

MEC - SETEC
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DE MINAS GERAIS – *campus* FORMIGA
BACARELADO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

**ESTUDO DE CASO: IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE
GERAÇÃO DE ENERGIA DE EMERGÊNCIA AUTOMATIZADO**

Nome: Bruno Ribeiro

Orientador: Prof. Me. Marcus Vinícius de Paiva

FORMIGA - MG

2025

BRUNO RIBEIRO

**ESTUDO DE CASO: IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE
GERAÇÃO DE ENERGIA DE EMERGÊNCIA AUTOMATIZADO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica do Instituto Federal de Minas Gerais - campus Formiga como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Orientador: Prof. Me. Marcus Vinícius de Paiva

FORMIGA - MG

2025

Ribeiro, Bruno
R621.1 e Estudo de caso: implementação de um sistema de geração de energia de emergência automatizado. / Bruno Ribeiro – Formiga : IFMG, 2025.
49 p. :il. color.

Orientador: Prof. Marcos Vinícius de Paiva
Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica) –
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – *Campus*
Formiga.

1. Geração de energia. 2. Automação. 3. Mogogerador. 4. NR-10. 5.
Sistema de emergência. I. Paiva, Marcus Vinícius de. II. Título.

CDD 621.31

BRUNO RIBEIRO

ESTUDO DE CASO: IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE GERAÇÃO DE ENERGIA DE EMERGÊNCIA AUTOMATIZADO

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica do Instituto Federal de Minas Gerais - campus Formiga, como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Aprovado em 04 de dezembro de 2025.

Nota: 85 pontos.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Me. Marcus Vinícius de Paiva (Orientador)



Prof. Me. Gabriel Soares Cambraia



Prof. Me. Marco Antônio Silva Pereira

FORMIGA - MG

2025

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais e à minha irmã,
que me encorajaram e me deram todo o suporte
necessário para que este sonho se tornasse realidade.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, por me guiar, fortalecer e abençoar ao longo de toda a minha vida, concedendo-me sabedoria e perseverança para alcançar mais esta etapa.

Aos meus pais, Simone e Sidnei, pelo amor incondicional, pelo apoio constante e por sempre acreditarem em mim, proporcionando-me as melhores condições para meu crescimento pessoal e acadêmico, sendo meus maiores exemplos e heróis.

A minha irmã, Yasmin, pelo carinho, proteção e pelos conselhos transmitidos por meio de palavras e atitudes, que muito contribuíram para minha formação.

A minha amiga de turma, namorada e companheira de vida, Thaís, pelo apoio diário, pela paciência e por estar ao meu lado nos momentos mais desafiadores, tornando essa jornada mais leve, tranquila e significativa.

Aos amigos e amigas, que desempenharam um papel fundamental ao longo dessa trajetória, oferecendo apoio, companheirismo e tornando os momentos difíceis mais leves.

Ao meu orientador, Marcus, pela disponibilidade, paciência, parceria e valiosos ensinamentos compartilhados ao longo de todo o curso, essenciais para a conclusão deste trabalho.

A todos os servidores do IFMG – Campus Formiga, pelo comprometimento, dedicação e empenho em proporcionar um ambiente acadêmico de qualidade e aprendizado contínuo.

EPÍGRAFE

“Deus não escolhe os capacitados, mas capacita os escolhidos.”

(Autor desconhecido)

RESUMO

Este trabalho tem como finalidade apresentar o desenvolvimento e a implementação de um sistema de geração de energia elétrica de emergência em uma igreja, utilizando um motogerador à gasolina, integrado a um sistema de transferência automática. A proposta surgiu da necessidade de atender às exigências do Corpo de Bombeiros e do Ministério Público do Brasil quanto à instalação de um sistema de iluminação de emergência e combate a incêndio, assegurando a continuidade das atividades do templo sem comprometer sua estrutura arquitetônica. A metodologia envolveu o dimensionamento e a instalação do motogerador, a integração do controlador de transferência automática e da chave de transferência, além do desenvolvimento de um painel elétrico conforme os requisitos da Norma Regulamentadora nº 10 (NR-10). O sistema foi configurado para realizar automaticamente as funções de partida, desligamento e transferência de carga entre as fontes de energia. Foram realizadas adaptações no motogerador, incluindo a instalação de sensor de temperatura, atuador automático do afogador e conector de comunicação. Os resultados obtidos demonstraram o funcionamento estável e eficiente do sistema, garantindo o fornecimento contínuo de energia em casos de falha da rede pública.

Palavras-chave: Geração de energia; Automação; Motogerador; NR-10; Sistema de emergência.

ABSTRACT

This work aims to present the development and implementation of an emergency electric power generation system in a church, using a gasoline generator set integrated with an automatic transfer system. The proposal arose from the need to meet the requirements of the Fire Department and the Brazilian Public Prosecutor's Office regarding the installation of an emergency lighting and fire protection system, ensuring the continuity of the temple's activities without compromising its architectural structure. The methodology involved the sizing and installation of the generator set, the integration of the automatic transfer controller and transfer switch, as well as the development of an electrical panel in accordance with the requirements of Regulatory Standard No. 10 (NR-10). The system was configured to automatically perform starting, shutdown, and load transfer functions between power sources. Adaptations were made to the generator set, including the installation of a temperature sensor, an automatic choke actuator, and a communication connector. The results obtained demonstrated stable and efficient operation of the system, ensuring continuous power supply in the event of public grid failure.

Keywords: Power generation; Automation; Generator; NR-10; Emergency system.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Chave GLOQ7-100/4P-63A.....	14
Figura 2 – Componentes principais da chave GLOQ7-100/4P-63A.....	15
Figura 3 – Dimensões da chave GLOQ7-100/4P-63A.....	16
Figura 4 – Diagrama interno da chave GLOQ7-100/4P-63A.....	17
Figura 5 – Diagrama de ligação da chave GLOQ7-100/4P-63A.....	18
Figura 6 – Controlador CTA-RG30.....	19
Figura 7 – Descrição dos terminais.....	19
Figura 8 – Diagrama de ligação do CTA-RG30.....	21
Figura 9 – Cabo para conexão com a placa controladora.....	22
Figura 10 – Interface do <i>software</i> de configuração do CTA-RG30.....	22
Figura 11 – Sinalização e controle do controlador CTA-RG30.....	24
Figura 12 – Principais componentes do Motogerador BFG 12000.....	25
Figura 13 – Painel elétrico conforme NR10.....	28
Figura 14 – Fluxograma do projeto.....	29
Figura 15 – Motogerador BFG 12000.....	32
Figura 16 – 1º Folha do diagrama do painel elétrico.....	32
Figura 17 – 2º Folha do diagrama do painel elétrico.....	33
Figura 18 – Parte interna do painel elétrico.....	34
Figura 19 – Kit de montagem de automação do afogador para geradores a gasolina.....	36
Figura 20 – Motogerador com atuador instalado.....	36
Figura 21 – Sensor de temperatura.....	37
Figura 22 – Conector instalado no motogerador.....	38
Figura 23 – Conector com o cabo de comunicação.....	39
Figura 24 – Relé auxiliar.....	40
Figura 25 – Gerador de energia ligado.....	41
Figura 26 – Painel demonstrando a alimentação pela rede elétrica.....	42
Figura 27 – Painel demonstrando a alimentação pelo gerador.....	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Descrição dos terminais do controlador CTA-RG30.....	20
Tabela 2 – Parâmetros do <i>software</i> do controlador CTA-RG30.....	23
Tabela 3 – Características técnicas do motogerador BFG-12000.....	26
Tabela 4 – Potência das cargas.....	30
Tabela 5 – Características da instalação.....	30
Tabela 6 – Custos do projeto.....	44

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

°C – Graus Celsius

A – Ampere

AC – *Alternating Current*

AVR – *Automatic Voltage Regulator*

C – Comprimento

CTA – Chave de Transferência Automática

cv – Cavalo-Vapor

dB(A) – Decibel

DC – *Direct Current*

G.M.G. – Grupo Motor-Gerador

Hz – Hertz

kg – Quilogramas

kV – Quilovolts

kVA – Quilovolt-Ampere

kW – Quilowatt

L – Litros

LED – *Light Emitting Diode*

m – Metro

mm – Milímetro

mm² – Milímetros quadrados

NA – Normalmente Aberto

NAF – Normalmente Aberto e Normalmente Fechado

NBR – Norma Brasileira Regulamentadora

NF – Normalmente Fechado

NR – Norma Regulamentadora

Q.D.C – Quadro de Distribuição de Circuitos

Qtd. – Quantidade

R\$ – Reais

Un. – Unidade

USB – *Universal Serial Bus*

V – Volt

Vca – Volts de Corrente Alternada

Vcc – Volts de Corrente Contínua

W – Watt

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	13
2.	REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1	Chave de transferência automática GLOQ7-100/4P-63A	14
2.2	Controlador de transferência automática CTA-RG30	18
2.3	Motogerador BFGÉ modelo 12000 Plus.....	24
2.4	Painel elétrico padrão NR-10	27
3.	METODOLOGIA E DESENVOLVIMENTO	29
4.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	35
4.1	Atuador automático do afogador	35
4.2	Sensor de temperatura	37
4.3	Conector do cabo de comando entre o gerador e o painel elétrico	37
4.4	Relé auxiliar de parada do motogerador.....	39
4.5	Resultados obtidos	40
4.6	Custos do projeto	44
5.	CONCLUSÃO.....	46
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47

1. INTRODUÇÃO

A continuidade no fornecimento de energia elétrica é um fator essencial para garantir a segurança e o funcionamento adequado de diversas instalações. Em ambientes como igrejas, onde ocorrem reuniões, celebrações e eventos comunitários, a interrupção de energia pode comprometer atividades, causar transtornos aos frequentadores e até danificar equipamentos elétricos.

Visando minimizar esses impactos, o presente trabalho apresenta o desenvolvimento e a instalação de um sistema de geração de energia auxiliar em uma igreja, utilizando um motogerador à gasolina, integrado a um sistema de transferência automática entre a fonte primária (rede elétrica da concessionária) e a rede secundária (gerador elétrico). Esse sistema permite a comutação imediata entre as fontes de energia elétrica, garantindo o restabelecimento rápido da alimentação elétrica em casos de falha no fornecimento da concessionária.

A demanda pela instalação do sistema partiu da necessidade de implementação do sistema de combate a incêndio na Igreja Matriz, após manifestação do Ministério Público por essa obrigatoriedade. Além disso, após o recebimento da notificação do órgão federal, o Corpo de Bombeiros indicou que havia a necessidade de, junto ao sistema de combate a incêndio, providenciar um sistema de iluminação de emergência, em que duas possibilidades foram levantadas: iluminação de emergência com luminárias específicas para tal ou a instalação de um gerador de energia elétrica que mantivesse a alimentação da iluminação interna já existente.

Pensando em evitar a instalação de novas luminárias e a possível descaracterização da arquitetura visual da igreja, foi definida a escolha pela instalação do sistema de geração de energia. Além disso, o gerador deveria ser suficiente para o fornecimento de energia elétrica para as bombas de água do sistema de proteção e combate a incêndio e, por escolha dos responsáveis pela administração da igreja, ficou definido que toda a potência demandada pela instalação também fosse contemplada.

O projeto compreendeu o dimensionamento e especificação do motogerador, projeto, especificação e confecção de um painel elétrico conforme as exigências da Norma Regulamentadora nº 10 (NR-10), assegurando que a instalação atenda aos requisitos de segurança e sinalização adequados, que inclui um controlador e uma chave de transferência automática, responsáveis por gerenciar a partida e a parada do gerador, bem como a transferência de carga de forma confiável e segura e, por fim, a instalação e testes de todo o sistema.

Dessa forma, este trabalho tem como objetivo demonstrar o processo de implementação do sistema de geração de energia de emergência, destacando sua importância para a continuidade das atividades da referida igreja, a conformidade com as normas técnicas vigentes e a aplicação prática dos conhecimentos adquiridos ao longo do curso de Engenharia Elétrica.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo apresenta a descrição dos principais componentes e equipamentos utilizados para desenvolvimento do projeto de implementação do sistema de geração de energia elétrica proposto.

2.1 Chave de transferência automática GLOQ7-100/4P-63A

A chave de transferência automática (CTA) utilizada no projeto é o modelo GLOQ7-100/4P-63A, da marca SIBRATEC, um dispositivo essencial em sistemas de alimentação elétrica que exigem alta confiabilidade e continuidade no fornecimento de energia. Sua principal função é realizar a comutação automática entre duas fontes de alimentação, geralmente entre a rede elétrica principal e uma fonte secundária, como um gerador, sistema fotovoltaico, eólico ou *nobreak*. A Figura 1 apresenta a CTA GLOQ7-100/4P-63A.

Figura 1 - Chave GLOQ7-100/4P-63A.

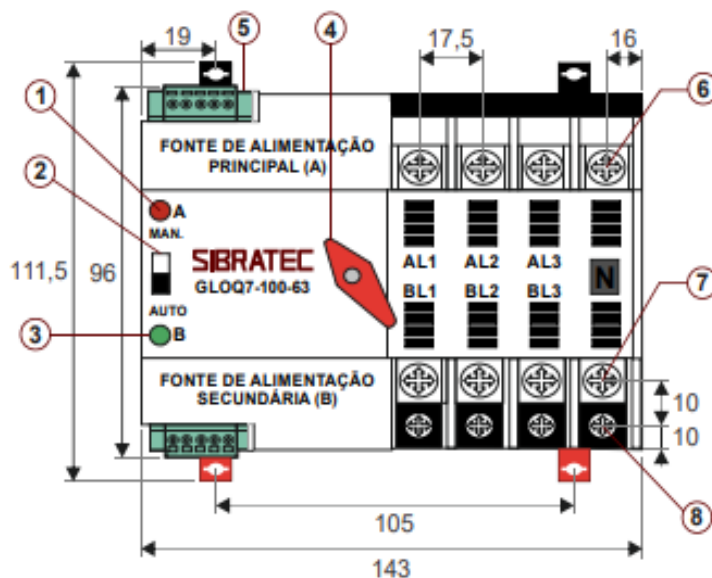


Fonte: Sibratec.

O modelo GLOQ7-100/4P-63A, produzido pela Sibratec, é uma chave de transferência automática projetada para sistemas de emergência em corrente alternada (AC) de 50 ou 60 Hz, com tensão nominal de até 400 V e comando em 220 Vca. Com capacidade de corrente nominal de 63 A, este equipamento apresenta estrutura compacta e de fácil instalação, podendo ser

montado vertical ou horizontalmente, no trilho DIN ou fixado diretamente ao painel. A Figura 2 apresenta a visão frontal da chave de transferência automática GLOQ7-100/4P-63A, destacando sua estrutura física e componentes principais.

Figura 2 – Componentes principais da chave GLOQ7-100/4P-63A.



Fonte: Sibratec.

A seguir, são descritos os componentes numerados na Figura 2:

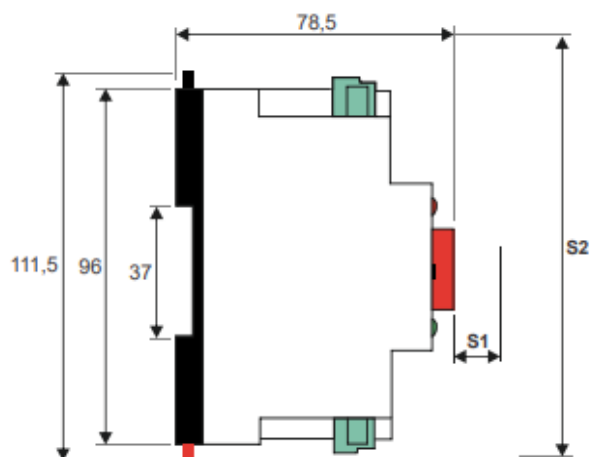
1. Indicador da rede principal;
2. Seletor de operação Manual/Automático;
3. Indicador da rede secundária;
4. Alavanca manual de seleção da fonte;
5. Terminal (Borne) de alimentação do comando e contato auxiliar;
6. Terminal de circuito principal de alimentação;
7. Terminal do circuito de alimentação secundário;
8. Terminal do circuito da carga;
9. Indicador de posição de status.

É importante lembrar que, com o seletor de operação na posição manual, em caso de falta no fornecimento de energia elétrica a partir da rede pública, o sistema não realizará a comutação/transferência para a fonte secundária de forma automática. Dessa forma, para o bom funcionamento do sistema, dentro daquilo que este se propõe, é importante verificar o correto posicionamento deste seletor, uma vez que ele definirá a forma de seleção da fonte de energia.

Na posição “Manual”, a alternância entre as fontes de alimentação deve ser realizada manualmente a partir da alavanca de seleção.

A Figura 3 apresenta as dimensões da chave a partir de uma vista lateral.

Figura 3 – Dimensões da chave GLOQ7-100/4P-63A.



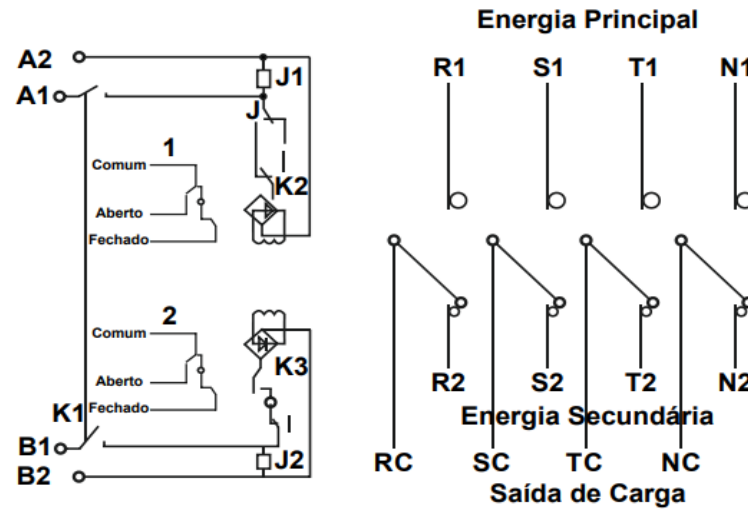
Fonte: Manual Sibratec.

As distâncias de segurança apresentadas na Figura 3 são:

- $S1 \geq 30 \text{ mm}$;
- $S2 \geq 203 \text{ mm}$.

Entre suas características técnicas destacam-se: grau de proteção IP00, tensão de isolamento nominal de 660 V, tensão suportável de impulso de 8 kV e vida mecânica estimada em até 20.000 manobras. O tempo de transferência entre as fontes é de aproximadamente 0,5 segundos, o que garante uma transição rápida e segura. Vale ressaltar que a chave não atua diretamente no acionamento do gerador, sendo responsável apenas pela comutação entre as fontes de energia. A Figura 4 ilustra o diagrama interno de funcionamento da chave, permitindo a visualização do modo como as fontes e a carga são conectadas.

Figura 4 – Diagrama interno da chave GLOQ7-100/4P-63A.



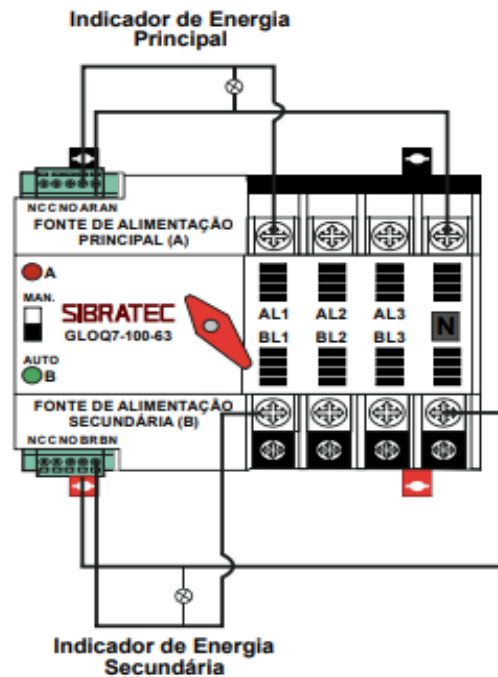
Fonte: Sibratec.

A seguir, são descritos os elementos destacados no diagrama da Figura 4:

- **K1:** Interruptor de seleção (Manual/Automático);
- **K2, K3:** Posição interna do interruptor;
- **J:** Relé de alimentação 220 V.

O funcionamento da GLOQ7-100/4P-63A inclui indicadores luminosos para sinalização da fonte ativa, seletor de modo de operação (manual ou automático) e alavanca manual para intervenção em casos de emergência. O sistema de controle interno conta com relé de alimentação, bornes de comando e contatos auxiliares, o que permite integração eficiente com sistemas de automação e supervisão. A Figura 5 mostra o diagrama de ligação do controlador, responsável pela lógica de comutação automática entre as fontes.

Figura 5 – Diagrama de ligação da chave GLOQ7-100/4P-63A.



Fonte: Sibratec.

2.2 Controlador de transferência automática CTA-RG30

O controlador de transferência automática CTA-RG30 é um equipamento projetado para garantir a continuidade do fornecimento de energia elétrica em sistemas que utilizam geradores. Sua principal função é gerenciar automaticamente a comutação entre a rede elétrica principal e um gerador, iniciando o funcionamento do gerador em caso de falha de energia na rede e retornando à rede quando o fornecimento for restabelecido. A Figura 6 apresenta o controlador CTA-RG30.

Figura 6 – Controlador CTA-RG30.



Fonte: Manual CCA Eletrônica.

Este controlador é indicado para pequenos e médios geradores, a gasolina ou diesel, e pode ser utilizado com chaves e contatores de até 800 A. Sua alimentação é em 12 Vcc, com consumo de 10 W, e operação confiável em temperaturas entre -5° C e 40° C. Ele possui encaixe para trilho DIN e conta com conexão via porta micro-USB para configuração por meio de *software* gratuito disponibilizado pelo fabricante. A Figura 7 descreve os terminais do controlador.

Figura 7 – Descrição dos terminais.



Fonte: CCA Eletrônica.

A Tabela 1 apresenta a descrição dos terminais do controlador CTA-RG30, com suas funções e sinais correspondentes.

Tabela 1 – Descrição dos terminais do controlador CTA-RG30.

Terminal	Descrição	Sinal
01 e 09	Sinalização de erro	12 Vcc
02 e 03	Sinal para Transferência Rede Principal	220 V
04 e 05	Sinal para Transferência Rede Secundária	220 V
06 e 07	Sinal de parada bomba combustível (afogador)	Contato NF
08	Sinal de para partida do gerador	+12 Vcc
10 e 11	Conexão com a Fonte	12 Vcc
12 e 13	Conexão com a bateria do gerador	12 Vcc
14	Conexão comum para Botões	+12 Vcc
15	Sinal chave seletora manual/automático	+12 Vcc
16	Sinal botoeira liga gerador	+12 Vcc
17	Sinal botoeira desliga gerador	+12 Vcc
18 e 19	Amostra de Tensão da Rede Secundária	220 V
20 e 21	Amostra de Tensão da Rede Principal	220 V

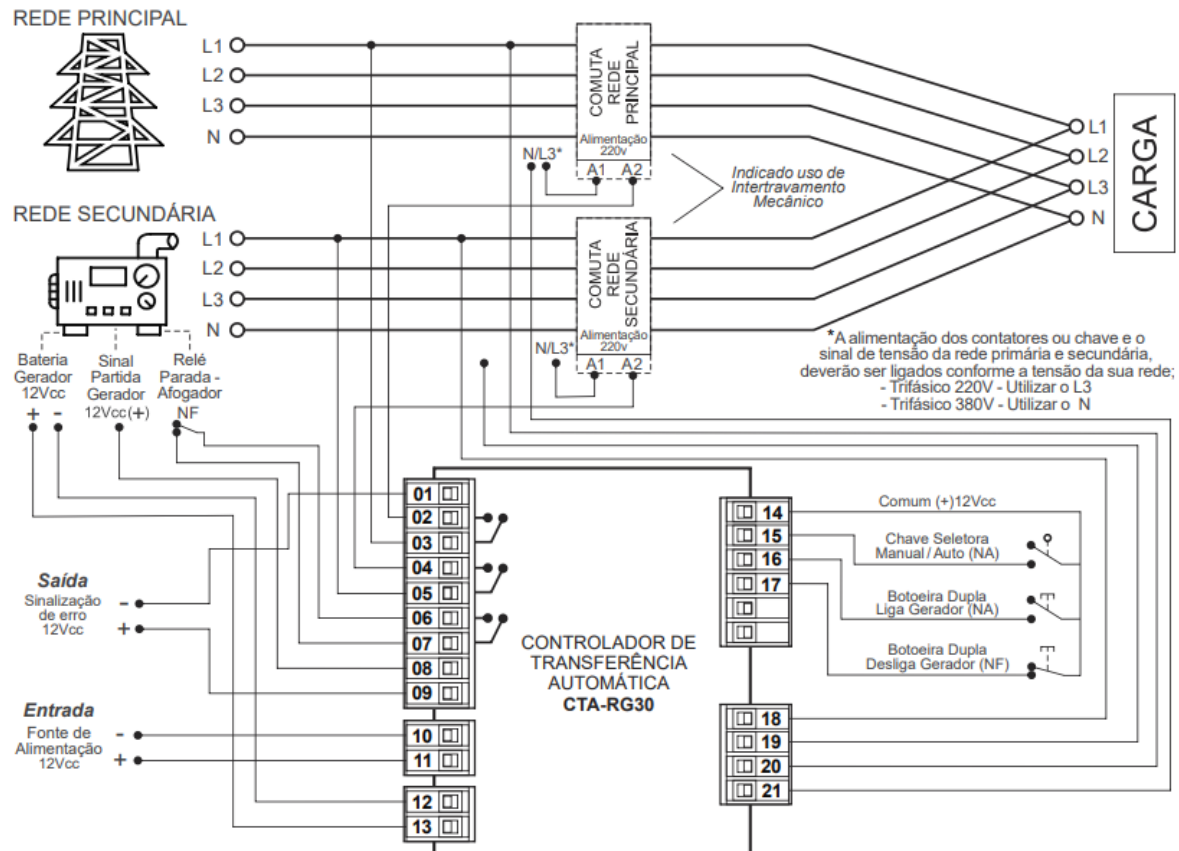
Fonte: Próprio autor (2025).

A Figura 8 mostra o diagrama de ligação do CTA-RG30, detalhando os terminais utilizados para conexão com a rede, o gerador, sensores e atuadores.

Entre suas principais funcionalidades estão: partida automática do gerador em caso de queda da rede pública, parada automática do gerador em caso de restabelecimento da energia da rede pública, controle de transferência entre as fontes, carregamento da bateria do gerador, indicação de *status* por *LEDs*, programação de testes automáticos, programação de parâmetros

de tempo das principais funções e quantidade de tentativas de partida do gerador. O controlador também oferece sinalização de erros e opção de *reset* manual para correções e atualização de configurações.

Figura 8 – Diagrama de ligação do CTA-RG30



Fonte: CCA Eletrônica.

Para configuração dos parâmetros é necessária a conexão entre a placa e um dispositivo com o *software* instalado, normalmente, um *notebook*. O cabo necessário para a conexão é um do tipo *USB-Mini USB*, conforme apresentado na Figura 9.

Figura 9 – Cabo para conexão com a placa controladora.



Fonte: Phoenix Contact (2025).

A Figura 10 apresenta a interface do *software* de configuração do CTA-RG30, no qual é possível definir os tempos de partida, afogador, resfriamento, testes e outras variáveis específicas de operação.

Figura 10 – Interface do *software* de configuração do CTA-RG30.



Fonte: Manual CCA Eletrônica.

A Tabela 2 apresenta a descrição dos parâmetros do *software* do controlador CTA-RG30.

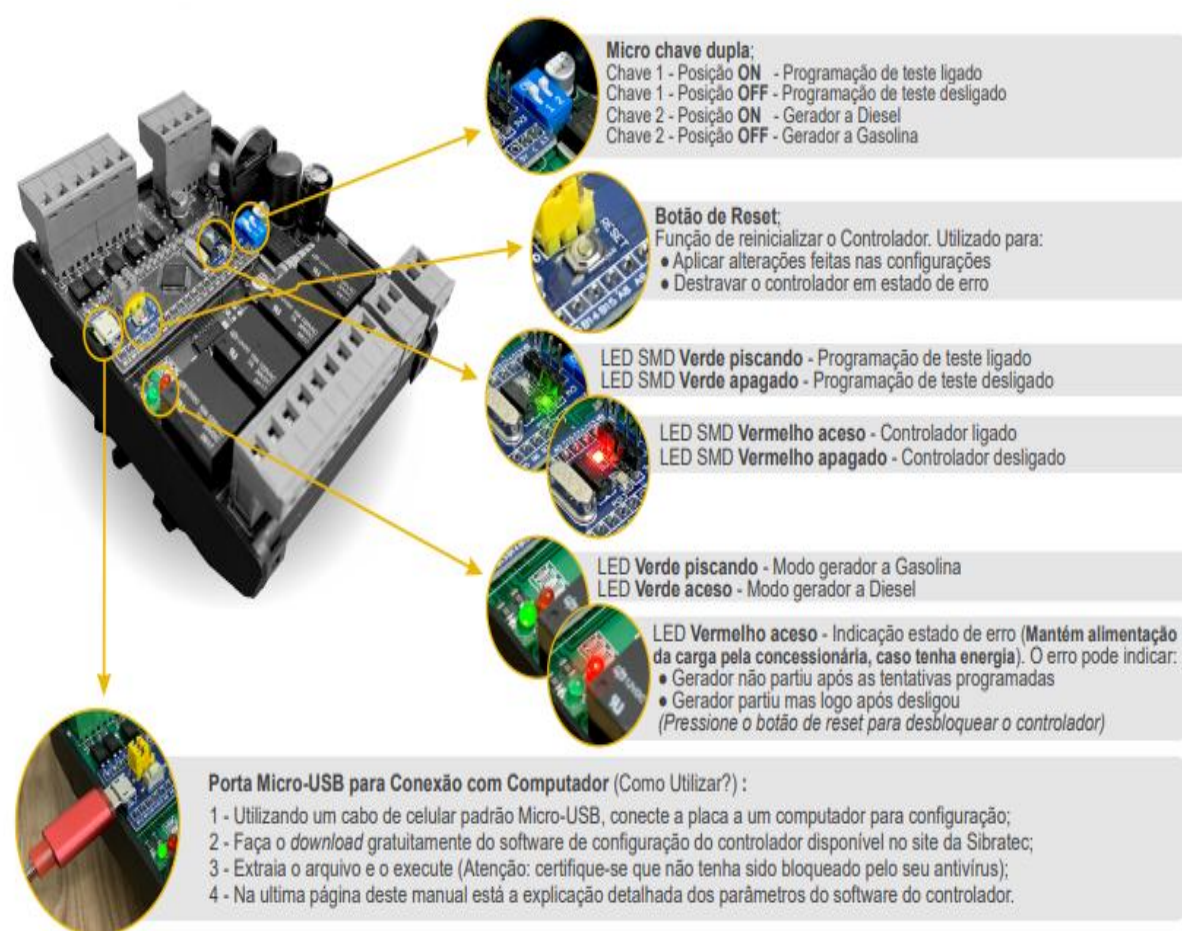
Tabela 2 - Parâmetros do *software* do controlador CTA-RG30.

Indicação	Nome	Valores	Valores Padrão	Valores Utilizados	Explicação
01	Número de tentativas de ligar	1 a 5 Tentativas	3	4	Tentativas que o controlador irá fazer para ligar o gerador
02	Tempo Afogador	1 a 5 Tentativas	5	4	Tempo do afogador necessário para que o gerador desligue
03	Tempo de Resfriamento	1 a 30 Segundos	20	30	Tempo pelo qual o gerador irá ficar ligado para resfriamento, após ter sido utilizado para alimentar a carga
04	Tempo de Partida	1 a 20 Segundos	5	1	Tempo de atraso para ligar o gerador após falta da rede principal
05	Tempo de Aquecimento	1 a 60 Segundos	20	5	Tempo do gerador ligado para fazer a transferência de carga
06	Tempo de Arranque	1 a 10 Segundos	3,5	4	Duração do tempo de arranque para dar partida no gerado
07	Tempo para Retorno da Rede	1 a 300 Segundos	10	60	Tempo de atraso após o retorno da rede principal, para fazer a transferência da carga para a rede principal
08	Tempo entre as partidas	1 a 60 Segundos	10	5	Tempo entre as tentativas de partir o gerador
09	Configuração de conexão	1 a 127 Portas	1	1	No campo selecione a porta de comunicação utilizada pelo controlador. Após isso, clique em “Conectar” para poder fazer alterações
10	Duração dos Testes	1 a 30 Minutos	10	3	Quanto tempo o gerador ficará ligado em cada um dos testes
11	Intervalo de Dias dos Testes	3 a 14 Dias	7	7	Intervalo de dias em que serão feitos os testes do gerador
12	Hora para o Teste	00:00 Horário	10:00	10:00	Horário do dia em que será feita a ligação de teste do gerador
13	Ajuste da Data/Hora	Data e Hora	Atual	Atual	O botão sincronizar ajusta o horário de acordo com o PC

Fonte: Próprio autor (2025).

A Figura 11 ilustra os principais recursos de sinalização e controle do controlador de transferência automática CTA-RG30. Estão destacados os LEDs indicadores de *status* operacional, os modos de teste, os tipos de gerador, bem como o botão de *reset* e a porta micro-USB utilizada para conexão com o computador e configuração do dispositivo. Esses elementos são essenciais para o monitoramento do funcionamento e para ajustes personalizados conforme a aplicação.

Figura 11 – Sinalização e controle do controlador CTA-RG30



Fonte: CCA Eletrônica.

2.3 Motogerador BFGE modelo 12000 Plus

O motogerador BFGE 12000 da fabricante Buffalo é um equipamento trifásico de alta potência, projetado para fornecer energia elétrica confiável em aplicações que demandam desempenho contínuo e robustez. É indicado para uso em sistemas de *backup*, obras, estabelecimentos comerciais, indústrias e outras situações em que a falta de energia da rede

possa comprometer operações críticas. A Figura 12 apresenta a visão geral do motogerador BFGE 12000, destacando seus principais componentes estruturais e de operação.

Figura 12 – Principais componentes do Motogerador BFGE 12000.



Fonte: Manual Buffalo 4T.

A descrição dos componentes correspondentes a cada numeração apresentada na Figura 12 são os seguintes:

1. Puxador Retrátil;
2. Torneira de Combustível;
3. Visor de Combustível;
4. Chave Liga/Desliga (motor);
5. Tampa do Tanque;
6. V.F.T (Voltímetro, Frequencímetro, *Timer*);
7. Disjuntor;
8. Tomadas AC;
9. Bujão do Nível de Óleo;
10. Bujão do Dreno do Cáster;
11. Bateria.

Esse modelo possui potência nominal de 8,5 kW (10,5 kVA) e potência máxima de 10,0 kW (12,5 kVA), operando na tensão de saída 220 V, com frequência de 60 Hz. Conta com

sistema de controle de tensão automático (AVR), carregador de bateria 12 V (8,3 A) integrado e tanque de combustível com capacidade de 25 litros, proporcionando autonomia aproximada de 9 horas a 50% da carga.

O motor do BFGGE 12000 possui 16 cavalos de potência e sistema de partida elétrica, oferecendo praticidade e agilidade no acionamento. Seu nível de pressão sonora é de aproximadamente 76 dB(A), adequado para operações ao ar livre ou em locais com controle de ruído. A tabela 3 apresenta as características técnicas do BFGGE 12000, com dados de potência, tensão, consumo e dimensões físicas.

Tabela 3 – Características técnicas do motogerador BFGGE 12000.

Modelo	BFGGE 12000
Código	61636 (220 V)
Disjuntor (A)	28 (220 V)
Potência Nominal (kW)	8,5 kW e 10,5 kVA
Potência Máxima (kW)	10 kW e 12,5 kVA
Tensão de Saída (V)	220 V
Frequência (Hz)	60
Controle de Tensão	AVR
Carregador de Bateria	12 V e 8,3 A
Fases	Trifásico
Capacidade do Tanque (L)	25
Autonomia com 50% de carga	9 horas
Peso (kg)	95,1
Dimensões (C x L x A) (mm)	788 x 545 x 580
Nível de Pressão Sonora	76 dB(A)
Motor (cv)	16,0
Sistema de Partida	Manual e Elétrica

Fonte: Próprio autor (2025).

O motogerador é equipado com recursos de segurança como sistema de alerta de óleo, disjuntor de proteção contra sobrecarga e filtro de ar de fácil manutenção. Além disso, segue as normas NBR-06396 e NR-12, garantindo conformidade técnica e segurança operacional.

2.4 Painel elétrico padrão NR-10

A segurança em instalações e serviços com eletricidade é um tema de extrema relevância, regido no Brasil pela Norma Regulamentadora nº 10 (NR-10). Esta norma estabelece as condições mínimas para garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores que interagem com sistemas elétricos, prevenindo acidentes como choques, arcos elétricos e incêndios.

A NR-10, em sua essência, é um conjunto de requisitos que visa à proteção dos trabalhadores. Entre seus pontos principais, destacam-se:

- **Medidas de Controle:** Exige a adoção de medidas de controle, como desenergização, aterramento, proteções adicionais e sinalização de segurança, para garantir que as intervenções em sistemas elétricos sejam realizadas com o mínimo de risco;
- **Capacitação e Autorização:** Determina que apenas pessoas capacitadas, qualificadas, habilitadas e/ou autorizadas podem atuar em instalações elétricas, como reforçado pela sinalização de segurança no painel;
- **Procedimentos de Segurança:** Impõe a elaboração de procedimentos de trabalho para garantir que as atividades com eletricidade sejam executadas de forma padronizada e segura.

O painel na Figura 13 é um exemplo de como a NR-10 é aplicada no projeto e na construção de equipamentos elétricos. Cada componente desempenha um papel fundamental na segurança operacional.

Figura 13 – Painel elétrico conforme NR10.



Fonte: Próprio autor (2025).

A etiqueta de "PERIGO - RISCO DE CHOQUE ELÉTRICO" e a placa "NR-10" são requisitos obrigatórios da norma. A sinalização deve ser clara, durável e facilmente visível para alertar sobre os riscos. Além disso, a etiqueta "Eletricidade não abra - somente pessoal autorizado" é um reflexo direto da exigência da norma sobre a restrição de acesso a pessoas não qualificadas.

O botão de "PARADA DE EMERGÊNCIA", de cor vermelha e formato de cogumelo, é um item de segurança vital. A NR-10, a NR-12 e outras normas técnicas, como a NBR-5410, exigem que painéis e máquinas com risco elétrico possuam um meio de interrupção de emergência para que a alimentação possa ser rapidamente desligada em caso de falha ou acidente.

As luzes de sinalização "ALIMENTAÇÃO REDE", "ERRO" e "ALIMENTAÇÃO GERADOR" fornecem informações em tempo real sobre o *status* do sistema. A NR-10 apoia o uso desses indicadores para permitir que o operador monitore o funcionamento do painel de uma distância segura, reduzindo a necessidade de contato direto e minimizando o risco de acidentes.

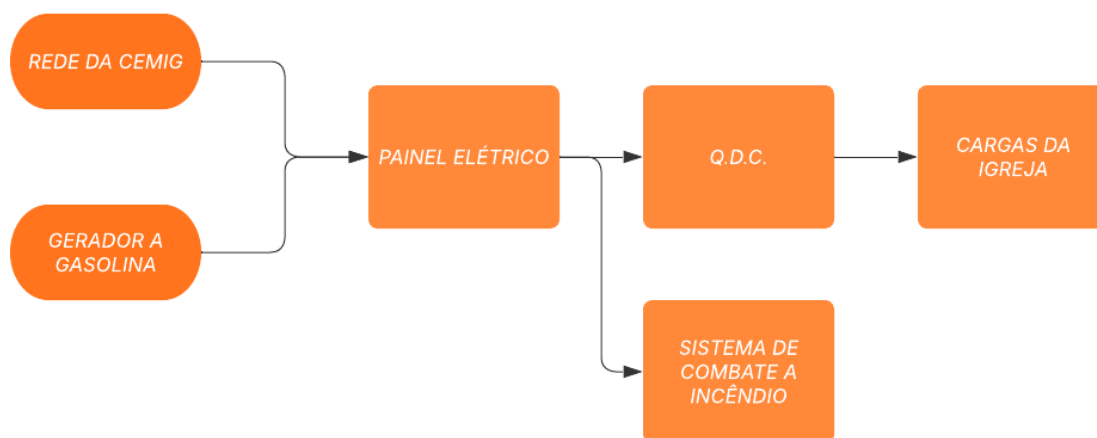
Além da NR-10, o projeto e a montagem de painéis elétricos devem seguir outras normas técnicas para garantir a segurança e a funcionalidade da instalação. A NBR-5410 (Instalações Elétricas de Baixa Tensão) é a mais relevante, pois estabelece as condições que as instalações devem satisfazer para garantir a segurança de pessoas e bens. A conformidade com estas normas é fundamental para que o painel seja considerado seguro e confiável.

3. METODOLOGIA E DESENVOLVIMENTO

A necessidade de elaboração deste projeto surgiu após uma notificação do Ministério Público Federal e de uma intimação pelo Corpo de Bombeiros, a qual determinava a obrigatoriedade da instalação de lâmpadas de emergência, de modo a garantir a sinalização adequada dos pontos de evacuação. No entanto, devido às dimensões da igreja, seria necessário o uso de luminárias de alta potência, de tamanho expressivo, que poderiam comprometer a estética do ambiente.

Diante dessa situação, foi proposta aos responsáveis a implementação de um sistema de geração auxiliar de energia, composto por um motorgerador à gasolina, integrado a um quadro de transferência automática. Essa solução atendeu às exigências do Corpo de Bombeiros sem prejudicar a preservação arquitetônica do local. O fluxograma da Figura 14 ilustra como o sistema funciona sem depender da rede elétrica pública.

Figura 14 – Fluxograma do projeto.



Fonte: Próprio autor (2025).

Para viabilizar a instalação, foi construída uma sala específica destinada a abrigar o gerador e o painel elétrico, assegurando a proteção contra acidentes e atendendo à normativa do Corpo de Bombeiros a respeito do risco de incêndio do próprio gerador. Além disso, a igreja

precisou realizar outras adaptações, como a instalação do sistema de proteção e combate a incêndio, corrimãos e a incorporação de demais elementos de segurança.

Com a conclusão da obra civil, procedeu-se à instalação do painel elétrico responsável pela comutação, automática ou manual, da alimentação da igreja. Adicionalmente, a paróquia responsável pela igreja solicitou que, além do sistema de iluminação, o motogerador garantisse o funcionamento de toda a demanda de potência da instalação, além das bombas do sistema de combate a incêndio. Os valores das cargas alimentadas foram inseridos na Tabela 4.

Tabela 4 – Potência das cargas.

Nº	Carga	Potência Total Nominal	Potência Total no Pico
1	Iluminação	1500 W	1500 W
2	Sistemas Auxiliares	1000 W	1000 W
3	Tomadas e Sistema de Som	2500 W	2500 W
4	Ventiladores	2400 W	7200 W
5	Bomba do Sistema de Incêndio (3 CV)	2210 W	6630 W

Fonte: Próprio autor (2025).

A carga denominada “Sistemas Auxiliares” é composta pelos circuitos de comando do relógio, comando do sino, sistema de internet e iluminação da torre. Com base na demanda dessas cargas, foi elaborado um resumo das características da instalação, conforme apresentado na Tabela 5.

Tabela 5 – Características da instalação.

Potência total instalada	9,61 kW
Potência simultânea máxima	7,4 kW
Tipo	Trifásico a 4 fios (3F + N)
Tensão nominal	220 V

Corrente nominal máxima	35 A
Corrente de pico máxima	50 A
Cabo de alimentação	16 mm ² x 4 fios
Comprimento do circuito (G.M.G. ao Q.D.C.)	Aproximadamente 20 metros

Fonte: Próprio autor (2025).

As correntes consideradas refletem a utilização simultânea máxima das cargas previstas, incluindo tomadas, iluminação e equipamentos auxiliares. A potência simultânea máxima foi definida com base na condição mais crítica de operação, correspondente ao funcionamento conjunto das cargas usuais com os ventiladores. Considerando a corrente nominal máxima estimada e o comprimento aproximado do circuito, foi especificado cabo de alimentação com seção de 16 mm², assegurando níveis adequados de segurança elétrica e desempenho da instalação. Ressalta-se que, durante a alimentação pelo gerador, o acionamento dos ventiladores é opcional e realizado manualmente, enquanto a bomba de incêndio, em situações de emergência, é acionada automaticamente, sem necessidade de intervenção humana.

As cargas de maior potência consideradas no projeto são os ventiladores e a bomba de incêndio. Entretanto, conforme o critério de operação adotado, essas cargas não atuam simultaneamente em casos de interrupção no fornecimento de energia pela concessionária. Nessas condições, apenas a iluminação de emergência e o sistema de combate a incêndio possuem retorno automático de alimentação sob suprimento do gerador. Para atender a essa demanda com margem de segurança adequada, tornou-se necessária a adoção de um equipamento de maior potência, optando-se pelo motogerador modelo BFGE 12000, da fabricante Buffalo, apresentado na Figura 15.

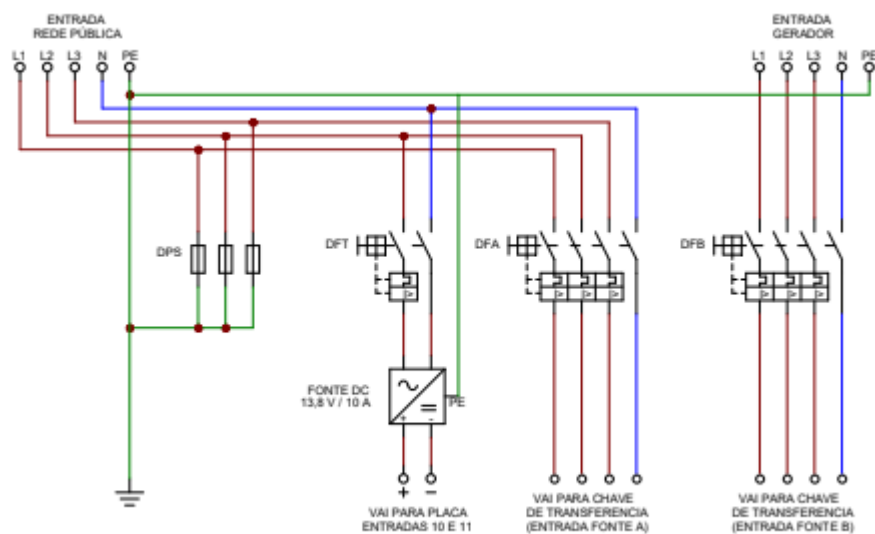
Figura 15 - Motogerador BFG 12000.



Fonte: Próprio autor (2025).

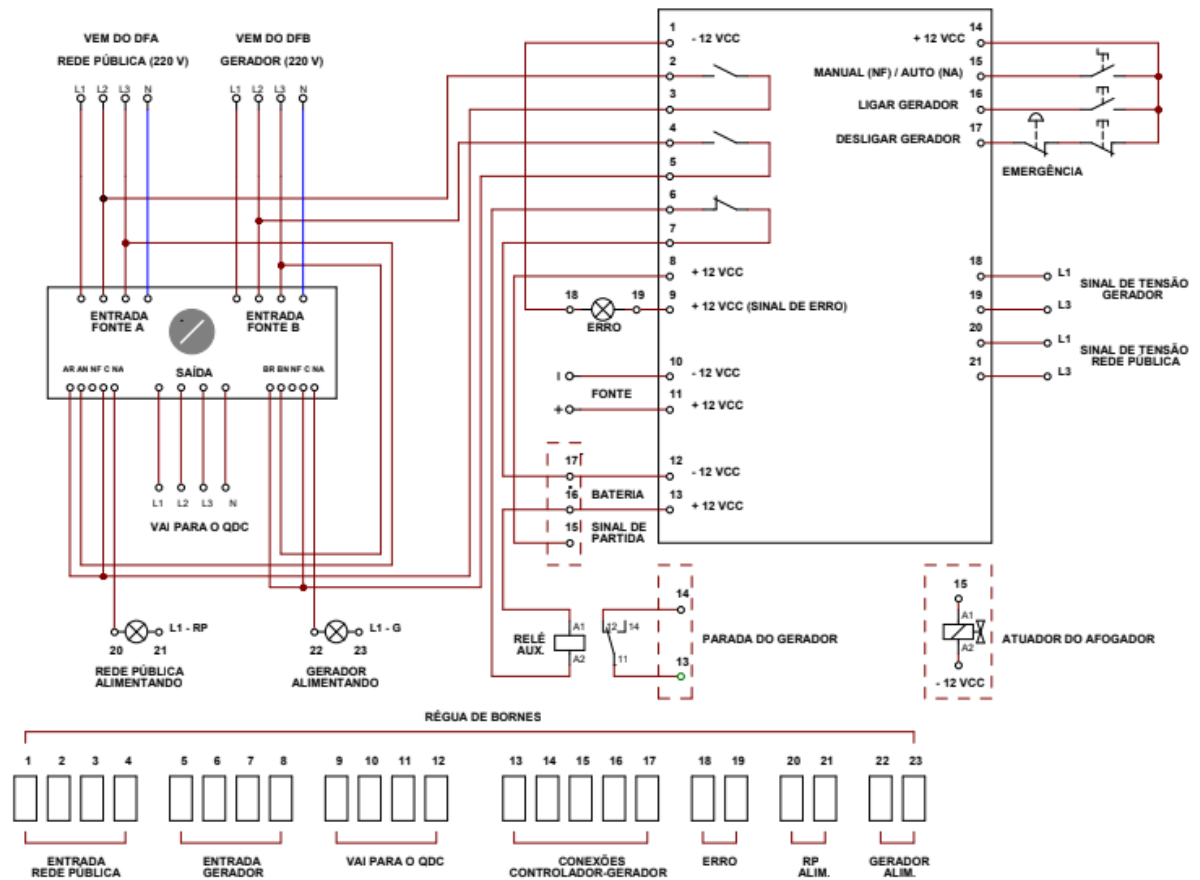
Para o correto funcionamento do sistema, foram utilizados os equipamentos mencionados no referencial teórico, devidamente instalados no painel elétrico, conforme apresentado nos diagramas das Figuras 16 e 17.

Figura 16 – 1º Folha do diagrama do painel elétrico.



Fonte: Próprio autor (2025).

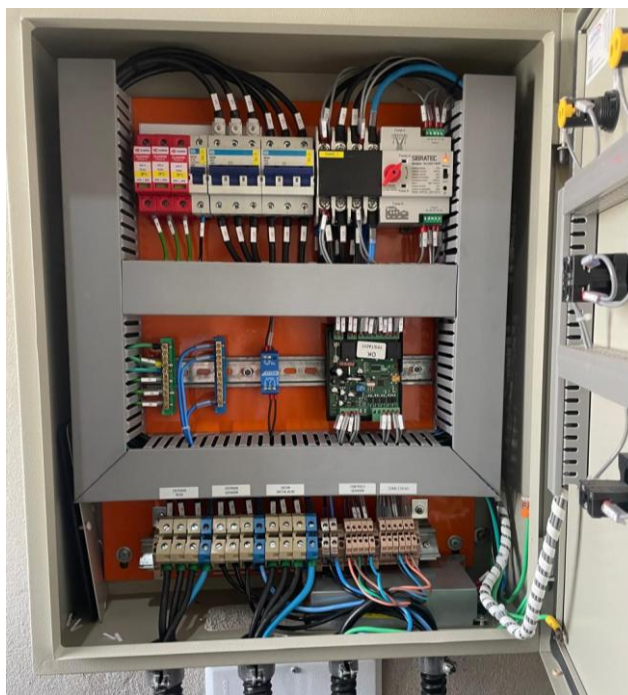
Figura 17 – 2º Folha do diagrama do painel elétrico.



Fonte: Próprio autor (2025).

A Figura 18 mostra a parte interna do painel montado.

Figura 18 - Parte interna do painel elétrico.



Fonte: Próprio autor (2025).

O sistema de transferência de energia elétrica funciona da seguinte maneira: quando ocorre a interrupção do fornecimento da rede elétrica principal, a Chave de Transferência Automática (GLOQ7-100/4P-63A) realiza, de forma automática, a transferência automática da alimentação da igreja para o circuito de emergência, que é suprido pelo motogerador.

Para que esse processo ocorra de maneira adequada, é essencial que a chave esteja interligada ao Controlador de Transferência Automática (CTA-RG30), responsável por enviar o comando de partida ao motogerador. Após o acionamento e estabilização do gerador, as cargas conectadas ao circuito de emergência voltam a ser alimentadas normalmente.

O tempo médio de comutação entre os circuitos é de aproximadamente 10 a 30 segundos, intervalo necessário para que o motogerador entre em funcionamento e inicie o fornecimento de energia elétrica.

É importante destacar que, em situações de oscilação no fornecimento da rede, quando a energia retorna e cai novamente em poucos segundos, o sistema foi configurado para que o motogerador permaneça em operação até que a rede elétrica se mantenha estável por pelo menos 3 minutos. Essa medida visa evitar partidas e paradas sucessivas, reduzindo desgaste mecânico, prolongando a vida útil dos componentes e garantindo a confiabilidade do sistema.

Também é possível realizar a transferência de forma manual. Para isso, deve-se posicionar a chave seletora na função “MANUAL” e acionar o botão verde “LIGA”. A partir desse comando, todo o processo de comutação e partida do motogerador será executado, garantindo o fornecimento de energia elétrica ao circuito de emergência.

Todo esse processo de comunicação do Quadro de Transferência Automática com o motogerador contou com um processo de automatização do mesmo. Esse processo demandou a adaptação de sistemas não previamente existentes no motogerador como, atuador automático do afogador, sensor de temperatura instalado na tampa defletora do motor à combustão e conector para o cabo de comando que interliga o gerador e o quadro, que serão explicados no tópico 4.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Durante a execução do projeto, em função de o motogerador ser à gasolina e devido ao princípio de funcionamento do seu sistema de parada estar incompatível com o que a placa controladora oferece, foram identificadas algumas adaptações necessárias no sistema, a fim de garantir seu funcionamento da melhor forma possível. Esses processos serão descritos nos subtópicos a seguir:

4.1 Atuador automático do afogador

Em motogeradores à gasolina, a partida a frio pode ser dificultada pela baixa volatilidade do combustível, exigindo uma mistura ar-combustível mais rica para que a ignição ocorra corretamente. O afogador cumpre essa função ao restringir a entrada de ar, aumentando a proporção de combustível e facilitando a partida do motor.

No motogerador deste projeto, foi utilizado um conjunto de montagem para automação de motogeradores à Gasolina, composto por atuador elétrico do afogador, mola de retorno, placa de fixação, relé e chicote de conexão, sendo este conjunto apresentado na Figura 19.

Figura 19 - Kit de montagem de automação do afogador para geradores a gasolina.



Fonte: GN Automação (2025).

Este conjunto permite a atuação do afogador de forma automática, a partir do sinal de partida enviado pela placa controladora, eliminando a necessidade de intervenção manual no local, garantindo partidas consistentes mesmo em condições adversas.

O atuador foi instalado diretamente na alavanca do afogador do motogerador, integrando-se ao sistema de controle automático do equipamento. Com essa configuração, toda a sequência de partida é realizada de forma autônoma pelo sistema, aumentando a confiabilidade operacional e reduzindo o tempo de resposta em situações de emergência. A Figura 20 mostra o conjunto já instalado.

Figura 20 - Motogerador com atuador instalado.



Fonte: Próprio autor (2025).

4.2 Sensor de temperatura

A fim de permitir o correto procedimento na partida do motogerador, evitando que o afogador seja acionado em situações onde o motor à combustão já está em temperatura favorável para a partida, foi necessária a instalação de um sensor da temperatura. O sensor possui uma faixa de proteção de 40 °C e foi instalado na tampa defletora do motor. A escolha desse ponto de instalação permite uma leitura mais precisa da temperatura do motor, uma vez que essa região apresenta maior dissipação térmica. O sensor possui um contato normalmente fechado (NF) inserido na linha de alimentação do atuador automático do afogador. Dessa forma, quando o motor se encontra numa temperatura maior que os 40 °C, esse contato se abre, impedindo o acionamento do afogador. O modelo utilizado é o KSD301, ilustrado na Figura 21.

Figura 21 - Sensor de temperatura.



Fonte: GN Automação (2025).

4.3 Conector do cabo de comando entre o gerador e o painel elétrico

Para que todo o sistema opere corretamente, é essencial que o motogerador estabeleça comunicação com o Controlador de Transferência Automática (CTA-RG30). Entretanto, essa etapa representou um dos maiores desafios do projeto, uma vez que o motogerador utilizado não possuía porta de conexão dedicada para integração com o controlador.

A solução adotada consistiu na instalação de um conector específico no painel do motogerador. Para isso, foi necessário identificar os condutores do chicote que seriam

responsáveis pelos sinais de partida, parada, positivo e negativo da bateria, sendo essa identificação uma das fases mais críticas do desenvolvimento. Após a análise e confirmação das ligações, realizou-se a perfuração na parte frontal do equipamento para a fixação do conector, conforme ilustrado na Figura 22.

Figura 22 - Conector instalado no motogerador.



Fonte: Próprio autor (2025).

Após a instalação do conector, foi possível estabelecer a comunicação entre o motogerador e o controlador CTA-RG30 por meio do cabo mostrado na Figura 23.

Figura 23 - Conector com o cabo de comunicação.



Fonte: Próprio autor (2025).

4.4 Relé auxiliar de parada do motogerador

Outro ponto de adaptação necessário no projeto está relacionado ao sistema de parada do motogerador. Para que essa função fosse executada automaticamente, seria necessário um contato normalmente fechado (NF) disponibilizado pelo controlador CTA-RG30. No entanto, o equipamento possui apenas relés com contatos normalmente abertos (NA), o que incompatibiliza a placa com o sistema de parada do motogerador.

Como solução, foi instalado no painel um relé auxiliar com contato normalmente fechado, alimentado pela saída normalmente aberta do controlador. O contato NF do relé foi conectado em série com circuito de parada do motogerador, garantindo assim o correto procedimento de parada.

Dessa forma, quando o controlador aciona sua saída normalmente aberta (NA), está se fecha e energiza a bobina do relé com contato normalmente fechado (NF) instalado. Ao ser energizado, o contato NF é aberto, interrompendo a alimentação do solenoide de combustível do motogerador e, conseqüentemente, realizando seu desligamento. A Figura 24 apresenta o Relé de Interface Acoplador ATORK 12 V 1NAF (1 contato NA e NF com terminal comum) utilizado.

Figura 24 - Relé auxiliar.



Fonte: Atork (2025).

4.5 Resultados obtidos

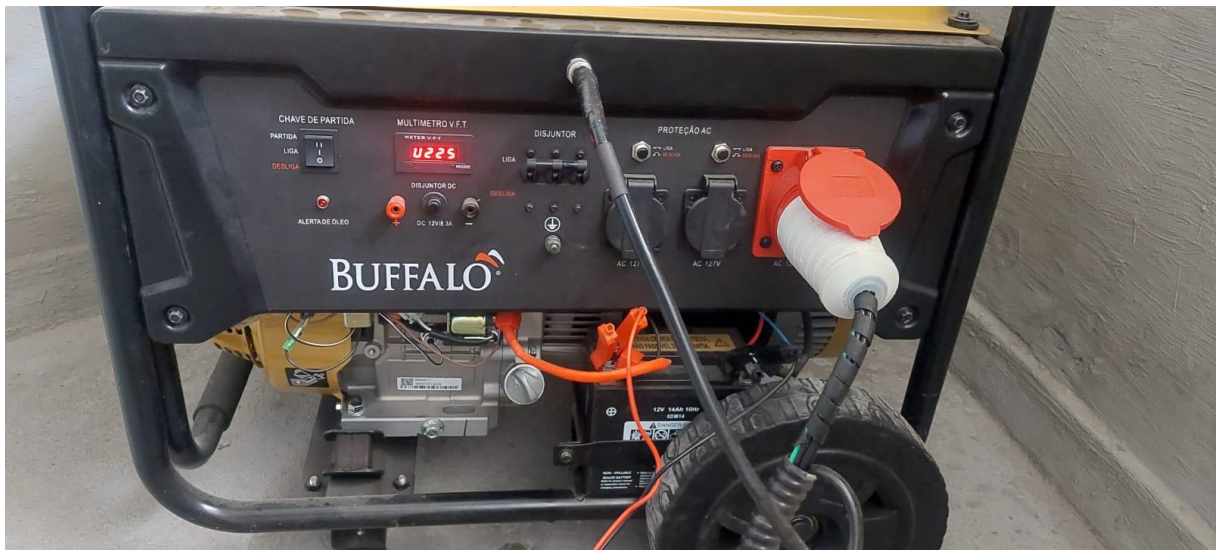
O projeto desenvolvido apresentou os resultados esperados, alcançando 100% da automação do processo de transferência da carga da instalação entre a rede elétrica e o gerador de energia. O sistema foi projetado para operar em duas modalidades de comutação: automática e manual, permitindo flexibilidade operacional conforme necessidade. A comutação automática garante a transferência imediata e sem a necessidade de intervenção humana em caso de queda de energia na rede elétrica, enquanto o modo manual possibilita intervenções controladas durante manutenções, testes do sistema e momentos em que a falta da energia não é um fator crucial, por exemplo, nos momentos em que não há nenhuma atividade na edificação. Dessa forma, o projeto atendeu integralmente às normas e exigências do Corpo de Bombeiros, assegurando segurança, principalmente em função da manutenção da iluminação, confiabilidade e continuidade no fornecimento de energia elétrica.

Outro ponto importante é que, na falta de energia elétrica da rede de distribuição, no momento em que a carga da instalação é transferida para o gerador, apenas a iluminação retorna automaticamente, sendo necessário que as demais cargas sejam novamente acionadas a partir

do quadro de distribuição principal. Essa decisão de projeto visa evitar um pico de potência na entrega da carga para o gerador.

Na Figura 25, observa-se que o gerador entrou em operação, evidenciando o funcionamento adequado do sistema de automação durante o modo de alimentação por contingência.

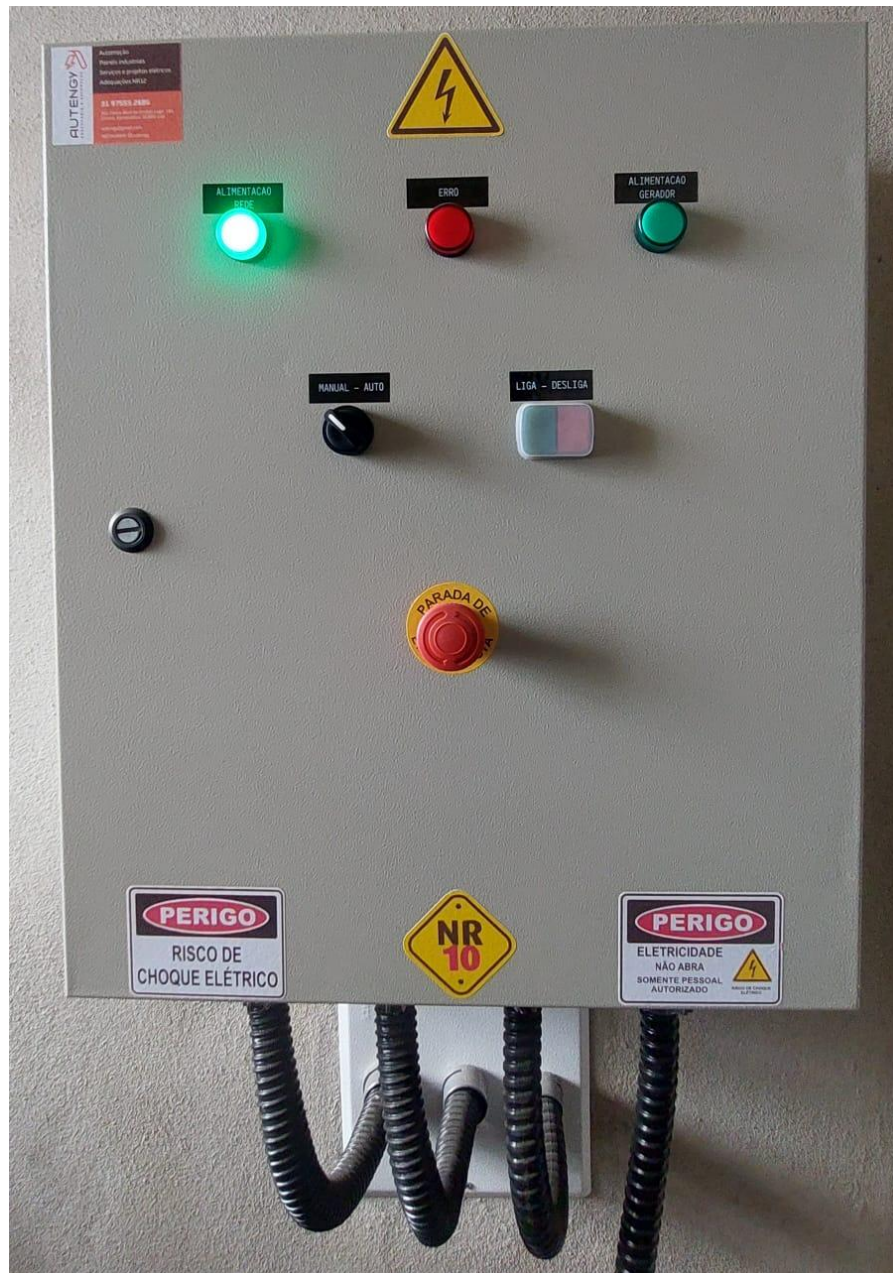
Figura 25 – Gerador de energia ligado.



Fonte: Próprio autor (2025).

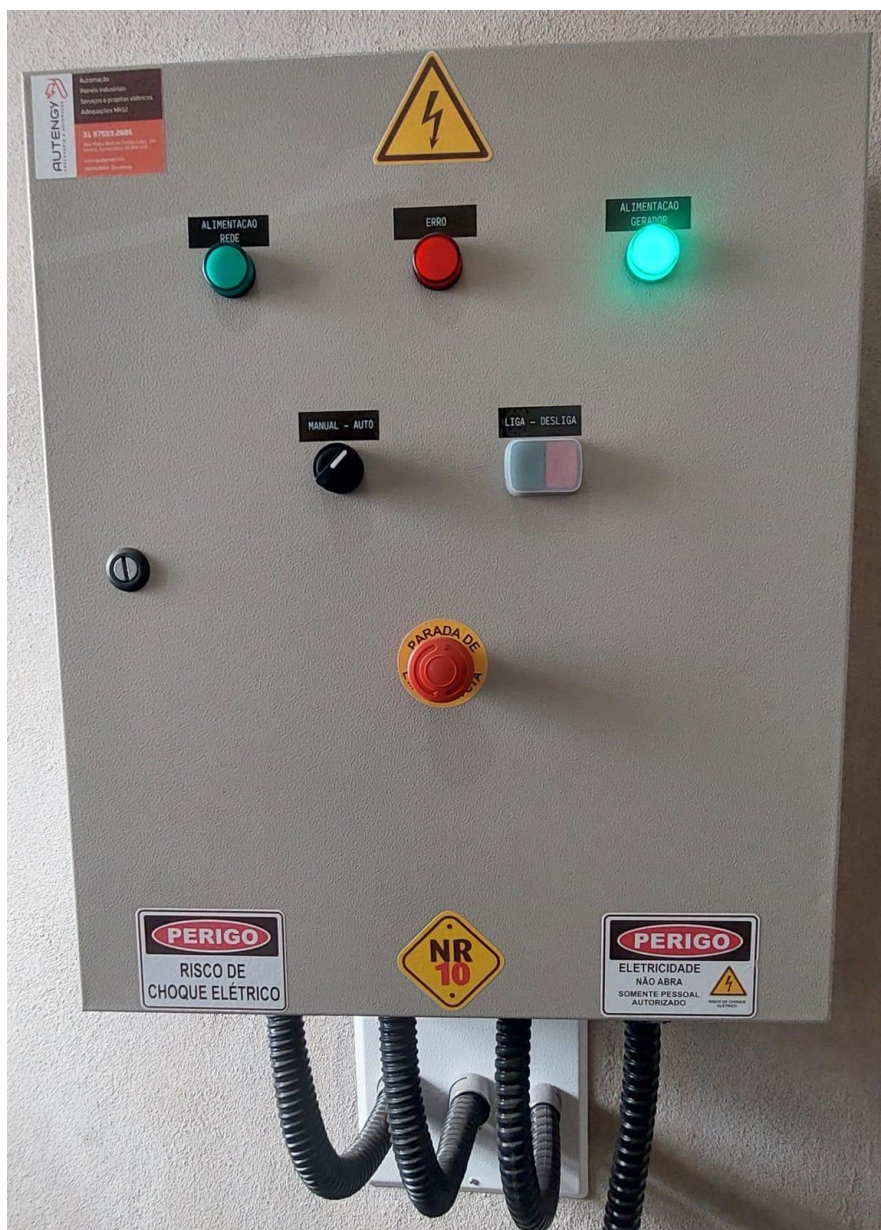
Para demonstrar o comportamento do circuito em diferentes condições de operação, foram registradas imagens do painel de comando em dois cenários distintos: o primeiro apresentando a alimentação proveniente da rede elétrica e o segundo mostrando a alimentação fornecida pelo gerador após a transferência automática. As Figuras 26 e 27 ilustram, respectivamente, essas situações.

Figura 26 – Painel demonstrando a alimentação pela rede elétrica.



Fonte: Próprio autor (2025).

Figura 27 – Painel demonstrando a alimentação pelo gerador.



Fonte: Próprio autor (2025).

Com a implementação deste sistema, foi possível garantir maior segurança operacional, confiabilidade e autonomia energética à instalação elétrica da igreja. A possibilidade de operar tanto de forma automática quanto manual proporciona versatilidade e controle total sobre o processo de comutação, reduzindo o risco de falhas, evitando consumo desnecessário de combustível e facilitando manutenções de forma segura.

4.6 Custos do projeto

Os custos envolvidos na implementação do projeto foram considerados baixos quando comparados aos benefícios proporcionados, especialmente em relação à segurança, confiabilidade e continuidade das operações. Dessa forma, o investimento realizado mostra-se plenamente justificado, sendo que, para melhor detalhamento, a Tabela 6 apresenta os valores gastos no projeto.

Tabela 6 – Custos do projeto.

Item	Qtd.	Valor Un.	Valor Total
Chave De Transferência Automática Tetrapolar 70A 220V 4 Polos Sibratec	1	R\$ 421,00	R\$ 421,00
Disjuntor monopolar 10 A	1	R\$ 12,00	R\$ 12,00
Disjuntor tripolar 40 A	2	R\$ 55,00	R\$ 110,00
DPS 175 V 45 kA	3	R\$ 45,00	R\$ 135,00
Pente Trifásico 80 A 12 Polos	1	R\$ 50,00	R\$ 50,00
Controlador para Transferência Automática Rede/Gerador CTA-RG30 12Vcc - CCA Sibratec	1	R\$ 1.000,00	R\$ 1.000,00
Atuador automático do afogador	1	R\$ 200,00	R\$ 200,00
Sensor de Temperatura 40 ° C	1	R\$ 55,00	R\$ 55,00
Relé 12 V 1 NA + 1 NF	1	R\$ 25,00	R\$ 25,00
Fonte DC 13,8 V 10 A	1	R\$ 180,00	R\$ 180,00
Sinaleiro verde 220 V	2	R\$ 10,00	R\$ 20,00
Sinaleiro vermelho 12 V	1	R\$ 10,00	R\$ 10,00
Botoeira de emergência 1 NF	1	R\$ 40,00	R\$ 40,00
Botão duplo Liga/Desliga	1	R\$ 40,00	R\$ 40,00
Chave comutadora duas posições	1	R\$ 30,00	R\$ 30,00
Quadro de montagem sem flange 60x50x20	1	R\$ 470,00	R\$ 470,00
Caixa de Passagem 30x30	1	R\$ 130,00	R\$ 130,00
Conector Split-Bolt 35 mm ²	10	R\$ 29,00	R\$ 290,00
Canaleta aberta 50x50x2000 mm	2	R\$ 60,00	R\$ 120,00

Borne SAK bege 2,5 mm ²	12	R\$ 4,00	R\$ 48,00
Borne SAK bege 16 mm ²	12	R\$ 10,00	R\$ 120,00
Borne SAK azul 16 mm ²	3	R\$ 10,00	R\$ 30,00
Cabo 16 mm ² preto (metro)	27	R\$ 17,00	R\$ 459,00
Cabo 16 mm ² azul (metro)	10	R\$ 17,00	R\$ 170,00
Cabo 6 mm ² verde (metro)	5	R\$ 6,00	R\$ 30,00
Cabo 6 mm ² preto (metro)	15	R\$ 6,00	R\$ 90,00
Cabo 6 mm ² azul (metro)	5	R\$ 6,00	R\$ 30,00
Cabo 1 mm ² vermelho (metro)	10	R\$ 1,00	R\$ 10,00
Cabo 1 mm ² cinza (metro)	20	R\$ 1,00	R\$ 20,00
Conector tubular ilhós simples 1 mm ² 100 un.	1	R\$ 12,00	R\$ 12,00
Conector tubular ilhós duplo 1 mm ² 100 un.	1	R\$ 25,00	R\$ 25,00
Conector tubular ilhós simples 6 mm ² 50 un.	1	R\$ 30,00	R\$ 30,00
Conector tubular ilhós 16 mm ²	50	R\$ 1,00	R\$ 50,00
Conector tubular olhal 16 mm ²	15	R\$ 6,00	R\$ 90,00
Kit Barramentos Terra + Neutro 12 furos	1	R\$ 50,00	R\$ 50,00
Trilho DIN 2 m	1	R\$ 45,00	R\$ 45,00
Canaflex 2 1/2" (metro)	6	R\$ 26,00	R\$ 156,00
Cabo PP 6x 1 mm ² (metro)	15	R\$ 20,00	R\$ 300,00
Box reto 1"	8	R\$ 10,00	R\$ 80,00
Seal tubo 1"	5	R\$ 25,00	R\$ 125,00
Montagem e instalação do quadro	1	R\$ 1.000,00	R\$ 1.000,00
Instalação do quadro ao gerador	1	R\$ 1.000,00	R\$ 1.000,00
Gerador + Frete	1	R\$ 6.400,00	R\$ 6.400,00
Total:			R\$ 13.708,00

Fonte: Próprio autor (2025).

5. CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo projetar, implementar e validar um sistema de geração de energia de emergência para a Igreja Matriz da cidade de Campo Belo, empregando um motogerador Buffalo BFGE 12000 integrado a um sistema de transferência automática (CTA-RG30 e chave GLOQ7-100/4P-63A) e um painel em conformidade com a NR-10. A proposta visou atender às exigências do Ministério Público e do Corpo de Bombeiros sem comprometer a arquitetura do templo, priorizando segurança, confiabilidade e conformidade normativa.

Os resultados demonstraram o pleno atendimento dos requisitos: o sistema alcançou 100% de automação da comutação entre rede e gerador, operando tanto em modo automático quanto manual, com tempos de transferência e lógica de proteção adequados. Foram realizadas adaptações técnicas essenciais para a integração do gerador (atuador automático do afogador, sensor de temperatura, conector de comunicação e relé auxiliar de parada), que garantiram partidas consistentes, parada segura e comunicação confiável entre o gerador e o controlador. O painel elétrico foi concebido e sinalizado segundo NR-10, contribuindo para a segurança operacional.

Conclui-se que o projeto é viável e reproduzível para instalações coletivas com necessidades similares, pois atendeu integralmente às exigências técnicas e de segurança, proporcionando continuidade operacional e maior autonomia energética à igreja, com solução automatizada e de baixo custo relativo, podendo ser replicado, inclusive, para edificações com cargas instaladas superiores, sendo necessário apenas o correto dimensionamento dos dispositivos de proteção e da chave de transferência.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 5410: Instalações elétricas de baixa tensão*. Rio de Janeiro, 2019.
- [2] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 14039: Instalações elétricas de média tensão de 1,0 kV a 36,2 kV*. Rio de Janeiro, 2020.
- [3] ATORK. *Folha de dados RL1C7A24*. Disponível em: https://atork.com.br/downloads/RL1C7A24_DS.pdf. Acesso em: 5 nov. 2025..
- [4] BRASIL. Ministério do Trabalho e Previdência. *NR 10: Segurança em instalações e serviços em eletricidade*. Brasília, DF: Ministério do Trabalho e Previdência, 2024. Disponível em: <http://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/assuntos/inspecao-do-trabalho/seguranca-e-saude-no-trabalho/normas-regulamentadoras/nr-10.pdf>. Acesso em: 13 ago. 2025.
- [5] BUFFALO MOTORES & ACOPLADOS. *Manual de instruções: motogerador Plus*. [S. l.]: Buffalo, [s.d.]. Manual de instruções.
- [6] CCA ELETRÔNICA. *Controlador de transferência automática CTA-RG30*. Rio do Sul, SC: CCA Indústria e Comércio de Materiais Elétricos LTDA, [s.d.]. Manual do produto.
- [7] GN AUTOMAÇÃO. *Kit atuador para afogador*. Disponível em: <https://www.gnautomacao.com.br/kit-atuador-para-afogador>. Acesso em: 5 nov. 2025.
- [8] PHOENIX CONTACT. *CABLE-USB/MINI-USB-3,0 M – Cabo USB*. Código 2986135. Disponível em: <https://www.phoenixcontact.com/pt-br/produtos/cabo-usb-cable-usb-mini-usb-30m-2986135>. Acesso em: 10 nov. 2025.
- [9] SIBRATEC. *Chave de transferência automática GLOQ7-100/4P-63A*. Rio do Sul, SC: CCA Indústria e Comércio de Materiais Elétricos LTDA, [s.d.]. Manual do produto.