gestores públicos;
- **Integração e padronização dos dados coletados** em toda a Rede LBA-FLUX, assegurando maior confiabilidade e comparabilidade das informações;
- **Formação e capacitação de recursos humanos qualificados** para atuar na área de pesquisa ambiental na região amazônica;
- **Aprimoramento da cooperação científica nacional e internacional**, consolidando o papel do INPA como referência em pesquisas ambientais de longo prazo na Amazônia.

14. Providências a serem Adotadas

Nenhuma providência adicional precisa ser tomada para viabilizar a contratação.

15. Possíveis Impactos Ambientais

Os possíveis impactos ambientais estão ligados às incursões Florestais. Para mitigar estes impactos deverão ser seguidas as seguintes medidas:

- Evitar o uso de máquinas de corte, motosserras e afins;
- Utilização de EPI's;
- Recrutamento de pessoal especializado e treinado na área;
- Recolher todo o lixo produzido dentro da Floresta;
- Evitar barulhos excessivos quando da realização das atividades.
- A contratada deverá destinar de forma ambientalmente adequada todos os materiais e equipamentos que foram utilizados na prestação de serviços.
- A empresa contratada deverá adotar práticas de gestão que garantam os direitos trabalhistas e o atendimento às normas internas e de segurança e medicina do trabalho para seus empregados.
- A empresa contratada deverá orientar sobre o cumprimento, por parte dos empregados, das Normas Internas e de Segurança e Medicina no Trabalho, tais como prevenção de incêndio nas áreas da prestação de serviço, zelando pela segurança e pela saúde dos usuários.
- Além disso, a contratada deverá adotar boas práticas de otimização de recursos, redução de desperdícios e redução da poluição, tais como:
- Racionalização do uso de substâncias potencialmente tóxicas/poluentes;
- Substituição de substâncias tóxicas por outras atóxicas ou de menor toxicidade;
- Racionalização/economia no consumo de energia elétrica e água;
- A contratada também deverá:
- Treinar e capacitar periodicamente os empregados em boas práticas de redução de desperdício e poluição;
- Fornecer aos empregados os equipamentos de segurança que se fizerem necessários para a execução dos serviços;
- Respeitar as Normas Brasileiras – NBR – publicadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT – sobre resíduos sólidos;
- Reciclagem/destinação adequada dos resíduos gerados nas atividades.

16. Declaração de Viabilidade

Esta equipe de planejamento declara **viável** esta contratação.

16.1. Justificativa da Viabilidade

Os estudos preliminares evidenciaram que a realização da "Contratação de Fundação de Apoio à Pesquisa para prestação de serviços especializados de apoio no gerenciamento administrativo e financeiro necessário à execução do projeto FASE I: LBA-FLUX - Monitoramento do Ciclo do Carbono e Processos Biogeoquímicos na Amazônia por meio da Integração de Dados da Rede de Torres de Observação Meteorológica e Aplicação de Inteligência Artificial mostra- se viável tecnicamente. Diante do exposto, declara-se viável a contratação do objeto pretendido.

17. Responsáveis

Todas as assinaturas eletrônicas seguem o horário oficial de Brasília e fundamentam-se no §3º do Art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

Despacho: Declaro viável a contratação

HILLANDIA BRANDAO DA CUNHA

Agente de contratação



Assinou eletronicamente em 05/08/2025 às 16:41:11.

Despacho: Declaro viável a contratação

JAUAPERY NEVES PEREIRA JUNIOR

Agente de contratação



Assinou eletronicamente em 14/08/2025 às 10:05:27.

Despacho: Declaro viável a contratação

ROBERT MENEZES DA SILVEIRA

Agente de contratação



Assinou eletronicamente em 12/08/2025 às 09:49:34.

HENRIQUE DOS SANTOS PEREIRA

Autoridade competente



Assinou eletronicamente em 19/08/2025 às 16:58:51.

