

Sustentabilidade para o Futuro Verde nas Edificações Reabilitadas

Sustainability for the Green Future in
Rehabilitated Buildings

Mohammad Najjar, DSc

PORTO, PORTUGAL

SUMÁRIO - CONTENT

1. O DESAFIO ATUAL
2. ESTUDO DE CASO
3. PRINCIPAIS ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS
4. O FUTURO VERDE DAS EDIFICAÇÕES

CIRIMARE 2025

VII Congresso Internacional na Recuperação, Manutenção e Reabilitação de Edifícios

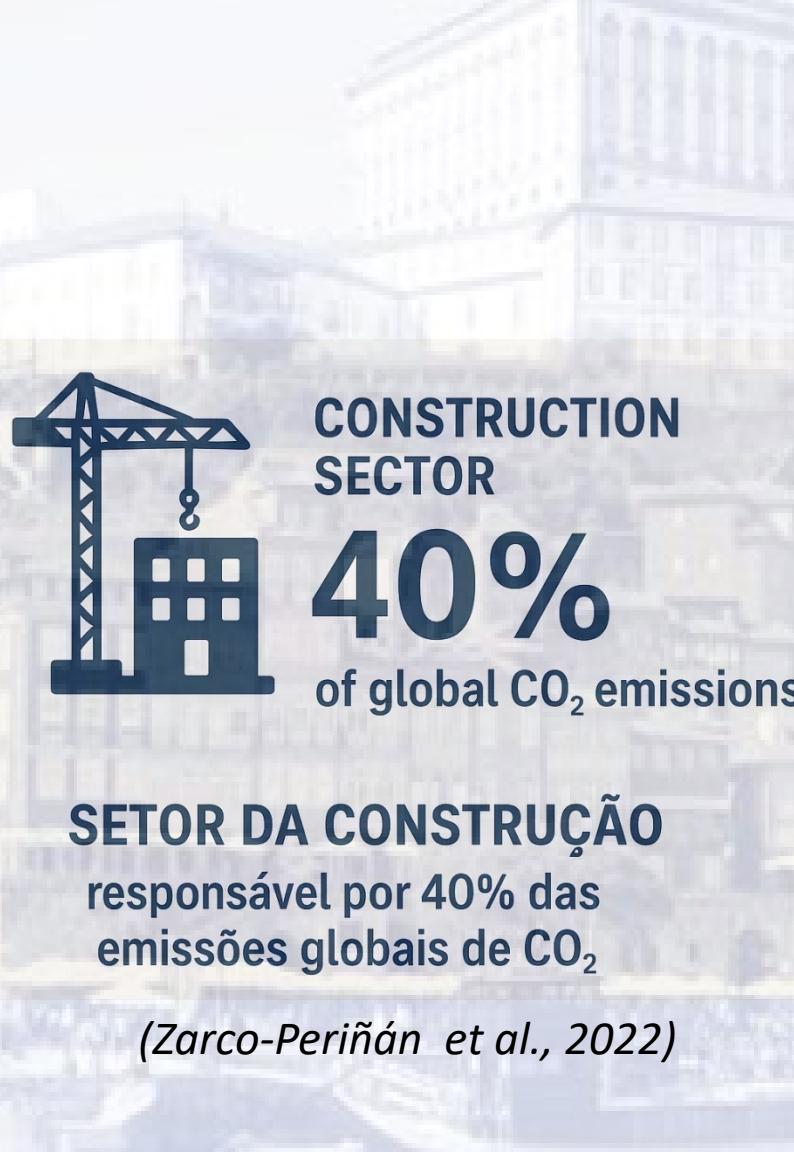
NOVOS DESAFIOS NA ADAPTAÇÃO
E PRESERVAÇÃO DO
PATRIMÓNIO EDIFICADO

17-19.11.2025

ISEP P.PORTO UBI UNIVERSIDADE
DE BEIRA INTERIOR UFRJ Politécnica
UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO DE JANEIRO UFRJ

1. THE CURRENT CHALLENGE
2. CASE STUDY
3. KEY SUSTAINABLE STRATEGIES
4. THE GREEN FUTURE OF BUILDINGS

O DESAFIO ATUAL - THE CURRENT CHALLENGE



O DESAFIO ATUAL - THE CURRENT CHALLENGE



EMBODIED CARBON CARBONO INCORPORADO

For rehabilitated buildings, it is 33-39% lower than for new construction projects

Para edifícios reabilitados, é 33-39% inferior ao dos projetos de novas construções

COST CUSTO

The cost of rehabilitated buildings is 22-50% lower than that of new projects

O custo dos edifícios remodelados é 22-50% inferior ao



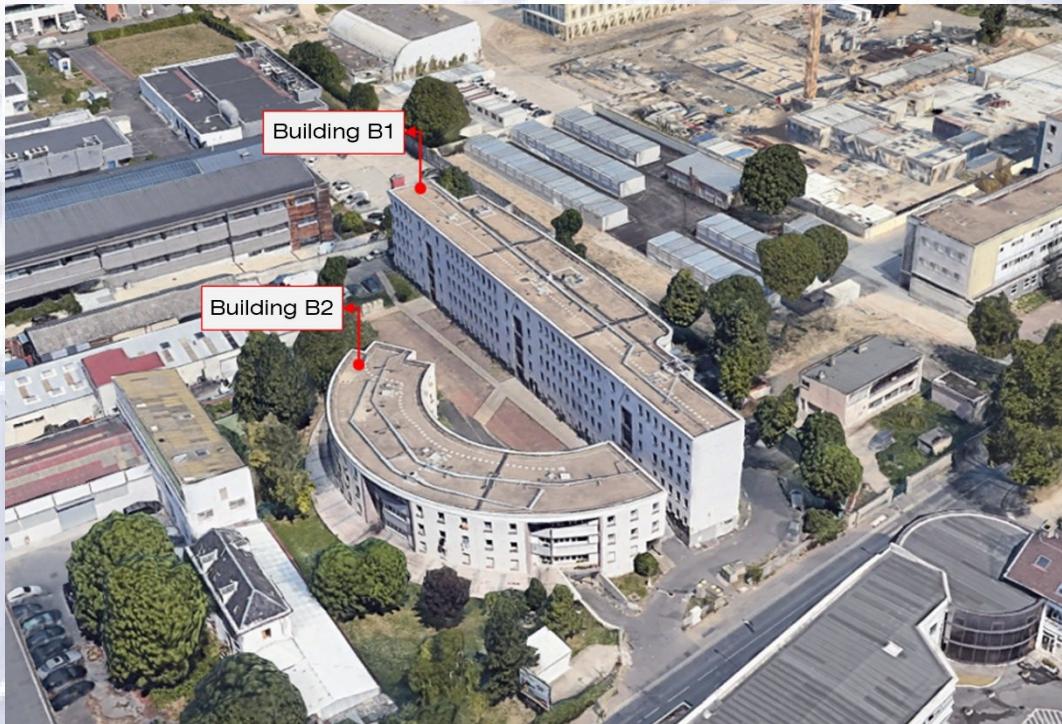
33-39%



22-50%

(Langston et al., 2018)

Construção de retrofit para a eficiência energética em edifícios existentes



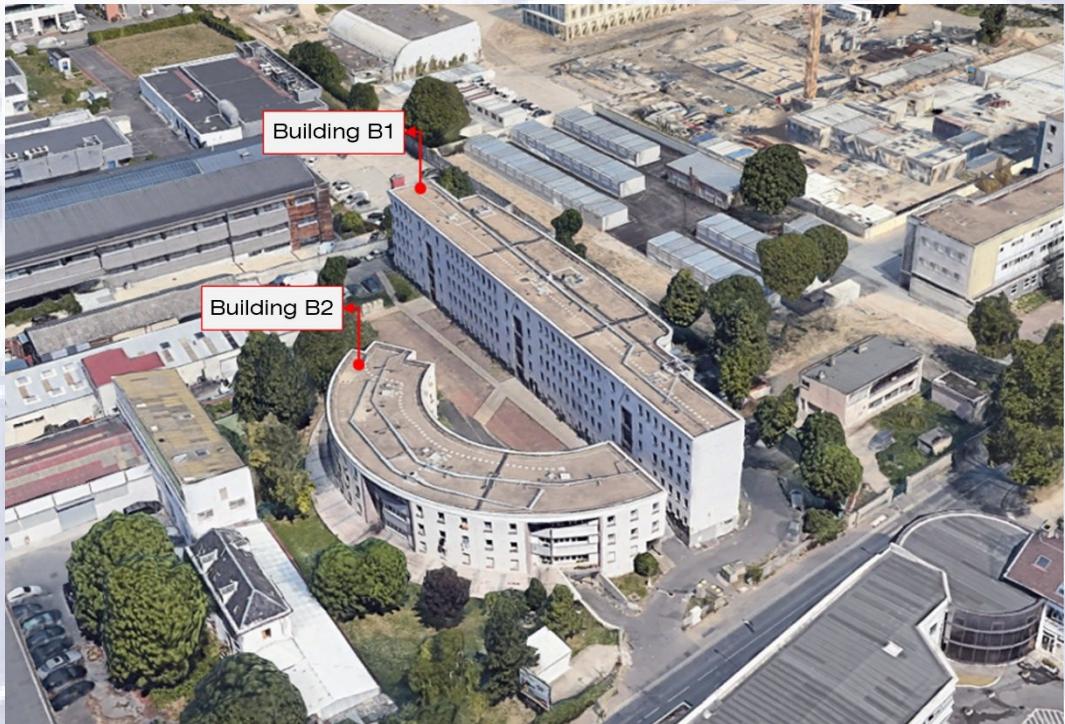
Residência social de Jean Carasso (36
Jean Carasso Street, **Bezons, France**)

Adapted from Google Earth (Google Maps)

- O edifício principal, identificado como B1, foi construído no início dos anos **1960**.
- A primeira renovação, ocorrida em **1994**, incluiu modernização de salas e áreas comuns, onde o edifício **foi ampliado de três andares para cinco**.
- A sua capacidade era de:
157 quartos individuais de 12 a 16 m².

ESTUDO DE CASO

Construção de retrofit para a eficiência energética em edifícios existentes



Residência social de Jean Carasso (36
Jean Carasso Street, **Bezons, France**)
Adapted from Google Earth (Google Maps)

- Em **1994**, a construção de um **novo edifício curvo**, **identificado como B2**.
- B2 é constituído por três andares e um vagão subterrâneo Estacionamento, com capacidade para **82 quartos individuais de 12 a 16 m²**.

OBJETIVO: adequar o empreendimento às novas exigências de eficiência energética e conforto definidas pelos regulamentos franceses “**Thermal Regulation of global existing building**” e “**BBC Effinergie Rénovation 2009**” label

ESTUDO DE CASO

$$PEC_{TR} = H + V + DHW + L + A$$

Eq. 1

Where,

PEC_{TR} : annual Primary Energy Consumption per square meter (kWhPE/m²/year)

H : annual energy consumption for heating per square meter (kWh/m²/year)

V : annual energy consumption for ventilation per square meter (kWh/m²/year)

DHW : annual energy consumption for domestic hot water per square meter (kWh/m²/year)

L : annual energy consumption for lighting per square meter (kWh/m²/year)

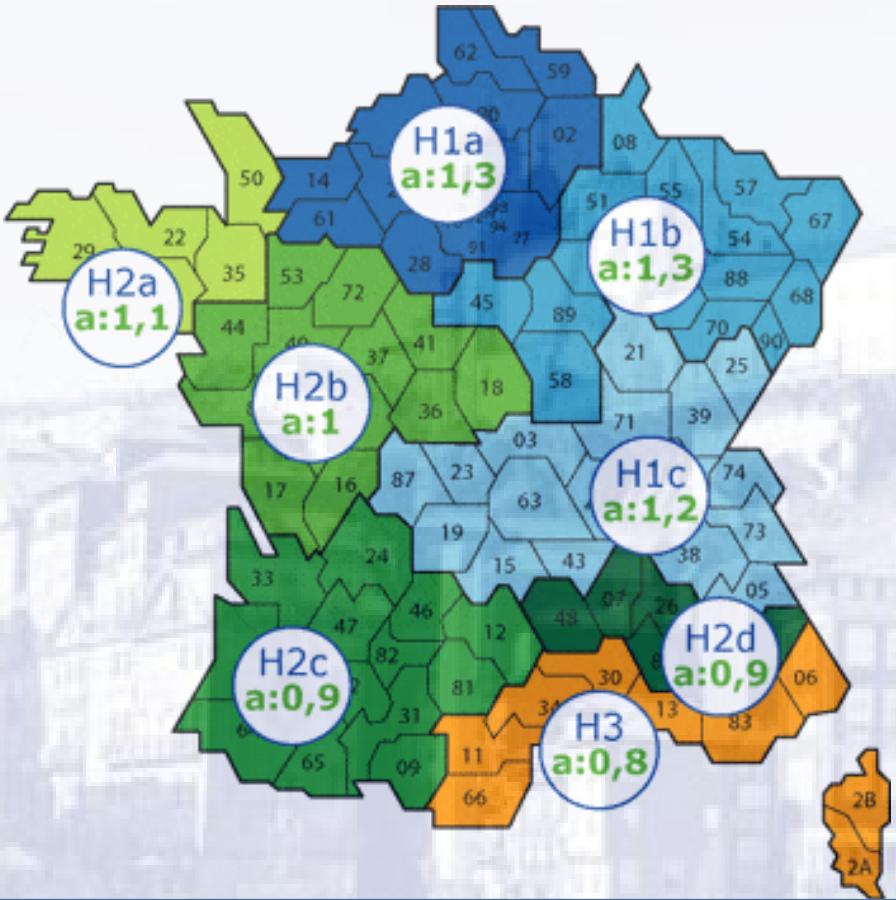
A : annual energy consumption for auxiliaries and other equipment per square meter (kWh/m²/year)

The TR measures thermal efficiency for components that are assembling the building envelope (walls, roofs, floors, windows, and doors) based on the coefficient of thermal transmission (U-value)

Thermal Regulation of global existing building

Thermal Regulation (TR), Regulamentação térmica, É **obrigatório** para edifícios residenciais e comerciais existentes na França, com área de piso superior a 1000 m² e **data de construção posterior a 1º de janeiro de 1948**.

ESTUDO DE CASO



Coefficient (a)
pertains to the
climatic zone

$$PEC_{BBC} = 80 \times (a + b)$$

- **Coefficient (b) = 0**
if the altitude of the location is
lower than 400m
- **Coefficient (b) = 0.1**
if the altitude of the location is
between 400 and 800m
- **Coefficient (b) = 0.2**
if the altitude of the location is
higher than 800 m

BBC effinergie renovation 2009 label

O principal requisito é que o consumo de energia do edifício **não ultrapasse** o valor de referência de 80 kWh/m²/ano, multiplicado por um coeficiente de rigor climático.

PRINCIPAIS ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS - KEY SUSTAINABLE STRATEGIES



PRINCIPAIS ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS - KEY SUSTAINABLE STRATEGIES



PRINCIPAIS ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS - KEY SUSTAINABLE STRATEGIES

Diagnóstico - Diagnosis



Levantamento Técnico

Avaliação completa do estado de conservação, materiais utilizados, identificação de patologias estruturais e análise dos sistemas elétricos, hidráulicos e estruturais existentes.



Desempenho Energético

Medição do consumo de energia atual e avaliação do conforto térmico, acústico e lumínico para identificar oportunidades de melhoria e otimização.



Potencial de Reuso

Análise criteriosa de elementos que podem ser preservados, adaptados ou substituídos, maximizando o aproveitamento de recursos existentes.

Objetivo: Evitar demolições desnecessárias e minimizar desperdícios, criando uma base sólida para intervenções sustentáveis.

PRINCIPAIS ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS - KEY SUSTAINABLE STRATEGIES

Construção de retrofit para a eficiência energética em edifícios existentes

Características das paredes e lajes atuais do envelope do edifício

Características das caldeiras utilizadas nos edifícios

Table 2. Characteristics of the current walls and slabs of the building envelope

Components of the building envelope	Design	Isolated	U-Value (W/m ² .K)
External walls	Concrete	Inside insulation with glass wool thickness of 60 mm	0.63
Internal walls	Concrete	Not isolated	2.78
Slab floor	Concrete	Under-slab insulation with rock wool thickness of 60 mm	0.50
Roofs	Concrete	On slab insulation with an Expanded Polystyrene thickness of 120 mm	0.30

Table 3. Characteristics of boilers used in the buildings

Characteristic	Specifications
Production system	Condensing boilers
Type of energy	Gas
Location	The boiler house in the basement of building B1
Quantity	2
Rated Power per boiler	403 kW
Available power of two boilers	806 kW
Distribution	Steel pipe network

Thermal Surface Area (TSA) - Superfície térmica

B1 = 3917 m² / B2 = 1645 m²

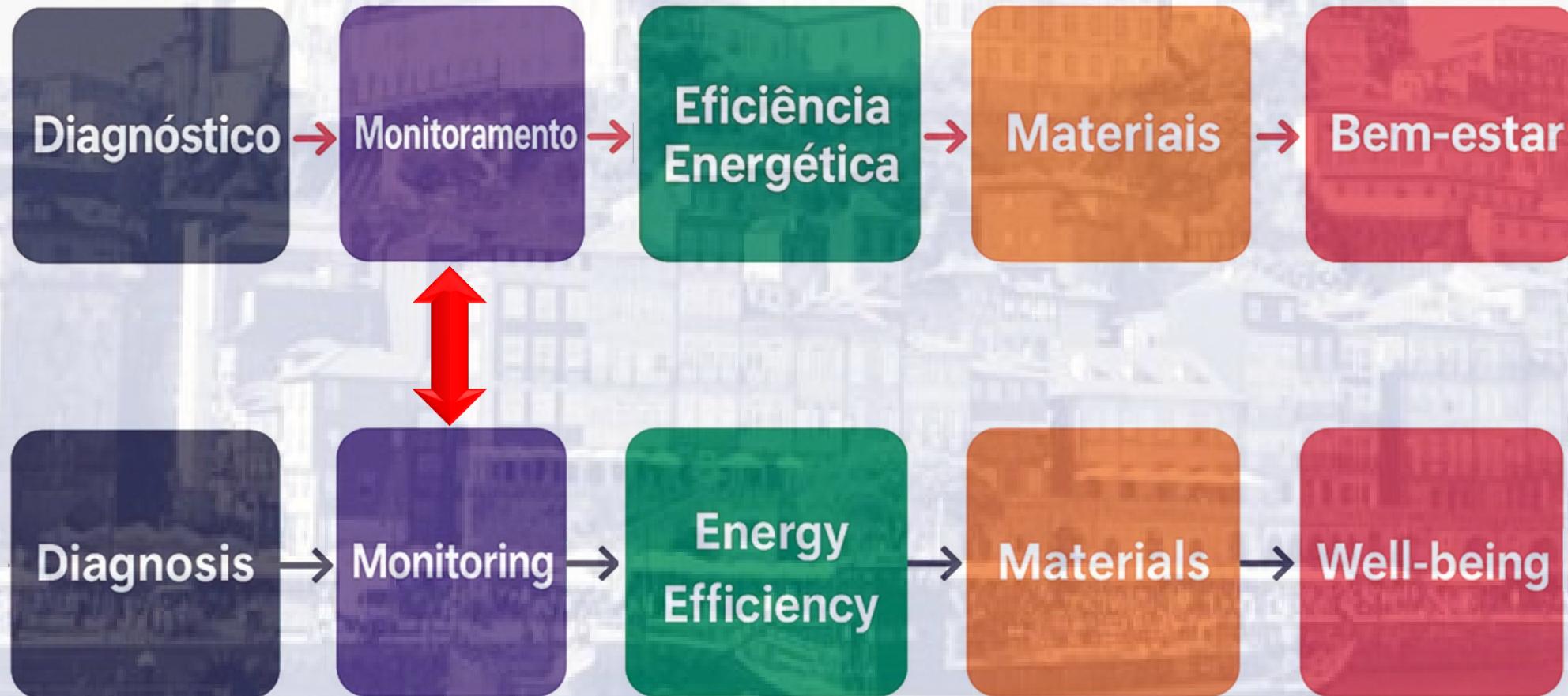
Total = 5.563 m²

Total Floor Area - Área Construída

B1 = 2825 m²

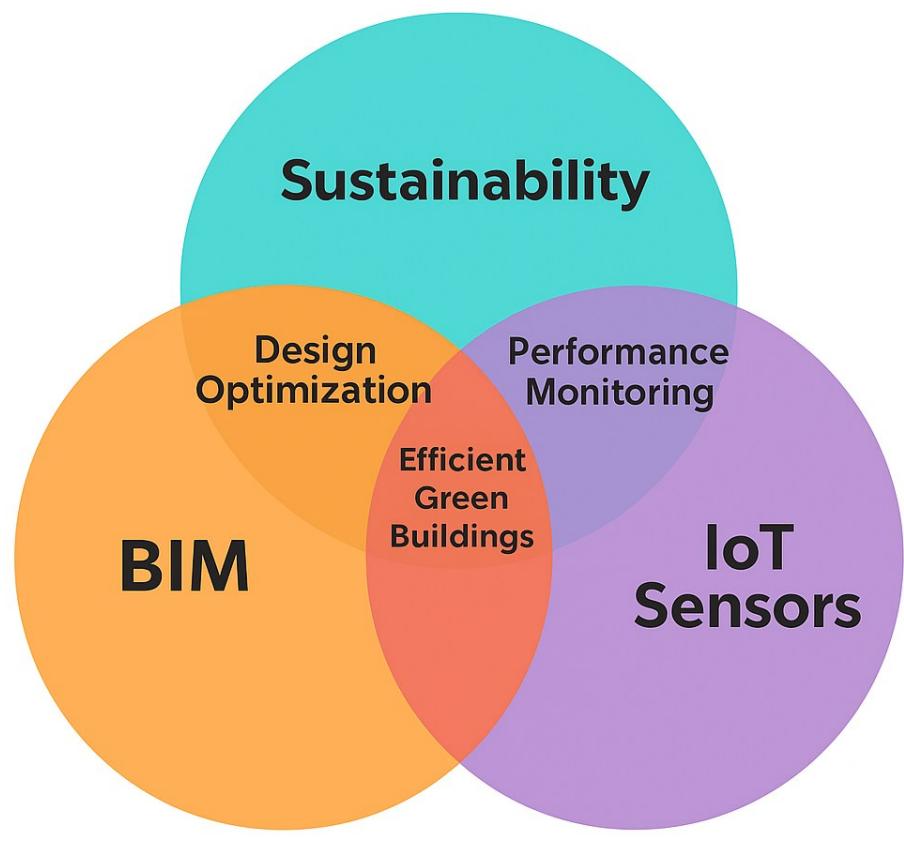
B2 = 1414 m²

PRINCIPAIS ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS - KEY SUSTAINABLE STRATEGIES



PRINCIPAIS ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS - KEY SUSTAINABLE STRATEGIES

Monitoramento - Monitoring

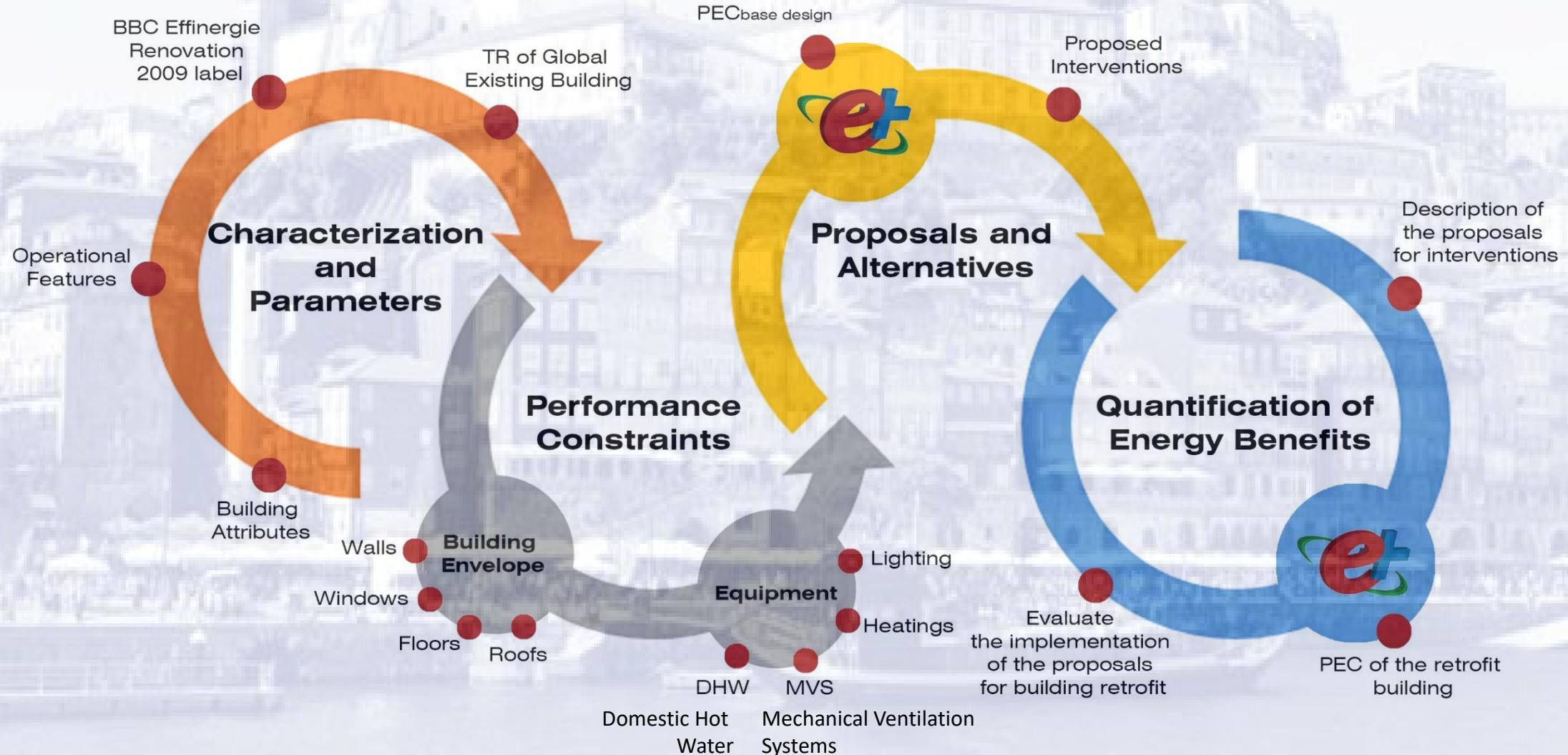


- 1 **Building Information Modeling (BIM)**
Simulação avançada de consumo energético e gestão inteligente de materiais durante todo o ciclo de vida do edifício.
- 2 **Gêmeos Digitais (Digital Twins)**
Réplicas virtuais que permitem monitoramento em tempo real de desempenho, identificando oportunidades de otimização instantaneamente.
- 3 **Sensores IoT e Inteligência Artificial**
Controle automatizado de energia, ventilação e sistemas prediais com manutenção preditiva que antecipa problemas.

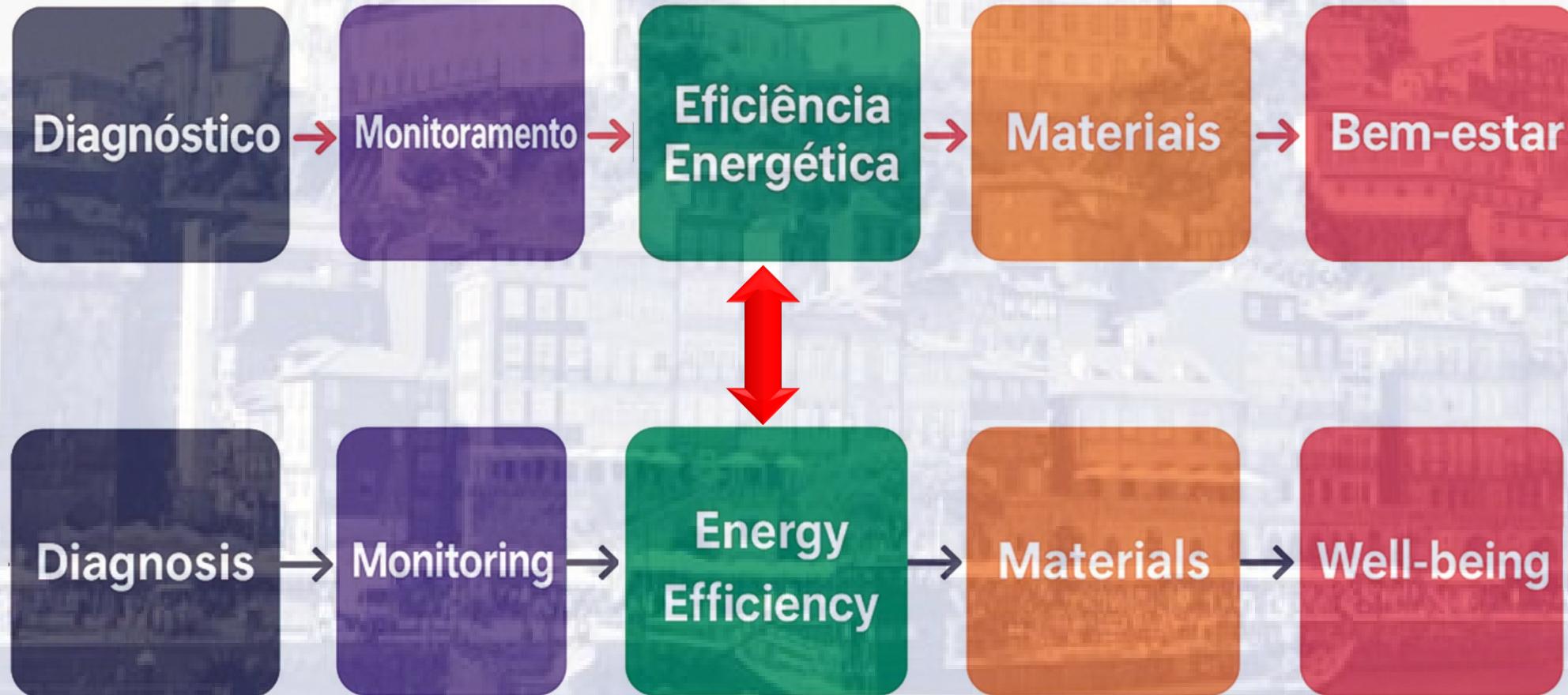
Objetivo: Garantir precisão, eficiência operacional e manutenção preditiva através da inteligência digital.

PRINCIPAIS ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS - KEY SUSTAINABLE STRATEGIES

Construção de retrofit para a eficiência energética em edifícios existentes



PRINCIPAIS ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS - KEY SUSTAINABLE STRATEGIES



PRINCIPAIS ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS - KEY SUSTAINABLE STRATEGIES

Componente	Alteração
Reservatório de DHW (Domestic Hot Water) (Água Quente Sanitária)	Utilizar reservatório com capacidade de 1500 litros, potência do tanque de 145 kW e potência do trocador de calor de 387 kW.
Equipamento de MVS (Mechanical Ventilation Systems)	Utilizar sistema de ventilação mecânica de fluxo simples, com vazão de 12.000 m ³ /h e potência de 369 W no edifício B1, e vazão de 5.000 m ³ /h e potência de 118 W no edifício B2.
Iluminação artificial	Utilizar lâmpadas de LED com temporizador ou sensor de presença em áreas comuns, como corredores, áreas técnicas, garagens e outros ambientes externos às unidades residenciais, priorizando a iluminação direta e evitando a iluminação indireta.

Objetivo: Reduzir a dependência de energia externa e as emissões de CO₂, tornando o edifício mais autônomo e sustentável.

PRINCIPAIS ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS - KEY SUSTAINABLE STRATEGIES



PRINCIPAIS ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS - KEY SUSTAINABLE STRATEGIES

Materiais - Materials

Reutilização

Aproveitamento máximo de materiais e componentes existentes na edificação.

Gestão de Resíduos

Controle rigoroso e destinação adequada dos resíduos durante toda a obra.



Materiais Sustentáveis

Seleção de materiais reciclados, recicláveis ou de baixo impacto ambiental.

Fornecedores Locais

Preferência por materiais locais para reduzir emissões de transporte.

Objetivo: Fechar o ciclo de materiais e reduzir significativamente a pegada de carbono da construção.

PRINCIPAIS ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS - KEY SUSTAINABLE STRATEGIES

Componente	Alteração
Paredes externas	Utilizar isolamento externo em lã mineral com espessura de 160 mm (U-value = 0,19 W/m ² ·K).
Piso (laje)	Utilizar isolamento sob a laje em lã de rocha com espessura de 120 mm (U-value = 0,29 W/m ² ·K).
Janelas	Utilizar janelas com vidros duplos e persianas em PVC (U-value = 1,4 W/m ² ·K) e transmitância luminosa igual a 0,54.
Coberturas / Paredes internas	Utilizar o modelo de projeto base, sem alterações

PRINCIPAIS ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS - KEY SUSTAINABLE STRATEGIES

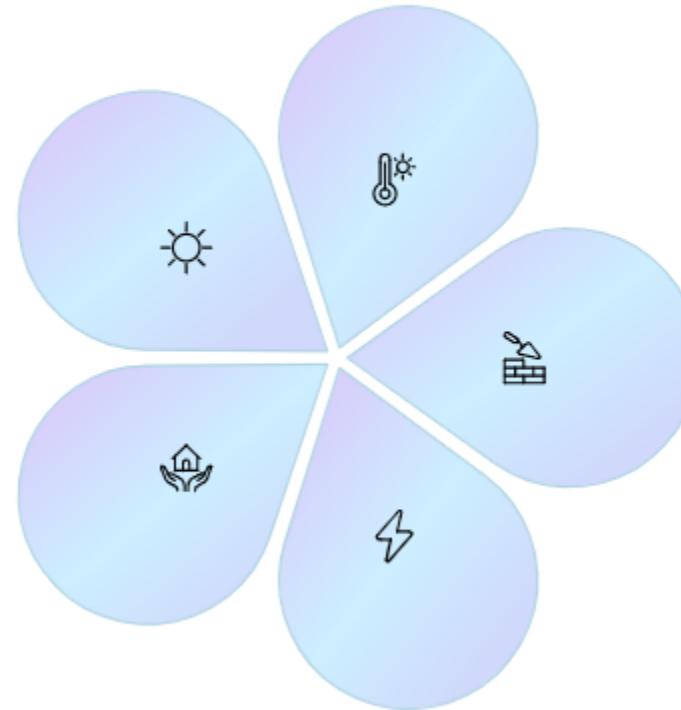


PRINCIPAIS ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS - KEY SUSTAINABLE STRATEGIES

Bem Estar – Well Being

Luz Natural e Ventilação
Natural Light and Ventilation

Acessibilidade e Segurança
Accessibility and security



Conforto Térmico
Thermal Comfort

Materiais Sustentáveis
Sustainable Materials

Eficiência Energética
Energy Efficiency

Objetivo: Valorização do patrimônio e identidade urbana - sustentabilidade, cultura e estética urbana, criando espaços que contam histórias e inspiram gerações.

PRINCIPAIS ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS - KEY SUSTAINABLE STRATEGIES

Construção de retrofit para a eficiência energética em edifícios existentes

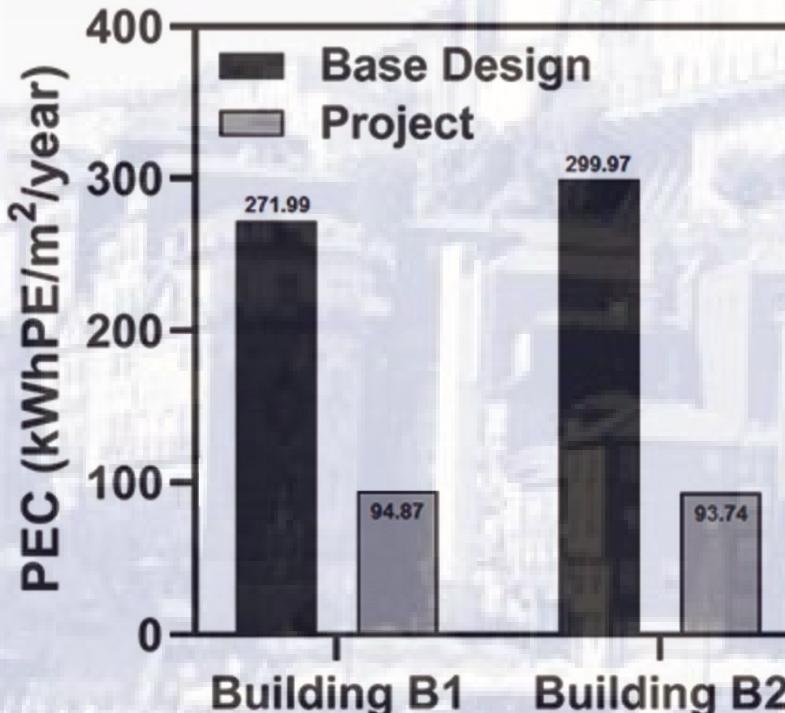


Figure 4. PEC values of the case study building

Consumo de Energia Primária

O FUTURO VERDE DAS EDIFICAÇÕES – THE GREEN FUTURE OF BUILDINGS



Adoption of material reuse and recycling strategies

Adoção de estratégias de reutilização e reciclagem



Implementation of renewable energy systems and energy efficiency

Implantação de sistemas de energia renovável e eficiência energética



Reduction of carbon footprint with sustainable rehabilitation

Redução da pegada de carbono com reabilitação sustentável



Increase in property value and reduction of operational costs

Valorização imobiliária e redução de custos operacionais

OPPORTUNITIES



Improvement of quality of life and well-being of users

Melhoria da qualidade de vida e bem-estar dos usuários



Rehabilitation of existing buildings

Reabilitação de edifícios existentes preservando identidade cultural

Sustentabilidade para o Futuro Verde nas Edificações Reabilitadas

Sustainability for the Green Future in Rehabilitated Buildings

CIRIMARE 2025

VII Congresso Internacional na Recuperação, Manutenção e Reabilitação de Edifícios

NOVOS DESAFIOS NA ADAPTAÇÃO
E PRESERVAÇÃO DO
PATRIMÓNIO EDIFICADO

17-19.11.2025

ISEP P.PORTO UBI UNIVERSIDADE
BEIRA INTERIOR UFRJ Politécnica
UFRJ

Acknowledgements

- Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro ([FAPERJ E-26/210.950/2024 \(295973\)](#)) and ([FAPERJ E-26/210.569/2025 \(305234\)](#))
- Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades.
Agencia Estatal de Investigación (AEI).
Unión Europea - Fondo Europeo de Desarrollo Regional.
PID2024-155409OB-C21 funded by MICIU/AEI /10.13039/501100011033/FEDER, UE

MOHAMMAD K. NAJJAR

E-mail: mnajjar@poli.ufrj.br

Whatsapp: +55 (21) 99514-9946