



Oficina: Eficiência Energética e Combate às Mudanças Climáticas

Os impactos da modernização no Sistema de Climatização dos prédios Anexo I e Anexo II – TRT7

Sistemas de Climatização

Principais tipos de Sistema de Climatização em edifícios comerciais

- SELF CONTAINED;
- CHILLER;
- Torre de Arrefecimento;
- VRF

Sistema Self-Contained

VANTAGENS

Instalação simplificada

Equipamento compacto e autônomo

Baixa Manutenção



DESVANTAGENS

Menor eficiência energética

Ruído elevado

Controle de temperatura mais
complexo (por zona)

Sistema Chiller



VANTAGENS

- Indicado para grandes edificações
- Flexibilidade no projeto
- Bom desempenho em longas distâncias

Ex.: Shoppings, Hospitais, etc...

DESVANTAGENS

- Alto investimento inicial
- Consumo significativo de energia
- Controle de temperatura complexo (por zona)

Torre de arrefecimento com condensação a água

- **VANTAGENS**

Maior eficiência térmica

Menor consumo de energia elétrica em comparação ao CHILLER e SELF

- **DESVANTAGENS**

Consumo de água elevado

Necessidade de tratamento da água

Manutenção frequente para evitar incrustações

Necessidade de tratamento químico na água.



Sistema VRF

Fluxo de Refrigerante Variável

VANTAGENS

- Alta eficiência energética
- Controle variável da vazão refrigerante por inversores
- Controle individual por ambiente
- Operação silenciosa.

DESVANTAGENS

- Custo de instalação elevado
- Manutenção especializada



Gases Refrigerantes

Conceitos



Os **gases refrigerantes** são substâncias fundamentais nos sistemas de climatização (como splits, VRFs, chillers e centrais de ar).

Realizam a troca térmica responsável pelo resfriamento dos ambientes.

Muitos desses gases têm **impactos ambientais relevantes**, especialmente no que se refere ao **aquecimento global** e à **destruição da camada de ozônio**.

Gases Refrigerantes

Conceitos



GWP (Global Warming Potential)

Definição: Quanto o gás contribui para o aquecimento global em comparação ao CO₂ (cujo GWP é 1). **Quanto maior, pior.**

ODP (Ozone Depletion Potential):

Definição: Capacidade do gás de destruir a camada de ozônio. **Quanto menor, melhor.**

Gases Refrigerantes

Tendências Ambientais



- **Proibição progressiva** de gases com ODP e GWP altos (**como o R-22**) por protocolos internacionais, como o Protocolo de Montreal.
- Migração para gases mais ecológicos, como R-32, R-290 e HFOs.
- Eficiência energética e **controle de vazamentos** são essenciais para reduzir o impacto ambiental total dos sistemas de climatização.

Gases Refrigerantes

Impactos Ambientais

Com a modernização do sistema, foi possível a **redução significativa dos vazamentos de gases** refrigerantes, nocivos ao meio ambiente.



Ponto de vazamento de gás R22 em Sistema Tipo SELF Contained – Anexo I



Gases Refrigerantes

Impactos Ambientais



R-22

HCFC

↑ GWP / ↑ ODP

Equipamentos
antigos



R-410A

Mistura de HFCs

↑ GWP / ODP: 0

Amplamente
utilizado



R-32

HFC

↓ GWP / ODP: 0

Tendência
atual

Sistemas de Climatização – TRT7

Panorama Geral

Edifício	Equipamento Original	Idade	Equipamento Atual	Idade
Anexo I	SELF CONTAINED (Gás R22)	37 anos	VRF (410A)	01 ano
Anexo II	CHILLER (Gás R22)	28 anos	VRF (410A)	01 ano
Ed. Manoel Arízio	SELF CONTAINED (Gás R22)	28 anos	VRF (410A)	07 anos
Ed. Dom Helder	Torre Arrefecimento (Gás R22)	17 anos	-	
Fórum do Cariri	-	-	VRF (410A)	10 anos
Varas do Interior	SPLITS Convencionais (Gás R22 / R410A)	-	SPLITS Inverter (R32)	-

Sistemas de Climatização – TRT 7

Histórico

Prédio	Sistema	Idade	Consumo Energia	Controle Temperatura	Gás
Anexo I	SELF CONTAINED	37 anos	Muito Alto	Por Andar	R22
Anexo II	CHILLER	28 anos	Alto	Por Prédio	R22

Outubro / 2020 - Emissão da Ordem de Serviço para **elaboração de estudo de solução;**

Nesta análise foram considerados fatores como: **Investimento, economia de energia elétrica, conforto térmico e interferências nas Edificações.**

Como **resultado** do estudo foi escolhida a solução e **Sistemas VRF** para os prédios do Anexo I e Anexo II.

Definição de Escopo de Projeto

VRF Tipo
Cassete

Forro
Modular

Iluminação

Instalações
Elétricas

Instalações
Lógicas e
Telefônicas



Atuação Técnica

A reforma contou com a **atuação** das **Coordenadorias de Projetos, Obras e Manutenção** desde a fase de projeto até a execução.

Comissão de Fiscalização:

- Paulo Brasileiro Pires Freire – CPO
- Adriano Duarte Vieira – CPO
- André Luiz Firmino Gonzaga - CMANUT



Resumo dos Custos de Obra

- **Valor de referência licitação:**

R\$ 8.694.021,87

- **Valor final contratado:**

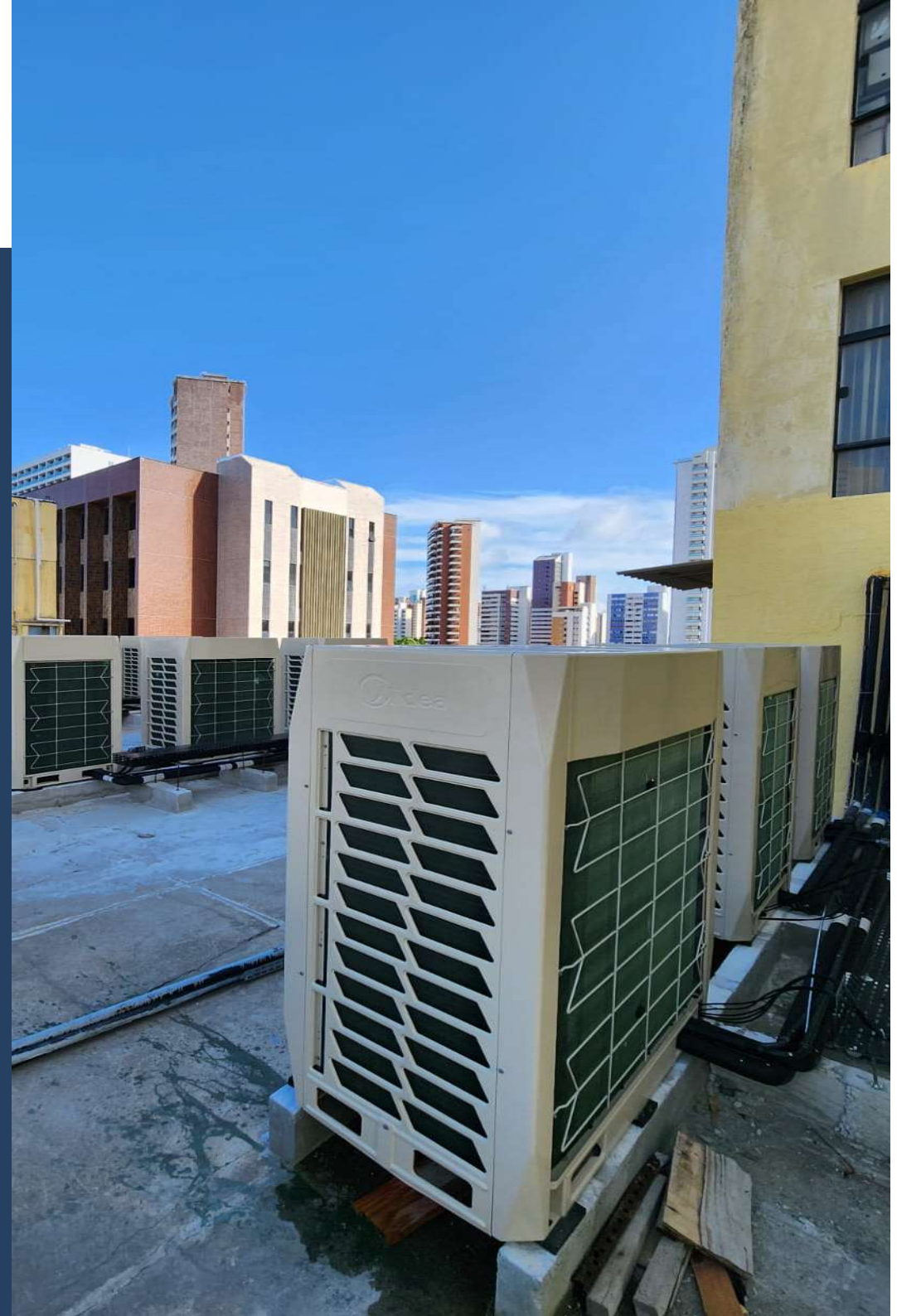
R\$ 6.997.206,30

- **Valor exclusivo refrigeração:**

R\$ 5.094.835,69

- **Retorno do investimento**

(Energia Elétrica): 09 anos



Benefícios do Retrofit

Melhoria na Qualidade do Ar

- **Sistema de renovação** capta e filtra ar externo, **reduzindo a concentração de CO2** nos ambientes internos.
- **Melhora o bem-estar, saúde e desempenho dos colaboradores.**



Benefícios do Retrofit

Iluminação e Acústica

- Iluminação LED com **luminárias eficientes e econômicas**
- Forros termoacústicos para **redução de ruído**



Resultados medidos

Iluminação LED – Anexo I

**Melhoria de 75,2% na luminosidade
dos ambientes contribuindo para
maior conforto e produtividade**

Andar	Iluminância Média (Lux) ANTES	Iluminância Média (Lux) DEPOIS	Incremento (%)
Mezanino	364	518	42,40%
1º Andar	260	512	97,10%
2º Andar	244	495	103%
3º Andar	283	442	55,90%
4º Andar	263	505	91,80%
5º Andar	267	474	77,70%
Média	280	491	75,20%

Resultados medidos

Iluminação LED – Anexo I

**Incremento de
~144 % na
luminosidade
dos ambientes**

Andar	Iluminância Média (Lux) ANTES	Iluminância Média (Lux) DEPOIS	Incremento (%)
Terreo	324	584	80,20%
1º Andar	253	589	132,30%
2º Andar	207	732	254%
3º Andar	403	733	81,90%
5º Andar	366	651	77,80%
6º Andar	240	735	206,00%
7º Andar	238	513	115,80%
8º Andar	250	579	131,40%
9º Andar	223	666	198,50%
10º Andar	218	717	229%
11º Andar	229	651	184,00%
12º Andar	223	595	167,00%
Média	265	645	143,90%

Benefícios do Retrofit

Segurança Elétrica

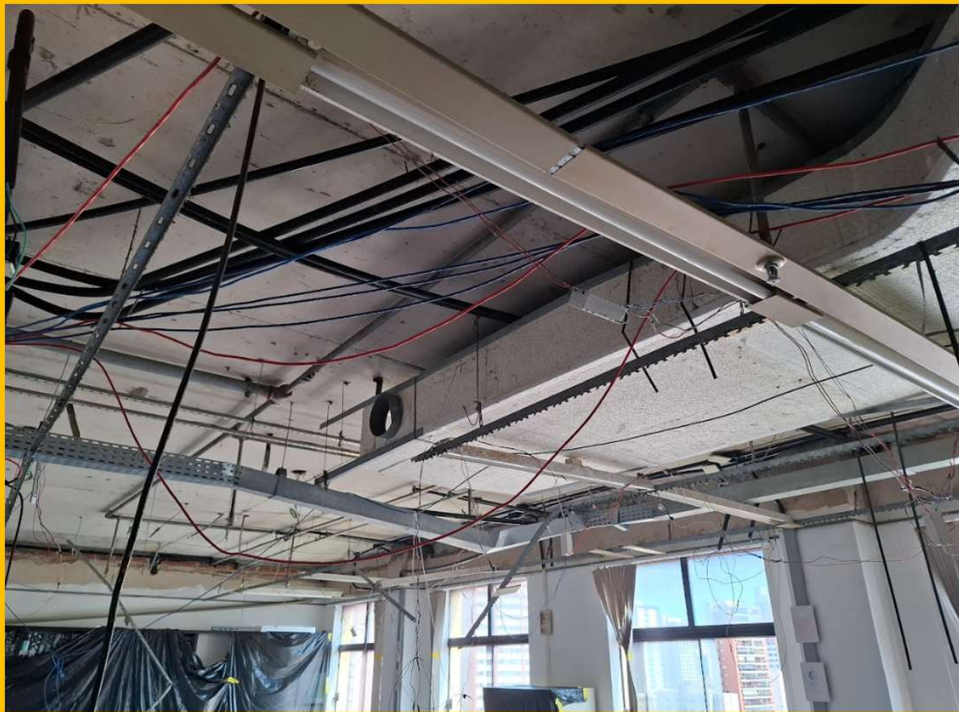
- **Substituição de fiação, tomadas, dutos e calhas;**
- Instalação de quadros com DR, DPS;
- Estruturas metálicas aterradas, conforme NBR 5410;
- Eliminação de fiações expostas sobre o forro;
- Identificação de circuitos e tomadas elétricas

Benefícios do Retrofit

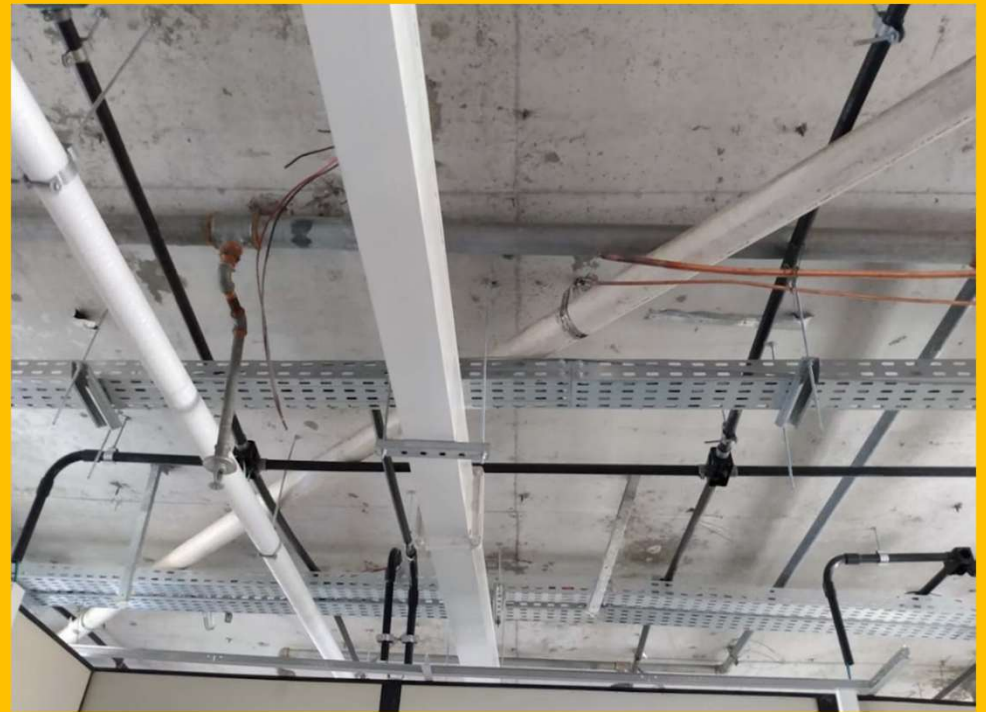
Segurança Elétrica

Eliminação de fiações expostas sobre o forro

ANTES



DEPOIS



Benefícios do Retrofit

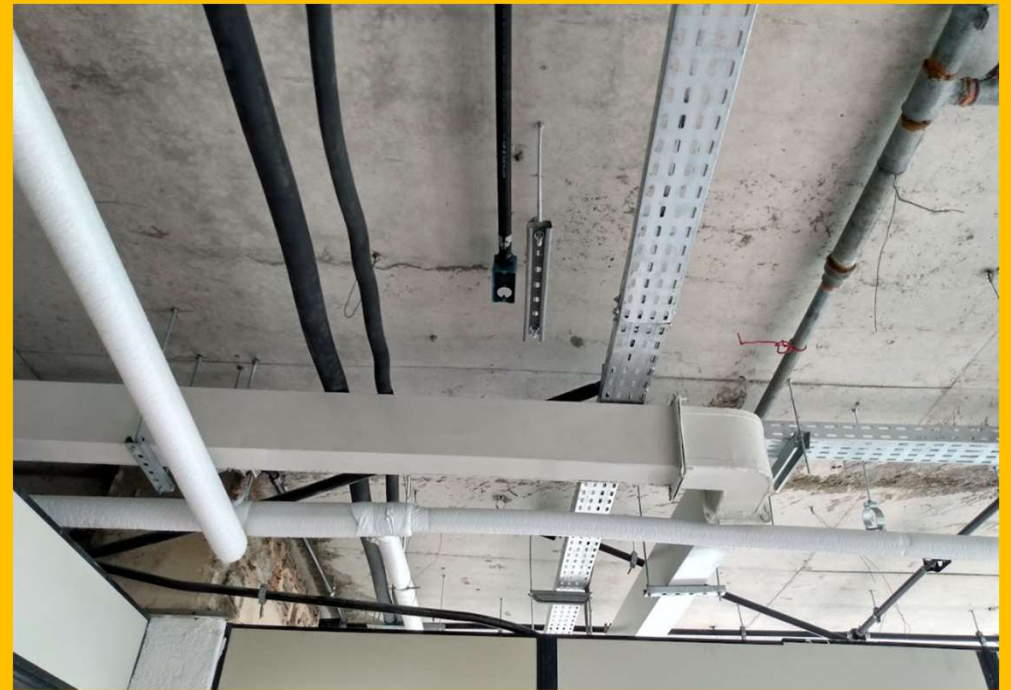
Segurança Elétrica

Eliminação de fiações expostas sobre o forro

ANTES



DEPOIS



Benefícios do Retrofit

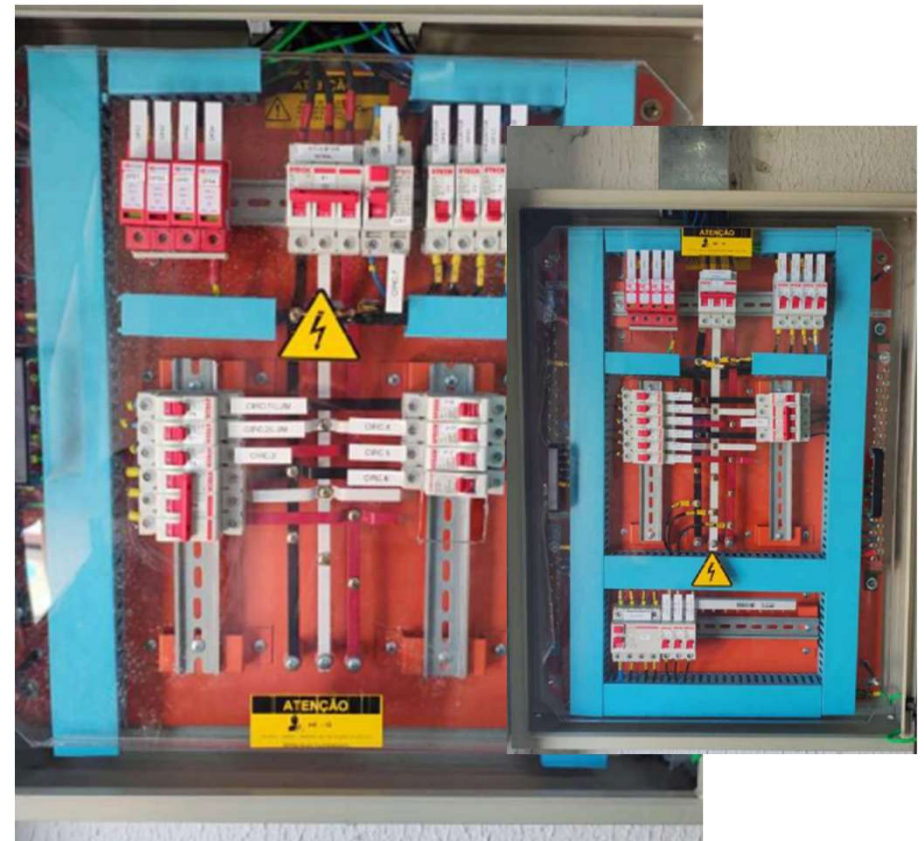
Segurança Elétrica

MODERNIZAÇÃO DE QUADROS ELÉTRICOS

ANTES

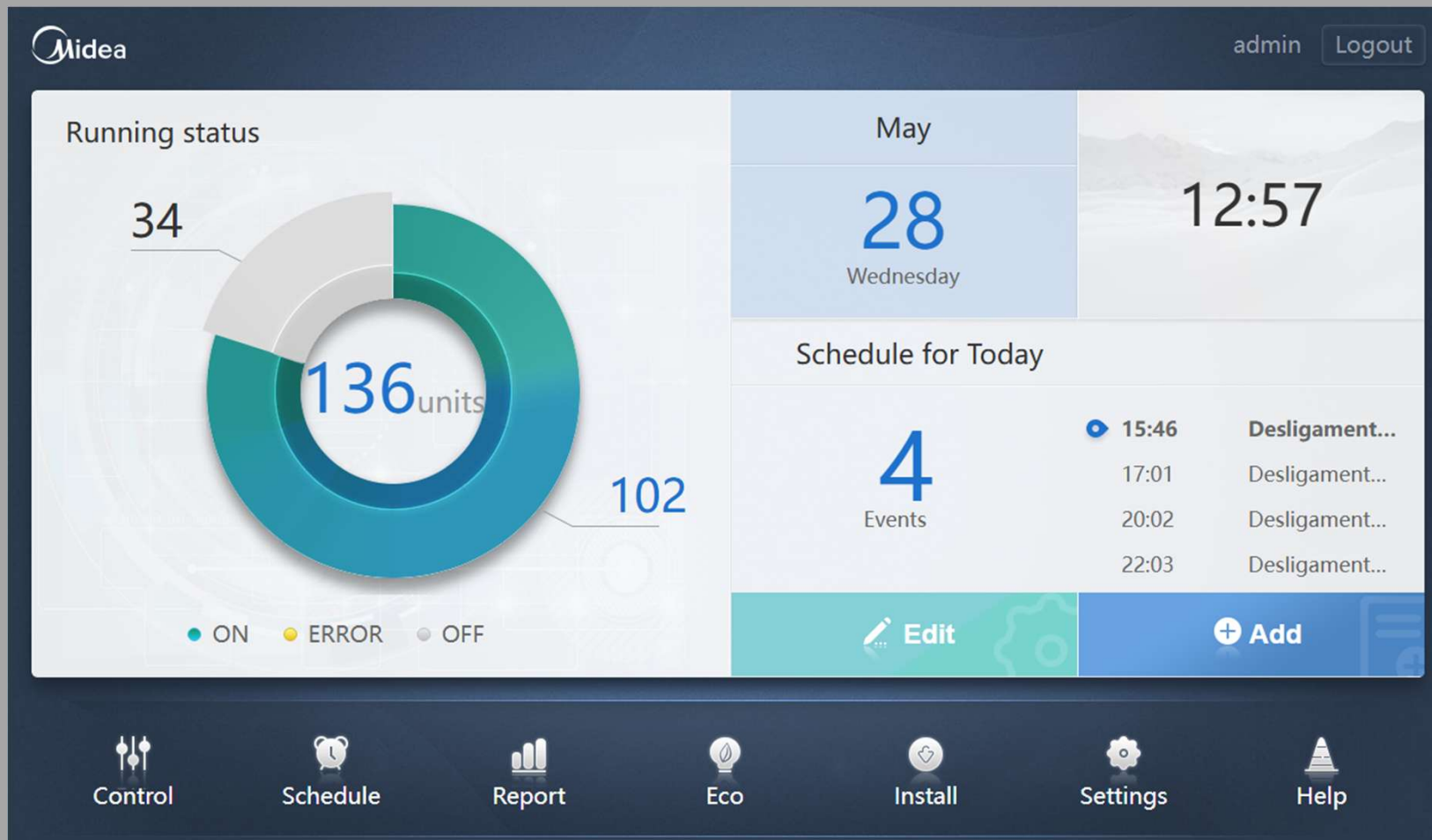


DEPOIS



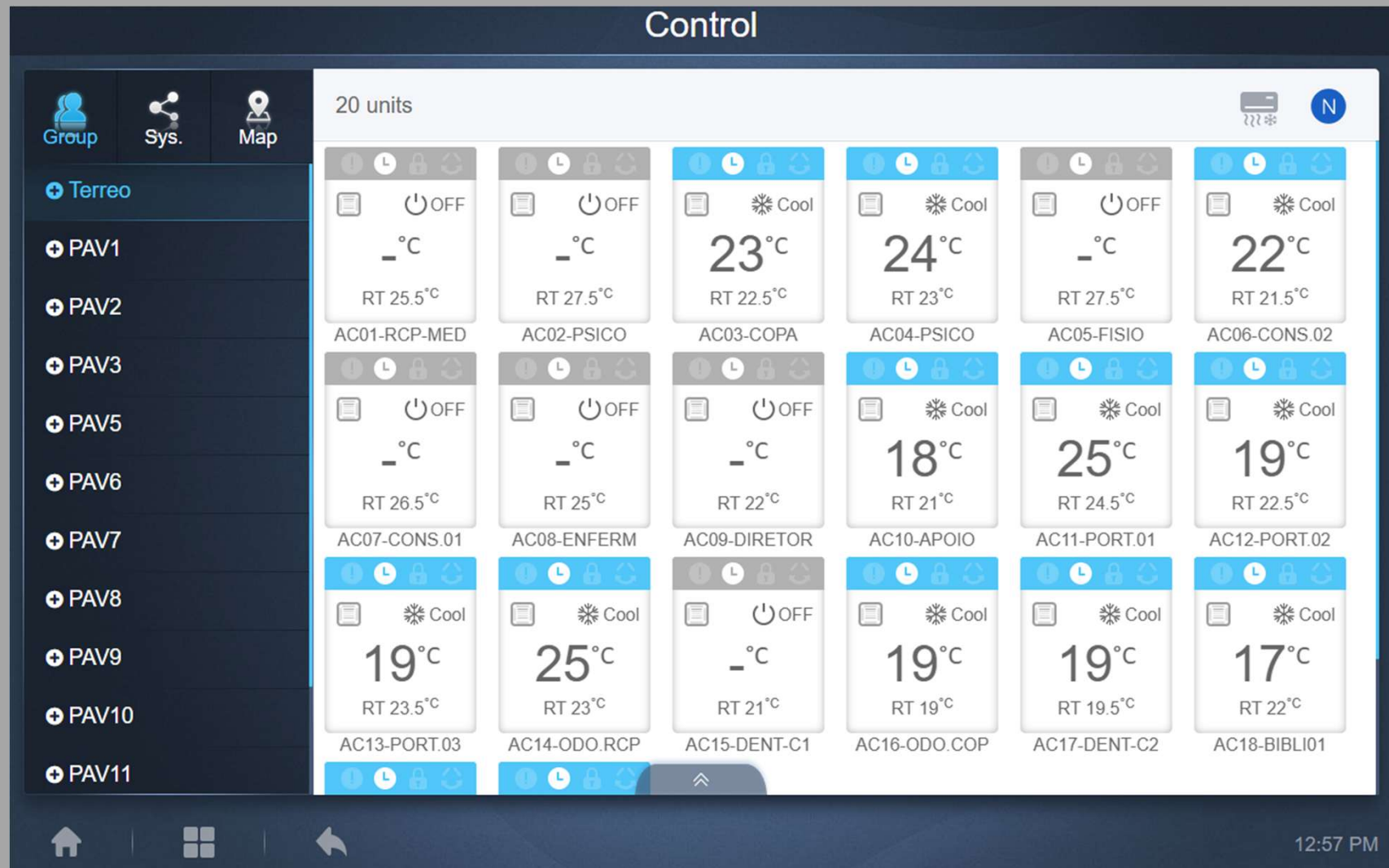
Benefícios do Retrofit

Automação – Desligamento programado



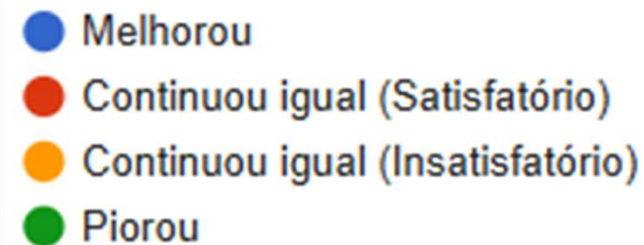
Benefícios do Retrofit

Automação



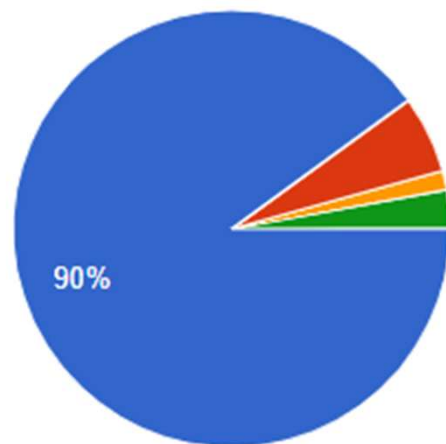
Pesquisa de Satisfação

Usuários das Edificações



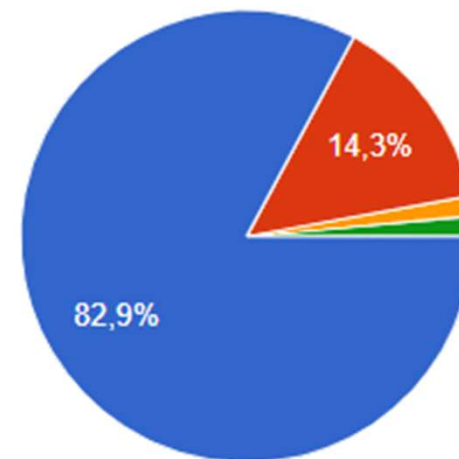
Conforto Térmico

90% Perceberam melhora
96% Satisfeitos



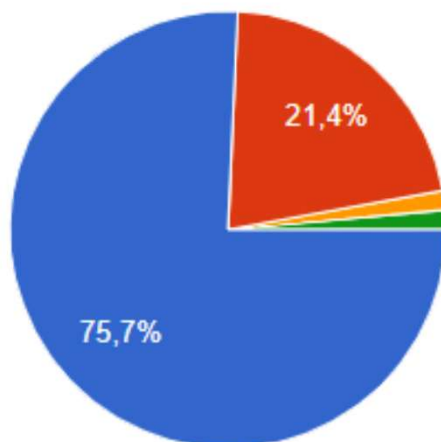
Iluminação

83% Perceberam melhora
97,2% Satisfeitos



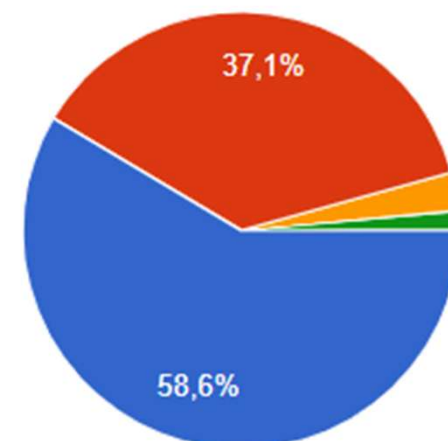
Segurança das Instalações Elétricas

75,7% Perceberam melhora
97,1% Satisfeitos



Conforto Acústico

58,6% Perceberam melhora
95,7% Satisfeitos



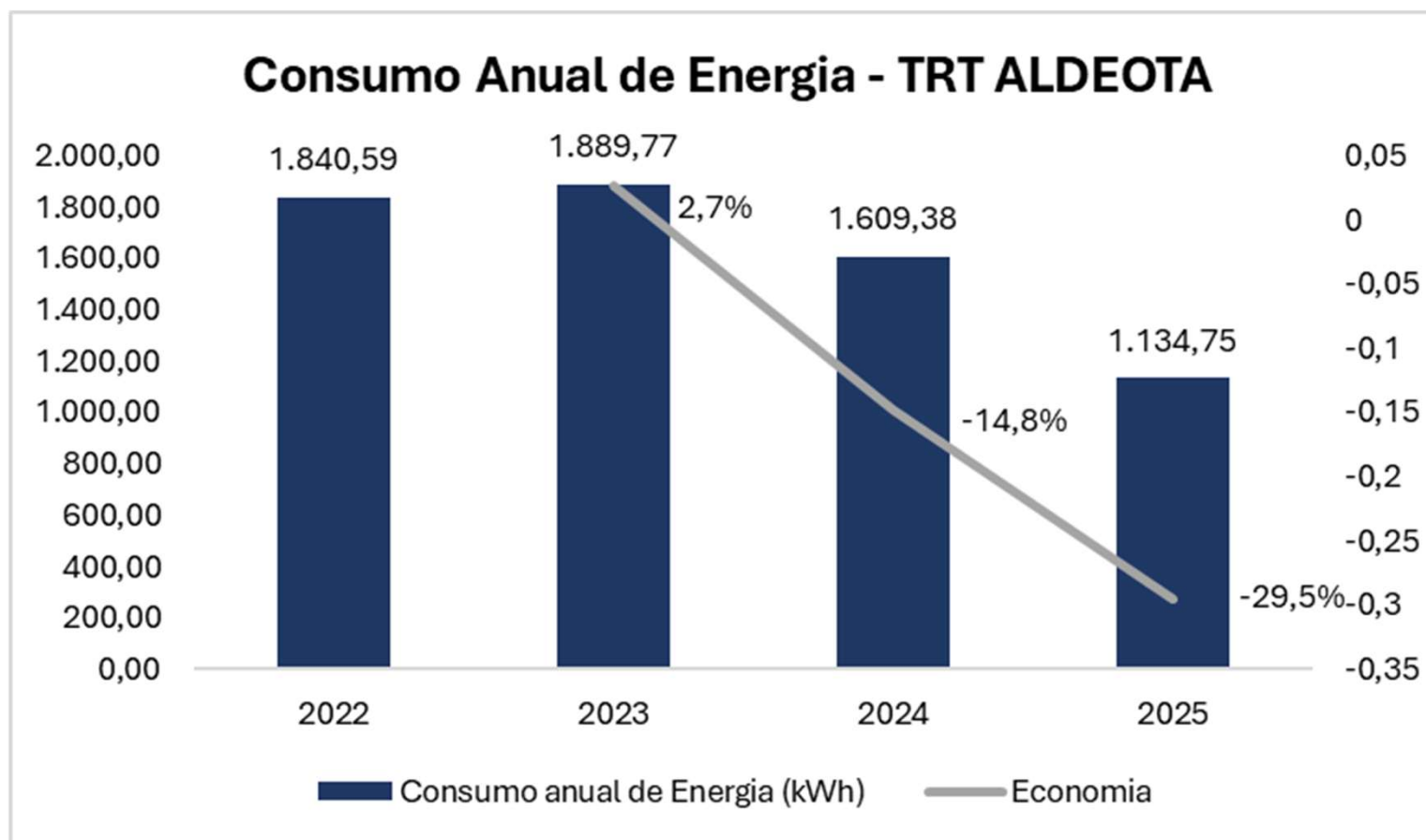
Consumo Anual de Energia

**Em relação a 2023*

TRT Aldeota

↓ **DECRÉSCIMO DE CONSUMO**

755 MWh × **CUSTO DA ENERGIA** **0,75 R\$/kWh** = **Economia anual*** **R\$ 566.665,00**



ECONOMIA DE 40%*

Eficiência Energética

Impacto Ambiental



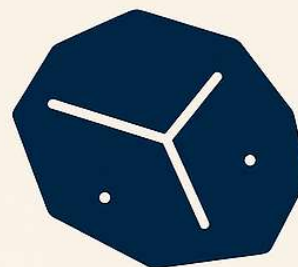
E o que representam aos 755 MWh de Economia de Consumo Energético?



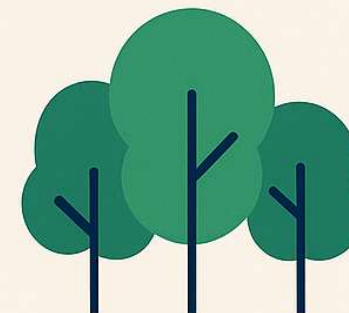
393
residências
médias
abastecidas
por ano



30,2
toneladas de
CO₂ evitadas



18,8
toneladas de
carvão não
queimadas



45,3
árvores
equivalentes

Fontes:

EPE – Nota Técnica nº 024/2020 - 40 kg de CO₂ por MWh

U.S. EPA Greenhouse Gas Equivalencies Calculator - 25 kg de carvão evitados por MWh

ONU/FAO, Instituto Akatu, e estimativas médias de sequestro de carbono - 0,06 árvores por MWh

Consumo médio anual: 160 kWh × 12 meses = 1,92 MWh/ano

Detalhes de Execução

Íçamento de Unidades Condensadoras



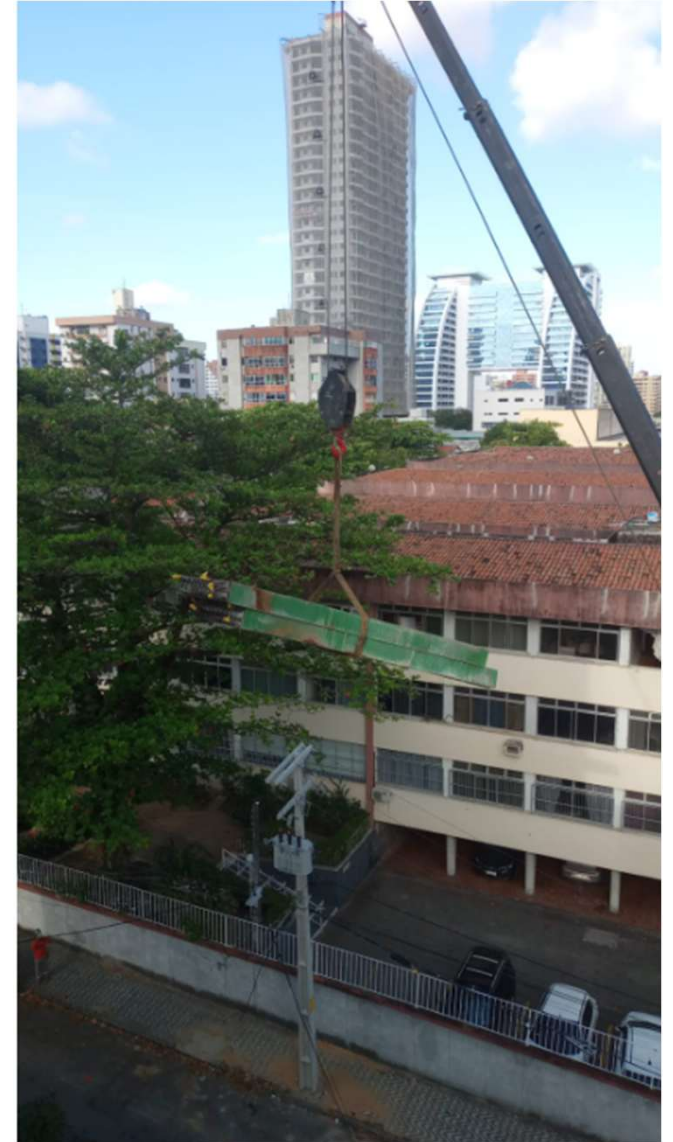
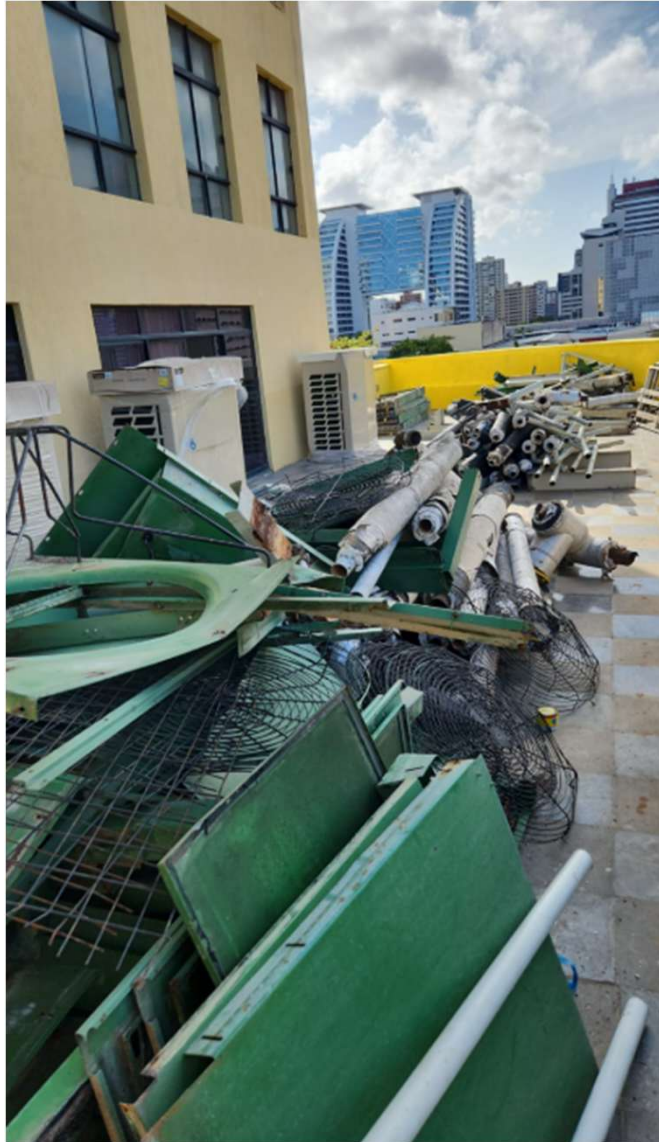
Detalhes de Execução

Chegada das máquinas



Detalhes de Execução

Chiller Desmontado



Detalhes de Execução

Descarte de Material Reciclado

**26,3
toneladas**



OBRIGADO