

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
INSTITUTO DE ENERGIA E AMBIENTE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENERGIA**

**CRISTIANO CRISÓSTOMO DA SILVA**

**GERAÇÃO DISTRIBUIDA COM SISTEMAS FOTOVOLTAICOS E A  
QUALIFICAÇÃO PROFISSIONAL: UMA PROPOSTA DE CURSO PÓS-  
TÉCNICO E POTENCIAL DE APLICAÇÃO NAS ETECS**

**SÃO PAULO  
2017**

**CRISTIANO CRISÓSTOMO DA SILVA**

**GERAÇÃO DISTRIBUIDA COM SISTEMAS FOTOVOLTAICOS E A QUALIFICAÇÃO  
PROFISSIONAL: UMA PROPOSTA DE CURSO PÓS-TÉCNICO E POTENCIAL DE  
APLICAÇÃO NAS ETECS**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Energia do Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Mestre em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Roberto Zilles

Versão Corrigida

(versão original disponível na Biblioteca do Instituto de Energia e Ambiente e na Biblioteca de Teses e Dissertações da USP)

São Paulo

2017

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

#### FICHA CATALOGRÁFICA

Silva, Cristiano Crisóstomo da.

Geração distribuída com sistemas fotovoltaicos e a qualificação profissional: uma proposta de curso pós-técnico e potencial de aplicação nas ETECS / Cristiano Crisóstomo da Silva; orientador: Roberto Zilles. — São Paulo, 2017.

131 f.: il. 30 cm.

Dissertação (Mestrado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Energia – Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo

1. Sistemas fotovoltaicos. 2. Fontes alternativas de energia.  
3. Energia solar. 4. Qualificação profissional. I. Título.

Banca Examinadora

Dr. André Ricardo Mocelin

Instituição: IEE- USP

Julgamento: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

Prof. Dr. João Tavares Pinho

Instituição: UFPA

Julgamento: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

Prof. Dr. Ricardo Elias Caetano

Instituição: UNIFEI

Julgamento: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

Prof. Dr. Roberto Zilles

Instituição: IEE- USP

Presidente

Assinatura: \_\_\_\_\_

## **DEDICATÓRIA**

À minha saudosa e querida mãe, Adinete Luiz Crisóstomo da Silva, que me criou, educou e permitiu o meu desenvolvimento como ser humano.

Ela foi educadora e professora de ensino fundamental. Desde de sua juventude na Usina São Simeão no estado de Alagoas e mais tarde, já casada com filhos, nas escolas das periferias de Mogi das Cruzes no estado de São Paulo trabalhou para que muitas pessoas pudessem aprender a ler e a escrever. Uma singela homenagem a uma profissional de ensino que deixou sua valiosa contribuição para o desenvolvimento de nosso país.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a todas às pessoas que, de alguma forma, me apoiaram nesta jornada.

Especialmente à minha esposa Viviane e minha filha Larissa, pela compreensão por causa de minha dedicação a esse trabalho.

Agradeço também aos amigos professores, pelo apoio e incentivo:

Ricardo Elias Caetano, Renan Melli Cardoso, Jun Suzuki, Júlio Maria de Souza e Adilson Augusto de Lima

Sou muito grato pela orientação do professor Zilles.

Sou grato pelo apoio do Professor João Tavares Pinho e de André Ricardo Mocelin.

Agradeço ao apoio da Penha - supervisora da Biblioteca do IEE – e sua equipe.

Agradeço às instituições e às pessoas que nelas trabalham e estudam:

Centro Paula Souza

Etec de Guaianazes

Instituto de Energia e Ambiente da USP

Universidade de São Paulo

Meu sincero muito obrigado a todos.

## RESUMO

Silva, Cristiano Crisóstomo. **Geração distribuída com sistemas fotovoltaicos e a qualificação profissional: uma proposta de curso pós-técnico e potencial de aplicação nas ETECS.** 2017. 131 p. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Energia. Universidade de São Paulo.

O crescimento e o desenvolvimento do Brasil demandam novas fontes de energia, dentre as quais destaca-se a energia solar fotovoltaica, mas para que esse acréscimo aconteça de forma organizada e segura, faz-se necessária a criação de cursos para a formação e qualificação técnica para as boas práticas de manuseio, instalação e manutenção dos sistemas. O ensino profissionalizante é um dos mais importantes vetores de desenvolvimento e aplicação das áreas tecnológicas e deve acompanhar, de maneira contínua, a evolução da tecnologia do trabalho. Este trabalho apresenta uma análise para uma proposta de criação de curso de especialização pós-técnica de nível médio, para preparar os profissionais, de forma que eles possam atuar no mercado com a segurança, confiabilidade e qualidade necessárias para que a geração de eletricidade a partir da conversão fotovoltaica atenda aos anseios da sociedade brasileira. As Escolas Técnicas Estaduais (Etec) do Governo do Estado de São Paulo são avaliadas para receber o curso proposto nesta dissertação.

**Palavras-chave:** Energia, Fotovoltaica, Geração distribuída, Mão-de-obra, Qualificação, Técnico.

## ABSTRACT

Silva, Cristiano Crisóstomo. **Generation distributed with photovoltaic systems and professional qualification: a post-technical course proposal and application potential in ETECS.** 2017. 131p. Master's Dissertation – Graduate Program on Energy. University of São Paulo.

The growth and development of Brazil demands new sources of energy, among which we highlight the photovoltaic solar energy. But for this increase happens in an organized and safe manner, it is necessary to create courses for training and technical qualification to good handling practices, installation and maintenance of systems. This work presents an analysis for a proposal for mid-level post- technical specialization course to prepare the way professionals that they can act in the market with the necessary security, reliability and quality so that generation of electricity from the photovoltaic conversion fulfill the yearnings of Brazilian society. Public technical school (Etec) of Sao Paulo's State Government are evaluated to offer that proposed course at this dissertation.

**Keywords:** Distributed generation, Energy, Hand labor, Photovoltaics, Qualification, Technical.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 2.1 – Croqui de telhado didático proposto
- Figura 2.2 – Bancada com ferramentas, em destaque desencapador de cabos
- Figura 2.3 – Ponta inserida no alicate
- Figura 2.4 – Sequência de prensagem da ponta no cabo
- Figura 2.5 – Cabo com a ponta prensada.
- Figura 2.6 – Acoplamento das partes do conector.
- Figura 2.7 – Atarraxando as peças finais do conector.
- Figura 2.8 – Conector montado
- Figura 2.9 – Sequência de imagens demonstrando a utilização da ferramenta para apertar e soltar conectores.
- Figura 2.10 – Exemplos de etiquetas encontradas em um módulo fotovoltaico.
- Figura 2.11 – Diagrama multifilar de interligação de módulos fotovoltaicos em série.
- Figura 2.12 – Diagrama multifilar de interligação de módulos fotovoltaicos em paralelo.
- Figura 2.13 – Exemplo de cavalete de madeira para fixação de trilhos
- Figura 2.14 – Exemplo de suporte fixado no cavalete de madeira
- Figura 2.15 – Exemplo de suporte para telha de barro
- Figura 3.1 – Mapa do estado de São Paulo indicando os municípios com Etecs.
- Figura 3.2 – Mapa do estado de São Paulo indicando os municípios com unidades do IFSP.
- Figura 3.3 – Mapa do estado de São Paulo indicando a presença das Escolas SENAI.
- Figura 3.4 – Fotografia de satélite da Etec João Belarmino
- Figura 3.5 – Fotografia de satélite da Etec Pref. Alberto Feres
- Figura 3.6 – Fotografia de satélite da Etec Dr. Domingos Minicucci Filho
- Figura 3.7 – Fotografia de satélite da Etec Bento Quirino
- Figura 3.8 – Fotografia de satélite da Etec de Embu
- Figura 3.9 – Fotografia de satélite da Etec Prof. Alfredo de Barros Santos
- Figura 3.10 – Fotografia de satélite da Etec de Ilha Solteira
- Figura 3.11 – Fotografia de satélite da Etec Rosa Perrone Scavone
- Figura 3.12 – Fotografia de satélite da Etec Joaquim Ferreira do Amaral
- Figura 3.13 – Fotografia de satélite da Etec Sylvio de Mattos Carvalho
- Figura 3.14 – Fotografia de satélite da Etec João Baptista de Lima Figueiredo
- Figura 3.15 – Fotografia de satélite da Etec Presidente Vargas
- Figura 3.16 – Fotografia de satélite da Etec Euro Albino de Souza
- Figura 3.17 – Fotografia de satélite da Etec Jacinto Ferreira de Sá

Figura 3.18 – Fotografia de satélite da Etec Cel. Fernando Febeliano da Costa

Figura 3.19 – Fotografia de satélite da Etec Waldir Duron Junior

Figura 3.20 – Fotografia de satélite da Etec José Martimiano da Silva

Figura 3.21 – Fotografia de satélite da Etec Prof. Armando Bayeux da Silva

Figura 3.22 – Fotografia de satélite da Etec Júlio de Mesquita

Figura 3.23 – Fotografia de satélite da Etec Aristóteles Ferreira

Figura 3.24 – Fotografia de satélite da Etec Lauro Gomes

Figura 3.25 – Fotografia de satélite da Etec Jorge Street

Figura 3.26 – Fotografia de satélite da Etec Paulino Botelho

Figura 3.27 – Fotografia de satélite da Etec Pedro Badran

Figura 3.28 – Fotografia de satélite da Etec Philadelpho Gouvêa Netto

Figura 3.29 – Fotografia de satélite da Etec Albert Einstein

Figura 3.30 – Fotografia de satélite da Etec de Guaianazes

Figura 3.31 – Fotografia de satélite da Etec Getúlio Vargas

Figura 3.32 – Fotografia de satélite da Etec Gildo Marçal Bezerra Brandão

Figura 3.33 – Fotografia de satélite da Etec Guaracy Silveira

Figura 3.34 – Fotografia de satélite da Etec Jaraguá

Figura 3.35 – Fotografia de satélite da Etec José Rocha Mendes

Figura 3.36 – Fotografia de satélite da Etec Prof. Adhemar Batista Heméritas

Figura 3.37 – Fotografia de satélite da Etec Prof. Aprígio Gonzaga

Figura 3.38 – Fotografia de satélite da Etec Prof. Basilides de Godoy

Figura 3.39 – Fotografia de satélite da Etec Prof<sup>a</sup> Dra. Doroti Quiomi Kanashiro Toyohara

Figura 3.40 – Fotografia de satélite da Etec Prof. Horácio Augusto da Silveira

Figura 3.41 – Fotografia de satélite da Etec Tereza Aparecida C. N. de Oliveira

Figura 3.42 – Fotografia de satélite da Etec Zona Sul

Figura 3.43 – Fotografia de satélite da Etec Armando Pannunzio

Figura 3.44 – Fotografia de satélite da Etec Rubens de Faria e Souza

## LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Quadro resumo da organização curricular do curso em Especialista Técnico em Sistemas Fotovoltaicos.

Tabela 2.2 – Grade curricular proposta FIC Instalador

Tabela 2.3 – Grade curricular proposta FIC Projetista

Tabela 2.4 – Lista de equipamentos para laboratório de sistemas fotovoltaicos

Tabela 2.5 – Lista de acessórios para laboratório de sistemas fotovoltaicos

Tabela 2.6 – Lista de materiais de consumo para laboratório de sistemas fotovoltaicos

Tabela 2.7 – Resumo do custo de materiais para laboratório.

Tabela 3.1 – Lista de equipamentos para o laboratório de eletricidade, eletrônica analógica e de potência para o curso técnico em eletroeletrônica

Tabela 3.2 – Lista de equipamentos para o laboratório de eletrônica digital e sistemas microprocessados para o curso técnico em eletroeletrônica..

Tabela 3.3 – Lista de equipamentos para o laboratório de instalações elétricas para o curso técnico em eletroeletrônica.

Tabela 3.4 – Lista de equipamentos para o laboratório de máquinas elétricas e automação para o curso técnico em eletroeletrônica.

Tabela 3.5 – Lista de equipamentos para o laboratório de eletroeletrônica para o curso técnico em eletromecânica

Tabela 3.6 – Lista de equipamentos para o laboratório de eletrônica digital e sistemas microprocessados para o curso técnico em eletromecânica.

Tabela 3.7 – Lista de equipamentos para o laboratório de hidráulica, eletro hidráulica, pneumática e eletropneumática para o curso técnico em eletromecânica.

Tabela 3.8 – Lista de equipamentos para o laboratório de metrologia para o curso técnico em eletromecânica

Tabela 3.9 – Lista de equipamentos para o laboratório de tecnologia mecânica para o curso técnico em eletromecânica

Tabela 3.10 – Lista de equipamentos para o laboratório de usinagem para o curso técnico em eletromecânica

Tabela 3.11 – Lista de equipamentos para o laboratório de eletricidade e eletrônica para o curso técnico em eletrotécnica

Tabela 3.12 – Lista de equipamentos para o laboratório de instalações elétricas para o curso técnico em eletrotécnica

Tabela 3.13 – Lista de equipamentos para o laboratório de comandos e máquinas elétricas para o curso técnico em eletrotécnica

Tabela 3.14 – Lista de equipamentos para o laboratório de controle e automação para o curso técnico em eletrotécnica

Tabela 3.15 – Lista de equipamentos para o laboratório de eletrônica analógica e de potência para o curso técnico em eletrônica

Tabela 3.16 – Lista de equipamentos para o laboratório de eletrônica digital e sistemas microprocessados

Tabela 3.17 – Lista de equipamentos para o laboratório de máquinas elétricas, automação e instalações elétricas.

Tabela 3.18 – Lista de equipamentos para o laboratório de sistemas de comunicação

Tabela 3.19 – Escala de notas de análise de viabilidade de instalação do telhado didático

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABINEE – Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABSOLAR - Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica

ABGD – Associação Brasileira de Geração Distribuída

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica

AR - Análise de Risco

ART – Anotação de Responsabilidade Técnica

AUTOCAD – Computer Aided Design

BGA - *Ball Grid Array*

CBPE – Congresso Brasileiro de Planejamento Energético

CBO – Catálogo Brasileiro de Ocupações

CA – Corrente Alternada

CC – Corrente Contínua

CEB – Câmara de Educação Básica

CEETEPS – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza

CETEC - Unidade do Ensino Médio e Técnico

CFE – Conselho Federal de Educação

CFTV – Circuito Fechado de Televisão

CLP – Controlador Lógico Programável

CNCT - Catálogo Nacional de Cursos Técnicos

CNE - Conselho Nacional de Educação

CNI – Confederação Nacional da Indústria

CONFEA – Conselho Federal de Engenharia e Agronomia

CREA - Conselho Regional de Engenharia

DC – *Direct Current*

EIA - *Energy Information Administration*

EJA - Educação de Jovens e Adultos

EPC - Equipamentos de Proteção Coletiva

EPE – Empresa de Planejamento Energético

EPI – Equipamento de Proteção Individual

ETEC – Escola Técnica Estadual

FATEC - Faculdade de Tecnologia

FIC - Formação Inicial e Continuada

FIESP – Federação das Indústrias do Estado de São Paulo

FUNDACENTRO – Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho

GFAC - Grupo de Formação de Análises Curriculares

GIZ - *Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH*

GPS - *Global Positioning System*

GT – Grupo de Trabalho

GT-FOT – Grupo de Trabalho Fotovoltaico

IEE – Instituto de Energia e Ambiente

IFSP – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

LDB – Lei de Diretrizes e Bases da Educação

MC4 – *Multi-Contact 4*

MEC – Ministério da Educação e Cultura

MIG – *Metal Inert Gas*

MS – *Microsoft*

NBR – Norma Brasileira

NR – Norma Regulamentadora

PABX - *Private Automatic Branch eXchange*

PCI – Placa de Circuito Impresso

PIB – Produto Interno Bruto

PPGE – Programa de Pós-Graduação em Energia

PTD – Plano de Trabalho Docente

PVC – Policloreto de vinila

RMS – *Root Mean Square*

SENAI – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial

SWERA - *Solar and Wind Energy Resource Assessment*

UC – Unidade Curricular

UM – Unidade Monetária, equivalente a 1 dólar americano

USP – Universidade de São Paulo

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	16
ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO .....	19
APRESENTAÇÃO.....	19
1. CARACTERÍSTICAS DO ENSINO TÉCNICO E PROFISSIONALIZANTE .....	21
1.1 ENSINO PROFISSIONALIZANTE .....	21
1.2 ENSINO TÉCNICO .....	22
1.3 EXERCÍCIO PROFISSIONAL REGULAMENTADO.....	24
2. PROPOSTA DE CRIAÇÃO DE CURSO PÓS-TÉCNICO .....	28
2.1 PROPOSTAS EXISTENTES E EM IMPLANTAÇÃO .....	28
2.2 NOVA PROPOSTA DE CURSO PÓS-TÉCNICO.....	30
2.2.1 DESCRIÇÃO SUCINTA DA EMENTA DE CADA DISCIPLINA .....	33
2.3 CONFIGURAÇÃO DE LABORATÓRIO PARA AS AULAS PRÁTICAS .....	35
2.4 CONDIÇÕES PARA O TRABALHO EM ALTURA .....	39
3 INSTITUIÇÕES E ESCOLAS .....	41
3.1 – ESCOLAS COM POTENCIAL PARA OFERECER O CURSO PROPOSTO.....	41
3.2 - INFRAESTRUTURA EXISTENTE NAS ETECS DO CENTRO PAULA SOUZA .....	46
3.3 – ESCOLAS TÉCNICAS DO CENTRO PAULA SOUZA APTAS A RECEBER O CURSO.....	57
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	102
4.1. RESULTADOS .....	102
4.2. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS.....	103
4.3 DISCUSSÕES FUTURAS .....	104
4.4. CONCLUSÕES.....	105
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	108
ARTIGO APRESENTADO EM CONGRESSO .....	112
APÊNDICE A .....	113
EXEMPLOS DE AULAS PRÁTICAS .....	113
APÊNDICE B.....	123
PESQUISA DE CAMPO COM PROFESSORES E COORDENADORES.....	123

## INTRODUÇÃO

Em 2003, ocasião da 6ª Reunião do GT-FOT (Grupo de Trabalho Fotovoltaico) em Olinda-PE, a apresentação de Claudio Ribeiro, da Winrock Internacional, “Credenciamento de treinadores e certificação de instaladores de sistemas fotovoltaicos” cita os seguintes aspectos de motivação:

Aproximadamente 50.000 sistemas instalados no Brasil com alto índice de falha (até 80%)

Mercado bastante significativo (Universalização)

Instalação e Manutenção inadequadas como um dos principais fatores de falha, só perdendo para a estrutura de gestão (Ribeiro, 2003)

Observa-se que os problemas de instalação de sistemas fotovoltaicos são ocasionados, em sua grande parte, pela ausência de capacitação e treinamento da mão-de-obra instaladora e mantenedora. (ZILLES et al, 2009). O trabalho com esses sistemas exige do técnico atenção e obediência às normas de segurança com eletricidade e trabalho em altura. Também exige conhecimento das normas técnicas de instalações elétricas e proteção contra surtos (raios).

Após a realização, no mês de setembro de 2014, de uma capacitação organizada pelo Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza (CEETEPS) oferecida aos professores das Escolas Técnicas Estaduais (ETECs), autarquia da Secretaria de Desenvolvimento do Governo do Estado de São Paulo, capacitação esta, conduzida pelo Professor Roberto Zilles e sua equipe, sobre o tema Sistemas Fotovoltaicos, e a observação de que não havia até aquele momento, nenhuma ação direta para a criação de cursos de especialização técnica em nível médio no referido tema, estava implantada ali a raiz da ideia desta proposta de dissertação de mestrado.

No *workshop* realizado pelo Instituto de Energia e Ambiente (IEE) em parceria com a GIZ (*Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH*), em 22 de setembro de 2015, com o tema “A Qualificação Profissional e Formação de Mão-de-Obra para Atendimento da Demanda de Instalações de Geração Distribuída com Sistemas Fotovoltaicos”, o autor teve a oportunidade de obter mais informações sobre a dificuldade da qualidade da mão-de-obra disponível, com destaque para a apresentação do engenheiro Élio Vicentini, da empresa AES Eletropaulo que destacou, entre outras deficiências, a questão da atribuição profissional de técnicos e engenheiros com relação a potência máxima das usinas de micro e mini geração distribuída, o temor da baixa qualidade dos projetos

apresentados, a apresentação de documentação incompleta nos projetos, e a má qualidade na execução da instalação.

Entre as conclusões do referido *workshop*, inclusive com a participação de empresários do setor da indústria da área de eletricidade no Brasil – representados naquele momento pela ABINEE – Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica – tornou-se claro que há consenso na urgência da criação de cursos profissionalizantes de qualidade para a formação de profissionais que atendam aos requisitos mínimos de qualificação para que haja conseqüentemente, menor perdas possíveis com desperdício de horas de trabalho e materiais e equipamentos mal instalados.

Considerando-se que o território brasileiro recebe elevados índices de irradiação solar, quando comparado com países europeus, onde a tecnologia fotovoltaica é disseminada para a produção de energia elétrica (PINHO;GALDINO, 2014). Pode-se afirmar que a demanda por profissionais para projetos, instalação e manutenção tende a crescer nos próximos anos obedecendo-se a tendência em atender a demanda para a geração distribuída de energia.

André Mocelin em sua Tese “QUALIFICAÇÃO PROFISSIONAL E CAPACITAÇÃO LABORATORIAL EM SISTEMAS FOTOVOLTAICOS” apresentado ao PPGE do IEE-USP em 2014, que em seu capítulo 3 se refere a Qualificação de Recursos Humanos, lançou as seguintes questões:

*“- Como capacitar os recursos humanos em um universo tão diversificado, que inclui técnicos locais, eletricitas de concessionárias de energia e projetistas, para atuar especificamente em projetos de eletrificação fotovoltaica?”*

*- Como avaliar se os conteúdos curriculares abrangem os requisitos mínimos para a atuação profissional na área, não só no que se refere ao planejamento, instalação, manutenção e gestão de sistemas, mas também às atividades de pesquisa e desenvolvimento, cujos avanços são fundamentais para que a tecnologia seja consolidada no país?*

*- Como capacitar recursos humanos observando aspectos técnicos e gerenciais de iniciativas de implantação de sistemas fotovoltaicos em um país com grande diversidade geográfica, social, econômica e ambiental?*

*- Como avaliar se os conhecimentos ensinados foram devidamente aprendidos, observando as questões teóricas e práticas?” (MOCELIN, 2014;190)*

No mesmo trabalho, após a realização de pesquisas em instituições de ensino brasileiras, MOCELIN (2014) chegou à conclusão de que:

*“Não existe um programa direcionado para formação de profissionais para o segmento fotovoltaico, como em outras áreas técnicas, que possa contribuir decisivamente para aumentar a quantidade de profissionais para o setor.” (MOCELIN, 2014;198)*

Diante deste panorama surgem as seguintes perguntas que motivaram a realização deste trabalho.

- O quanto é necessário e importante regulamentar a profissão de técnico instalador de sistemas fotovoltaicos no Brasil?
- É possível criar um curso de especialização pós-técnico com a duração de 1 módulo (1 semestre)?
- É possível propor um plano para esse curso que obedeça às diretrizes estabelecidas pelo Conselho Nacional de Educação e, outras complementares, pelos Conselhos Estaduais?
- É possível contribuir para a organização e difusão do estabelecimento de uma nova carreira profissional a partir da análise técnica e acadêmica de um novo setor tecnológico?

No decorrer do ano de 2015, houve progressos com a criação de cursos na referida área instituídos pelo SENAI – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial em conjunto com a organização governamental alemã GIZ, e pode-se considerar que atualmente a criação destes cursos é o estado da arte neste aspecto no Brasil. O interesse em citá-lo é utilizar o Itinerário Nacional de Educação Profissional em Energia Fotovoltaica elaborado pelo SENAI como referência norteadora considerando-se que se trata de experiência pioneira em nosso país, e que ainda está em fase de implantação e testes. Então, a observação crítica da implantação destes cursos nas unidades escolares acaba complementando esta dissertação devido as diferenças entre as propostas.

A experiência do autor desta dissertação como professor de ensino técnico torna-se um dos pilares desta proposta, pois auxiliado por esta vivência prática em sala de aula e com a observação do comportamento do aluno diante das tecnologias virtuais e físicas disponíveis na área de eletroeletrônica, é possível inferir que a proposta aqui apresentada colabore ativamente para a construção e melhorias de cursos profissionalizantes em nosso país.

Uma das contribuições esperadas deste trabalho é a da regulamentação do exercício profissional, pois o trabalhador obterá um certificado além daquele já obtido, técnico, que atesta a sua competência específica em sistemas fotovoltaicos, inibindo assim a atuação indiscriminada de pessoas não capacitadas no mercado de trabalho.

- Analisar uma proposta de criação de um curso de especialização técnica para a qualificação dos profissionais do mercado de instalação e manutenção de sistemas fotovoltaicos;
- Permitir, através da pesquisa científica, que existam bases tecnológicas para regulamentação da atuação do profissional do mercado de instalação e manutenção de sistemas fotovoltaicos;
- Oferecer um referencial que propulsione o desenvolvimento e disseminação das aplicações fotovoltaicas no Brasil.

- Contribuir com o princípio da equidade econômica, transferindo conhecimento aos profissionais técnicos, permitindo uma distribuição melhor das riquezas provenientes da área de energia solar fotovoltaica.

## ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho foi desenvolvido seguindo as seguintes estratégias de estudos:

- Breve revisão bibliográfica, com o intuito de obter-se referências aos conceitos fundamentais na área de conhecimento proposta, sistemas fotovoltaicos.
- Pesquisa da legislação e normatização vigentes na área educacional de nível médio técnico e profissionalizante, a fim de destacar decretos, pareceres e resoluções que fundamentam e regulam a criação de novos cursos no nosso país.
- Pesquisa exploratória de avaliação de infraestrutura de potenciais unidades acolhedoras da nova habilitação, com embasamento prático e estatístico, possibilitando a análise dos dados coletados e complementados por meio de pesquisa de campo, com questionários enviados a professores e coordenadores de escolas técnicas e profissionalizantes relacionados à área, objetivando a contextualização da abertura de uma nova área de qualificação profissional.
- Participação em grupos de trabalho para a criação de novos cursos profissionalizantes.
- Destaca-se ainda que foi escolhida a pesquisa com enfoque qualitativo, por permitir maior riqueza interpretativa.

## APRESENTAÇÃO

No capítulo 1, apresenta-se um cenário sobre o ensino técnico profissionalizante no Brasil e sua legislação pertinente, como também sua importância para a economia do nosso país. Aqui visa-se também frisar a importância da responsabilidade técnica exigida pelo CREA (Conselho Regional de Engenharia) e as atribuições profissionais do técnico e especialista técnico passíveis de fiscalização e regulamentação.

No capítulo 2, dimensiona-se uma proposta de curso pós-técnico em energia fotovoltaica – a principal motivação desta dissertação – com as análises dos cursos existentes e em implantação, seus currículos e cargas horárias e estruturas laboratoriais.

No capítulo 3, com base nas informações da proposta apresentada no capítulo anterior, é traçado um mapa do estado de São Paulo com as escolas de nível técnico e profissionalizante que já apresentam cursos relacionados à área de energia em funcionamento e faz-se uma análise sobre aquelas que têm alto potencial, de acordo com indicadores numéricos específicos, para receber um curso pós-técnico em sistemas fotovoltaicos.

No capítulo 4, apresentam-se as considerações finais e as questões pertinentes baseadas nas informações obtidas nesta pesquisa científica.

O Apêndice A descreve alguns exemplos de aulas práticas que também podem servir para inspirar a preparação de outros procedimentos de experimentos.

O Apêndice B mostra os resultados de uma pesquisa realizada entre os professores das Etecs com perguntas relacionadas à presente proposta.

## 1. CARACTERÍSTICAS DO ENSINO TÉCNICO E PROFISSIONALIZANTE

### 1.1 ENSINO PROFISSIONALIZANTE

Pode-se denominar como ensino profissionalizante os cursos que oferecem conhecimentos dedicados e específicos que permitem que o aluno, ao chegar a sua conclusão, possa exercer um ofício, estando autorizado ou habilitado a realizar determinadas atividades. Em linhas gerais, pode-se classifica-los de acordo com o nível de ensino:

- Fundamental;
- Médio;
- Superior.

Os cursos profissionalizantes de nível fundamental geralmente admitem alunos sem a exigência de muitos requisitos, apenas com alfabetização básica, de acordo com o grau de profissionalização que o curso oferece. Por vezes, os cursos têm como pré-requisito que o aluno tenha concluído uma etapa anterior para ser admitido em uma etapa mais específica. Ou ainda, alguns podem exigir a conclusão do 7º ano do ensino fundamental como pré-requisito.

No nível superior, tem-se os cursos de graduação, com habilitações direcionadas para a formação de profissionais nas mais diferentes áreas e setores, que exigem como pré-requisito a conclusão do ensino em nível médio.

Já para o ensino no nível médio, tem-se os cursos técnicos, explanados detalhadamente no item 1.2.

O nível básico caracteriza-se, fundamentalmente, pela qualificação profissional inicial. Trata-se, em termos práticos, do mais amplo universo de necessidades e de atendimento da população em matéria de educação para o trabalho. Apresenta um atendimento ágil e flexível às demandas de diferentes segmentos, diferenciando-se pela flexibilidade quanto aos objetivos, currículos, programas, clientela e oferta programática.

O Decreto Federal nº 2.208/97 dispõe que a profissionalização se destina à qualificação, requalificação e reprofissionalização de trabalhadores independentemente de escolaridade previamente definida, visando a sua inserção ou reinserção e melhor desempenho no exercício do trabalho. Observa-se, então, que tais objetivos devem alinhar-se às demandas diversificadas da economia e da sociedade no que se refere à qualificação para o desempenho de funções produtivas.

Em todas as áreas da atividade humana comercial sempre há necessidade de trabalhadores qualificados e atualizados para a produção de bens e de serviços. A questão, entretanto, não se resolve com qualificação única para cada trabalhador, sendo necessárias a permanente atualização tecnológica e a requalificação profissional, na perspectiva da educação continuada e permanente.

Nos níveis técnico e tecnológico, o ensino profissional está diretamente associado aos itinerários de profissionalização nesses níveis, para que se garanta ao profissional qualificado a percepção abrangente da correspondente área profissional.

## 1.2 ENSINO TÉCNICO

O Conselho Nacional de Educação (CNE) definiu as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Profissional de Nível Técnico através da Resolução CNE/CEB<sup>1</sup> nº 4/99 e pelo Parecer CNE/CEB nº 16/99, ambos aprovados no ano de 1999. Estes documentos revogaram o Parecer CFE<sup>2</sup> nº 45/72 e as regulamentações subsequentes referentes à instituição de habilitações profissionais pelos Conselhos de Educação, todos fundamentados na Lei Federal nº 5.692/71 que foi, por sua vez, revogada pela Lei Federal nº 9.394/96, de Diretrizes e Bases da Educação Nacional.

Os cursos técnicos de nível médio atualmente oferecidos pelas escolas brasileiras, públicas e particulares, são organizados e autorizados a partir da regulamentação determinada pelo Decreto nº 5154 de 2004, podendo ser desenvolvidos das seguintes formas:

- Integrada – a habilitação profissional ocorre simultaneamente ao Ensino Médio, na mesma instituição e matrícula única;
- Concomitante – a habilitação profissional ocorre ao mesmo tempo em que o Ensino Médio, como cursos distintos, com duas matrículas, na mesma escola ou em instituições diferentes;
- Subsequente – a habilitação profissional ocorre depois que o aluno já concluiu o Ensino Médio.

A educação profissional destina-se àqueles que necessitam se preparar para o mercado de trabalho, num sistema de produção de bens e de prestação de serviços, onde não basta somente o domínio da informação específica, por mais atualizada que seja. Caracteriza-se pela construção do saber que fundamenta a prática profissional, isto é, o domínio da inteligência do trabalho.

---

<sup>1</sup> Câmara de Educação Básica

<sup>2</sup> Conselho Federal de Educação

Uma oportunidade de atualização para estes profissionais formados nas áreas de eletrotécnica ou eletroeletrônica, onde um dos pilares tecnológicos de ensino é a Norma ABNT<sup>3</sup> NBR<sup>4</sup> 5410, que trata das instalações elétricas de baixa tensão, é a oferta de um curso de especialização técnica, uma oportunidade de reciclar os conhecimentos adquiridos e obter uma nova habilidade. No caso da área de sistemas fotovoltaicos, o desenvolvimento do profissional visa à atuação nas etapas de instalação e manutenção dos sistemas fotovoltaicos.

Esta especialização, para este público, enquadra-se como um curso pós-técnico, que ainda não se caracteriza como um curso de graduação. Mas, por sua curta duração, apenas um semestre, convida-o de volta à escola de uma maneira que ele tenha a perspectiva de que neste breve período esta especialização irá agregar muito valor ao seu diploma e habilitação de técnico da área de energia.

O Decreto federal nº 2.208, de 1997, que regulamentou o § 2º do artigo 36 e os artigos 39 a 42 da LDB (Lei de Diretrizes e Bases da Educação), apresenta como objetivos da educação profissional (Artº 1º):

I – promover a transição entre a escola e o mundo do trabalho, capacitando jovens e adultos com conhecimentos e habilidades gerais e específicas para o exercício de atividades produtivas;

II – proporcionar a formação de profissionais, aptos a exercerem Atividades específicas no trabalho, com escolaridade correspondente aos níveis médio, superior e de pós-graduação;

III – especializar, aperfeiçoar e atualizar o trabalhador em seus conhecimentos tecnológicos;

IV – qualificar, reprofissionalizar e atualizar jovens e adultos trabalhadores, com qualquer nível de escolaridade, visando a sua inserção e melhor desempenho no exercício do trabalho”.

Alinhado com esta proposta, o Parecer nº 39/2004 do Conselho Nacional de Educação (CNE), incentiva a adoção de etapas ou módulos nos cursos técnicos e especializações:

“Os alunos concluintes de uma dessas referidas “etapas com terminalidade”, com perfis profissionais claramente definidos, farão jus aos respectivos certificados de qualificação técnica de nível médio, da mesma maneira que aqueles que concluírem uma etapa pós-técnico de nível médio, como especialização, farão jus ao correspondente certificado de especialização técnica de nível médio” (Parecer 39/2004)

---

<sup>3</sup> Associação Brasileira de Normas Técnicas

<sup>4</sup> Norma Brasileira

Para a consulta a abertura ou criação de cursos técnicos no Brasil, faz-se necessária uma pesquisa no Ministério da Educação (MEC) através do site [http://pronatec.mec.gov.br/cnct/eixos\\_tecnologicos.php](http://pronatec.mec.gov.br/cnct/eixos_tecnologicos.php), onde se seleciona o eixo tecnológico.

São treze os eixos tecnológicos em que são classificados os cursos, dentre os quais destaca-se o de Controle e Processos Industriais, no qual pode-se encaixar o curso de especialização pós-técnico de Sistemas Fotovoltaicos. Dentro deste eixo estão atualmente listados 25 cursos técnicos, mas o Catálogo Nacional de Cursos Técnicos (CNCT) não relaciona os cursos de especialização pós-técnicos em vigência.

Sendo, previsivelmente, os técnicos formados nos cursos técnicos na área de eletricidade os mais alinhados com o tema desta proposta de dissertação, há ainda uma recém-criada e autorizada habilitação em sistemas de energia renovável. A criação deste curso demonstra a preocupação e o alinhamento do MEC no sentido de autorizar as escolas de nível técnico a oferecer esta possibilidade de formação profissionalizante à população e atualizar a formação dos especialistas técnicos em sistemas de energia aos movimentos de diversificação de fontes energéticas do sistema nacional.

### 1.3 EXERCÍCIO PROFISSIONAL REGULAMENTADO

O DECRETO No 90.922, DE 6 DE FEVEREIRO DE 1985 regulamenta o exercício profissional dos técnicos de nível médio, e enumera, em seu artigo 3º suas atribuições profissionais:

- “I conduzir a execução técnica dos trabalhos de sua especialidade;
- II prestar assistência técnica no estudo e desenvolvimento de projetos e pesquisas tecnológicas;
- III orientar e coordenar a execução dos serviços de manutenção de equipamentos e instalações;
- IV dar assistência técnica na compra, venda e utilização de produtos e equipamentos especializados;
- V responsabilizar-se pela elaboração e execução de projetos compatíveis com a respectiva formação profissional.”

Em se tratando de geração de energia através da conversão fotovoltaica, pode-se afirmar que, o técnico de nível médio na área de eletricidade está habilitado para os trabalhos de execução de instalação e montagem, assistência técnica, liderança e orientação de equipes, compra e venda de equipamentos e elaboração de projetos.

O mesmo decreto, em seu artigo 4º, detalha as atribuições do técnico:

“I executar e conduzir a execução técnica de trabalhos profissionais, bem como orientar e coordenar equipes de execução de instalações, montagens, operação, reparos ou manutenção;

II prestar assistência técnica e assessoria no estudo de viabilidade e desenvolvimento de projetos e pesquisas tecnológicas, ou nos trabalhos de vistoria, perícia, avaliação, arbitramento e consultoria, exercendo, dentre outras, as seguintes atividades:

1. coleta de dados de natureza técnica;
2. desenho de detalhes e da representação gráfica de cálculos;
3. elaboração de orçamento de materiais e equipamentos, instalações e mão de obra;
4. detalhamento de programas de trabalho, observando normas técnicas e de segurança;
5. aplicação de normas técnicas concernentes aos respectivos processos de trabalho;
6. execução de ensaios de rotina, registrando observações relativas ao controle de qualidade dos materiais, peças e conjuntos;
7. regulação de máquinas, aparelhos e instrumentos técnicos.

III executar, fiscalizar, orientar e coordenar diretamente serviços de manutenção e reparo de equipamentos, instalações e arquivos técnicos específicos, bem como conduzir e treinar as respectivas equipes;

IV dar assistência técnica na compra, venda e utilização de equipamentos e materiais especializados, assessorando, padronizando, mensurando e orçando;

V responsabilizar-se pela elaboração e execução de projetos compatíveis com a respectiva formação profissional;

VI ministrar disciplinas técnicas de sua especialidade, constantes dos currículos do ensino de 1º e 2º graus, desde que possua formação específica, incluída a pedagógica, para o exercício do magistério, nesses dois níveis de ensino”

Considerando-se as atribuições do técnico, poder-se-ia deduzir que o profissional diplomado nas áreas de eletricidade poderia atuar com sistemas fotovoltaicos, que esses trabalhos seriam compatíveis com sua formação profissional. Inclusive, sendo que, ao se elaborar um plano de curso de nível técnico, essas atribuições são chaves norteadoras para a escolha das competências e habilidades a serem ministradas nos cursos.

A questão seria, qual é o limite de atuação do técnico? Atualmente, em instalações elétricas, há um limite delimitado pelo parágrafo 2º do artigo 4º do decreto 90.922.

§ 2º Os técnicos em Eletrotécnica poderão projetar e dirigir instalações elétricas com demanda de energia de até 800 kVA, bem como exercer a atividade de desenhista de sua especialidade.

Poder-se-ia interpretar o parágrafo citado para uma usina de minigeração de 800 kWp? Um técnico em eletrotécnica poderia ser responsável técnico por uma usina de mini geração fotovoltaica conectada à rede? São perguntas que poderão ser respondidas somente com o respaldo das câmaras de estudo dos conselhos profissionais.

A RESOLUÇÃO Nº 1.073, DE 19 DE ABRIL DE 2016 do CONFEA – Conselho Federal de Engenharia e Agronomia, dispõe sobre a atribuição profissional.

Em seu artigo 1º estabelece normas para a atribuição de títulos, atividades, competências e campos de atuação profissionais no âmbito das profissões fiscalizadas pelos CREAs.

Em seu artigo 3º inciso II, considera como nível de formação profissional a especialização para técnico de nível médio. Neste mesmo artigo no parágrafo 3º deixa claro que o profissional está possibilitado a requerer a extensão de atribuições iniciais de atividades e campos de atuação profissionais.

Essa mesma legislação em sua seção IV (correspondente ao artigo 7º) determina as condições nas quais o profissional pode requerer a extensão de suas atribuições profissionais. Portanto, o técnico que estiver habilitado pelo conselho regional, ao concluir o curso proposto por esta dissertação, pode requerer o cadastro da extensão de suas atribuições profissionais, possibilitando assim o registro de suas atividades através das Anotações de Responsabilidade Técnica – ART – e consequentemente tendo acesso a emissão de certidões que podem comprovar seu histórico e experiência em trabalhos com instalações e projetos de sistemas fotovoltaicos. Certidões estas que compõem seu Acervo Técnico e que podem ser exigidas em concursos públicos, editais de concorrência e processos de seleção de profissionais e empresas.

Pela atual legislação, os técnicos em eletroeletrônica e eletrônica não podem ser responsáveis técnicos de uma usina de geração fotovoltaica. Sendo esta atividade atribuída aos técnicos de nível médio em eletrotécnica. Mas levando-se em conta as etapas de concepção de uma usina, poderíamos considerar que há compatibilidade de atividades e atribuições profissionais. Portanto, técnicos em eletroeletrônica ou eletrônica, com o diploma do curso de especialização técnica em sistemas fotovoltaicos poderiam atuar em trabalhos de aplicação fotovoltaica. Como exemplo, faz-se aqui um recorte para as microusinas, principalmente àquelas instaladas em residências:

- Fase de levantamento inicial, obtenção de dados, vistoria técnica no local, viabilidade técnica para execução do serviço, levantamento de necessidades de adequação;

- Projeto e dimensionamento de geração, previsão de potencial energético, desenhos e plantas, especificação de materiais e componentes.

- Montagem de microusina, previsão de ferramentas e mão-de-obra, supervisão de mão-de-obra, observação às normas técnicas e de segurança.

São considerações a serem pensadas, avaliadas e discutidas nas câmaras de engenharia elétrica dos CREAs e CONFEA (Conselho Federal de Engenharia e Agronomia), sendo a palavra final dada por esses grupos de trabalho.

## 2. PROPOSTA DE CRIAÇÃO DE CURSO PÓS-TÉCNICO

### 2.1 PROPOSTAS EXISTENTES E EM IMPLANTAÇÃO

O Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI), em conjunto com o instituto GIZ, organizou em 2015 o oferecimento de uma série de cursos profissionalizantes nas áreas correlatas à energia solar, através do documento Itinerário Nacional de Educação Profissional em Energia Fotovoltaica. Dentre eles destaca-se o curso de “Especialização Técnica em Sistemas Fotovoltaicos”, um curso com carga horária total de 360 horas-aula e duração de um semestre letivo, com as seguintes disciplinas descritas na Tabela 2.1:

Tabela 2.1 –Resumo da organização curricular do curso em Especialista Técnico em Sistemas Fotovoltaicos.

MÓDULOS	UC (Unidade Curricular)	CARGA HORÁRIA	CARGA HORÁRIA DO MÓDULO
<b>Básico</b>	Fundamentos de Eletricidade	16 h	40 h
	Fundamentos de Energia Solar Fotovoltaica	24 h	
<b>Específico</b>	Módulos Solares Fotovoltaicos	48 h	320 h
	Sistemas Solares Fotovoltaicos	48 h	
	Dimensionamento de sistemas solares fotovoltaicos	64 h	
	Montagem de sistemas solares fotovoltaicos	64 h	
	Programas de Simulação e projeto de plantas fotovoltaicas	36 h	
	Consultoria Técnica	28 h	
Projeto: Dimensionamento de sistema fotovoltaico de pequeno porte e médio		32 h	
<b>TOTAL</b>			<b>360 h</b>

Fonte SENAI, 2015.

O itinerário formativo desta especialização apresenta também a lista de equipamentos, ferramentas e instrumentos básicos necessários aos laboratórios de ensino da tecnologia, bem como a bibliografia disponível.

Neste caso observa-se que, por uma questão de nomenclatura, as disciplinas são denominadas UC – Unidade Curricular.

Na tabela 2.1 pode-se ver que o curso é dividido em dois módulos: básico e específico. O módulo básico, tem como objetivo revisar e preparar o aluno com conhecimentos fundamentais de eletricidade e energia solar fotovoltaica. A carga horária total desta etapa inicial está prevista em 40 h. Este é um ponto de atenção para esta proposta pois 40 horas podem ser insuficientes para um aluno que, apesar de ter de comprovar a formação técnica para matricular-se neste curso, pode estar há muito tempo fora do mercado de trabalho e quiçá nem ter tido experiência prática profissional. Ou seja, esta revisão poderia ter um tempo maior até como uma preparação melhor para o aluno ingressante.

Mas, por outro lado, uma revisão muito longa pode tornar-se maçante para o aluno experiente e o mesmo pode evadir-se por julgar que o curso não está proporcionando conhecimentos novos. Para este caso, poderia ser facultativo ao aluno o cumprimento desta disciplina desde que ele comprove sua experiência prévia através de documentos, teste ou uma prova teórica ou prática. Assim sendo, ele poderia ser dispensado da disciplina Fundamentos de Eletricidade.

Entretanto, a probabilidade de se encontrar um aluno que tenha obtido conhecimento prévio em Fundamentos de Energia Solar em uma escola reconhecida pelo sistema de ensino é muito pequena no presente momento; portanto, essa segunda disciplina do módulo básico não poderia, pelo menos a princípio, permitir ao aluno sua dispensa por conhecimentos prévios, sendo ela essencial para um bom aproveitamento das demais Unidades Curriculares do módulo Específico.

Abordando-se o módulo Específico, com 320 horas de carga horária, observa-se que este foi dividido em sete unidades curriculares, cujos objetivos são muito semelhantes entre si e que podem ser divididos em duas grandes áreas: Montagem e Dimensionamento. Há também uma terceira divisão, chamada de Consultoria Técnica, que atende principalmente a demanda de mercado do profissional denominado “Integrador”, que é aquele profissional que faz a venda técnica de uma usina fotovoltaica baseada em dados técnicos e financeiros.

Desta feita, a área de Montagem poderia aglutinar as Unidades Curriculares: Módulos Solares, Sistemas Solares e Montagem de Sistemas Solares, totalizando-se assim uma carga horária de 160 horas. Seriam aulas práticas com experiências manuais e equipamentos sendo manuseados pelos professores e alunos.

Já a área de Dimensionamento poderia agrupar as disciplinas: Dimensionamento de Sistemas Solares, Programas de Simulação e projeto de plantas fotovoltaicas, Projeto Dimensionamento de

sistema fotovoltaico de pequeno porte e médio, totalizando uma carga horária de 132 horas. Supõe-se que seriam aulas práticas também, mas com auxílio do computador e utilização de *software* específico e consultas às bases de dados *on-line*. A UC Consultoria Técnica também poderia ser englobada nesta área e dissolvida nos trabalhos de dimensionamento.

Mas, essas divisões de disciplinas não podem ser julgadas simplesmente com a leitura do Itinerário, mas sim, pela forma de contratação dos professores e suas cargas horárias semanais de trabalho. Geralmente as matrizes curriculares são idealizadas preocupando-se com a jornada de trabalho dos docentes para que haja compatibilidade entre a carga horária prevista para o curso e para os trabalhadores da área de ensino. No caso do SENAI, isto também está diretamente ligado ao custo financeiro do funcionamento do curso e à composição do preço cobrado ao aluno, já que é uma instituição particular e que pode realizar a cobrança dos cursos oferecidos aos alunos interessados em estudar lá.

Sobre os requisitos de acesso, observa-se que há a aceitação dos egressos dos cursos técnicos em Eletrotécnica, Eletrônica, Eletromecânica e áreas afins. Não se especificam as áreas afins, o que pode gerar dúvidas nas matrículas dos alunos de outras áreas, gerando-se assim uma demanda de análise de currículos para ingressantes. Também há exigência mínima de idade de 18 anos; isso se deve à preocupação com a segurança em trabalhos com eletricidade. Outra exigência é a apresentação de atestado médico que comprove condições favoráveis de saúde para o exercício de trabalho em altura, isso atende a norma regulamentadora número 35 do Ministério do Trabalho e Emprego.

No geral, pode-se observar que o curso foi bem planejado e sua previsão de ferramentas e materiais foi bem estruturada. Conhecendo-se a instituição SENAI, pode-se afirmar que a estrutura física e material será suprida e que os cursos obterão sucesso em sua implantação.

## 2.2 NOVA PROPOSTA DE CURSO PÓS-TÉCNICO

A proposta de plano para este curso pós-técnico obedecerá às diretrizes estabelecidas pelo Conselho Nacional de Educação e, outras complementares, pelos Conselhos Estaduais:

- I. Justificativa e objetivos;
- II. Requisitos de acesso;
- III. Perfil profissional de conclusão;
- IV. Organização curricular;

- V. Critérios de aproveitamento de conhecimentos e experiências anteriores;
- VI. Critérios de avaliação;
- VII. Instalações e equipamentos;
- VIII. Pessoal docente e técnico.

O Parecer CNE/CEB nº 39/2004 cita, dentre outros itens essenciais para criação de uma modalidade de curso técnico:

*“- Identificação dos conhecimentos, habilidades, atitudes e valores a serem trabalhados pelas escolas para o desenvolvimento das requeridas competências profissionais, objetivando o desenvolvimento de uma educação integral do cidadão trabalhador; ” (CNE/CEB 39/2004)*

Com isso em vista, a proposta de trabalho se baseia nos seguintes itens:

- literatura disponível sobre o assunto;
- fundamentos teóricos da tecnologia;
- técnicas operacionais, dos produtos, equipamentos e soluções disponíveis no mercado;
- prática operacional de montagem, manutenção e adequação de sistemas fotovoltaicos;
- importância do desenvolvimento comercial do setor para o incentivo à pesquisa e crescimento tecnológico;
- legislação pertinente.

No Centro Paula Souza, a avaliação das propostas para criação ou reformulação de cursos é realizada por um grupo de trabalho denominado Laboratório de Currículo. É formado por professores da área afim do novo curso de diversas Etecs do Estado de São Paulo. Este grupo é coordenado pelo Grupo de Formação de Análises Curriculares (GFAC), departamento vinculado diretamente a Unidade do Ensino Médio e Técnico (CETEC).

Periodicamente são realizadas capacitações para os professores membros dos grupos de trabalho deste setor. Os grupos de trabalho têm autonomia para definir os conteúdos e carga horária

baseados em pesquisas de mercado com os empregadores, sindicatos de profissionais, associações de indústrias e empresas e também obedecendo à legislação pertinente e aos requisitos mínimos elencados pelo CNCT do MEC.

O curso pós-técnico proposto deverá ter a carga horária total equivalente a um semestre letivo, totalizando 400 horas, obedecendo-se a carga horária mínima prevista pelo artigo 31 do Capítulo III da Resolução N° 6, de 20 de setembro de 2012. Para um melhor aproveitamento da estrutura escolar, de laboratórios e da atuação dos professores, pode-se dividi-lo em 2 etapas de 200 horas com formações parciais, como um itinerário formativo, e esses cursos estariam classificados como de Formação Inicial e Continuada (FIC).

Os cursos com a classificação FIC permitem o ingresso de pessoas da comunidade em geral - neste caso poderia ser exigida uma experiência profissional prévia comprovada ou formação em curso de eletricista instalador aos candidatos para cursá-los - mas somente obteriam o diploma de Especialista Técnico em Sistemas Fotovoltaicos os alunos com diploma de técnico nos eixos tecnológicos da área de Controle e Processos Industriais que cursassem as duas etapas propostas.

As tabelas 2.2 e 2.3 apresentam as grades curriculares propostas para as duas etapas:

Tabela 2.2 – Grade curricular proposta FIC Instalador

<b>Disciplina</b>	Teórica (h)	Prática (h)	Total (h)
<b>I.1</b> – Fundamentos de eletricidade	20	20	40
<b>I.2</b> – Fundamentos de sistemas fotovoltaicos	20	20	40
<b>I.3</b> – Normas de segurança no trabalho com sistemas fotovoltaicos	20	20	40
<b>I.4</b> – Equipamentos e componentes de sistemas fotovoltaicos	20	20	40
<b>I.5</b> – Instalação e manutenção de sistemas fotovoltaicos	20	20	40
<b>Carga horária total</b>	100	100	200

Fonte: Autor

Tabela 2.3 – Grade curricular proposta FIC Projetista

<b>Disciplina</b>	Teórica (h)	Prática (h)	Total (h)
<b>II.1</b> – Normas e regulamentações para sistemas fotovoltaicos	12	0	12
<b>II.2</b> – Dimensionamento de sistemas fotovoltaicos	20	40	60
<b>II.3</b> – Aplicativos e simuladores para sistemas fotovoltaicos	12	24	36
<b>II.4</b> – Projetos de sistemas fotovoltaicos: um estudo de caso	12	40	52
<b>II.5</b> – Elaboração de parecer de acesso para sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica	12	28	40
<b>Carga horária total</b>	68	132	200

Fonte: Autor

Consideram-se como práticas, tanto as aulas em oficina com as ferramentas e equipamentos quanto as aulas com a utilização de microcomputadores, *softwares* e simuladores.

Portanto, esta proposta oferece ao cidadão trabalhador uma educação profissional que complementa o ensino técnico regular, permitindo a ele que exerça uma atividade necessária para preencher a lacuna do cenário brasileiro de energia que se desvela nos próximos anos. Uma das principais carências do Brasil atualmente é a falta de qualificação técnica de seus profissionais.

### 2.2.1 DESCRIÇÃO SUCINTA DA EMENTA DE CADA DISCIPLINA

Fundamentos de Eletricidade: Introdução à eletricidade; geração, transmissão e distribuição; diferença de potencial, tensão, corrente e resistência; Lei de Ohm, circuitos com associação série e paralelo em corrente contínua, utilização de instrumentos de medição como multímetro, voltímetro e amperímetro. Princípios básicos de corrente alternada; onda senoidal, fase. Instalações elétricas, determinações da norma ABNT NBR 5410. Dispositivos de proteção. Ferramentas utilizadas na execução de instalações elétricas. Execução de montagem de caixa de distribuição. Execução de montagem de rede de eletrodutos e passagem de cabos.

Fundamentos de Sistemas Fotovoltaicos: Conceitos de conversão solar térmica, Conversão solar fotovoltaica; células fotovoltaicas; características construtivas e elétricas das células e módulos; pontos cardeais, uso da bússola; localização georreferenciada, utilização de GPS; movimentos Sol e Terra; inclinação e azimute;

Normas de Segurança no Trabalho com Sistemas Fotovoltaicos: Conceitos básicos de segurança no trabalho; riscos; acidente; análise de riscos; equipamentos de proteção individual e coletivo; procedimentos e documentação para permissão de trabalho sob riscos, Normas

Regulamentadoras (NR) pertinentes (NR 10, 33 e 35). Práticas de utilização de equipamentos de segurança de pessoas e materiais. Prevenção e combate a incêndio, tipos de extintores e sua utilização. Trabalho em altura – detalhado no item 3.4 desta dissertação.

Equipamentos e componentes de Sistemas Fotovoltaicos: Módulos fotovoltaicos e suas características; geradores fotovoltaicos isolados; bombeamento de água; produção de gelo; geradores fotovoltaicos conectados à rede elétrica; arranjos de módulos fotovoltaicos; inversores CC/CA e conversores de frequência; cabos e conectores; caixas de interligação de arranjos; dispositivos de proteção; suportes e trilhos de fixação; especificações e características técnicas e materiais disponíveis no Brasil – certificados pelo INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia) - e com assistência técnica oferecida em território nacional.

Instalação e Manutenção de Sistemas Fotovoltaicos: Lista de ferramental necessário. Utilização e conservação de ferramentas. Prática de montagem de conectores; caixas de interligação de arranjos; caixa de dispositivos de proteção, passagem de cabos; montagem de rede de eletrodutos; identificação de cabeamento; montagem de estrutura para fixação de módulos fotovoltaicos; içamento e fixação de módulos fotovoltaicos; interligação de módulos; montagem de painel para inversores CC/CA e conversores de frequência; testes e medições; comissionamento;

Normas e regulamentações para Sistemas Fotovoltaicos: Conceito de norma; importância das normas técnicas; normas brasileiras e internacionais, órgãos normalizadores; ABNT NBR 5410, Norma brasileira de instalações fotovoltaicas, Normas Regulamentadoras números 10, 33 e 35. Órgão regulamentador ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica). Regulamentações ANEEL 482/2012, 493/2012 e suas atualizações. Conceitos de micro e mini geração. Regras de compensação na fatura de energia elétrica.

Dimensionamento de Sistemas Fotovoltaicos: Levantamento inicial de necessidades; avaliação do local de instalação, dimensões, orientações geográficas e dados climatológicos; acesso às bases de dados de irradiação solar; interpretação de dados fornecidos; cálculo de potencial de geração de energia média anual; aplicação de fatores de eficiência de conversão; produtividade e perdas; cálculo de retorno financeiro.

Aplicativos e simuladores para sistemas fotovoltaicos: Instalação e manuseio de *softwares* que auxiliam no dimensionamento de sistemas fotovoltaicos.

Projetos de Sistemas Fotovoltaicos: Projetar um exemplo de sistema fotovoltaico em uma de suas aplicações desde o início até a documentação final.

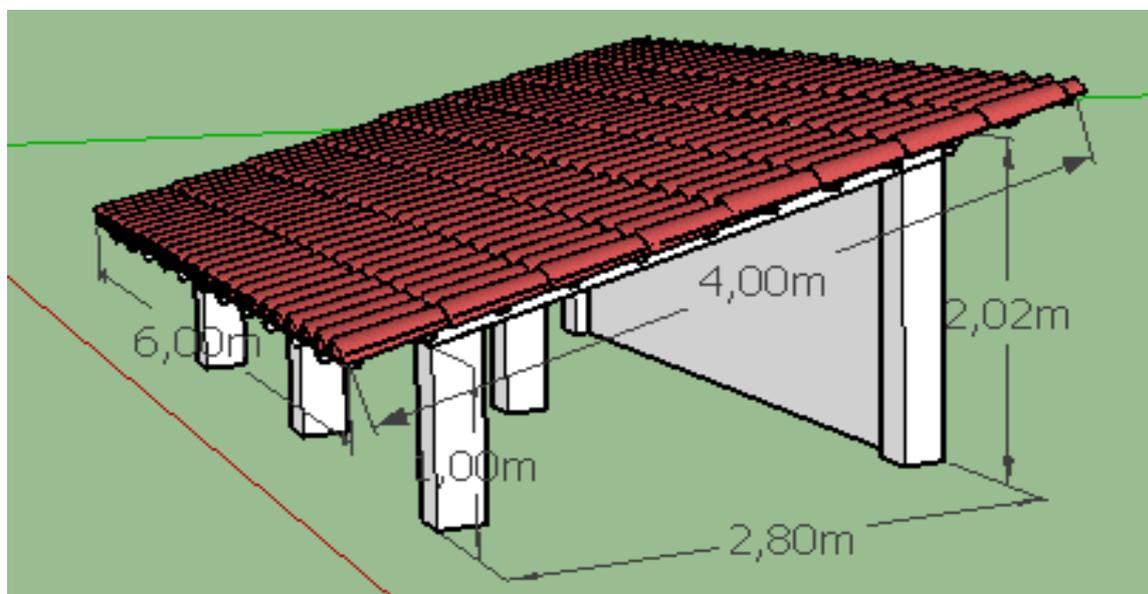
Elaboração de parecer de acesso para sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica: Utilização de *software* para a confecção de desenhos de projetos conforme a regra das concessionárias de distribuição de energia elétrica. Simbologia normatizada. Plotagem. Elaboração de documentação exigida pela concessionária de energia elétrica para a instalação de sistemas fotovoltaicos à rede elétrica. Manuais de orientação e regulamentação das concessionárias sobre a geração de usinas fotovoltaicas distribuídas pela rede elétrica.

### 2.3 CONFIGURAÇÃO DE LABORATÓRIO PARA AS AULAS PRÁTICAS

O laboratório para aulas práticas deve ser configurado de forma a permitir o máximo aproveitamento do tempo do aluno na escola em atividades que o envolva com as competências fundamentais exigidas no dia-a-dia de um especialista técnico em sistemas fotovoltaicos.

Basicamente, o laboratório deve ser composto de dois ambientes: um interno com bancadas, banquetas, equipamentos, ferramentas e instrumentos de medição e um externo, com um arranjo fotovoltaico didático sobre um telhado baixo de uma inclinação com as dimensões de 6 m x 4 m perfazendo um total de 24 m<sup>2</sup>. Mais 2 m de espaço livre no entorno, veja a figura 2.1.

Fig 2.1 – Croqui de telhado didático proposto



Fonte:GIZ,2016

As ferramentas, instrumentos e equipamentos de proteção individual devem estar organizados e à vista, de forma que o professor possa conferi-los ao início e ao final de cada aula.

As aulas no laboratório podem ser utilizadas tanto para as disciplinas de conteúdo técnico específico, quanto para as aulas de segurança do trabalho aplicadas à instalação de módulos e inversores fotovoltaicos.

As regras no ambiente laboratorial devem ser claras e divulgadas amplamente no primeiro dia de aula para os alunos. O regulamento deve ser seguido à risca e fiscalizado a todo o momento o seu cumprimento. Os trabalhos com eletricidade exigem total atenção para que não ocorram acidentes.

As tabelas 2.4, 2.5 e 2.6 apresentam, respectivamente, os equipamentos, os acessórios e materiais de consumo previstas no plano de curso FIC de Instalador de Sistemas Fotovoltaicos do Centro Paula Souza (2016):

Tabela 2.4 – Lista de equipamentos para laboratório de sistemas fotovoltaicos

Quantidade	Valor Unitário (UM)	Valor Total (UM)	Especificação
2	72,48	144,97	Multímetro Digital
2	128,14	256,29	Alicate amperímetro digital CA/CC
2	160,44	320,88	Medidor de Energia Solar
2	83,77	167,54	Furadeira de impacto 1/2" 760 W 1 velocidade variável e reversível
10	280,18	2.801,76	Módulo Solar Fotovoltaico 250 Wp
2	1.572,01	3.144,03	Inversor Grid-Tie potência 1,5 kW
1	250,55	250,55	Telhado com 410 telhas e 80 m de ripas
2	472,74	945,48	Kit de montagem para telhado - 5 módulos 235 Wp
2	35,53	71,07	Quadro 9 Módulos DIN
2	71,47	142,95	Medidor de Energia Monofásico Bidirecional
2	173,02	346,04	DPS 600PV
2	100,54	201,07	Disjuntor DC 10 A
2	84,12	168,23	Chave Seccionadora CC 10A
2	6,43	12,86	Fusível Cartucho Porcelana 10x38 mm GPV Solar 1000 Vcc
2	44,72	89,44	Disjuntor DR Bipolar 25 A/300 mA
2	31,48	62,97	Protetor de Surto DPS 25 kA 275V
2	52,92	105,83	Caixa de Distribuição de Sobrepor para 12/16 Disjuntores
2	86,47	172,95	Bateria estática 12v 50ah
2	6,24	12,48	Par terminal com borboleta positivo e negativo
2	3,12	6,24	Garra jacaré 11 cm preta e vermelha (par)
2	185,63	371,26	Inversor (450W / 12Vcc / 120Vca)
2	264,42	528,84	Controlador de Carga 40 A 12/24/48 V
10	24,58	245,82	Módulo Solar Fotovoltaico 10 W
2	126,06	252,13	Suportes de bancada para módulo fotovoltaico 10W (estimativa)
		<b>10.821,68</b>	<b>Total</b>

Fonte CEETEPS.2016

Tabela 2.5 – Lista de acessórios para laboratório de sistemas fotovoltaicos

Quantidade	Valor Unitário (UM)	Valor Total (UM)	Especificação
2	7,85	15,69	Bússola Simples
2	63,01	126,02	Medidor de Ângulos Digital
2	16,89	33,77	Alicate universal isolado aço cromo vanádio 8"
2	17,19	34,37	Alicate de bico meia cana longo aço cromo vanádio 6"
2	17,19	34,37	Alicate de corte diagonal aço cromo vanádio 6"
2	36,79	73,58	Alicate desencapador de fios 8"
2	121,34	242,67	Kit Ferramentas Solar Alicate Crimpador Mc4
2	5,93	11,86	Alicate crimpador 9.1/2" para terminais isolados
2	17,34	34,67	Jogo chave allen abaulada 1,5 a 10 mm com 09 peças
2	19,54	39,07	Jogo de Chave de Fenda e Phillips Isolada com 05 Peças
2	56,70	113,39	Jogo De Chave Combinada de 6 a 22 mm com 17 Peças
2	13,84	27,67	Jogo de Brocas para Metal com 13 Peças
2	3,75	7,50	Jogo De Broca Para Concreto 4 A 12 mm 7 Peças
2	79,04	158,08	Jogo de serras copo bimetal em aço rápido com 9 peças
2	59,88	119,75	Jogo de Soquete Estriado de 1/4 " com 31 Peças
2	7,25	14,49	Arco de Serra Fixo 12 "
2	68,05	136,10	Extensão de tomada 20 A 3 x 2,5 mm <sup>2</sup> - 30 m
2	5,33	10,65	Trena Amarela de 5 m
2	2,27	4,53	Linha de Pedreiro Lisa 100 m
2	8,16	16,33	Nível Madeira Ângulo 360° Comprimento 10" com 2 Bolhas Alumínio Retangular
2	27,07	54,14	Caixa de ferramentas sanfonada com 7 gavetas
1	9,45	9,45	Haste de Aterramento de Cobre com Conector 2,4 m
1	126,03	126,03	Cabo Flexível 10 mm <sup>2</sup> 100 m Verde 750V
50	0,87	43,49	Corda nylon trançada, 12 mm, na cor branca, tipo bombeiro NR-18.
2	198,55	397,09	Escada Tesoura com Duplo Acesso 1,95 m
20	1,26	25,21	Óculos de Segurança Incolor
20	13,23	264,67	Capacete de Segurança Verde com Carneira
20	2,37	47,34	Touca de segurança tipo árabe
4	34,66	138,66	Cinturão de Segurança tipo Paraquedista Contra Quedas
4	50,39	201,58	Talabarte de Segurança em Y com Absorvedor de Energia de 1330 mm
2	219,33	438,66	Trava Quedas Retrátil com Fita de 3,5 m
20	0,95	18,91	Luva Tricotada e Pigmentada
4	2,93	11,71	Módulo de Tomada para Sobrepor 10 A Branco
4	1,86	7,44	Plafonier Round P Redondo Termoplástico Branco Bivolt
2	15,60	31,20	Fogareiro Eletrico 1 Boca
		<b>3.070,18</b>	Total (UM)

Tabela 2.6 – Lista de materiais de consumo para laboratório de sistemas fotovoltaicos

Quantidade	Valor Unitário (UM)	Valor Total (UM)	Especificação
100	2,99	299,09	Conector Mc4 P/ Pannel Solar ( Macho E Femea) - Par
1	233,38	233,38	Solar Cabo 4 mm <sup>2</sup> Pannel Solar Fotovoltaico 55 A 100 m
1	233,38	233,38	Solar Cabo 4 mm <sup>2</sup> Pannel Solar Fotovoltaico 55 A 100 m
100	0,26	26,16	Cabo Flexível 2,5mm <sup>2</sup> 100 m Preto 750 V
100	0,26	26,16	Cabo Flexível 2,5mm <sup>2</sup> 100 m Vermelho 750 V
100	0,26	26,16	Cabo Flexível 2,5mm 100 m Azul 750 V
100	0,49	48,85	Cabo Flexível 4 mm <sup>2</sup> 100 m Verde 750 V
1000	0,05	47,27	Abraçadeira Flexível T50R Preto
2	2,80	5,60	Fita Isolante Antichama 20 m Preto
100	0,06	5,99	Terminal pino curto isolado 1-2,5 mm <sup>2</sup> azul PI2688
100	0,15	15,13	Terminal pino isolado 2,5-6 mm <sup>2</sup> amarelo PI-2689
10	4,72	47,24	Lâmpada Fluorescente 3U 25 W Branca 250 V (220 V)
10	6,30	63,00	Lâmpada de Led bulbo 12 V 6 W E27
1	86,47	86,47	Bateria estática 12v 50ah
20	0,46	9,27	Telha de Cerâmica Romana Vermelho 23 cm
		<b>1.173,15</b>	<b>Total (UM)</b>

Fonte: CEETEPS, 2016

A tabela 3.7 apresenta a distribuição dos custos para a implantação da infraestrutura laboratorial.

Tabela 2.7 – Resumo do custo de materiais para laboratório.

Materiais	Valor (UM)
Equipamentos	10.821,68
Acessórios	3.070,18
Consumo	1.173,15
<b>Total</b>	<b>15.065,01</b>

Fonte: Autor

Portanto, o custo estimado para a instalação de laboratório para sistemas fotovoltaicos não supera R\$ 50.000,00<sup>5</sup>.

## 2.4 CONDIÇÕES PARA O TRABALHO EM ALTURA

O trabalho em altura é regido pela NR-35, publicada originalmente em 23/03/2012. Avaliar os riscos, fazer uma avaliação dos locais de trabalho, utilizar os EPI's – equipamentos de proteção individual corretamente e seguir as instruções operacionais são algumas das principais determinações da legislação trabalhista brasileira e que devem ser respeitadas nas montagens de usinas fotovoltaicas nos telhados em nosso país.

Seguir os requisitos mínimos e as medidas de proteção estabelecidas pela NR-35 permite garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores envolvidos (BRASIL, 2012), mais ainda, garante a confiabilidade da mão-de-obra contratada pelas empresas e pelas pessoas que escolhem e permitem a montagem de usinas em seus telhados.

A abordagem necessitará ser pontual na disciplina “Segurança no Trabalho” e corriqueira nas demais disciplinas. O aluno deve ser lembrado a todo instante dos riscos que envolvem as atividades realizadas a mais de 2,00 metros de altura.

Nas aulas práticas, a cada tarefa que envolva o trabalho em altura, deve-se prever o preenchimento da documentação exigida pela NR-35. Então, o aluno, trabalhando em equipe, simula situação cotidiana de seu futuro trabalho, seguindo naturalmente as normas de segurança.

O primeiro passo é a realização da Análise de Risco – AR. Através dela, o aluno aprenderá a observar, utilizando o ponto de vista de sua segurança e dos demais de sua equipe, todas as condições do local, podendo-se, inclusive, simular locais adversos através de fotografias ou figuras. Ou também, trazendo-se para a sala de aula, exemplos de formulários de AR preenchidas citando-se riscos e situações observáveis.

As condições do local, que influenciam diretamente na segurança dos trabalhadores com sistemas fotovoltaicos podem ser:

- Má conservação do telhado: Telhas soltas ou quebradas, excesso de limo, estrutura de madeira apodrecida, estrutura com problemas na fixação, afundamentos no telhado.

---

<sup>5</sup> US\$ 15.065,61 multiplicado por 3,173 (cotação do dólar do dia 19/10/2017) = R\$ 47.801,28

- Problemas para instalar a linha de vida: Estrutura não comporta a linha de vida. Inexistência de locais para ancoragem. Faz-se necessária a elaboração de projeto, dependendo do tamanho da usina. Pode também ser necessária a instalação de passarelas.

- Problemas para acessar o telhado: piso irregular ou desnivelado, impossível utilização de escadas ou andaimes. Pode ser necessário o uso de cestas aéreas.

- Condições meteorológicas adversas: chuva, ventos fortes ou raios.

- Proximidade com a rede elétrica ou outras instalações energizadas.

- Demais condições humanas: integridade de saúde física e psicológica.

Através desta análise, o aluno familiariza-se com as condições impeditivas e a mitigação e controle dos riscos através de ações como o uso de equipamentos de proteção coletiva – EPC, equipamentos de proteção individual – EPI, e será capaz de participar da criação de procedimentos específicos para situações adversas que possam surgir em sua vida profissional doravante. Habituar o profissional a manter esses registros em ordem, saber a importância de arquivá-los adequadamente e ser capaz de analisá-los historicamente para prever riscos e evitar os acidentes, esses seriam os objetivos dessas atividades no curso proposto.

### 3 INSTITUIÇÕES E ESCOLAS

#### 3.1 – ESCOLAS COM POTENCIAL PARA OFERECER O CURSO PROPOSTO

No estado de São Paulo, as instituições de ensino de nível técnico profissionalizante mais conhecidas e com maior capilaridade são três, em ordem alfabética:

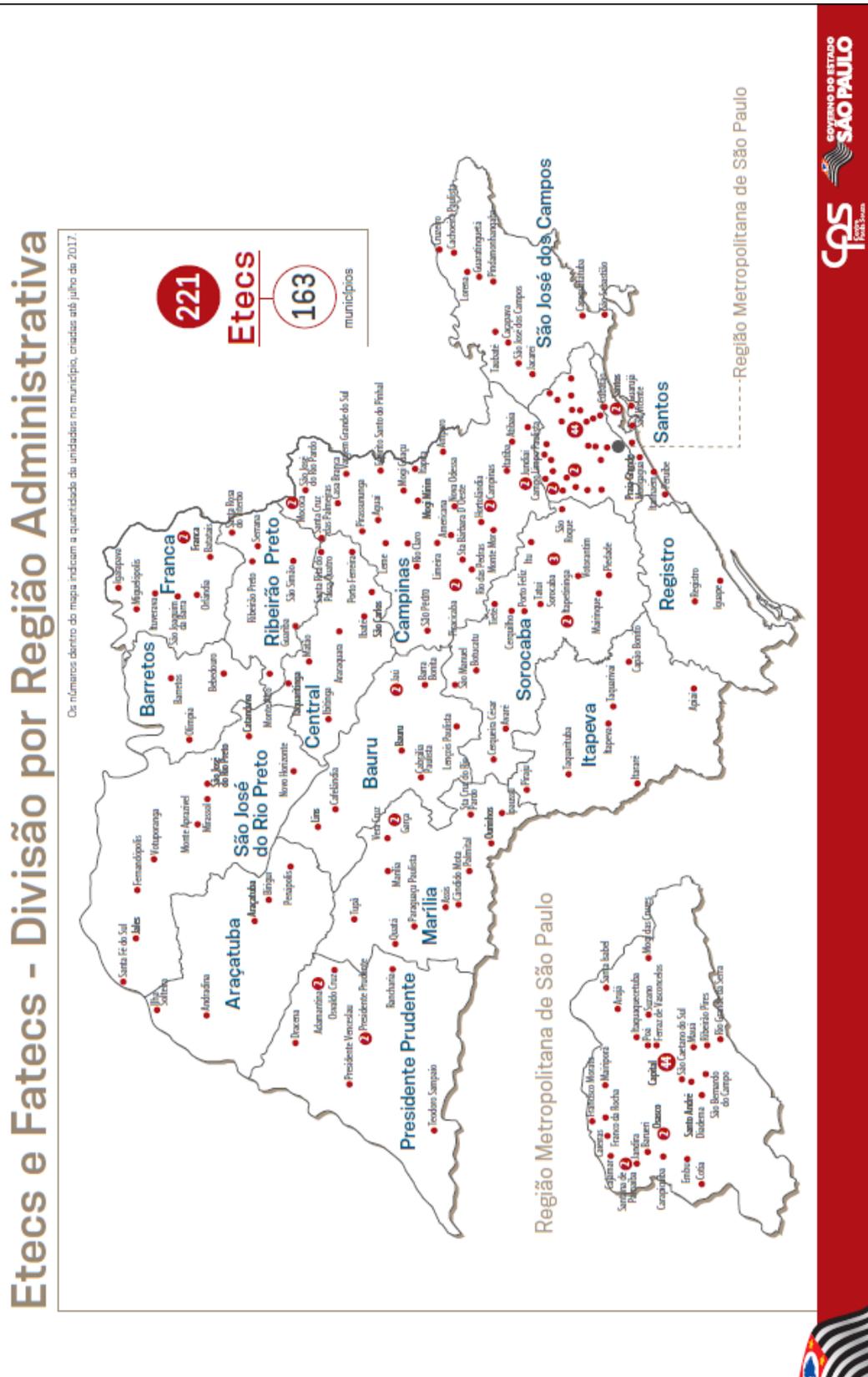
- Centro Paula Souza – autarquia da Secretaria de Desenvolvimento Econômico do Governo do Estado de São Paulo;

*O Centro Paula Souza é uma autarquia do Governo do Estado de São Paulo, vinculada à Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Ciência, Tecnologia e Inovação (SDECTI). Presente em aproximadamente 300 municípios, a instituição administra 221 Escolas Técnicas (Etecs) e 68 Faculdades de Tecnologia (Fatecs) estaduais, ultrapassando o número de 290 mil alunos em cursos técnicos de nível médio e superiores tecnológicos.*

*As Etecs atendem mais de 211 mil estudantes nos Ensinos Técnico, Médio e Técnico Integrado ao Médio, com 139 cursos técnicos para os setores industrial, agropecuário e de serviços, incluindo habilitações nas modalidades presencial, semipresencial, online, Educação de Jovens e Adultos (EJA) e especialização técnica. (CENTRO PAULA SOUZA, 2017)*

Na figura 3.1 pode-se observar a presença das Etecs no estado de São Paulo.

Figura 3.1– Mapa do estado de São Paulo indicando os municípios com Etecs.



Fonte: CEETEPS <http://www.cps.sp.gov.br/quem-somos/manual-de-identidade-logo-novo/mapas/2017-mapa-geral-etecs.pdf> acessado em 02/08/2017

- IFSP – Instituto Federal do Estado de São Paulo – autarquia federal:

*O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – IFSP – é uma autarquia federal de ensino.*

*Fundada em 1909, como Escola de Aprendizizes Artífices, é reconhecida pela sociedade paulista por sua excelência no ensino público gratuito de qualidade.*

*Durante sua história, recebeu, também, os nomes de Escola Técnica Federal de São Paulo e Centro Federal de Educação Tecnológica de São Paulo. Com a transformação em Instituto, em dezembro de 2008, passou a ter relevância de universidade, destacando-se pela autonomia.*

*Com a mudança, o Instituto Federal de São Paulo passou a destinar 50% das vagas para os cursos técnicos e, no mínimo, 20% das vagas para os cursos de licenciatura, sobretudo nas áreas de Ciências e da Matemática. Complementarmente, continuará oferecendo cursos de formação inicial e continuada, tecnologias, engenharias e pós-graduação.*

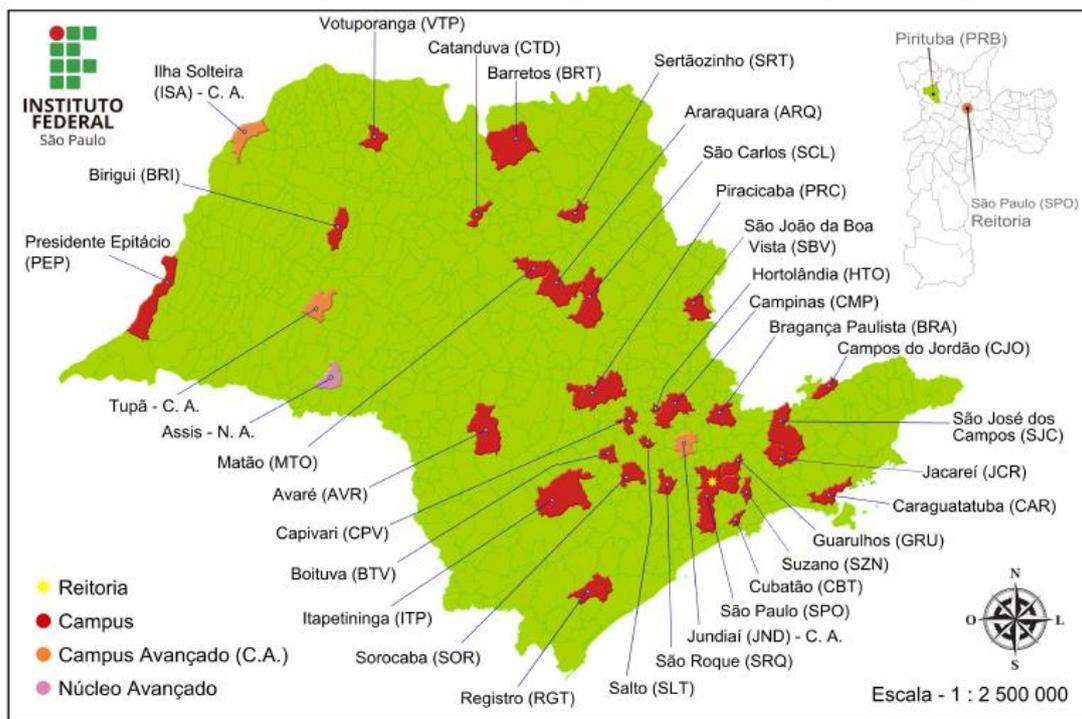
*Além dos cursos presenciais, o Instituto Federal de São Paulo oferece os cursos Técnicos em Administração e em Informática para Internet e, a partir de 2012, o superior de Formação de Professores na modalidade de Ensino a Distância (EaD).*

*O IFSP é organizado em diversos câmpus e possui mais de 40 mil alunos matriculados nas 37 unidades distribuídas pelo estado de São Paulo. (IFSP, 2017).*

A figura 3.2 apresenta a localização de seus *campi* distribuídos no estado de São Paulo.

Figura 3.2 – Mapa do estado de São Paulo indicando os municípios com unidades do IFSP.

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo - Mapa dos Câmpus - 2016



Fonte: <http://www.ifsp.edu.br/index.php/mapa-dos-campi.html> acessado em 23/08/2016

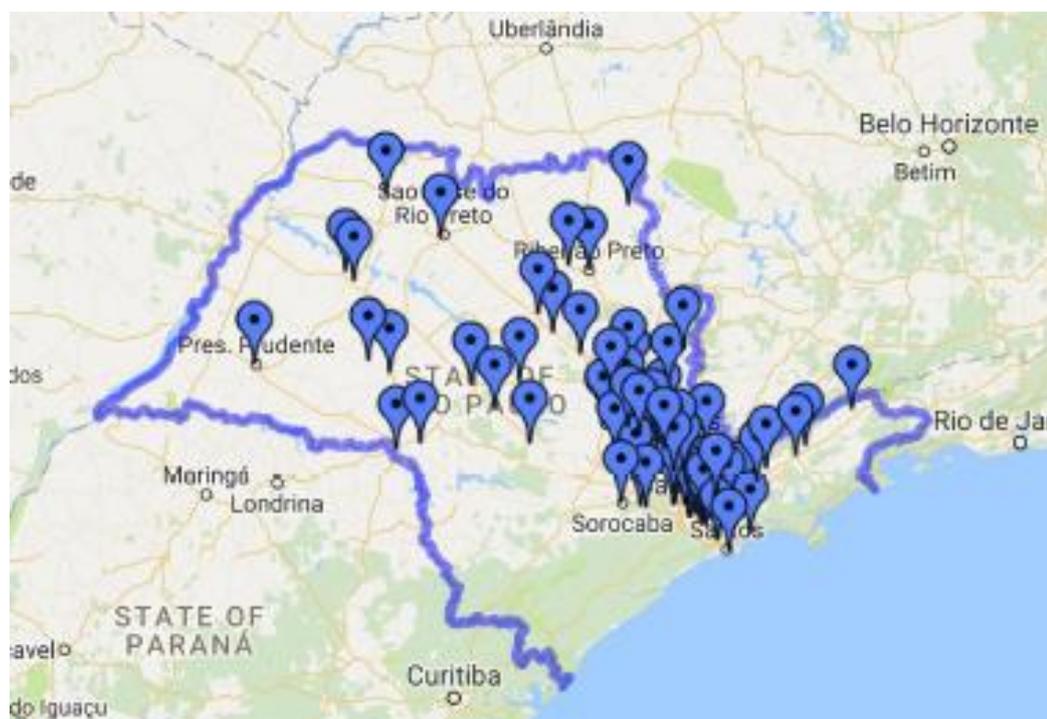
- SENAI – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial – uma iniciativa da indústria brasileira através da CNI – Confederação Nacional da Indústria e no estado de São Paulo através da FIESP – Federação das Indústrias do Estado de São Paulo.

*O Senai configura-se como sistema estruturado em base federativa, que desenvolve ampla gama de programas de formação profissional, buscando atender às carências da mão-de-obra industrial brasileira, sempre em função das peculiaridades de cada região do país.*

*Sensível às demandas originadas pelo setor industrial, diversificou amplamente suas atividades e, hoje, é uma instituição educacional que atua em diferentes frentes — desde a educação de menores para o trabalho e a formação de técnicos e tecnólogos industriais, até a realização de treinamentos ágeis e rápidos, destinados a adultos.*

*Situado entre o Poder Público, que o criou e fiscaliza, e as entidades representativas das indústrias, que o administram, o Senai constitui legalmente uma entidade de direito privado, nos termos da lei civil. (SENAI-SP, 2016)*

Figura 3.3 – Mapa do estado de São Paulo indicando a presença das Escolas SENAI.



Fonte: <http://www.sp.senai.br/> acessado em 23/08/2016

São 92 unidades fixas e 74 unidades móveis<sup>6</sup>, sendo que em 2016 a instituição formou mais de 875 mil alunos em seus cursos em diversos níveis de ensino profissionalizante no estado de São Paulo. (SENAI, 2016).

<sup>6</sup> Fonte: <http://transparencia.sp.senai.br/telas/transparencia/dados-infraestrutura.html> acessado em 17/10/2017

Tabela 3.1 – Produção educacional, quantidade de alunos formados em 2016 pelo SENAI-SP.

<b>MODALIDADES</b>	<b>2016</b>
Aprendizagem Industrial	<b>30.623</b>
Curso Técnico	<b>21.919</b>
Superior - Formação de Tecnólogo	<b>2.397</b>
Superior - Pós-graduação Lato Sensu	<b>1.616</b>
Superior - Extensão	<b>70</b>
Formação Inicial e Continuada	<b>680.771</b>
• Iniciação Profissional	352.517
• Qualificação Profissional	98.097
• Aperfeiçoamento Profissional	222.468
• Especialização Profissional	7.689
Educação de Jovens e Adultos	<b>41</b>
Ensino Médio	<b>56</b>
<b>Total de Matrículas - Ação - DIRETA*</b>	<b>737.493</b>
<b>Total de Matrículas - Ação - INDIRETA**</b>	<b>138.229</b>
<b>TOTAL</b>	<b>875.722</b>

*\*Matrículas Diretas são decorrentes de cursos cuja gestão, execução e financiamento estão sob a responsabilidade direta do SENAI-SP.*

*\*\*Matrículas Indiretas correspondem ao somatório de matrículas de cursos realizados por empresas contribuintes que, por meio dos termos de cooperação técnica e financeira, operacionalizam programas de formação profissional.*

Fonte: SENAI,2016

### 3.2 - INFRAESTRUTURA EXISTENTE NAS ETECS DO CENTRO PAULA SOUZA

A estrutura laboratorial existente nas unidades escolares de ensino técnico (ETECs) do Centro Paula Souza são similares, mas não podem ser consideradas iguais. A diferença pode ser verificada devido ao tempo de existência da escola, o qual influencia diretamente na quantidade de equipamentos conservados ao longo dos anos, bem como na variedade de fabricantes de equipamentos didáticos fornecidos em diferentes épocas de acordo com as aberturas de editais de concorrência de fornecimento de materiais para a autarquia estadual.

Basicamente, conforme consta no documento Plano de Curso (CEETEPS, 2016), em seu capítulo 7, são previstos os seguintes equipamentos nos laboratórios das ETECs que oferecem os cursos técnicos em eletroeletrônica, eletromecânica, eletrotécnica e eletrônica.

Apresentam-se nas tabelas 3.2, 3.3, 3.4 e 3.5 os equipamentos para o curso de eletroeletrônica.

Tabela 3.2 – Lista de equipamentos para o laboratório de eletricidade, eletrônica analógica e de potência para o curso técnico em eletroeletrônica

<b>Quantidade</b>	<b>Identificação</b>
7	Multímetro Digital
7	Fonte de Alimentação DC
7	Conjunto Didático para estudo e treinamento em Eletricidade Básica
7	Conjunto Didático; para estudo e treinamento em eletrônica analógica
7	Equipamentos para fins didáticos de eletrônica de potência
7	Osciloscópio; tipo analógico; frequência 20 MHz, duplo traço
7	Gerador de funções; tipo digital
7	Fonte de alimentação DC de alta estabilidade
7	Multímetro tipo digital, cat II
7	Estação de solda
7	Estação de ar quente

Fonte: CEETEPS,2016

Tabela 3.3 – Lista de equipamentos para o laboratório de eletrônica digital e sistemas microprocessados para o curso técnico em eletroeletrônica..

<b>Quantidade</b>	<b>Identificação</b>
7	Osciloscópio Digital
7	Multímetro Digital
7	Fonte de Alimentação DC
7	Gerador de Funções
7	Conjunto didático para estudo e treinamento em Eletrônica Digital
7	Equipamentos para fins didáticos; módulo de microcontrolador pic

Fonte: CEETEPS,2016

Tabela 3.4 – Lista de equipamentos para o laboratório de instalações elétricas para o curso técnico em eletroeletrônica.

<b>Quantidade</b>	<b>Identificação</b>
7	Equipamento para estudo e treinamento em instalações Elétricas Residências
1	Equipamento para estudo e treinamento em instalações em Edifícios e Residências Inteligentes.
1	Equipamentos para estudo e treinamento em instalações Elétricas Industriais
1	Alicate amperímetro, cat. III True RMS
1	Alicate wattímetro digital, True RMS
1	Luxímetro
1	Terrômetro
1	Medidor de resistência de isolamento – tipo megômetro
1	Analisador de qualidade de energia
1	Eficiência energética em motores elétricos
1	Conjunto didático de Geração de energia eólica
1	Conjunto didático de Geração de energia solar

Fonte: CEETEPS,2016

Tabela 3.5 – Lista de equipamentos para o laboratório de máquinas elétricas e automação para o curso técnico em eletroeletrônica.

<b>Quantidade</b>	<b>Identificação</b>
7	Equipamentos para fins didáticos; para estudo de comandos elétricos
1	Conjunto didático para estudo do acionamento e controle de velocidade de motores de corrente contínua
1	Conjunto didático para estudo da construção, funcionamento e acionamento das máquinas elétricas
7	Equipamentos para estudo de inversores de frequência
7	Conjunto didático, para ensaios com CLP
1	Alicate amperímetro, cat. III. True RMS
1	Alicate eletrônico digital para corrente de fuga, cat. II
1	Alicate wattímetro digital, True RMS
1	Fasímetro
1	Tacômetro digital
7	Conjunto didático para estudo e treinamento em Corrente Alternada
7	Conjunto didático para estudo e treinamento em Sensores Industriais
1	Conjunto didático para práticas em eletropneumática

Fonte: CEETEPS,2016

Pode-se destacar que está previsto para este curso técnico em eletroeletrônica especificamente, a existência de conjunto didático de energia solar no laboratório de instalações elétricas.

Apresentam-se nas tabelas 3.6, 3.7, 3.8, 3.9, 3.10 e 3.11 os equipamentos previstos para o curso técnico em eletromecânica. Nota-se a ausência da especificação de quantidades, porque no documento original também não consta essa informação.

Tabela 3.6 – Lista de equipamentos para o laboratório de eletroeletrônica para o curso técnico em eletromecânica

Maleta de experiências de Eletricidade Básica, Eletrônica Analógica e Eletrônica Digital.
Fontes de corrente contínua.
Geradores de funções
Osciloscópios digital e multímetros.

. Fonte: CEETEPS,2016

Tabela 3.7 – Lista de equipamentos para o laboratório de eletrônica digital e sistemas microprocessados para o curso técnico em eletromecânica.

Módulos didáticos de Instalações Elétricas Residenciais
Comandos elétricos.
Módulos didáticos de Eletrônica Industrial de Potência e Sensores
Multímetros
Alicates
Amperímetros
Wattímetros

Fonte: CEETEPS,2016

Tabela 3.8 – Lista de equipamentos para o laboratório de hidráulica, eletro hidráulica, pneumática e eletropneumática para o curso técnico em eletromecânica.

Bancadas pneumáticas/ eletropneumáticas.
Bancadas hidráulicas/ eletro-hidráulicas
Módulos didáticos de Controladores Lógicos Programáveis
Microcomputadores.
Impressora <i>Color Laserjet</i>

Fonte: CEETEPS,2016

Tabela 3.9 – Lista de equipamentos para o laboratório de metrologia para o curso técnico em eletromecânica

Paquímetros
Micrometros
Goniômetros
Esquadros de luz

. Fonte: CEETEPS,2016

Tabela 3.10 – Lista de equipamentos para o laboratório de tecnologia mecânica para o curso técnico em eletromecânica

Durômetro Rockwell
Durômetro Brinell/ Vickers.
Máquina de tração
Máquina de impacto
Microscópio metalográfico
Máquina de corte e disco
Forno de tratamento térmico
Máquina de embutimento
Lixadeira manual e politriz

. Fonte: CEETEPS,2016

Tabela 3.11 – Lista de equipamentos para o laboratório de usinagem para o curso técnico em eletromecânica

Tornos tipo universal
Fresadoras tipo universal
Retífica plana
Retífica cilíndrica
Furadeira de coluna
Furadeira de bancada
Máquina de solda MIG
Morsas de bancada

. Fonte: CEETEPS,2016

Observa-se que a estrutura laboratorial do curso técnico em eletromecânica não está adequada para receber o curso de especialização pós-técnica de sistemas fotovoltaicos, sendo necessária um maior aporte de equipamentos de instalações elétricas para compatibilizar a estrutura.

Apresentam-se nas tabelas 3.12, 3.13, 3.14 e 3.15 os equipamentos previstos para o curso técnico em eletrotécnica.

Tabela 3.12 – Lista de equipamentos para o laboratório de eletricidade e eletrônica para o curso técnico em eletrotécnica

<b>Quantidade</b>	<b>Identificação</b>
7	Conjunto didático, para estudo e treinamento em eletrônica analógica
7	Sistema didático de treinamento em eletrônica digital
7	Equipamentos para fins didáticos, para ensaios de eletrônica de potência
7	Osciloscópio, tipo analógico, frequência 20 MHz, duplo traço
7	Osciloscópio, tipo digital, 60 MHz, 02 canais
7	Gerador de funções, tipo digital
7	Fonte de alimentação DC de alta estabilidade
7	Multímetro tipo digital, cat. II
8	Notebook
7	Estação de solda tipo analógica
7	Estação de solda tipo digital

. Fonte: CEETEPS,2016

Tabela 3.13 – Lista de equipamentos para o laboratório de instalações elétricas para o curso técnico em eletrotécnica

<b>Quantidade</b>	<b>Identificação</b>
7	Equipamentos para fins didáticos, para treinamento em instalações elétricas residenciais
7	Equipamentos para fins didáticos, para estudo de instalações elétricas em edifícios e residências inteligentes
7	Equipamentos para fins didáticos, para estudo das instalações elétricas industriais
7	Multímetro digital, cat. II
3	Alicate amperímetro, cat. III, True RMS
3	Alicate wattímetro digital True RMS
3	Luxímetro
3	Terrômetro
3	Alicate amperímetro, cat. IV, True RMS
3	Multímetro digital, cat. IV, True RMS
1	Conjunto didático para estudos e controle de demanda e fator de potência
1	Conjunto didático de estudos de eficiência energética de iluminação
4	Conjunto didático para treinamento em CFTV
4	Conjunto didático para treinamento em Alarmes de incêndio

. Fonte: CEETEPS,2016

Tabela 3.14 – Lista de equipamentos para o laboratório de comandos e máquinas elétricas para o curso técnico em eletrotécnica

<b>Quantidade</b>	<b>Identificação</b>
7	Equipamentos para fins didáticos, para estudo de comandos elétricos
3	Equipamentos para estudo da construção e funcionamento das máquinas elétricas
3	Equipamentos para estudo de acionamento e controle de velocidade motores de corrente contínua
7	Equipamentos para estudo de inversores de frequência
7	Multímetro digital, cat. II
7	Multímetro digital, cat IV, True RMS
3	Alicate amperímetro digital, cat. III, True RMS
3	Alicate eletrônico digital para corrente de fuga, cat. II
1	Analisador gráfico de energia, cat. III
3	Fasímetro, cat. III
3	Tacômetro digital
3	Magômetro, cat. II
1	Conjunto didático para estudo e treinamento em Eficiência energética em Motores Elétricos

. Fonte: CEETEPS,2016

Tabela 3.15 – Lista de equipamentos para o laboratório de controle e automação para o curso técnico em eletrotécnica

<b>Quantidade</b>	<b>Identificação</b>
7	Conjunto didático, para ensaios com CLP
7	Conjunto didático, para desenvolvimentos de práticas em pneumática e eletropneumática
2	Conjunto didático, para controle de processo industrial com sistema de supervisão
7	Multímetro digital, cat. II
7	Osciloscópio digital
3	Multímetro digital, cat. IV, True RMS
8	Notebook

Fonte: CEETEPS,2016

Apresentam-se nas tabelas 3.16, 3.17, 3.18 e 3.19 os equipamentos previstos para o curso técnico em eletrônica.

Tabela 3.16 – Lista de equipamentos para o laboratório de eletrônica analógica e de potência para o curso técnico em eletrônica.

<b>Quantidade</b>	<b>Identificação</b>
7	Conjunto didático, para estudo e treinamento em eletrônica analógica
7	Equipamentos para fins didáticos de eletrônica de potência
7	Osciloscópio, tipo digital, frequência 60 MHz, duplo traço
7	Gerador de funções, tipo digital
7	Fonte de alimentação DC de alta estabilidade
7	Multímetro tipo digital, cat. II
7	Estação de solda
7	Estação de ar quente
1	Prototipadora para a produção de protótipo PCI
1	Estação de retrabalho em componentes BGA

Fonte: CEETEPS,2016

Tabela 3.17 – Lista de equipamentos para o laboratório de eletrônica digital e sistemas microprocessados

<b>Quantidade</b>	<b>Identificação</b>
7	Conjunto didático, para estudo e treinamento em eletrônica digital
7	Equipamentos para fins didáticos, modulo de microcontrolador pic
7	Gerador de funções
7	Multímetro digital, cat. II
8	<i>Notebook</i> (padrão Centro Paula Souza)
7	Osciloscópio, tipo digital, 60 Mhz, 02 canais
7	Fonte de alimentação DC

. Fonte: CEETEPS,2016

Tabela 3.18 – Lista de equipamentos para o laboratório de máquinas elétricas, automação e instalações elétricas.

<b>Quantidade</b>	<b>Identificação</b>
7	Equipamentos para fins didáticos para instalações elétricas
7	Equipamentos para fins didáticos, para estudo de comandos eletricos
2	Alicate amperímetro, cat. III
2	Alicate eletrônico tipo Wattímetro digital, true RMS
7	Conjunto didático, para pneumática eletropneumatica
7	Conjunto didático, para ensaios com CLP
4	Conjunto didático de redes industriais
8	Notebook

Fonte: CEETEPS,2016

Tabela 3.19 – Lista de equipamentos para o laboratório de sistemas de comunicação

Quantidade	Identificação
7	Conjunto didático para treinamento de comunicação analógica
2	Equipamentos para fins didáticos, para treinamento de antenas
7	Conjunto didático para treinamento em comunicação digital
4	Conjunto didático, para treinamento em telefonia e PABX <sup>7</sup>
2	Conjunto didático, para treinamento em CFTV <sup>8</sup>
2	Conjunto didático, para treinamento em alarmes de incêndio

. Fonte: CEETEPS,2016

### 3.3 – ESCOLAS TÉCNICAS DO CENTRO PAULA SOUZA APTAS A RECEBER O CURSO.

Apresenta-se nesta seção as escolas que mantêm cursos relacionados a área de eletricidade classificados por município paulista. As imagens de satélite que acompanham os dados de cada unidade escolar foram obtidas do *site* Google, a orientação geográfica permaneceu com o Norte direcionado para a parte superior de cada foto.

Abaixo de cada fotografia realiza-se uma breve análise, baseada somente na visualização da imagem, sobre a viabilidade e as condições técnicas para a instalação do laboratório externo composto de um telhado didático com um arranjo fotovoltaico. A análise é complementada por uma nota de 1 a 5 atribuída a cada unidade escolar baseada na visualização pela fotografia por satélite, conforme a tabela 3.20:

---

<sup>7</sup> *Private Automatic Branch eXchange*

<sup>8</sup> Circuito Fechado de Televisão

Tabela 3.20 – Escala de notas de análise de viabilidade de instalação do telhado didático

Nota	Breve análise
1	Inviável, necessita de alternativas
2	Viável, necessita de confirmação no local
3	Viável, com algumas restrições
4	Viável
5	Altamente viável

Fonte: Autor

Ao final, apresenta-se uma tabela resumo, como um sistema de pontuação para ranquear a ordem que as escolas podem receber os investimentos para a implantação do curso pós-técnico em sistemas fotovoltaicos.

## Amparo

Etec João Belarmino

R. Sete de Setembro, 299 - Centro

CEP 13900-372 - Amparo/SP

Telefone: (19) 3807-2288

Telefone: (19) 3808-1016

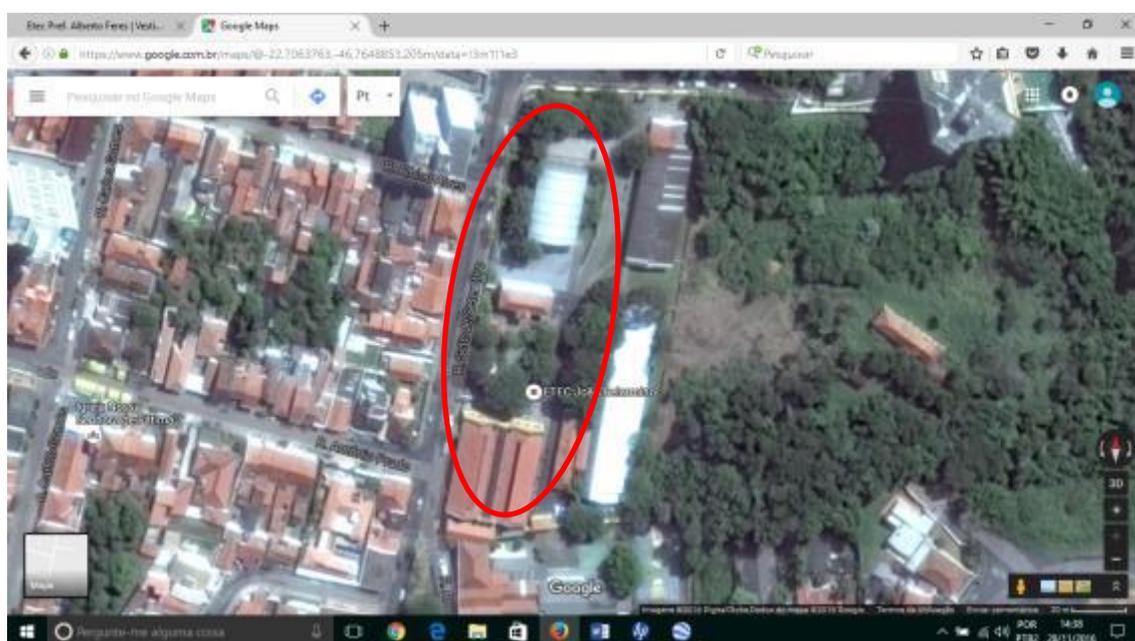
E-mail: e.jbelarmino.acad@centropaulasouza.sp.gov.br

Site: [www.etecjoabelarmino.com.br](http://www.etecjoabelarmino.com.br)

Coordenadas geográficas: -22.706339, -46.764966

Cursos oferecidos: Eletrônica e Eletrotécnica

Figura 3.4 – Fotografia de satélite da Etec João Belarmino



Fonte: <https://www.google.com.br/maps> acessado em 28/11/2016

A escola possui terreno disponível mas há a necessidade de corte de árvores de grande porte para a instalação do laboratório externo. Necessita de visita *in loco*. Nota 3.

## Araras

Etec Prof. Alberto Feres

Av. Senador César Lacerda de Vergueiro, 690 - Jd. Cândida

CEP 13603-013 - Araras/SP

Telefone: (19) 3541-2819

Telefone: (19) 3551- 4012

E-mail: e024dir@cps.sp.gov.br

E-mail e024acad@cps.sp.gov.br

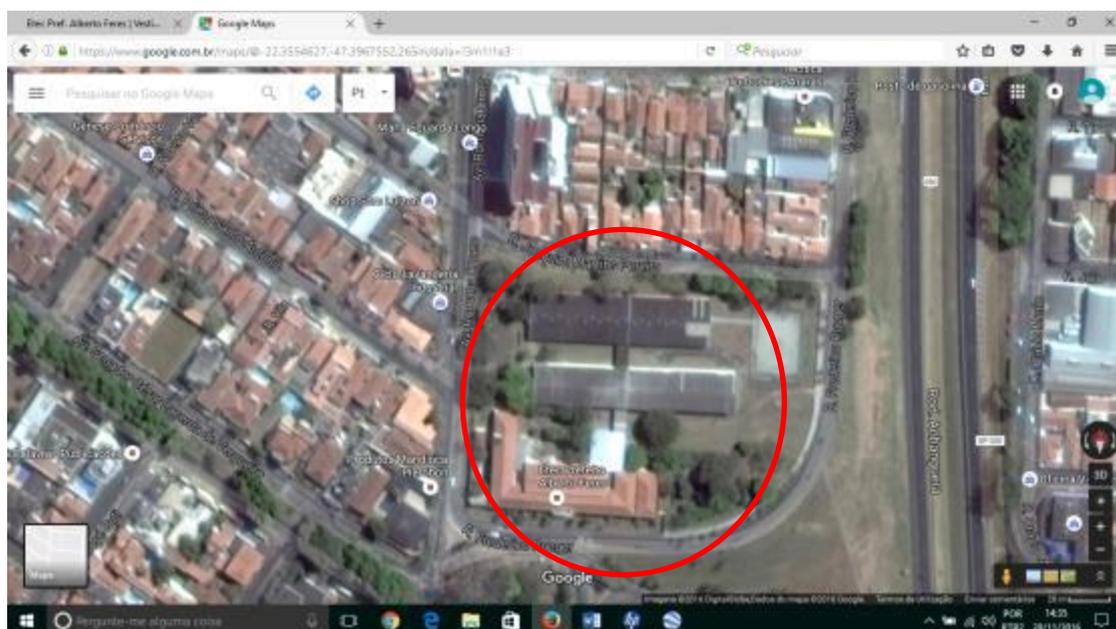
E-mail secretaria@albertoferes.com.br

Site: www.albertoferes.com.br

Coordenadas geográficas: -22.355692, -47.396266

Curso oferecido: Eletrotécnica

Figura 3.5 – Fotografia de satélite da Etec Prof. Alberto Feres



Fonte: <https://www.google.com.br/maps> acessado em 28/11/2016

A escola possui áreas com boa insolação na região nordeste do terreno, ao lado esquerdo do campo de esportes, excelente área para a instalação do laboratório externo. Nota 5.

## Botucatu

Etec Dr. Domingos Minicucci Filho

Av. Santana, 654 - Centro

CEP 18603-700 - Botucatu/SP

Telefone: (14) 3882-0503

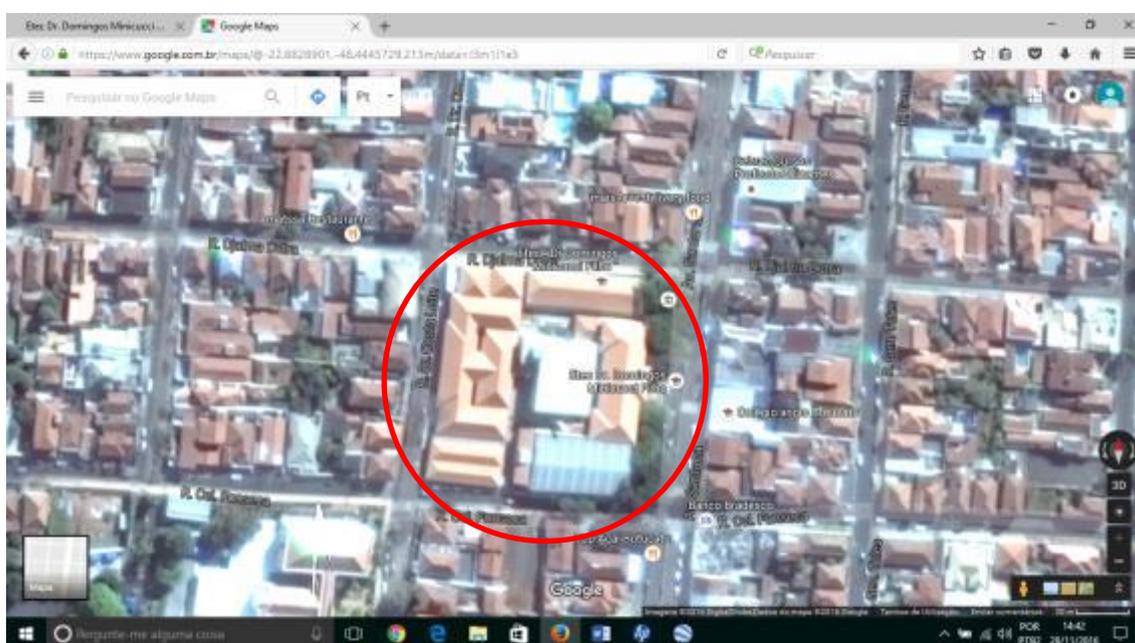
Telefone: (14) 3882-5325

E-mail: ete051@hotmail.com

Coordenadas geográficas: -22.882938, -48.444522

Cursos oferecidos: Eletrônica e Eletrotécnica

Figura 3.6 – Fotografia de satélite da Etec Dr. Domingos Minicucci Filho



Fonte: <https://www.google.com.br/maps> acessado em 28/11/2016

O terreno da escola está praticamente ocupado por edificações, inviabilizando a instalação do telhado didático. Necessita de visita *in loco*, para uma avaliação mais detalhada e busca de alternativas que viabilizem o laboratório externo. Nota 2.

## Campinas

Etec Bento Quirino

Av. Orosimbo Maia, 2600 - Vl. Estanislau

CEP 13024-045 - Campinas/SP

Telefone: (19) 3252-3596

Telefone: (19) 3251-8934

E-mail: dir.bentoquirino@centropaulasouza.sp.gov.br

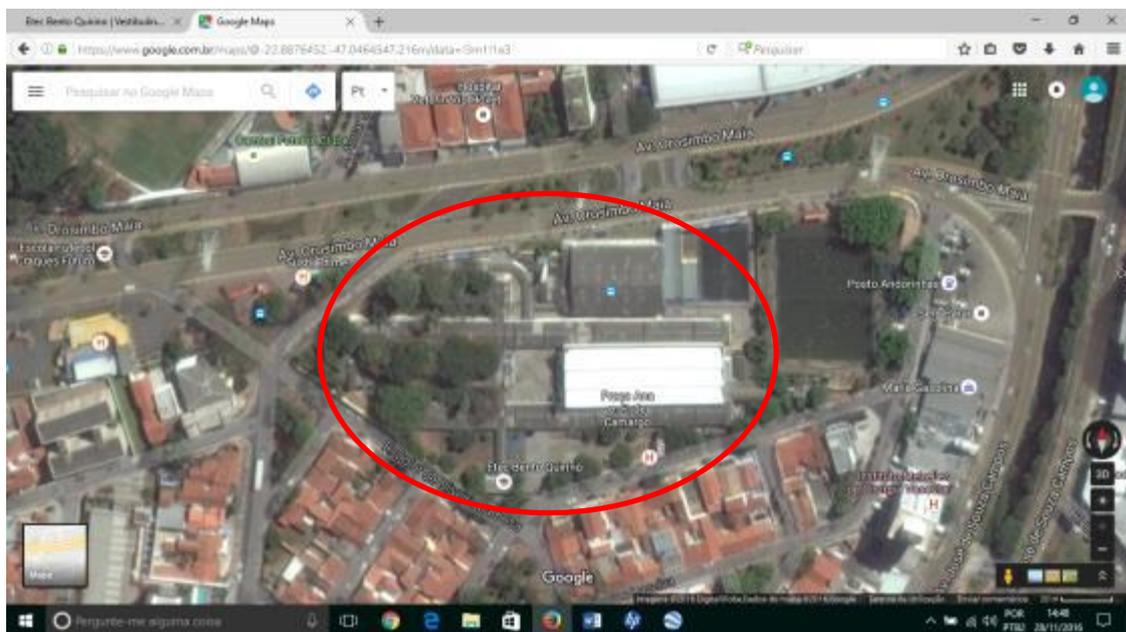
E-mail vestibulinhobento@gmail.com

Site: [www.etecbentoquirino.com.br](http://www.etecbentoquirino.com.br)

Coordenadas geográficas: -22.888166, -47.046705

Cursos oferecidos: Eletrônica e Eletrotécnica

Figura 3.7 – Fotografia de satélite da Etec Bento Quirino



Fonte: <https://www.google.com.br/maps> acessado em 28/11/2016

Há uma área com poucas árvores próximo à portaria, lado Sudoeste, local que viabilizaria a construção de um laboratório externo. Nota 3.

## Embu das Artes

Etec de Embu

Rua Marcelino Pinto Teixeira, 529 - Parque Industrial Ramos de Freitas

CEP 06816-000 - Embu das Artes/SP

Telefone: (11) 4778-1168

Telefone: (11) 4778-1178

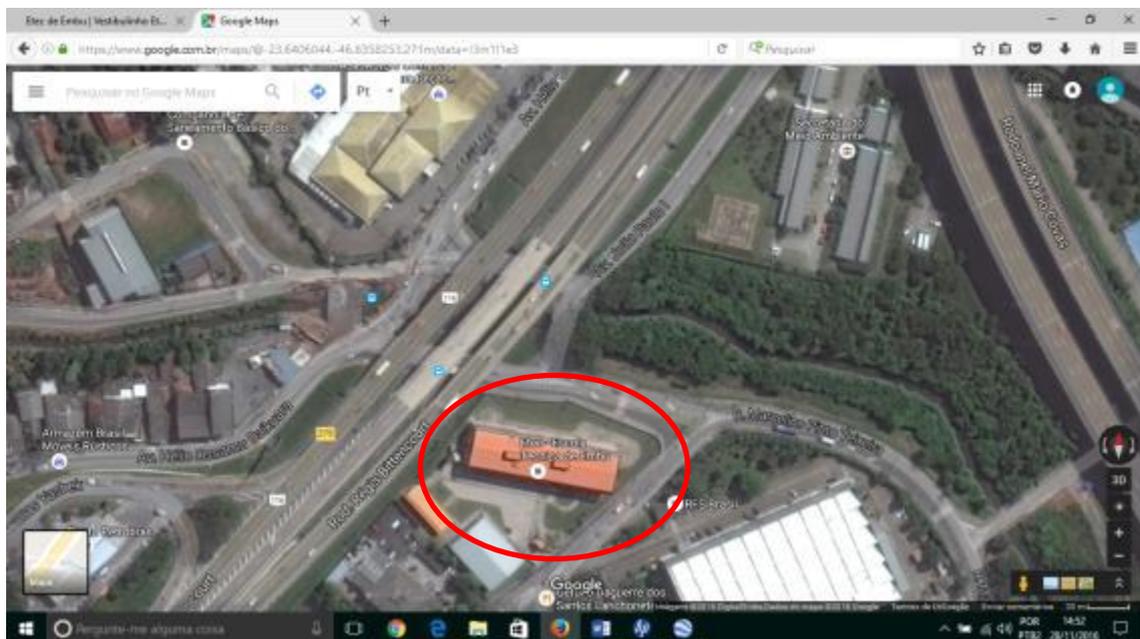
E-mail: [vinicius.vasconcelos9@etec.sp.gov.br](mailto:vinicius.vasconcelos9@etec.sp.gov.br)

Site: [www.etecdeembu.com.br](http://www.etecdeembu.com.br)

Coordenadas geográficas: -23.641190, -46.836020

Curso oferecido: Eletroeletrônica

Figura 3.8 – Fotografia de satélite da Etec de Embu



Fonte: <https://www.google.com.br/maps> acessado em 28/11/2016

Toda a área ao Norte do terreno está disponível e viabiliza a montagem do telhado didático.

Nota 5.

## Guaratinguetá

Etec Prof. Alfredo de Barros Santos

R. Alfonso Giannico, 350 - Pedregulho

CEP 12515-160 - Guaratinguetá/SP

Telefone: (12) 3125-2266

Telefone: (12) 3125-3821

E-mail: e026dir@cps.sp.gov.br

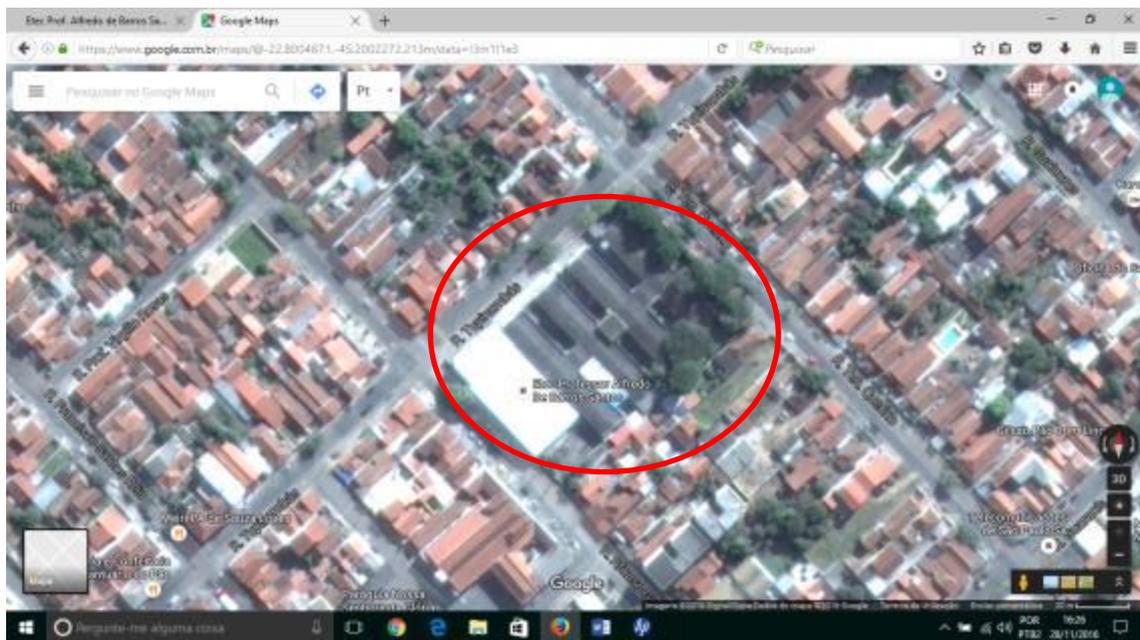
E-mail etealfredo@uol.com.br

Site: www.eteabs.com.br

Coordenadas geográficas: -22.800656, -45.200451

Curso oferecido: Eletromecânica

Figura 3.9 – Fotografia de satélite da Etec Prof. Alfredo de Barros Santos



Fonte: <https://www.google.com.br/maps> acessado em 28/11/2016

O terreno está praticamente ocupado pelas edificações. Faz-se necessária uma visita ao local para avaliar uma alternativa para o laboratório externo. Nota 1.

## Ilha Solteira

Etec de Ilha Solteira

Alameda Perimetral, s/n - Zona Rural

CEP 15385-000 - Ilha Solteira/SP

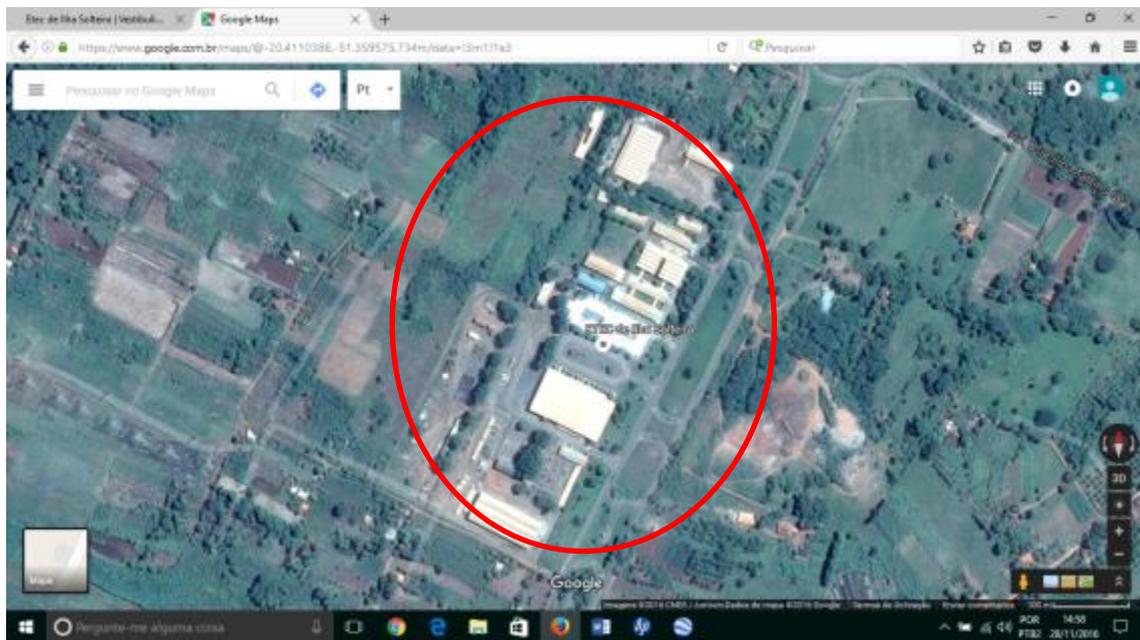
E-mail: e065dir@cps.sp.gov.br

Site: [www.eteilhasolteira.com.br](http://www.eteilhasolteira.com.br)

Coordenadas geográficas: -20.411154, -51.359260

Curso oferecido: Eletrotécnica

Figura 3.10 – Fotografia de satélite da Etec de Ilha Solteira



Fonte: <https://www.google.com.br/maps> acessado em 28/11/2016

Por localizar-se em área rural, o terreno da escola é altamente propício para receber o laboratório didático fotovoltaico. Nota 5.

## Itatiba

Etec Rosa Perrone Scavone

R. Dr. João dos Santos Rangel, 66 - Vl. Belém

CEP 13256-312 - Itatiba/SP

Telefone: (11) 4538-1493

Telefone: (11) 4538-6326

E-mail: etecrosaperrone@uol.com.br

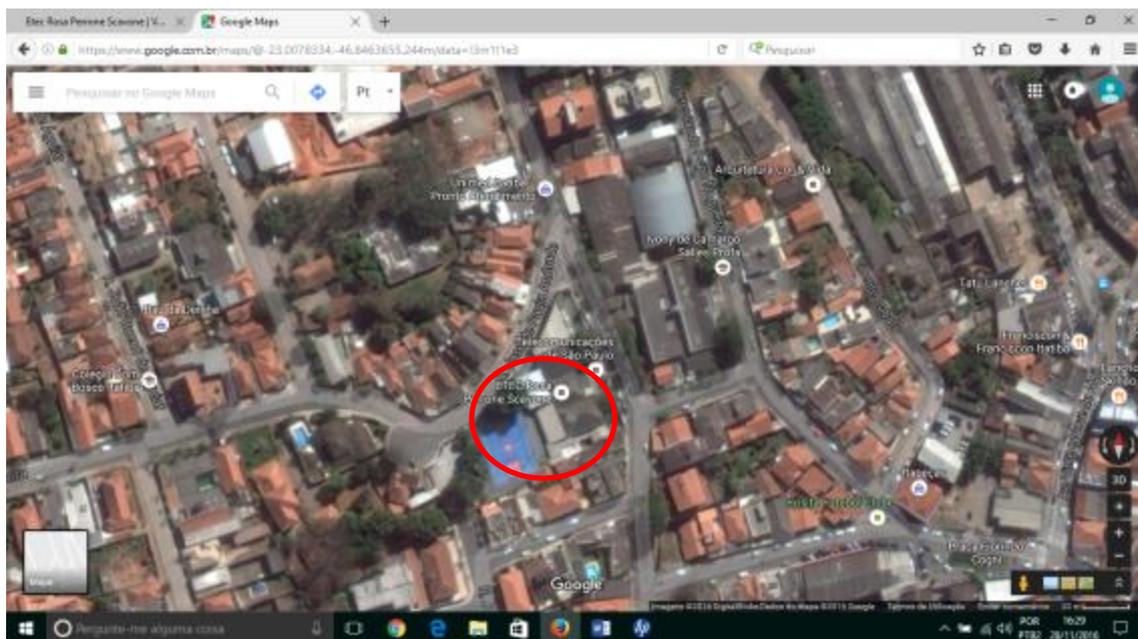
E-mail diretor@rosaperrone.com.br

Site: www.rosaperrone.com.br

Coordenadas geográficas: -23.008058, -45.846442

Cursos oferecidos: Eletromecânica e Eletrônica

Figura 3.11 – Fotografia de satélite da Etec Rosa Perrone Scavone



Fonte: <https://www.google.com.br/maps> acessado em 28/11/2016

Terreno praticamente ocupado pelas edificações. Necessita de visita in loco para avaliação detalhada na busca de alternativas que viabilizem o telhado didático. Nota 1.

## Jaú

Etec Joaquim Ferreira do Amaral

R. Humaitá, 1090 - Centro

CEP 17201-320 - Jaú/SP

Telefone: (14) 3624-8585

Telefone: (14) 3622-3566

E-mail: etejau@etejau.com.br

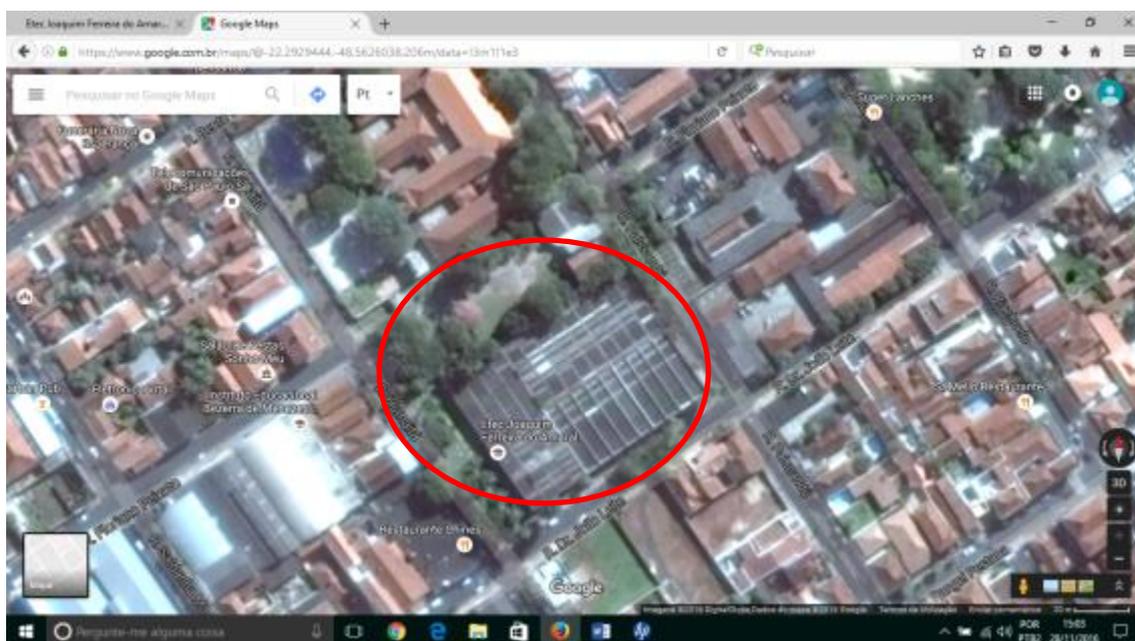
E-mail e070dir@cps.sp.gov.br

Site: www.etejau.com.br

Coordenadas geográficas: -22.293323, -48.562890

Curso oferecido: Eletrotécnica

Figura 3.12 – Fotografia de satélite da Etec Joaquim Ferreira do Amaral



Fonte: <https://www.google.com.br/maps> acessado em 28/11/2016

A área Noroeste do terreno está disponível para a montagem do laboratório externo, nota 4.

## Matão

Etec Sylvio de Mattos Carvalho

Rua Cesário Mota, 644 - Centro

CEP 15990-050 - Matão/SP

Telefone: (16) 3382-1226

Telefone: (16) 3382-6878

E-mail: e103dir@cps.sp.gov.br

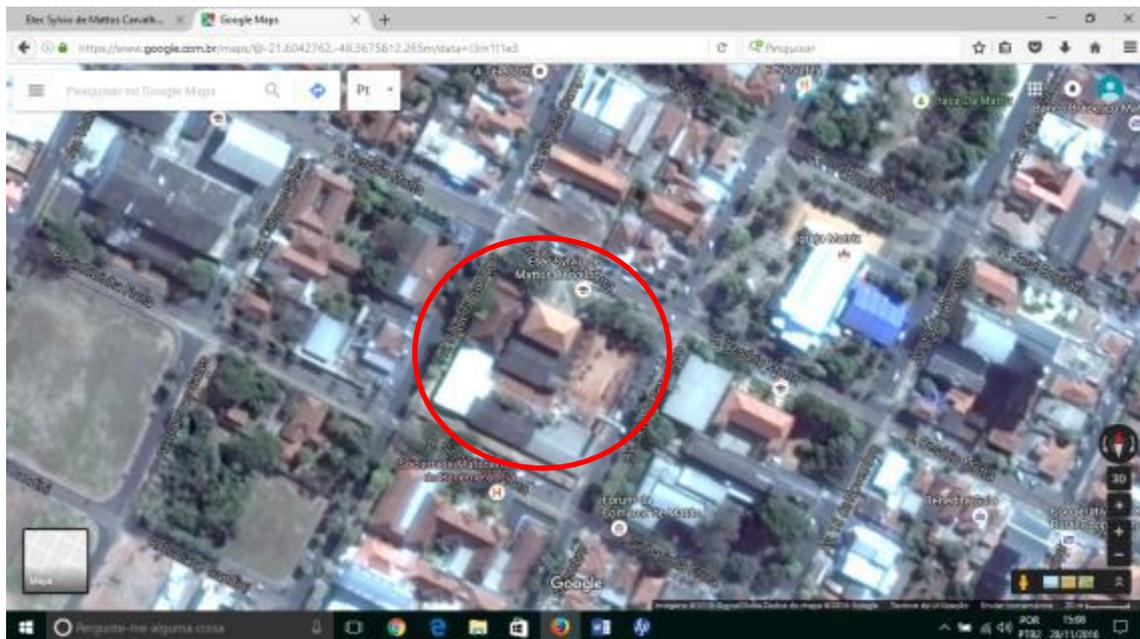
E-mail e103acad@cps.sp.gov.br

Site: [www.etecmatao.com.br](http://www.etecmatao.com.br)

Coordenadas geográficas: -21.604075, -48.367565

Curso oferecido: Eletrotécnica

Figura 3.13 – Fotografia de satélite da Etec Sylvio de Mattos Carvalho



Fonte: <https://www.google.com.br/maps> acessado em 28/11/2016

A área Nordeste do terreno está desocupada, mas as imagens não são claras o suficiente para determinar se ela estava em obras e qual foi o tamanho da edificação ali construída. Necessita de uma vistoria no local para confirmar a viabilidade de montagem do telhado didático. Nota 2.

## Mococa

Etec João Baptista de Lima Figueiredo

Av. Dr. Américo Pereira Lima, s/n - Jd. Lavínia

CEP 13736-260 - Mococa/SP

Telefone: (19) 3656-2052

Telefone: (19) 3656-2077

E-mail: e009dir@cps.sp.gov.br

E-mail eletro@eletro.g12.br

Site: www.eletro.g12.br

Coordenadas geográficas: -21.482302, -47.008423

Cursos oferecidos: Eletrônica e Eletrotécnica

Figura 3.14 – Fotografia de satélite da Etec João Baptista de Lima Figueiredo



Fonte: <https://www.google.com.br/maps> acessado em 28/11/2016

A unidade escolar tem terreno livre ao seu redor, mas arborizado. Necessita de uma avaliação de viabilidade de instalação de telhado didático por causa da necessidade de corte das árvores. Nota 3.

## Mogi das Cruzes

Etec Presidente Vargas

R. Adriano Francisco Salgado, 30 - Vl. Sud Menucci

CEP 08715-130 - Mogi das Cruzes/SP

Telefone: (11) 4799-1511

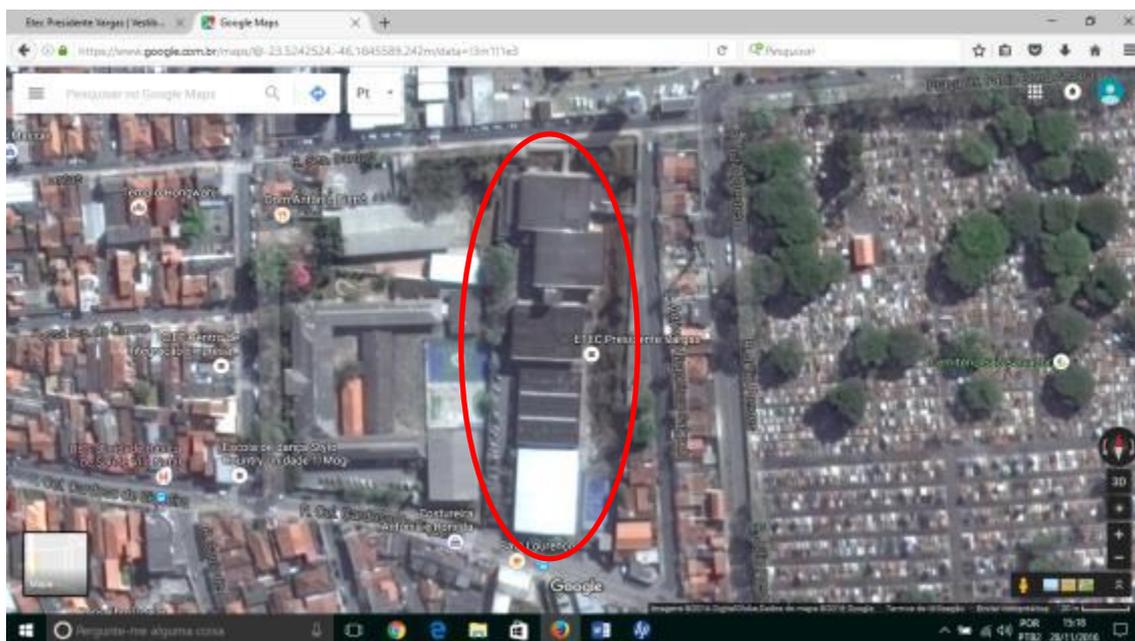
Telefone: (11) 4799-7021

E-mail: [dir.presidentevargas@centropaulasouza.sp.gov.br](mailto:dir.presidentevargas@centropaulasouza.sp.gov.br)

Coordenadas geográficas: -23.524294, -46.184490

Cursos oferecidos: Eletrônica e Eletrotécnica

Figura 3.15 – Fotografia de satélite da Etec Presidente Vargas



Fonte: <https://www.google.com.br/maps> acessado em 28/11/2016

A escola possui uma área ao Sudeste que pode viabilizar a construção do laboratório externo. Faz-se necessária uma avaliação no local para verificação da topografia do terreno. Nota 3.

## Mogi Guaçu

Etec Euro Albino de Souza

R. Antonio Luiz Filho, 350 - Jardim Novo II

CEP 13848-114 - Mogi Guaçu/SP

Telefone: (19) 3831-2890

Telefone: (19) 3831-1131

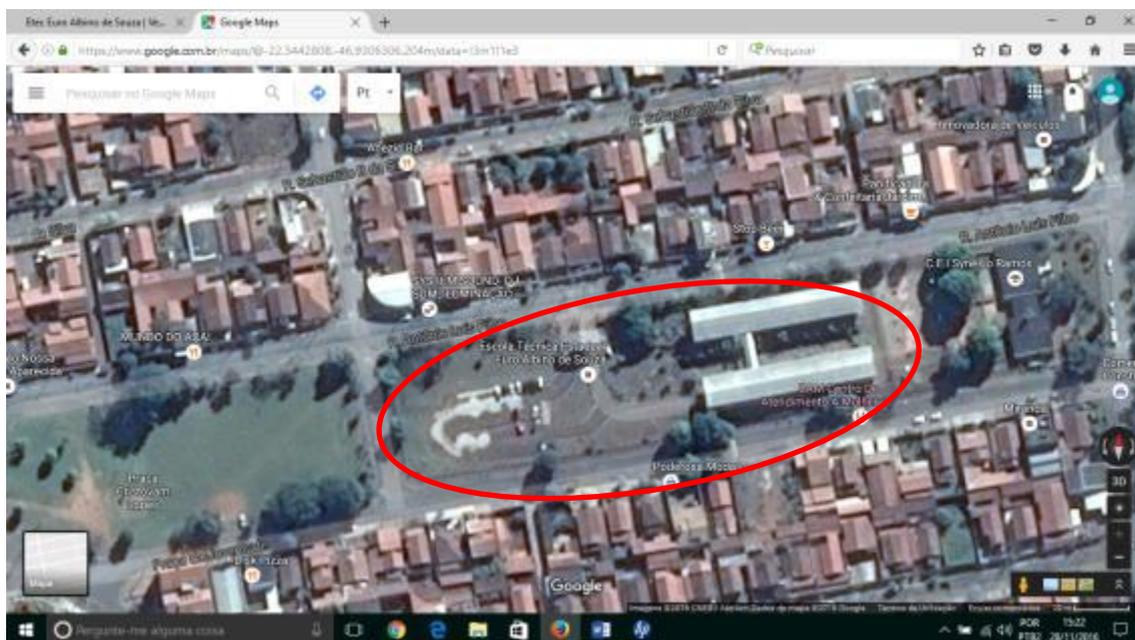
E-mail: e206dir@cps.sp.gov.br

Site: [www.etecmoguacu.com](http://www.etecmoguacu.com)

Coordenadas geográficas: -22.344396, -46.930594

Curso oferecido: Eletrotécnica

Figura 3.16 – Fotografia de satélite da Etec Euro Albino de Souza



Fonte: <https://www.google.com.br/maps> acessado em 28/11/2016

A unidade escolar possui uma grande área disponível ao Oeste, viabilizando a montagem do telhado didático. Nota 5.

## Ourinhos

Etec Jacinto Ferreira de Sá

Av. Antônio de Almeida Leite, 913 - Jd. Paulista

CEP 19907-000 - Ourinhos/SP

Telefone: (14) 3322-4908

Telefone: (14) 3326-6121

E-mail: dir.ferreiradesa@centropaulasouza.sp.gov.br

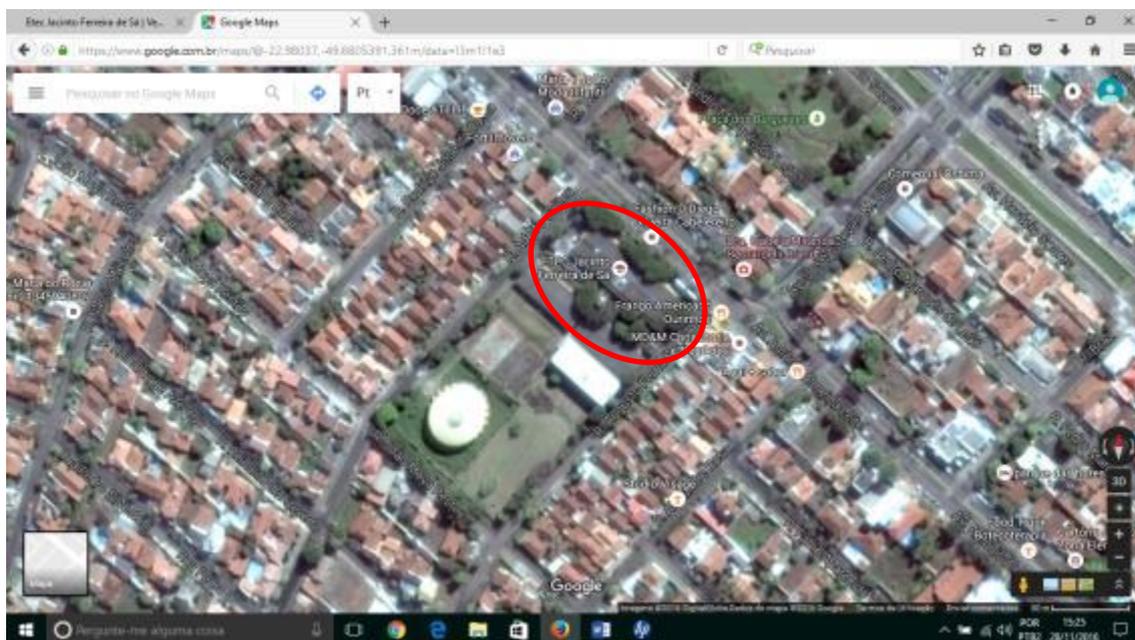
E-mail direserv.eteouro@terra.com.br

Site: www.eteourinhos.com.br

Coordenadas geográficas: -22.980008, -49.880259

Cursos oferecidos: Eletrônica e Eletrotécnica

Figura 3.17 – Fotografia de satélite da Etec Jacinto Ferreira de Sá



Fonte: <https://www.google.com.br/maps> acessado em 28/11/2016

A escola apresenta algumas áreas livres que viabilizam a montagem do laboratório externo.

Nota 4.

## Piracicaba

Etec Cel. Fernando Febeliano da Costa

R. Monsenhor Manoel Francisco Rosa, 433 - Centro

CEP 13400-270 - Piracicaba/SP

Telefone: (19) 3433-9734

Telefone: (19) 3422-3084

E-mail: etepiracicaba@uol.com.br

Site: [www.etepiracicaba.org.br](http://www.etepiracicaba.org.br)

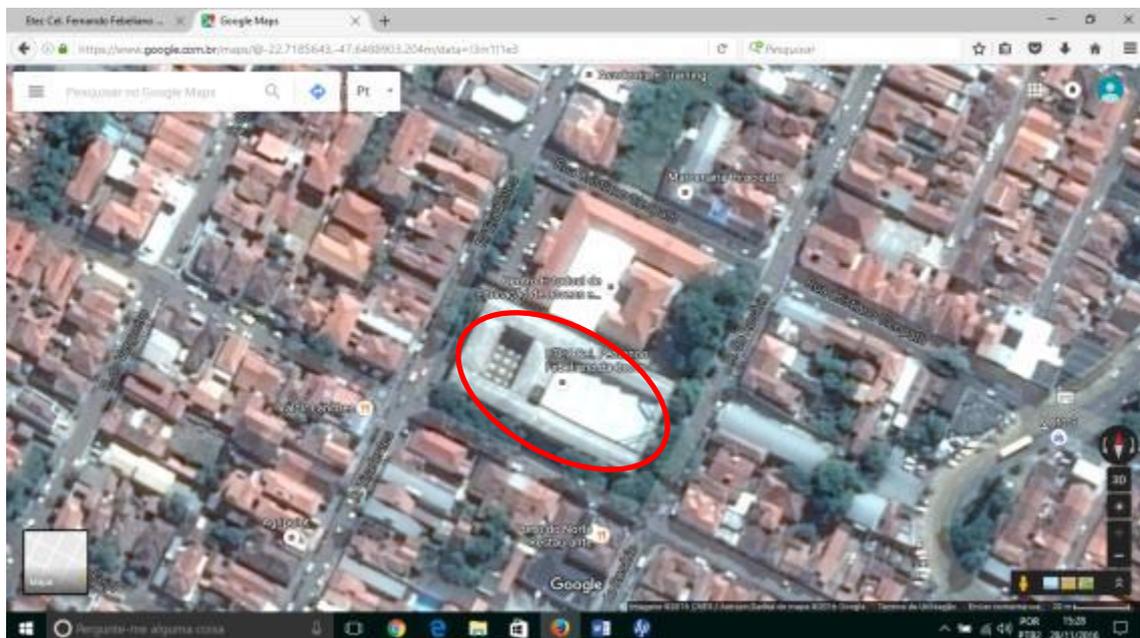
Coordenadas geográficas: -22.718713, -47.648941

Curso oferecido: Eletrotécnica

Figura 3.18 – Fotografia de satélite da Etec Cel. Fernando Febeliano da Costa

-22.718713, -47.648941

-22.718713, -47.648941



Fonte: <https://www.google.com.br/maps> acessado em 28/11/2016

O terreno da escola está praticamente tomado pela edificação. Necessita-se uma visita *in loco* para a busca de uma alternativa para o laboratório externo. Nota 1.

## Piraju

Etec Waldir Duron Junior

Rodovia Raposo Tavares, s/n, km 316/318 - Bananeiras

CEP 18800-000 - Piraju/SP

Telefone: (14) 3351-7602

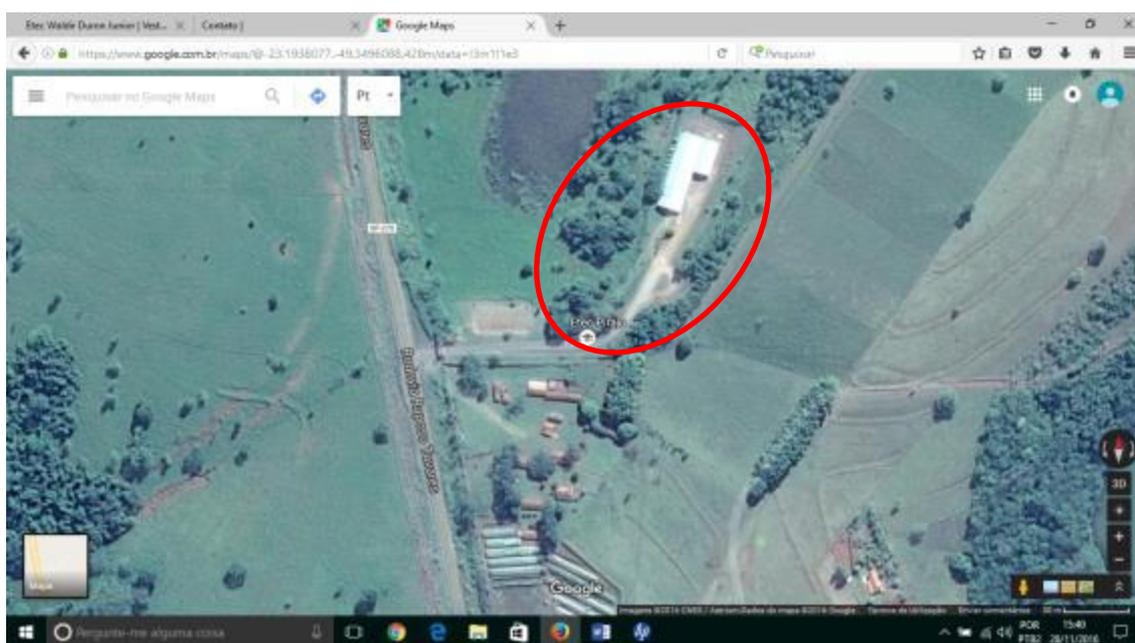
E-mail: ete\_piraju@hotmail.com

Site: www.etcpiraju.com.br

Coordenadas geográficas: -23.193693, -49.349536

Cursos oferecidos: Eletrônica e Eletrotécnica

Figura 4.19 – Fotografia de satélite da Etec Waldir Duron Junior



Fonte: <https://www.google.com.br/maps> acessado em 28/11/2016

5. A escola localiza-se em área rural, terreno disponível e que viabiliza o telhado didático. Nota

## Ribeirão Preto

Etec José Martimiano da Silva

R. Tamandaré, 520 - Campos Elíseos

CEP 14085-070 - Ribeirão Preto/SP

Telefone: (16) 3610-8374

Telefone: (16) 3610-8261

E-mail: e074acad@cps.sp.gov.br

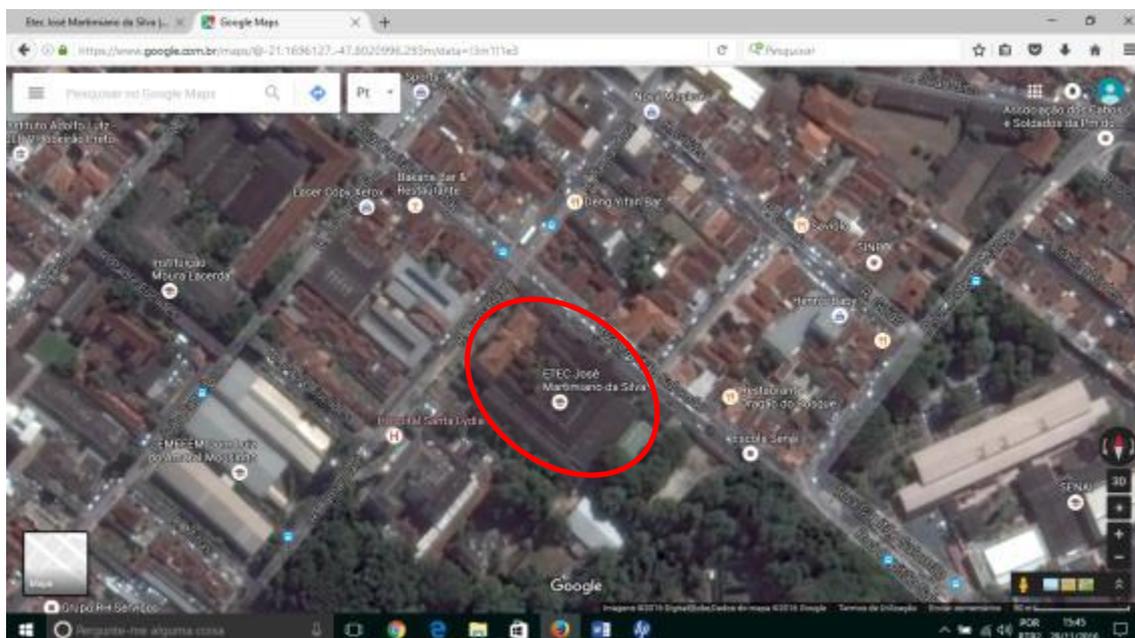
E-mail secretjms@terra.com.br

Site: [www.industrialrp.com.br](http://www.industrialrp.com.br)

Coordenadas geográficas: -21.169826, -47.802238

Cursos oferecidos: Eletrônica e Eletrotécnica

Figura 3.20 – Fotografia de satélite da Etec José Martimiano da Silva



Fonte: <https://www.google.com.br/maps> acessado em 28/11/2016

As edificações ocupam praticamente quase todo o terreno, necessita-se de alternativas para a montagem do telhado didático. Nota 1.

## Rio Claro

Etec Prof. Armando Bayeux da Silva

Av. Cinco, 445 - Centro

CEP 13500-380 - Rio Claro/SP

Telefone: (19) 3524-2330

Telefone: (19) 3534-1688

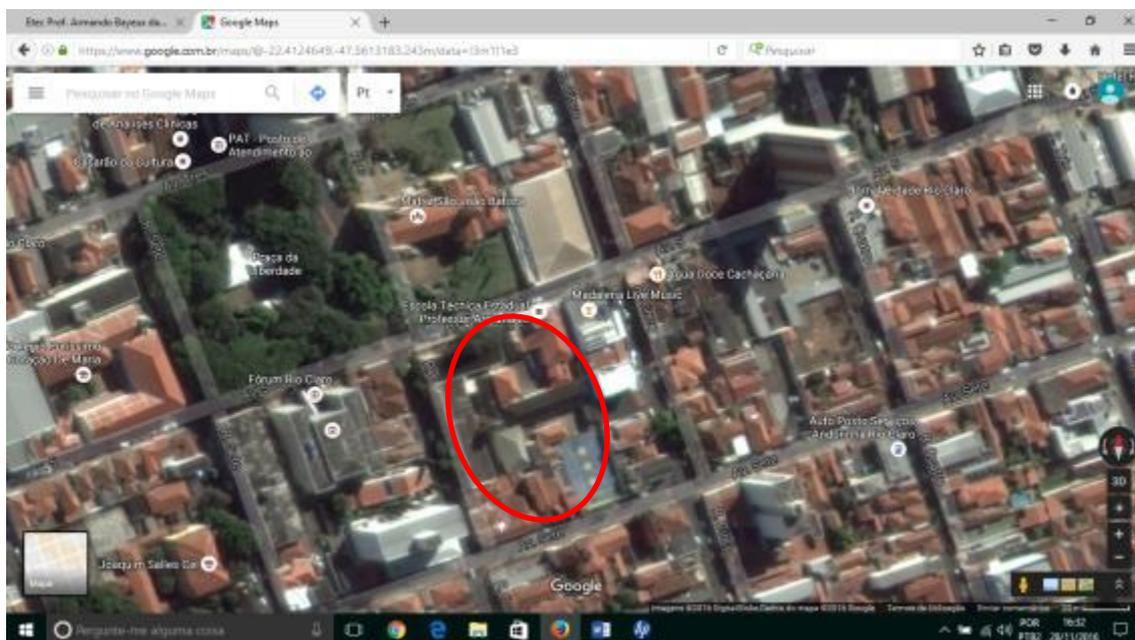
E-mail e036acad@cps.sp.gov.br

Site: [www.etecbayeux.com.br](http://www.etecbayeux.com.br)

Coordenadas geográficas: -22.412360, -47.561485

Curso oferecido: Eletroeletrônica

Figura 3.21 – Fotografia de satélite da Etec Prof. Armando Bayeux da Silva



Fonte: <https://www.google.com.br/maps> acessado em 28/11/2016

Pequenas áreas disponíveis, mas que inviabilizam o laboratório externo. Por outro lado, poderia ser encontrada uma outra forma de montagem do telhado didático alternativamente. Nota 1.

## Santo André

Etec Júlio de Mesquita

R. Prefeito Justino Paixão, 150 - Centro

CEP 09020-130 - Santo André/SP

Telefone: (11) 4990-2577

Telefone: (11)4992-3799

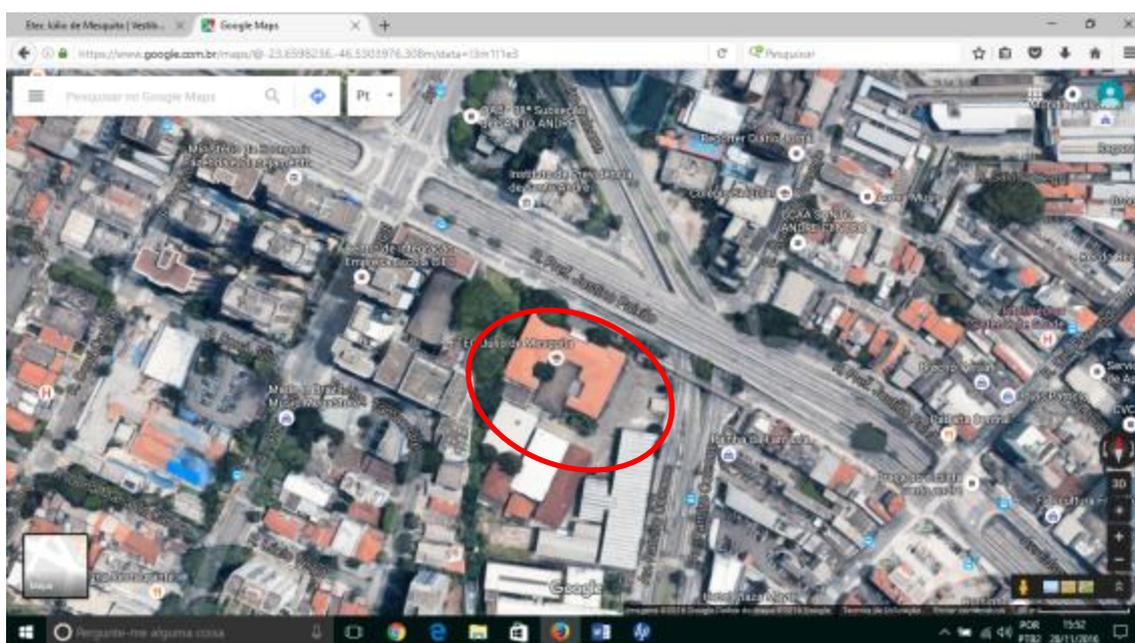
E-mail: e014dir@cps.sp.gov.br

Site: [www.etcjuliodemesquita.com.br](http://www.etcjuliodemesquita.com.br)

Coordenadas geográficas: -23.659875, -46.530367

Curso oferecido: Eletrônica

Figura 3.22 – Fotografia de satélite da Etec Júlio de Mesquita



Fonte: <https://www.google.com.br/maps> acessado em 28/11/2016

A edificação ocupa todo o terreno. Necessita-se uma visita no local para avaliar uma alternativa para a montagem do laboratório externo. Nota 1.

## Santos

Etec Aristóteles Ferreira

Av. Dr. Epitácio Pessoa, 466 - Aparecida

CEP 11030-600 - Santos/SP

Telefone: (13) 3236-9998

Telefone: (13) 3236-9973

E-mail: e035dir@cps.sp.gov.br

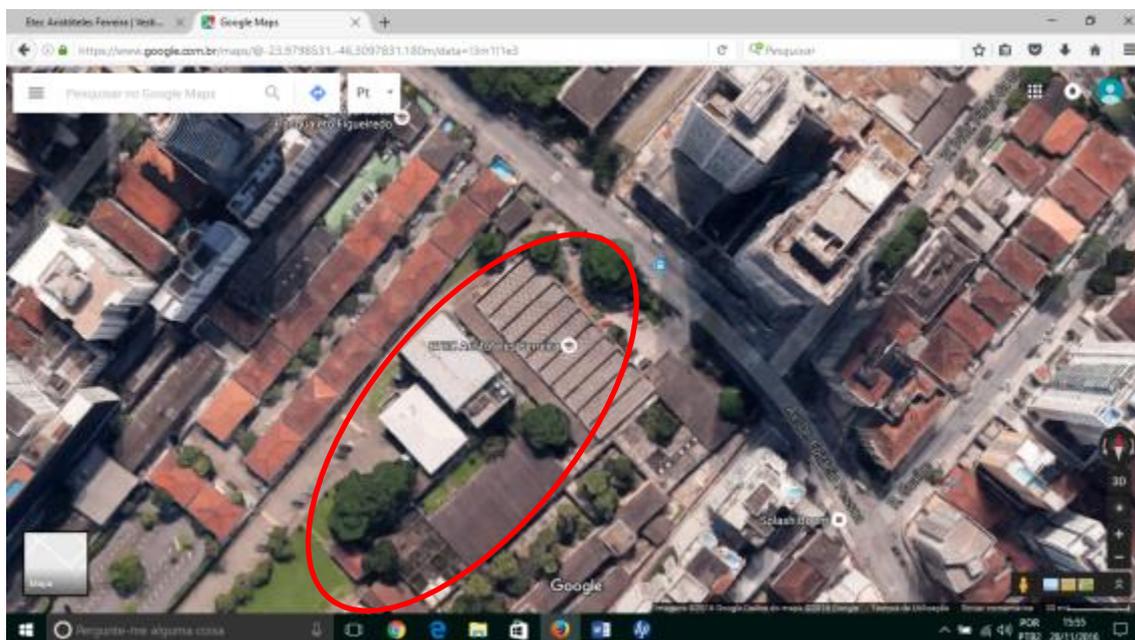
E-mail faladiretora@hotmail.com

Site: www.etecaf.com.br

Coordenadas geográficas: -23.979871, -46.309806

Cursos oferecidos: Eletrônica e Eletrotécnica

Figura 3.23 – Fotografia de satélite da Etec Aristóteles Ferreira



Fonte: <https://www.google.com.br/maps> acessado em 28/11/2016

A escola possui área disponível na região sudoeste do terreno que viabiliza a montagem do telhado didático. Nota 4.

## São Bernardo do Campo

Etec Lauro Gomes

Av. Pereira Barreto, 400 - Vl. Baeta Neves

CEP 09751-000 - São Bernardo do Campo/SP

Telefone: (11) 4125-2288

E-mail: e010dir@cps.sp.gov.br

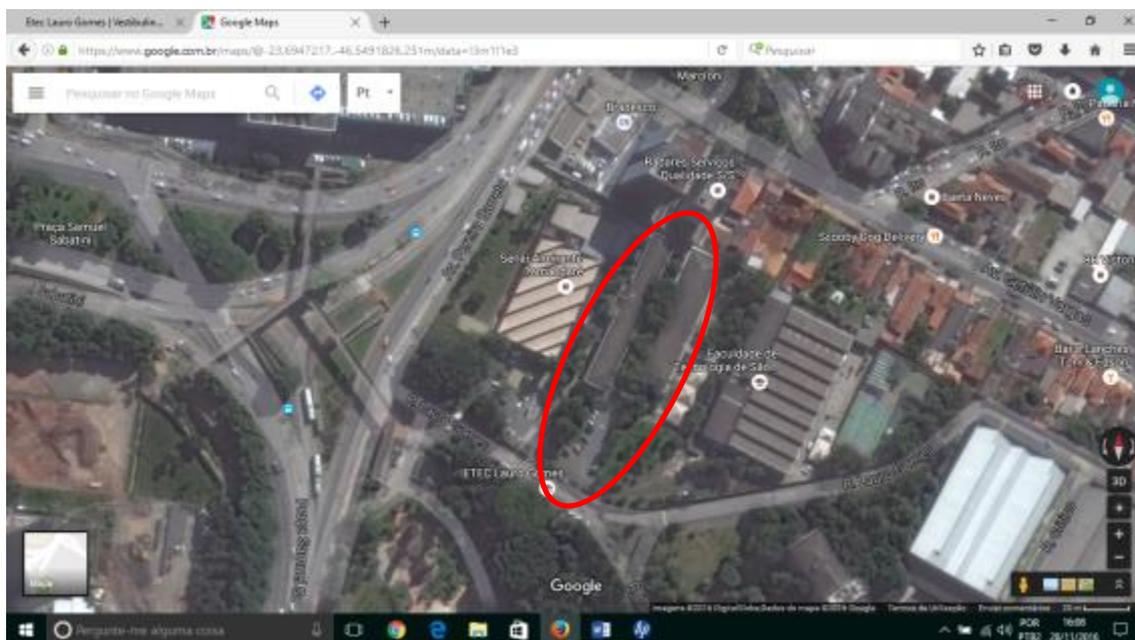
E-mail etelgdir@etelg.com.br

Site: www.etelg.com.br

Coordenadas geográficas: -23.695318, -46.549304

Cursos oferecidos: Eletroeletrônica e Eletrônica

Figura 3.24 – Fotografia de satélite da Etec Lauro Gomes



Fonte: <https://www.google.com.br/maps> acessado em 28/11/2016

A área próxima da portaria, pode ser aproveitada para a montagem do laboratório externo. Necessita-se verificar a topografia do local. Nota 3.

## São Caetano do Sul

Etec Jorge Street

R. Bell Aliance, 149 - Jd. São Caetano

CEP 09581-420 - São Caetano do Sul/SP

Telefone: (11) 4238-7955

Telefone: (11) 4238-0424 / (11) 4231-3369

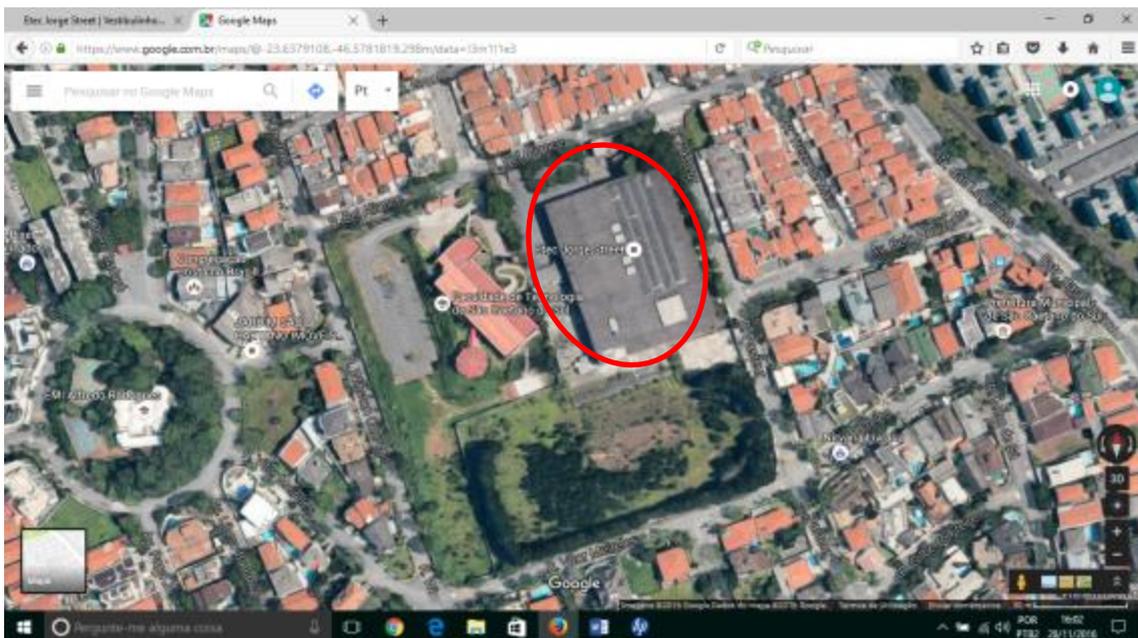
E-mail: [diretoria@jorgestreet.com.br](mailto:diretoria@jorgestreet.com.br)

Site: [www.jorgestreet.com.br](http://www.jorgestreet.com.br)

Coordenadas geográficas: -23.637460, -46.577866

Cursos oferecidos: Eletrônica e Eletrotécnica

Figura 3.25 – Fotografia de satélite da Etec Jorge Street



Fonte: <https://www.google.com.br/maps> acessado em 28/11/2016

Existem pequenas áreas, na parte da frente do prédio, arborizadas atualmente, que podem ser aproveitadas para o telhado didático. Nota 3.

## São Carlos

Etec Paulino Botelho

R. Marechal Deodoro, 3183 - Vila Nery

CEP 13560-201 - São Carlos/SP

Telefone: (16) 3371-1027

E-mail: e.pbotelho.ata@centropaulasouza.sp.gov.br

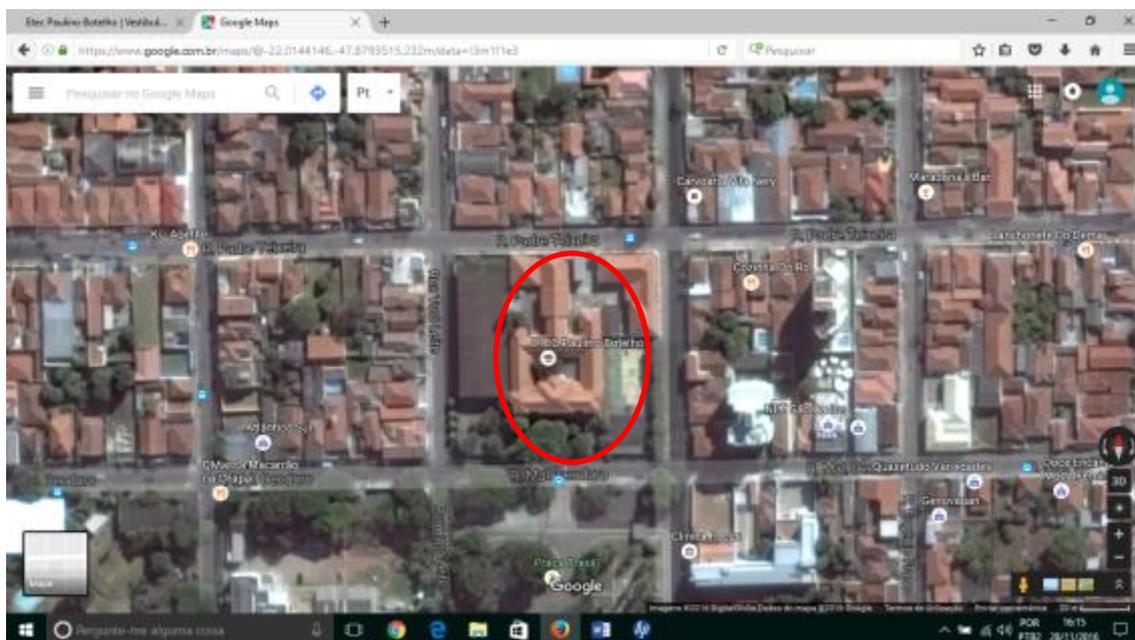
E-mail ata091@gmail.com

Site: www.ete pb.com.br

Coordenadas geográficas: -22.014673, -47.879446

Cursos oferecidos: Eletrônica e Eletrotécnica

Figura 3.26 – Fotografia de satélite da Etec Paulino Botelho



Fonte: <https://www.google.com.br/maps> acessado em 28/11/2016

A edificação ocupa quase todo o terreno. Faz-se necessário buscar alternativas para a construção do laboratório externo. Nota 1.

## São Joaquim da Barra

Etec Pedro Badran

R. Maranhão, 1225 - Centro

CEP 14600-000 - São Joaquim da Barra/SP

Telefone: (16) 3818-2192

Telefone: (16) 3818-2192 R. 22

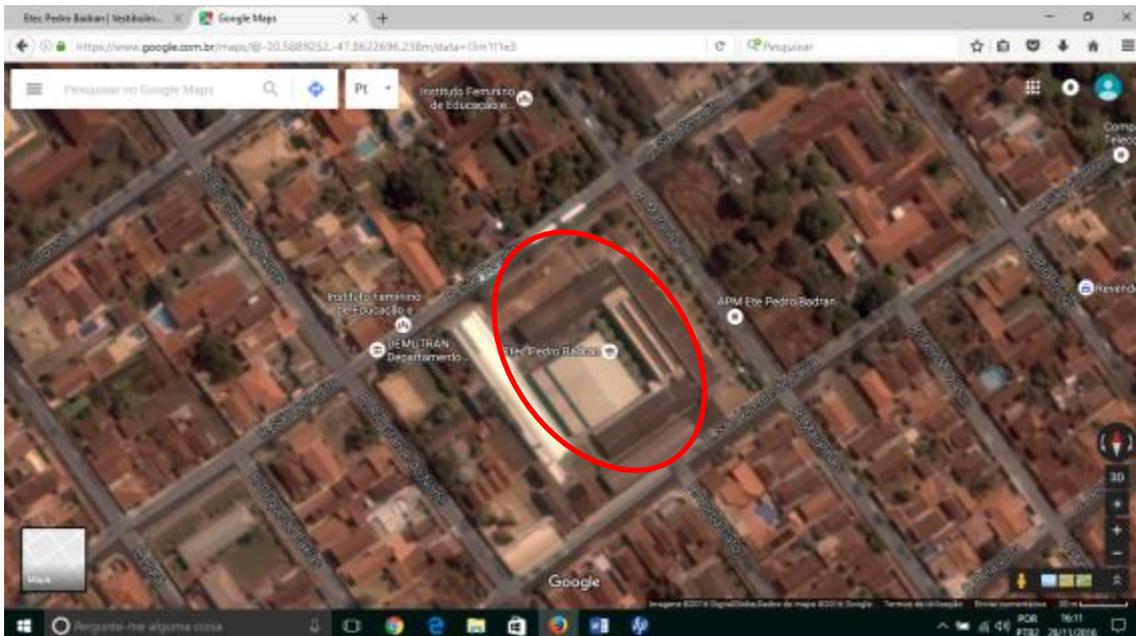
E-mail: [dir.pedrobADRAN@centropaulasouza.sp.gov.br](mailto:dir.pedrobADRAN@centropaulasouza.sp.gov.br)

Site: [www.etecpedrobADRAN.com.br](http://www.etecpedrobADRAN.com.br)

Coordenadas geográficas:

Cursos oferecidos: Eletroeletrônica e Eletrotécnica

Figura 3.27 – Fotografia de satélite da Etec Pedro Badran



Fonte: <https://www.google.com.br/maps> acessado em 28/11/2016

Há pequenas áreas disponíveis no entorno da edificação. Nota 2.

## São José do Rio Preto

Etec Philadelpho Gouvêa Netto

Av. dos Estudantes, 3278 - Jd. Aeroporto

CEP 15035-010 - São José do Rio Preto/SP

Telefone: (17) 3233-9266

Telefone: (17) 3233-9823

E-mail: e098dir@cps.sp.gov.br

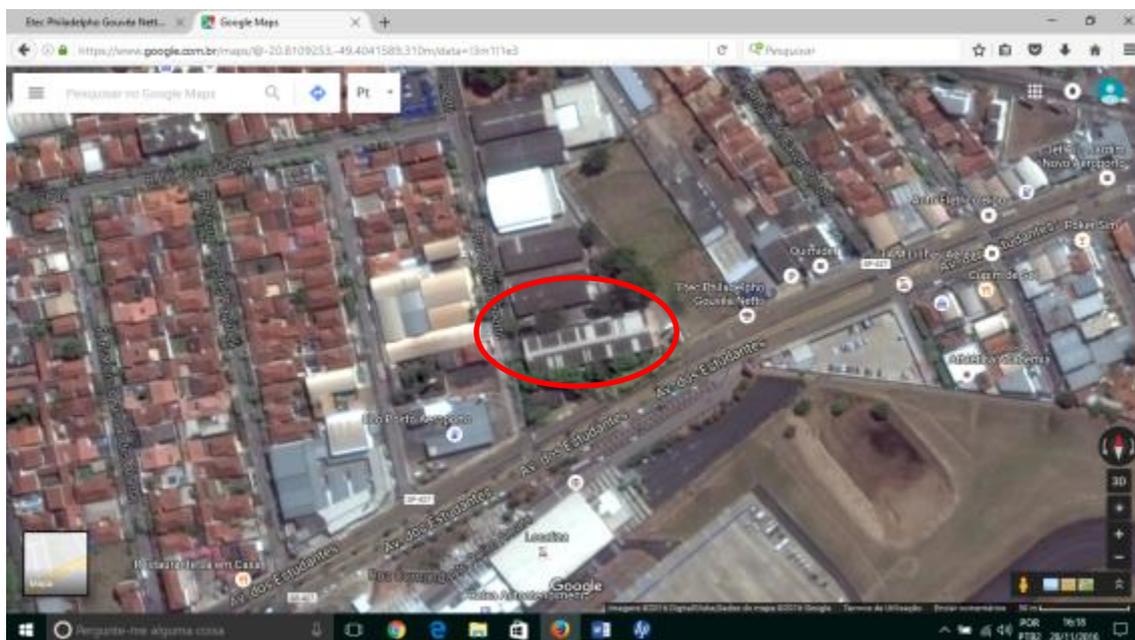
E-mail philadelpho@terra.com.br

Site: www.philadelpho.com.br

Coordenadas geográficas: -20.811057, -49.404019

Cursos oferecidos: Eletrônica e Eletrotécnica

Figura 3.28 – Fotografia de satélite da Etec Philadelpho Gouvêa Netto



Fonte: <https://www.google.com.br/maps> acessado em 28/11/2016

As áreas disponíveis para montagem do laboratório externo estão arborizadas. Pode-se buscar alternativas para a montagem do laboratório externo. Nota 1.

## São Paulo

Etec Albert Einstein

R. Nova Granada, 35 - Casa Verde

CEP 02522-050 - São Paulo/SP

Telefone: (11) 3858-7529

Telefone: (11) 3966-0503

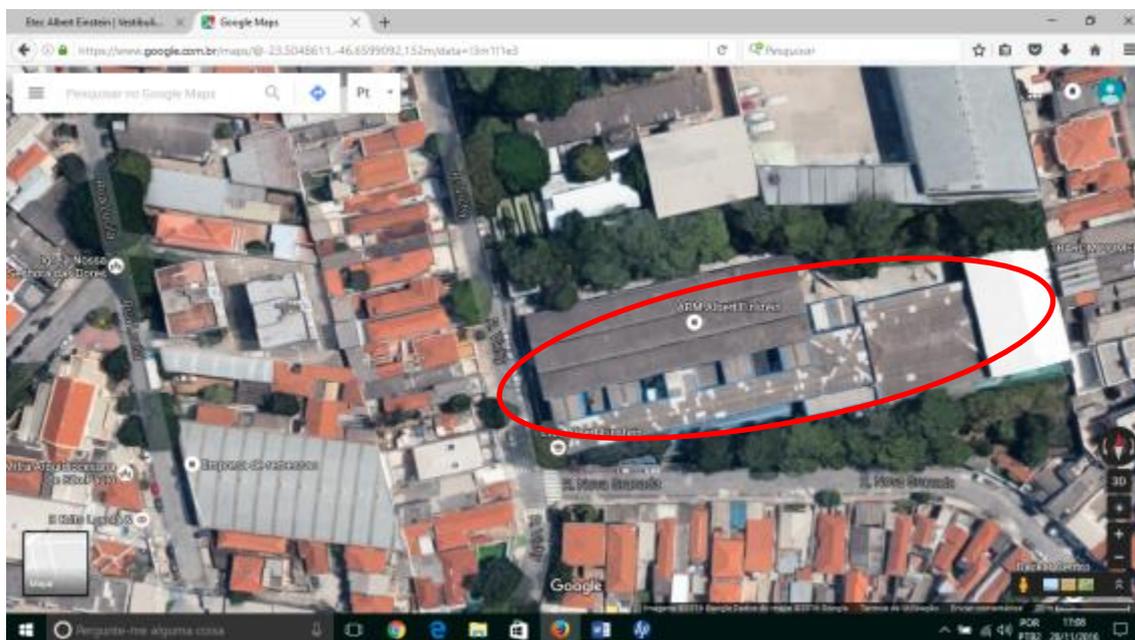
E-mail: aeinst@uol.com.br

Site: [www.etealberteinstein.com](http://www.etealberteinstein.com)

Coordenadas geográficas: -23.505106, -46.659969

Curso oferecido: Eletrônica

Figura 3.29 – Fotografia de satélite da Etec Albert Einstein



Fonte: <https://www.google.com.br/maps> acessado em 28/11/2016

A edificação ocupa todo o terreno da unidade escolar. Pode-se buscar alternativas para a montagem do laboratório externo. Nota 1.

## São Paulo

Etec de Guaianazes

R. Feliciano de Mendonça, 290 - Guaianases

CEP 08460-365 - São Paulo/SP

Telefone: (11) 2552-0140

Telefone: (11) 2551-9484

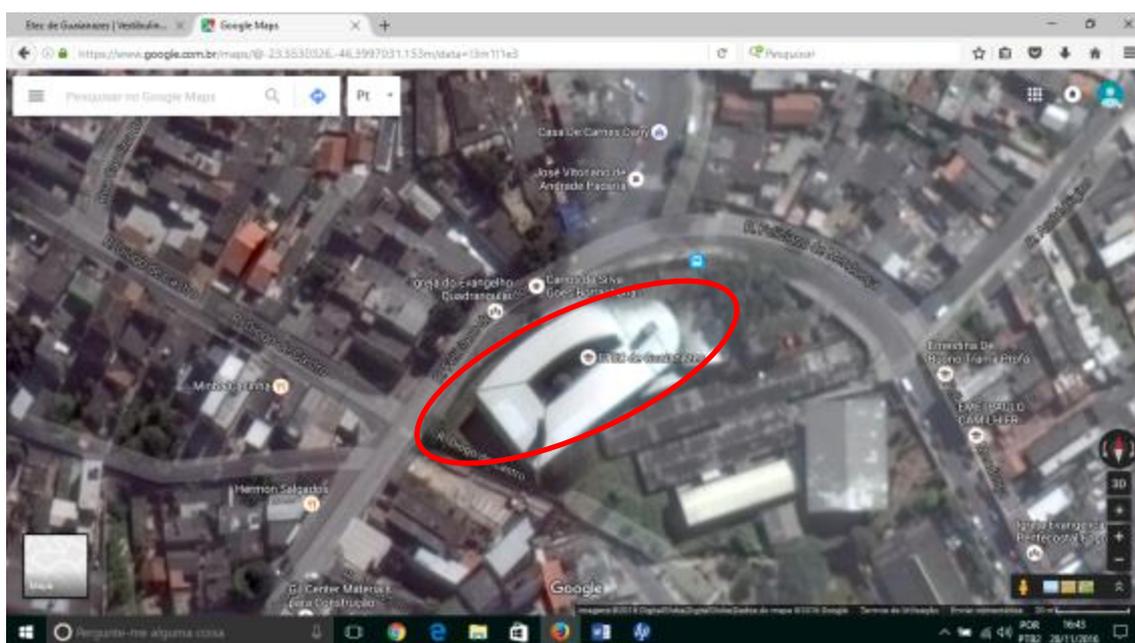
E-mail: [dir.etecguaianases@centropaulasouza.sp.gov.br](mailto:dir.etecguaianases@centropaulasouza.sp.gov.br)

Site: [www.etecdeguaianazes.com.br](http://www.etecdeguaianazes.com.br)

Coordenadas geográficas: -23.553078, -46.399664

Curso oferecido: Eletrotécnica

Figura 3.30 – Fotografia de satélite da Etec de Guaianazes



Fonte: <https://www.google.com.br/maps> acessado em 28/11/2016

As construções existentes ocupam quase todo o terreno. Pode-se buscar alternativas para a montagem do laboratório externo. Nota 1.

## São Paulo

Etec Getúlio Vargas

R. Clóvis Bueno de Azevedo, 70 - Ipiranga

CEP 04266-040 - São Paulo/SP

Telefone: (11) 2066-2500

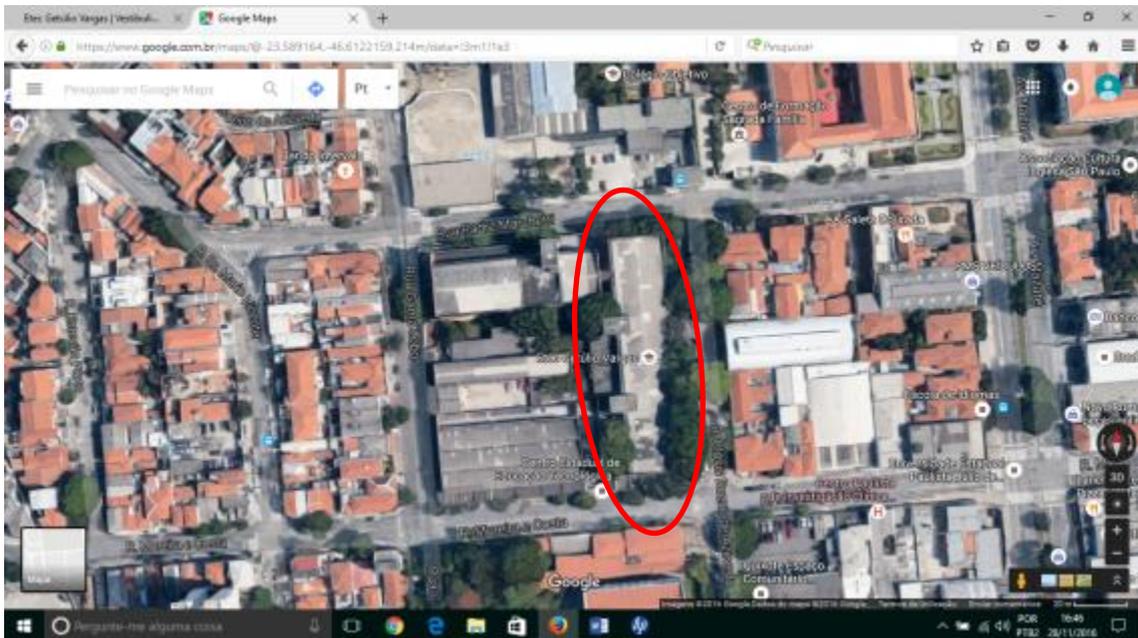
E-mail: etegv@terra.com.br

Site: www.etegv.com

Coordenadas geográficas: -23.589241, -46.611948

Cursos oferecidos: Eletrônica e Eletrotécnica

Figura 3.31 – Fotografia de satélite da Etec Getúlio Vargas



Fonte: <https://www.google.com.br/maps> acessado em 28/11/2016

As construções existentes ocupam quase todo o terreno. Pode-se buscar alternativas para a montagem do laboratório externo. Nota 1.

## São Paulo

Etec Gildo Marçal Bezerra Brandão

R. Presidente Vargas, S/N - Perus

CEP 05207-000 - São Paulo/SP

Telefone: (11) 3917-8751

Telefone: (11) 3917-8263

E-mail: etecperus@gmail.com

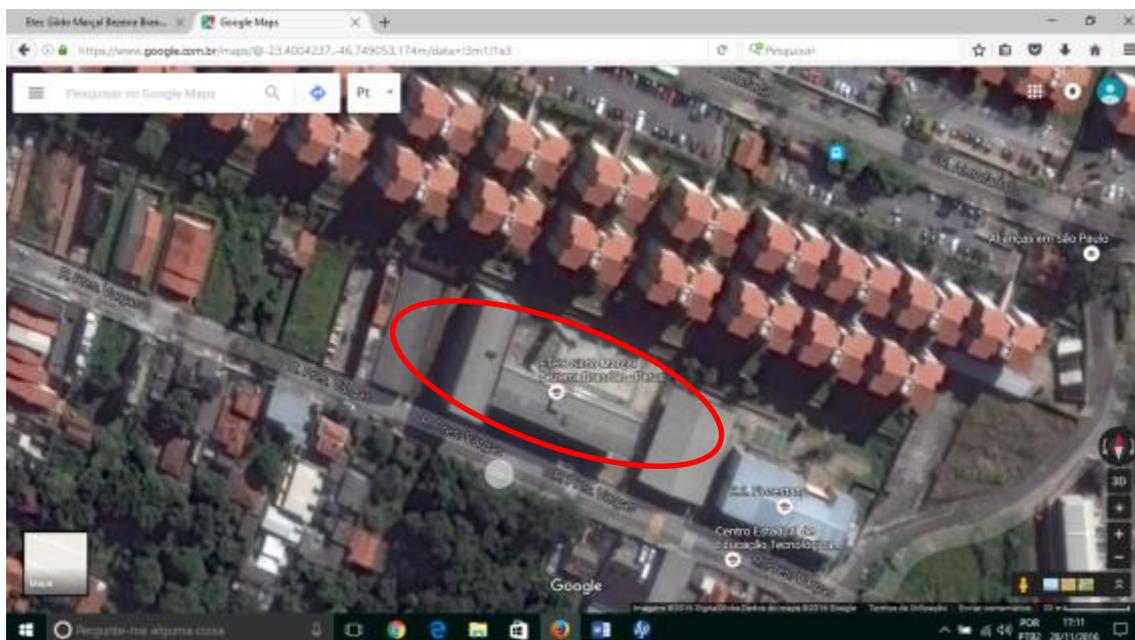
E-mail etecperus@ig.com.br

Site: www.etecperus.com

Coordenadas geográficas: -23.400568, -46.749126

Curso oferecido: Eletrônica

Figura 3.32 – Fotografia de satélite da Etec Gildo Marçal Bezerra Brandão



Fonte: <https://www.google.com.br/maps> acessado em 28/11/2016

A área aos pés da torre da caixa d'água parece propícia para receber o laboratório externo, apesar de ficar sombreada por alguns instantes do dia. Nota 4.

## São Paulo

Etec Guaracy Silveira

R. Ferreira de Araújo, 527 - Pinheiros

CEP 05428-001 - São Paulo/SP

Telefone: (11) 3813-3986

Telefone: (11) 3031-6208

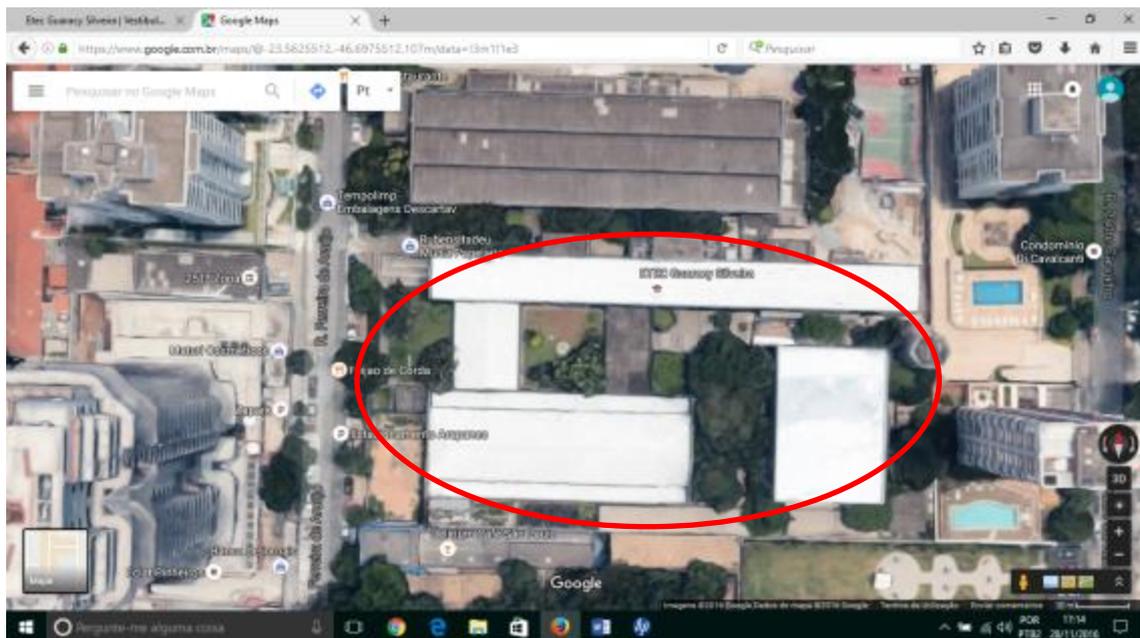
E-mail: etegaracy@terra.com.br

Site: [www.etecguaracy.com.br](http://www.etecguaracy.com.br)

Coordenadas geográficas: -23.562466, -46.697402

Curso oferecido: Eletrônica

Figura 3.33 – Fotografia de satélite da Etec Guaracy Silveira



Fonte: <https://www.google.com.br/maps> acessado em 28/11/2016

A unidade escolar apresenta pequenas áreas que podem ser utilizadas para a montagem do telhado didático. Nota 4.

## São Paulo

Etec Jaraguá

Rua Jairo de Almeida Machado, 401 - Jaraguá

CEP 02998-060 - São Paulo/SP

Telefone: (11) 3941-7242

Telefone: (11) 3941-8319

E-mail: e228acad@cps.sp.gov.br

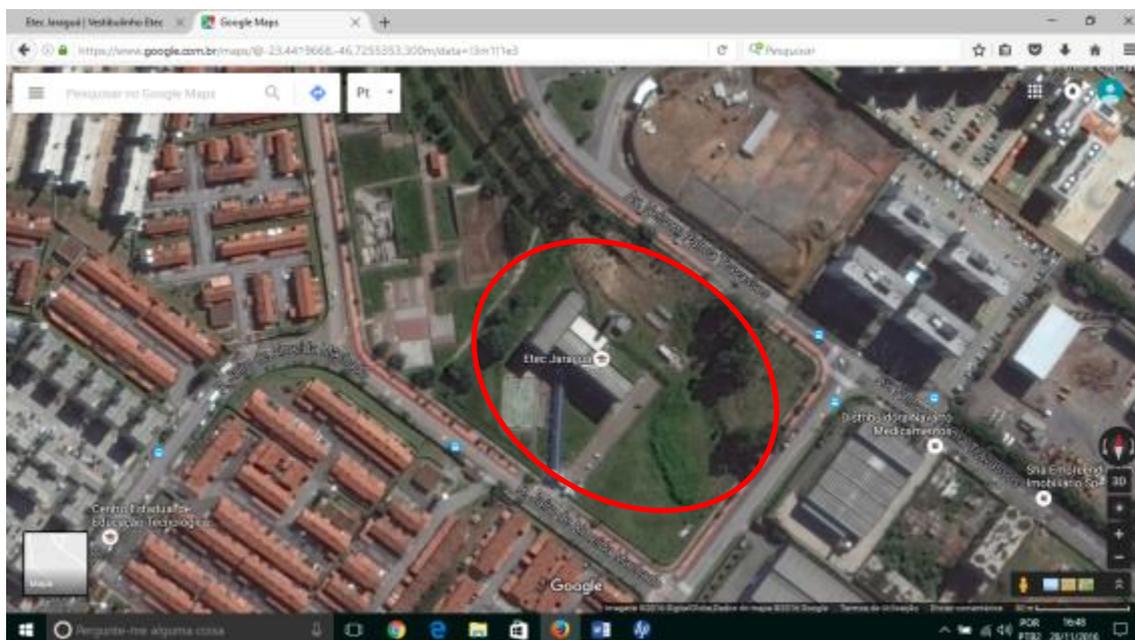
E-mail e228dir@cps.sp.gov.br

Site: [www.etcjaragua.com](http://www.etcjaragua.com)

Coordenadas geográficas: -23.442066, -46.725413

Curso oferecido: Eletrotécnica

Figura 3.34 – Fotografia de satélite da Etec Jaraguá



Fonte: <https://www.google.com.br/maps> acessado em 28/11/2016

A escola tem amplo terreno, altamente propício para a construção do laboratório externo. Nota 5.

## São Paulo

Etec José Rocha Mendes

R. Américo Vespucci, 1241 - Vila Prudente

CEP 03135-010 - São Paulo/SP

Telefone: (11) 2063-4454

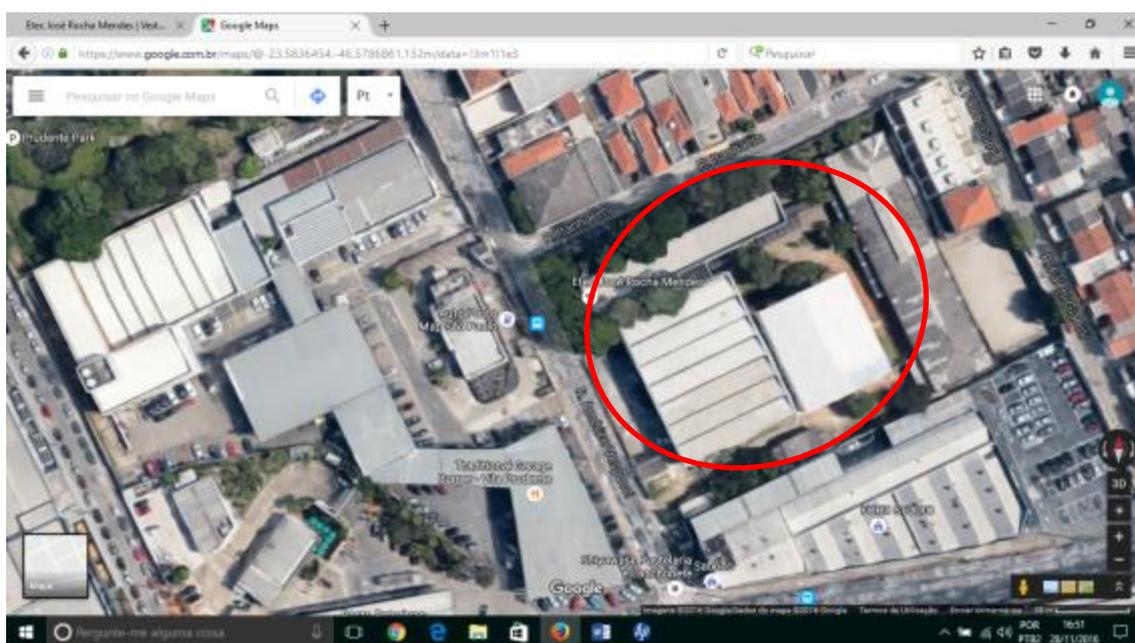
E-mail: e076acad@cps.sp.gov.br

Site: [www.etcjoserochamendes.com.br](http://www.etcjoserochamendes.com.br)

Coordenadas geográficas: -23.583533, -46.578643

Cursos oferecidos: Eletrônica e Eletrotécnica

Figura 3.35 – Fotografia de satélite da Etec José Rocha Mendes



Fonte: <https://www.google.com.br/maps> acessado em 28/11/2016

As construções existentes ocupam quase todo o terreno. Pode-se buscar alternativas para a montagem do laboratório externo. Nota 1.

## São Paulo

Etec Prof. Adhemar Batista Heméritas

Rua Abilene, 16 - Pq. Santo Antonio - Zona Leste

CEP 03385-160 - São Paulo/SP

Telefone: (11) 2301 1058

E-mail: e207dir@cps.sp.gov.br

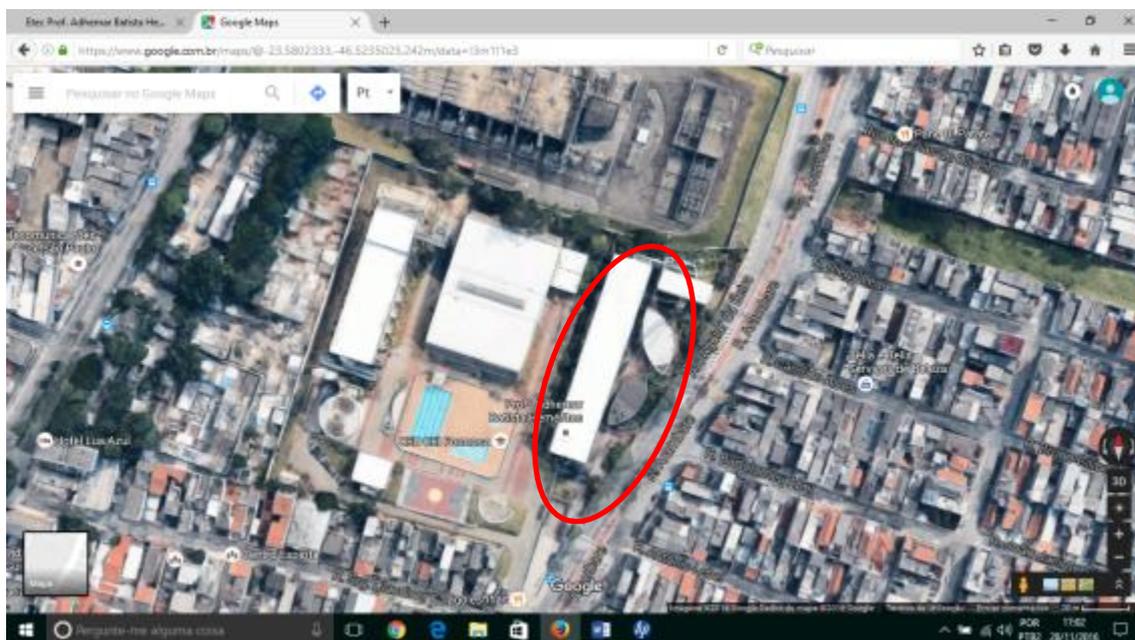
E-mail e207adm@cps.sp.gov.br

Site: www.etecpsa.com.br

Coordenadas Geográficas: -23.580570, -46.523519

Cursos oferecidos: Eletroeletrônica e Eletrônica

Figura 3.36 – Fotografia de satélite da Etec Prof. Adhemar Batista Heméritas



Fonte: <https://www.google.com.br/maps> acessado em 28/11/2016

As construções existentes ocupam quase todo o terreno. Pode-se buscar alternativas para a montagem do laboratório externo. Nota 1.

## São Paulo

Etec Prof. Aprígio Gonzaga

Av. Dr. Orêncio Vidigal, 212 - Penha

CEP 03640-010 - São Paulo/SP

Telefone: (11) 2647-1491

Telefone: (11) 2642-8111

E-mail: e034op@cps.sp.gov.br

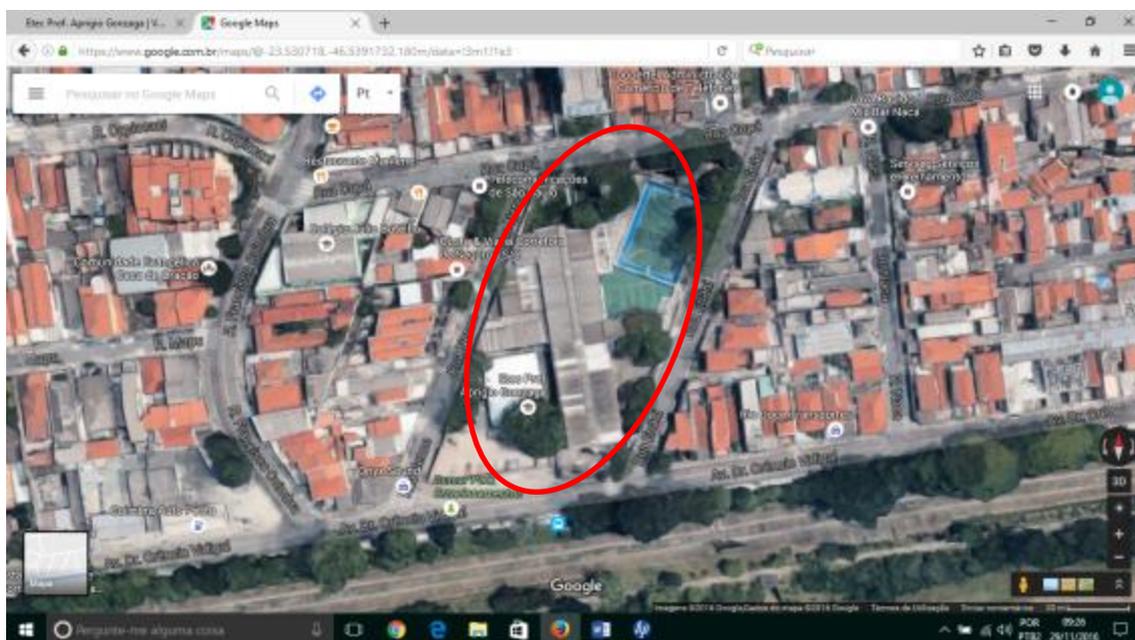
E-mail dirserv.etecpag@gmail.com

Site: www.etecaprigio.com.br

Coordenadas geográficas: -23.530913, -46.539335

Cursos oferecidos: Eletromecânica e Eletrônica

Figura 3.37 – Fotografia de satélite da Etec Prof. Aprígio Gonzaga



Fonte: <https://www.google.com.br/maps> acessado em 29/11/2016

O terreno da escola é amplo, mas pode haver a necessidade de corte de árvores para a instalação do telhado didático. Nota 2.

## São Paulo

Etec Prof. Basílides de Godoy

R. Guaipá, 678 - Vila Leopoldina

CEP 05089-000 - São Paulo/SP

Telefone: (11) 3834-4780

Telefone: (11) 3831-6034

Telefone: 3834-4111

E-mail vestibulinho@basilides.com.br

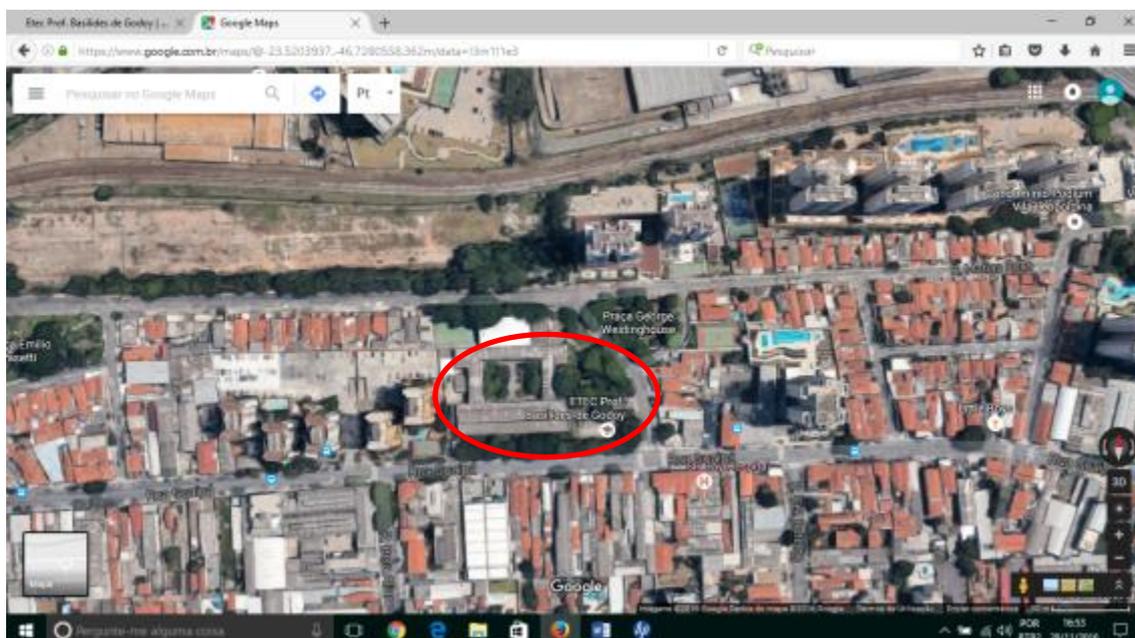
E-mail secretaria@basilides.com.br

Site: www.basilides.com.br

Coordenadas geográficas: -23.520906, -46.727867

Curso oferecido: Eletrotécnica

Figura 3.38 – Fotografia de satélite da Etec Prof. Basílides de Godoy



Fonte: <https://www.google.com.br/maps> acessado em 28/11/2016

O terreno da escola é amplo, mas pode haver a necessidade de corte de árvores para a instalação do telhado didático. Nota 2.

## São Paulo

Etec Profª Dra. Doroti Quiomi Kanashiro Toyohara

Rua Ambrosia do México, s/n - Pirituba

CEP 02945-040 - São Paulo/SP

Telefone: (11) 3972-0339

Telefone: (11) 3972-0199

E-mail: contato@etecpirituba.com.br

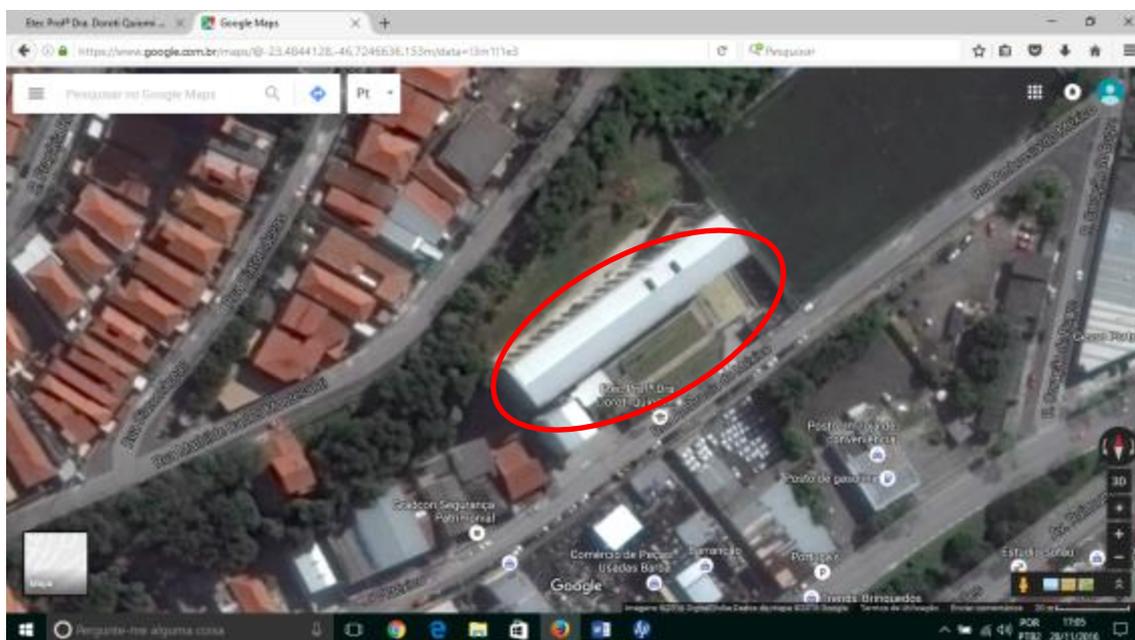
E-mail e254acad@cps.sp.gov.br

Site: www.etecpirituba.com.br

Coordenadas geográficas: -23.484488, -46.724459

Curso oferecido: Eletroeletrônica

Figura 3.39 – Fotografia de satélite da Etec Profª Dra. Doroti Quiomi Kanashiro Toyohara



Fonte: <https://www.google.com.br/maps> acessado em 28/11/2016

A área livre nos fundos da escola viabiliza o telhado didático. Nota 4.

## São Paulo

Etec Prof. Horácio Augusto da Silveira

R. Alcântara, 113 - Vila Guilherme

CEP 02110-010 - São Paulo/SP

Telefone: (11) 2905-1125

Telefone: (11) 2905-1128

E-mail: e064acad@cps.sp.gov.br

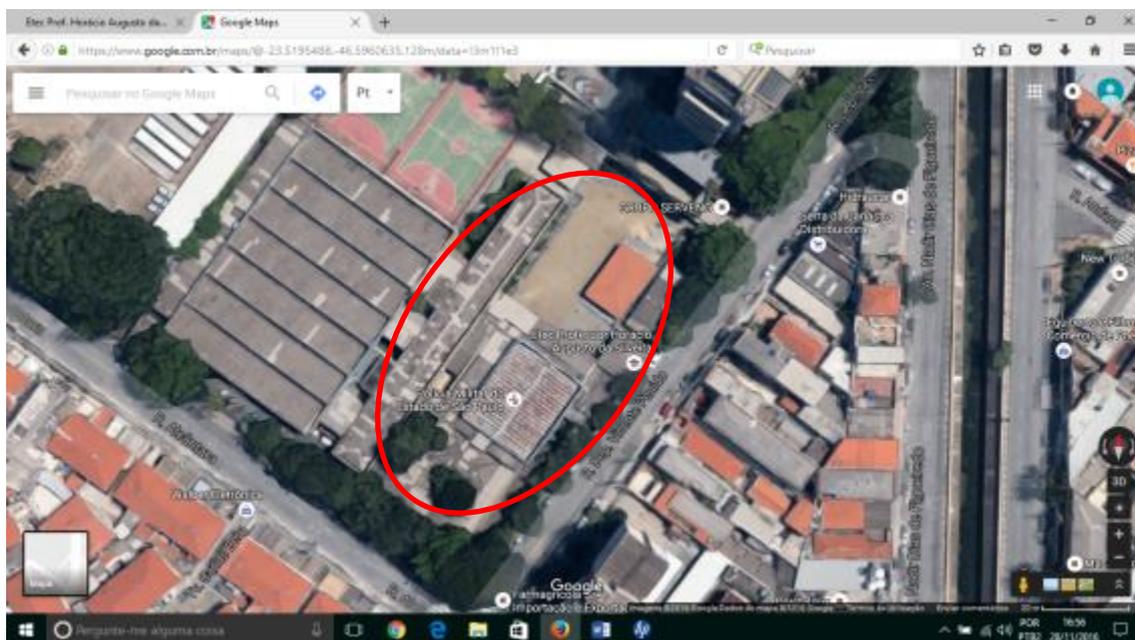
E-mail secretaria@etechoracio.com.br

Site: [www.etechoracio.com.br](http://www.etechoracio.com.br)

Coordenadas geográficas: -23.519590, -46.595943

Cursos oferecidos: Eletrônica e Eletrotécnica

Figura 3.40 – Fotografia de satélite da Etec Prof. Horácio Augusto da Silveira



Fonte: <https://www.google.com.br/maps> acessado em 28/11/2016

Terreno disponível para a montagem do laboratório externo. Nota 4.

## São Paulo

Etec Tereza Aparecida C. Nunes de Oliveira

Av. Waldemar Tietz, 1477 - Arthur Alvim

CEP 03589-001 - São Paulo/SP

Telefone: (11) 2217-1409

Telefone: (11) 2217-1547

E-mail: e186dir@cps.sp.gov.br

E-mail e186ata@cps.sp.gov.br

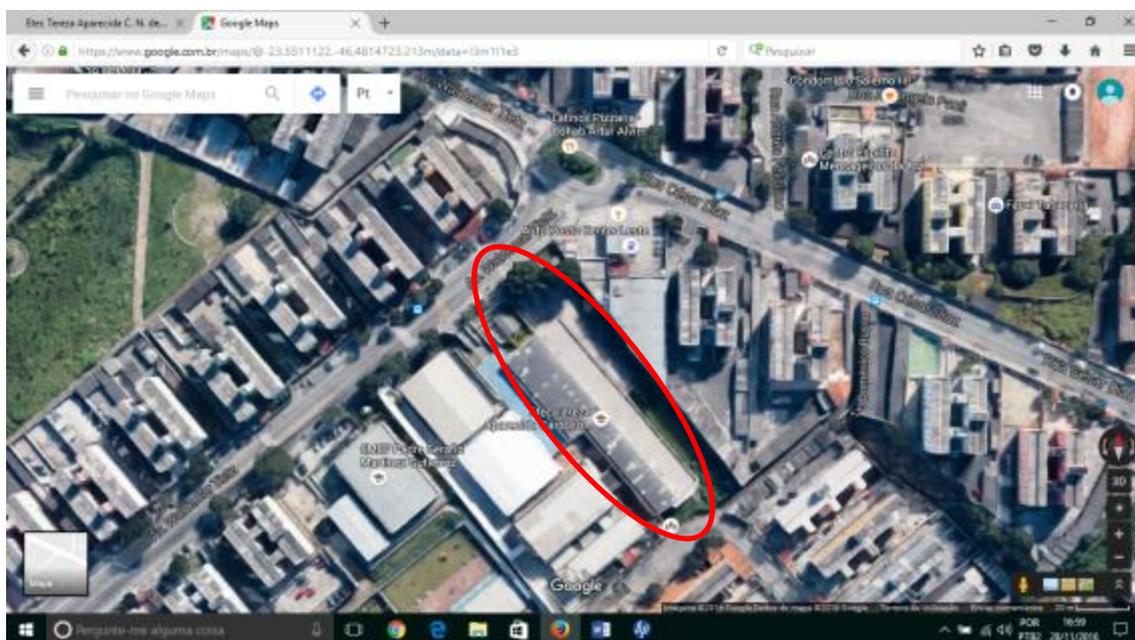
E-mail e186acad@cps.sp.gov.br

Site: www.etecterezanunes.com.br

Coordenadas geográficas: -23.551391, -46.481373

Cursos oferecidos: Eletrônica e Eletrotécnica

Figura 3.41 – Fotografia de satélite da Etec Tereza Aparecida C. N. de Oliveira



Fonte: <https://www.google.com.br/maps> acessado em 28/11/2016

Existe uma área que pode ser utilizada para a montagem do telhado didático. Nota 3.

## São Paulo

Etec Zona Sul

R. Frederico Grotte, 322 - Jd. Vergueiro

CEP 05818-270 - São Paulo/SP

Telefone: (11) 5851-9315

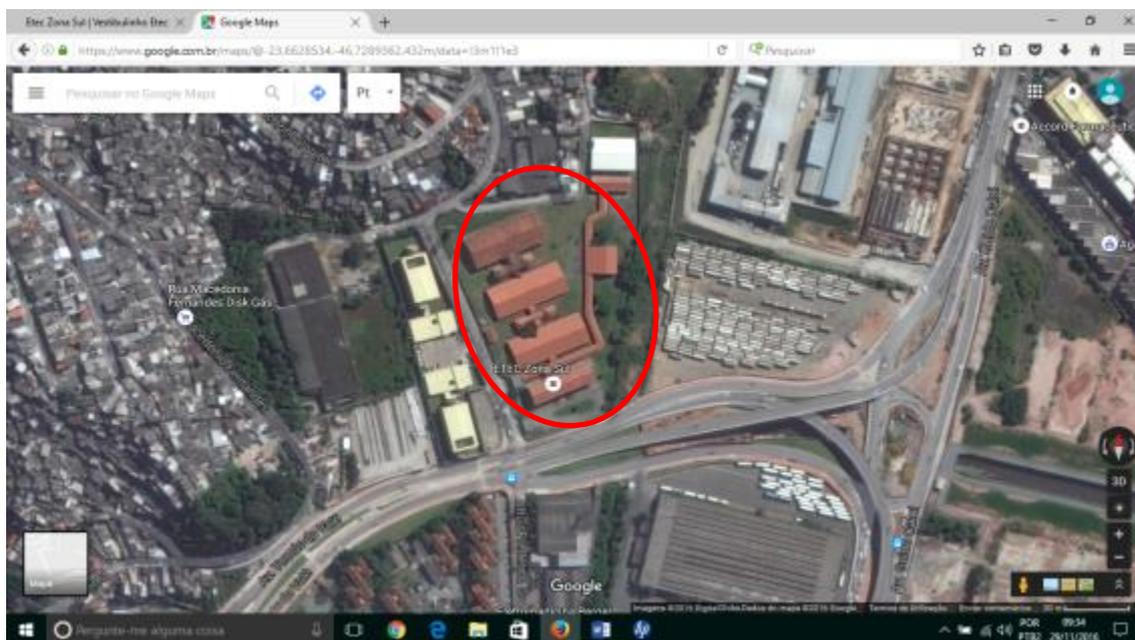
Telefone: (11) 5891-1665

E-mail e134acad@cps.gov.br

Coordenadas geográficas: -23.663201, -46.729042

Curso oferecido: Eletrônica

Figura 3.42 – Fotografia de satélite da Etec Zona Sul



Fonte: <https://www.google.com.br/maps> acessado em 29/11/2016

Terreno amplo que viabiliza a montagem do laboratório externo. Nota 5.

## Sorocaba

Etec Armando Pannunzio

Rua Costa Rica, 60 - Jardim Parada do Alto

CEP 18025-805 - Sorocaba/SP

Telefone: (15) 3211-0987

Telefone: (15) 3211-0827

E-mail: e264acad@cps.sp.gov.br

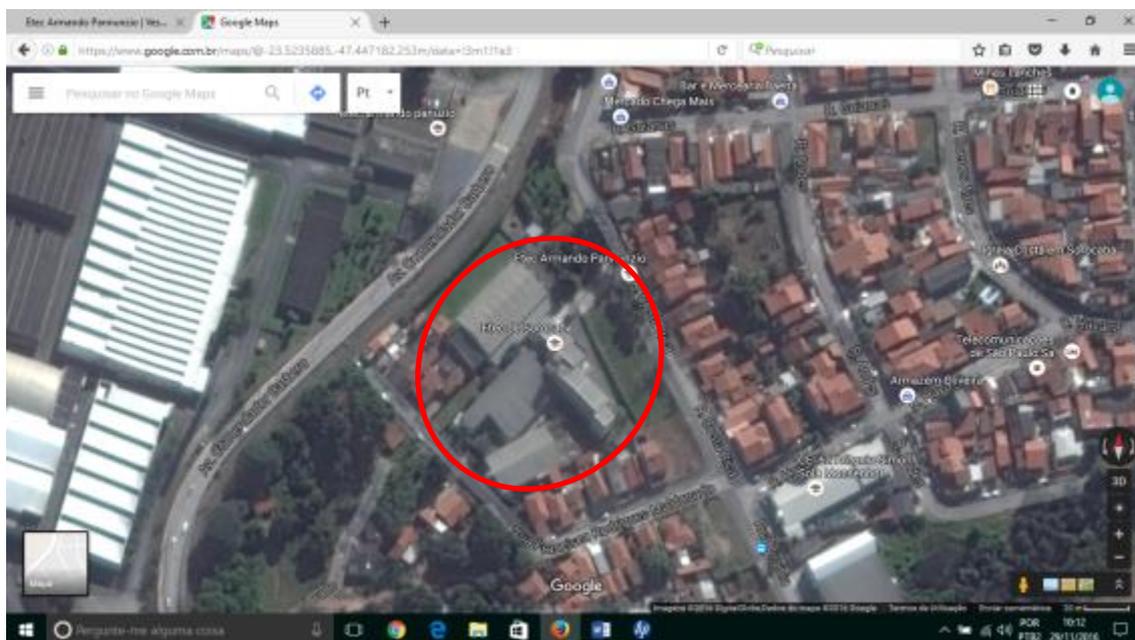
E-mail e264dir@cps.sp.gov.br

Site: [www.etecarmando pannunzio.sp.gov.br](http://www.etecarmando pannunzio.sp.gov.br)

Coordenadas geográficas: -23.523599, -47.447284

Curso oferecido: Eletroeletrônica

Figura 3.43 – Fotografia de satélite da Etec Armando Pannunzio



Fonte: <https://www.google.com.br/maps> acessado em 29/11/2016

O terreno da unidade escolar possui áreas que viabilizam o erguimento do telhado didático fotovoltaico. Nota 4.

## Sorocaba

Etec Rubens de Faria e Souza

Av. Comendador Pereira Inácio, 190 - Lageado

CEP 18030-005 - Sorocaba/SP

Telefone: (15) 3233-1314

Telefone: (15) 3233-7189 / (15) 3233-1316

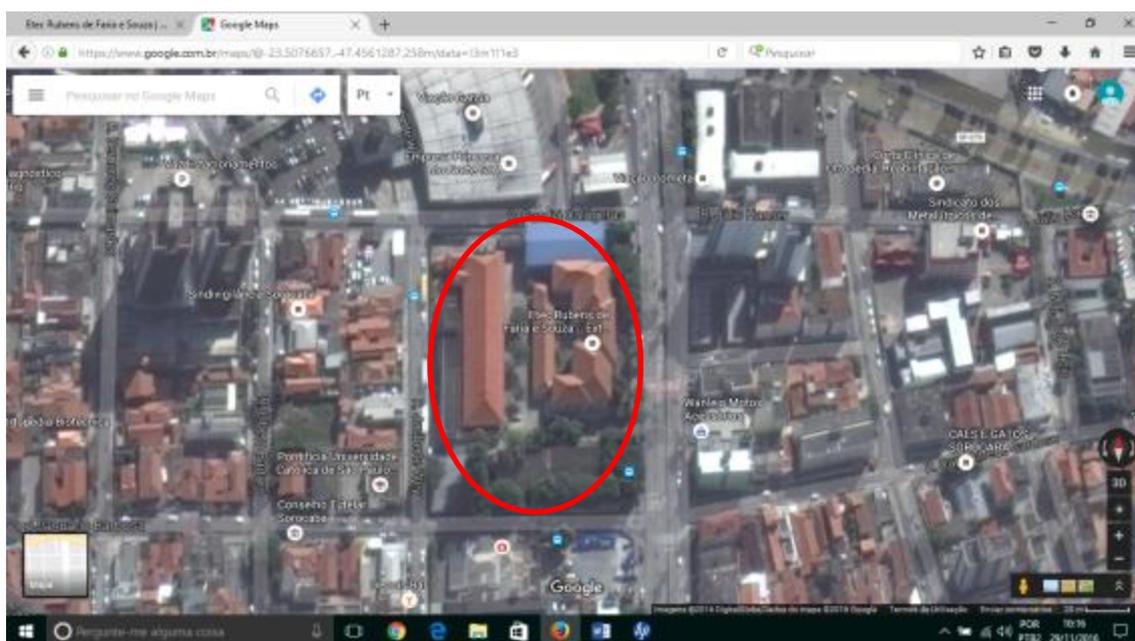
E-mail: e017acad@cps.sp.gov.br

Site: [www.eterfs.com.br](http://www.eterfs.com.br)

Coordenadas geográficas: -23.507670, -47.456061

Cursos oferecidos: Eletrônica e Eletrotécnica

Figura 3.44 – Fotografia de satélite da Etec Rubens de Faria e Souza



Fonte: <https://www.google.com.br/maps> acessado em 29/11/2016

O terreno da escola é amplo, mas pode haver a necessidade de corte de árvores para a instalação do telhado didático. Nota 3.

Na tabela 3.21, são classificados as escolas técnicas apresentadas neste tópico de acordo com a pontuação obtida e o peso de cada indicador. O peso zero foi atribuído ao item “População” pois a capital paulista tem um número muito superior aos demais municípios. O peso 0,0001 à renda per capita, mas ainda assim o município de São Caetano do Sul apresenta um PIB muito maior do que as demais cidades paulistas. Neste caso, o mercado de usinas fotovoltaicas de geração distribuída pode ter maiores investimentos neste município, mas ao mesmo tempo, o tempo de retorno de investimento será maior por causa do baixo índice de irradiação solar anual em relação a outros municípios paulistas tornando-o menos atrativo financeiramente. Ou seja, o mercado de sistemas fotovoltaicos ainda é embrionário no Brasil para que seja feita uma previsão acertada de seu futuro, ainda mais se considerarmos as constantes mudanças de regras de regulamentação que podem ocorrer nos próximos anos.

O levantamento do índice de irradiação solar para cada cidade foi levantado com base nos dados disponíveis no sítio do SWERA (*Solar and Wind Energy Resource Assessment*), média anual e plano inclinado.

A quantidade de professores capacitados em sistemas fotovoltaicos em cada Etec entra no cálculo da pontuação final. Com peso 1 para docentes treinados em 2014 e 2015 e peso 2 para os professores participantes das capacitações de 2016 e 2017, estes últimos tiveram uma carga horária maior.

A capacitação de 2014 e 2015 – um convênio entre o CEETEPS e o IEE-USP, envolveu 42 professores, sendo que 41 deles têm sede nas escolas relacionadas nesta dissertação. Por outro lado, a capacitação realizada entre 2016 e 2017 – convênio entre o CEETEPS e a GIZ, com colaboração do IEE-USP, teve 16 professores participantes.

A planilha foi elaborada com a utilização do *software MS Excel* o que permite uma maior flexibilidade nas escolhas dos pesos de cada indicador para que os gestores – os quais realmente decidirão qual a prioridade de escolha das escolas que receberão a infraestrutura do curso – possam discutir e analisar com critérios e argumentos diversos.

Tabela 3.21 – Análise de viabilidade de instalação do curso pós-técnico em sistemas fotovoltaicos nas Etecs.

		Peso	1	1	1	0,0001	1	2	
	Cidade	Escola	Cursos técnicos correlatos	Nota viabilidade telhado	Índice de Radiação Solar (kWh/m <sup>2</sup> .dia) Plano inclinado - média anual	PIB per capita (R\$) Base 2013	Professores capacitados em 2015/2016 pelo IEE-USP	Professores capacitados em 2016 e 2017 por IEE-USP e GIZ	Pontuação final
1	Santos	Etec Aristóteles Ferreira	2	4	5,096	44.478,22	6	1	23,543822
2	Campinas	Etec Bento Quirino	2	3	5,828	44.850,57	5	1	22,313057
3	São Caetano do Sul	Etec Jorge Street	2	3	4,906	97.889,94	2	0	21,694994
4	Piraju	Etec Waldir Duron Junior	2	5	5,661	17.489,34	2	1	18,409934
5	Sorocaba	Etec Rubens de Faria e Souza	2	3	5,601	42.764,72	0	1	16,877472
6	Rio Claro	Etec Prof. Armando Bayeux da Silva	1	1	5,942	38.944,11	1	2	16,836411
7	São Paulo	Etec Getúlio Vargas	2	1	5,008	48.275,45	4	0	16,835545
8	São Paulo	Etec Prof. Basílides de Godoy	1	2	5,008	48.275,45	2	1	16,835545
9	São Paulo	Etec Tereza Aparecida C. N. de Oliveira	2	3	5,008	48.275,45	0	1	16,835545
10	São B. do Campo	Etec Lauro Gomes	2	3	4,846	59.149,80	1	0	16,76098
11	Amparo	Etec João Belarmino	2	3	5,834	45.868,35	1	0	16,420835
12	Mogi das Cruzes	Etec Presidente Vargas	2	3	5,034	31.133,55	1	1	16,147355
13	São Paulo	Etec de Guaianazes	1	1	5,008	48.275,45	2	1	15,835545
14	São Paulo	Etec Gildo Marçal Bezerra Brandão	1	4	5,008	48.275,45	1	0	15,835545
15	São Paulo	Etec Jaraguá	1	5	5,008	48.275,45	0	0	15,835545
16	São Paulo	Etec Zona Sul	1	5	5,008	48.275,45	0	0	15,835545
17	Araras	Etec Prof. Alberto Feres	1	5	6,007	33.567,59	0	0	15,363759
18	Mogi Guaçu	Etec Euro Albino de Souza	1	5	5,966	32.137,10	0	0	15,17971
19	Sorocaba	Etec Armando Pannunzio	1	4	5,601	42.764,72	0	0	14,877472
20	São Paulo	Etec Guaracy Silveira	1	4	5,008	48.275,45	0	0	14,835545
21	São Paulo	Etec José Rocha Mendes	2	1	5,008	48.275,45	2	0	14,835545
22	São Paulo	Etec Profª Dra. Doroti Q. K. Toyohara	1	4	5,008	48.275,45	0	0	14,835545
23	Matão	Etec Sylvio de Mattos Carvalho	1	2	5,907	39.104,04	0	1	14,817404
24	Ribeirão Preto	Etec José Martiniano da Silva	2	1	5,904	36.194,42	0	1	14,523442
25	S. Joaquim da Barra	Etec Pedro Badran	2	2	5,883	26.196,32	0	1	14,502632
26	São Carlos	Etec Paulino Botelho	2	1	5,677	37.652,04	0	1	14,442204
27	Mococa	Etec João Baptista de Lima Figueiredo	2	3	5,939	24.917,85	1	0	14,430785
28	Embu das Artes	Etec de Embu	1	5	5,067	31.635,32	0	0	14,230532
29	Piracicaba	Etec Cel. Fernando Febeliano da Costa	1	1	5,915	52.619,75	1	0	14,176975
30	Ourinhos	Etec Jacinto Ferreira de Sá	2	4	5,744	22.986,31	0	0	14,042631
31	S. J. do Rio Preto	Etec Philadelpho Gouvêa Netto	2	1	5,883	30.548,82	0	1	13,937882
32	São Paulo	Etec Prof. Aprígio Gonzaga	1	2	5,008	48.275,45	1	0	13,835545
33	Ilha Solteira	Etec de Ilha Solteira	1	5	5,817	17.622,68	0	0	13,579268
34	Santo André	Etec Júlio de Mesquita	1	1	4,846	35.503,52	1	1	13,396352
35	São Paulo	Etec Prof. Adhemar Batista Heméritas	2	1	5,008	48.275,45	0	0	12,835545
36	São Paulo	Etec Prof. Horácio Augusto da Silveira	2	1	5,008	48.275,45	0	0	12,835545
37	Botucatu	Etec Dr. Domingos Minicucci Filho	2	2	5,736	27.810,83	0	0	12,517083
38	São Paulo	Etec Albert Einstein	1	1	5,008	48.275,45	0	0	11,835545
39	Itatiba	Etec Rosa Perrone Scavone	1	1	5,659	40.791,23	0	0	11,738123
40	Jaú	Etec Joaquim Ferreira do Amaral	1	2	5,932	23.686,28	0	0	11,300628
41	Guaratinguetá	Etec Prof. Alfredo de Barros Santos	0	1	5,604	35.017,15	0	0	10,105715

Fontes: CEETEPS (2016), IBGE (2013), SWERA (2017)

## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

### 4.1. RESULTADOS

A garantia da qualidade de serviços depende da qualidade da mão-de-obra que executa esses serviços, dependendo de qualificação e comprometimento do profissional em querer seguir as normas e procedimentos técnicos. Como o comprometimento é um fator pessoal e comportamental, e que não foi objeto de estudo deste presente trabalho, enfoca-se então a questão da capacitação e treinamento.

No Brasil, atualmente há regulamentação para que ensino técnico seja complementado com os cursos de especialização pós-técnica de acordo com o Parecer nº39/2004 do CNE. O curso proposto nesta dissertação enquadra-se no eixo tecnológico “Controle e Processos Industriais” de acordo com o CNCT do MEC.

A resolução 1073/2016 do CONFEA permite ao profissional requerer a extensão de suas atribuições profissionais, trazendo assim ao técnico em eletrotécnica a possibilidade de regulamentar sua atividade profissional no âmbito dos sistemas fotovoltaicos ao concluir o curso proposto.

A proposta de curso pós-técnico do SENAI foi bem planejada e seus cursos obterão sucesso em sua implantação devido seu bom histórico de experiência em oferecimento e ministração de cursos profissionalizantes e sua boa estrutura laboratorial, ferramental e o potencial de capacitação de seus professores.

O curso proposto nesta dissertação foi apresentado em 2 módulos de 200 horas cada, sendo facultativo a divisão em dois cursos FIC abertos à comunidade e ao mesmo tempo atendendo às exigências legais para diplomar os técnicos em especialistas pós-técnico em sistemas fotovoltaicos.

O laboratório para as aulas práticas do curso apresentado teria um custo que não ultrapassaria 16 mil UM (R\$ 50.000,00) sendo que, ainda sim, a estrutura existente nas Etecs atualmente, poderia contribuir com o compartilhamento de ferramentas e equipamentos para as aulas experimentais.

Analisando-se a estrutura existente nas Etecs, pode-se afirmar que o curso técnico que apresenta um conteúdo mais semelhante com o pós-técnico anunciado seria o técnico em eletrotécnica. Em seguida, pode-se elencar os cursos técnicos em eletroeletrônica e eletrônica como compatíveis e por último, pode-se admitir que o curso técnico em eletromecânica não seria compatível com o pós-técnico proposto.

Observando-se a tabela de análise de viabilidade de instalação do curso pós-técnico nas Etecs, pode-se dizer que apesar de todos os itens e considerações realizadas através de métricas e parâmetros,

classificando as escolas entre as mais viáveis e menos viáveis, nada se compara a força de um professor motivado a trabalhar para que esse curso seja uma realidade em sua Etec. Esse pioneirismo e ânimo serão, no final das contas, o que realmente vai promover a implementação da presente proposta.

A participação voluntária de 48 professores que responderam à pesquisa de campo apresentada no Apêndice B, reflete um pouco do encorajamento e engajamento dos docentes nesta nova empreitada.

#### 4.2. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS

As profissões de nível técnico são regulamentadas através da CBO e dos conselhos regionais e são passíveis de fiscalização pelos órgãos competentes. A ausência da denominação laboral nestas regulamentações abre brecha para o exercício não profissional na área fotovoltaica, dando chance para que pessoas não habilitadas se autodenominem capazes para fazer instalações e projetos.

A partir do momento em que há um curso de especialização pós-técnica, devidamente discutido e autorizado, haverá meios de se exigir tal certificação para o exercício pleno e seguro de montagens e projetos de sistemas fotovoltaicos.

O Brasil caminha para ser um país com normas e leis em relação ao exercício de profissões regulamentadas sujeitas à fiscalização, objetivando a segurança de todos.

A participação deste autor como professor-membro do grupo de Laboratório de Currículo do Centro Paula Souza, para a elaboração do curso profissionalizante “Instalador de Sistemas Fotovoltaicos” concluído no ano de 2016, permitiu a colaboração e discussão dos tópicos, deficiências e fortalezas que necessitam ser contemplados nos cursos novos.

Há também, através de grupos de trabalho coordenados pela ABINEE e ABGD, a criação de programas de certificação profissional através de entidades renomadas por órgãos vistoriadores, citando como exemplo a entidade habilitada para tal, o SENAI. Esta certificação, com adesão voluntária, obtida através de provas escrita e prática, permitirá ao profissional apresentar-se como uma pessoa hábil de realizar o serviço de instalação de sistemas fotovoltaicos com qualidade e segurança.

A oferta de minicursos e palestras é grande no Brasil neste momento, mas nada garante a qualidade dos conteúdos propostos nos mesmos. Verificam-se inúmeros *websites* na *internet* com cursos rápidos e on-line, mas não há regulamentação para os cursos livres em nosso país,

comprometendo assim a perspectiva das pessoas que procuram esses cursos, e também a sociedade de um modo geral que se deparará ainda com pessoas com conhecimento limitado e muitas vezes superficial, vez que estes cursos levam pessoas simples a acreditarem que terão habilidades, após assistir essas aulas, para instalar e projetar sistemas fotovoltaicos, mas que, no final, recebem um conhecimento generalizado e não específico tecnicamente para trabalharem com segurança neste ramo da tecnologia fotovoltaica.

Considerando que inicialmente o Centro Paula Souza não dispunha de disponibilidade para a criação de curso em sistemas fotovoltaicos, pode-se avaliar que a criação deste grupo de laboratório de currículo foi um avanço significativo dentro de um cenário de contenção de custos que o atual Governo do Estado encontra-se. Isso demonstra que há sim, uma preocupação em que a tecnologia seja disseminada e bem aceita pela sociedade brasileira, para que haja segurança nas instalações de geradores de conversão fotovoltaicas distribuídas.

Dentro dessas discussões, permanecem ocorrendo as reuniões em conjunto com a GIZ e os demais grupos de trabalho dentro do Centro Paula Souza, tornando dinâmico esse processo de adquirir experiências e aplicar os conhecimentos. Existe outro grupo que está criando um curso técnico na modalidade semipresencial em energias renováveis, o qual tem parceria com a Secretaria de Estado da Energia e Mineração de São Paulo.

#### 4.3 DISCUSSÕES FUTURAS

Identifica-se que há também, vários pontos em discussão como a regulamentação da profissão pelo CREA, pois atualmente, segundo a legislação vigente, o técnico em eletrotécnica pode ser responsável por uma instalação elétrica de até 800 kVA de potência instalada. Quantitativamente, é um valor considerável, equivalente a uma indústria de pequeno a médio porte. O impasse existente é saber se esse mesmo técnico pode ser responsável por uma usina de geração elétrica de conversão fotovoltaica conectada à rede elétrica de potência instalada de 800 kWp? As concessionárias de energia aceitariam uma ART de um técnico com o diploma de especialização pós-técnica em sistemas fotovoltaicos para conectar essa usina? Essas questões necessitam ser deixadas em aberto para discussão nas câmaras de engenharia elétrica dos CREAs e CONFEA, podendo ser abordados em trabalhos futuros.

A definição dos cursos técnicos compatíveis que são exigidos para a obtenção do título de Especialista Técnico em Sistemas Fotovoltaicos fica a cargo do grupo de trabalho Laboratório de Currículo, que tem a palavra final para discutir tal assunto, com fundamento nas bases tecnológicas,

habilidades e competências, definindo quais serão os cursos técnicos compatíveis com o pós-técnico proposto. A princípio, apresentou-se aqui a maior compatibilidade dos cursos técnicos em Eletroeletrônica, Eletrônica e Eletrotécnica, sendo este último o mais compatível de todos, principalmente pela estrutura laboratorial apresentada e o potencial de demanda baseado na quantidade de alunos egressos desses cursos nas unidades que atualmente os oferecem.

Outra discussão futura seria a criação estratégica de uma política de capacitação e qualificação de professores que ministrarão aulas no curso proposto. Isso pode ser tema de vindouras pesquisas com o intuito de suprir a lacuna da preparação educacional de docentes, coordenadores e dirigentes de escolas profissionalizantes que se apresenta no presente momento, não só para os sistemas fotovoltaicos, mas também para as demais áreas de energia.

A capacitação de professores, fornecimento de estrutura laboratorial e a escolha adequada de escolas para receber os cursos serão fundamentais para o sucesso da presente proposta. O Governo do Estado de São Paulo e as demais instituições podem prever uma parte de seu orçamento para o atendimento da demanda de capacitação dos técnicos e garantir uma maior arrecadação de impostos nos próximos anos por conta do acréscimo de oportunidades de emprego e empreendedorismo e dos investimentos na área de energia fotovoltaica.

#### 4.4. CONCLUSÕES

A disseminação correta da tecnologia de geração distribuída de sistemas fotovoltaicos, adequada às realidades de nosso país, especificamente para o estado de São Paulo, a criação de cursos bem estruturados, tanto na sua organização curricular quanto na sua configuração laboratorial, trará grandes benefícios a nossa sociedade.

É possível criar um curso de especialização pós-técnico com a duração de 1 módulo (1 semestre) conforme apresentado, com uma carga-horária de 400 h. O mesmo pode ser dividido em duas etapas de 200 h ou uma completa de 400 h, sendo que, se dividido for, pode ser oferecido como curso de Formação Inicial Continuada com acesso facultado para alunos com grau de escolaridade de nível fundamental completo, que obteriam certificados profissionalizantes e acesso dos egressos de cursos técnicos em eletrotécnica, eletrônica e eletroeletrônica com certificado de especialização pós-técnica em sistemas fotovoltaicos. Isso tudo, atendendo aos requisitos da legislação vigente.

A primeira etapa de 200 h trabalha com os conteúdos técnicos correspondentes para a formação do Instalador de Sistemas Fotovoltaicos e a segunda etapa corresponde à formação do Projetista de Sistemas Fotovoltaicos. Ambas com aulas teóricas com os fundamentos das tecnologias empregadas e as normas, regulamentos e resoluções concernentes ao exercício laboral e; aulas

práticas com ferramentas, equipamentos e procedimentos que permitem ao aluno o conhecimento das boas práticas de instalação e projeto de sistemas fotovoltaicos.

Um curso de especialização pós-técnica, com duração de 1 semestre e carga-horária de 400 h demonstra-se ter sua viabilidade desde que sejam feitas as adequações necessárias para tal. E o formato do curso dividido em 2 módulos de 200 h, pode ser oferecido como um curso de Formação Inicial Continuada – para as pessoas sem formação técnica, trazendo uma flexibilidade e acessibilidade aspiradas pela atual Lei de Diretrizes e Bases da Educação. Conceder acesso ao ensino profissionalizante às pessoas que necessitam de uma nova oportunidade de entrar no mercado de trabalho, passa a ser um argumento plausível para justificar os aportes nas escolas. Para o mercado, os profissionais que trabalharão como Instaladores ou Projetistas de Sistemas Fotovoltaicos tornar-se-ão pilares da força braçal necessária para o crescimento das empresas de instalação e projetos. Esses profissionais podem, para obter a Especialização Técnica, voltar ao ensino técnico modular e cursar o curso técnico em Eletrotécnica, podendo assim, atuar como profissionais habilitados pelo conselho profissional, o CREA.

Aos técnicos ingressantes neste curso, objetivando a Especialização técnica, obterão primeiramente a oportunidade do acesso às novas tecnologias, considerando que este ramo está em constante transformação, com novos equipamentos relacionados aliado à grande ascensão digital e tecnológica disponível atualmente com a globalização e o compartilhamento de informações.

Desta forma, a reciclagem científica e a convivência com outros demais profissionais proporcionará bases sólidas e o direcionamento profissional, tornando-o, neste aspecto também, um profissional atualizado, cujas habilidades talvez tenham lhe passado despercebidas e ou mesmo haviam sido esquecidas, aproveitando desta forma a reciclagem como uma oportunidade de relembrar conceitos básicos importantes que muitas vezes com a prática deixaram de serem aplicados no decorrer do dia a dia e que serão essenciais para o manuseio das novas tecnologias.

Assim, terão diante de si novos horizontes com renovação de perspectiva de trabalho, em áreas de tecnologia cuja experiência e ou conhecimento obtido lhes permitirão uma vantagem no mercado de trabalho em termos de conhecimento profissional.

Com um investimento inicial de aproximadamente 16 mil UM (R\$ 50.000,00) é possível instalar um laboratório de instalações de sistemas fotovoltaicos em cada Etec do Centro Paula Souza, sendo apresentada uma lista com materiais e equipamentos. Também foram elencadas, as Etecs que têm maior potencial para receber esse laboratório de forma a priorizar os investimentos de acordo com a evolução e implementação do curso.

Caso haja a preocupação do Estado em garantir novas fontes de energia, tornando a matriz energética mais diversificada e, portanto, mais confiável e robusta, tornando o país, mais forte e atrativo para investidores de mercado, suprir essa demanda exige profissionais devidamente qualificados.

Ter mão-de-obra qualificada para os trabalhos de engenharia de novas usinas fotovoltaicas assegura o fomento do crescimento energético brasileiro, conduzindo assim nosso país ao desenvolvimento sustentável e fornece segurança aos investidores que aqui encontram um alto potencial de irradiação solar. Os aportes financeiros vindouros serão os indicadores de retorno da proposta aqui apresentada, com pessoas empregadas, devidamente remuneradas e assim fazendo a locomotiva da economia paulista e brasileira seguir seu caminho, ampliando a infraestrutura elétrica industrial, de serviços e agrícola.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Resolução Normativa ANEEL 482/2012.**, Brasília: Diário Oficial , 2012.

\_\_\_\_\_. **Resolução Normativa ANEEL 493/2012.** Brasília: Diário Oficial, 2012.

BOXWELL, Michael. **Solar Electricity Handbook.** Reino Unido: Warwickshire, 2013.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Catálogo Brasileiro de Ocupações.** Disponível em :<<http://www.mtecbo.gov.br/cbsite/pages/home.jsf>>. Acesso em: 20 nov. 2014.

BRASIL. Ministério da Educação. **Catálogo Nacional de Cursos Técnicos.** 2.ed. Disponível em :<[http://pronatec.mec.gov.br/cnct/eixos\\_tecnologicos.php](http://pronatec.mec.gov.br/cnct/eixos_tecnologicos.php). > Acesso em: 20 nov.2014.

\_\_\_\_\_. **Catálogo Nacional de Cursos Técnicos.** 3.ed. Disponível em :<[http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=41271-cnct-3-edicao-pdf&category\\_slug=maio-2016-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=41271-cnct-3-edicao-pdf&category_slug=maio-2016-pdf&Itemid=30192)> Acesso em: 22 mar. 2017.

BRASIL. **Decreto nº 5154**, de 23 de julho de 2004.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Estudos e propostas de utilização de geração fotovoltaica conectada à rede, em particular em edificações urbanas.** Brasília. 2009.

BRASIL. **Lei nº 9394**, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional, alterada pela Lei nº 11741, de 16 de julho de 2008.

\_\_\_\_\_. **Parecer CNE/CEB nº 39/2004**, de 8 de dezembro de 2004.

\_\_\_\_\_. **DECRETO No 90.922, DE 6 DE FEVEREIRO DE 1985.** Dispõe sobre o exercício da profissão de técnico industrial e técnico agrícola de nível médio ou de 2º grau.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. **Energia solar fotovoltaica no Brasil: subsídios para tomada de decisão.** Brasília: CGEE, 2010.

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA. **Mapa das Etecs.** <<http://www.cps.sp.gov.br/quem-somos/manual-de-identidade-logo-novo/mapas/2017-mapa-geral-etecs.pdf>> Acesso em: 02 ago. 2017.

\_\_\_\_\_. **Perfil e histórico.** Disponível em: <<http://www.cps.sp.gov.br/quem-somos/perfil-historico/>> Acesso em: 02 ago. 2017.

\_\_\_\_\_. **Plano de Curso número 236 de 20-08-2013, do curso técnico em eletroeletrônica.** Atualizado de acordo com a matriz curricular homologada para o 1º semestre de 2016.

\_\_\_\_\_. **Plano de Curso número 157 de 03-10-2011, do curso técnico em eletromecânica.** Atualizado de acordo com a matriz curricular homologada para o 1º semestre de 2016.

\_\_\_\_\_. **Plano de Curso número 233 de 20-08-2013, do curso técnico em eletrônica.** Atualizado de acordo com a matriz curricular homologada para o 1º semestre de 2016.

\_\_\_\_\_. **Plano de Curso número 239 de 20-08-2013, do curso técnico em eletrotécnica.** Atualizado de acordo com a matriz curricular homologada para o 1º semestre de 2016.

\_\_\_\_\_. **Unidades e Cursos oferecidos.** Disponível em: <[www.vestibulinhoetec.com.br](http://www.vestibulinhoetec.com.br)> Acesso em :13 set. 2016

\_\_\_\_\_. **Capacitação em sistemas fotovoltaicos.** São Paulo. 2014.

CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA –CONFEA. **RESOLUÇÃO Nº 1.073, DE 19 DE ABRIL DE 2016.**

FUNARO, Vânia M.B.Oliveira et al. **Diretrizes para apresentação de dissertações e teses da USP.** Parte I (ABNT). 3 ed. São Paulo, 2016.

FUNDACENTRO. **Queda em altura está entre os principais acidentes fatais na indústria da construção.** Disponível em: <<http://www.fundacentro.gov.br/noticias/detalhe-da-noticia/2016/4/queda-em-altura-esta-entre-os-principais-acidentes-fatais-na-industria-da-construcao>> Acesso em: 30 jan. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Dados do PIB por cidade** Disponível em :< <http://cidades.ibge.gov.br>> Acesso em: 30 nov. 2016.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SÃO PAULO. **Mapa dos Campi**. Disponível em: <<http://www.ifsp.edu.br/index.php/mapa-dos-campi.html> > Acesso em: 23 ago. 2016

\_\_\_\_\_. **Instituição**. Disponível em : <http://www.ifsp.edu.br/index.php/instituicao/ifsp.html> Acesso em: 02 ago. 2017.

MOCELIN, André Ricardo. **Qualificação profissional e capacitação laboratorial em sistemas fotovoltaicos**. (Tese de doutorado). Universidade de São Paulo. São Paulo, 2014.

MURARO, Maria Celeste Gomes .**Fundamentos da Educação Profissional de Nível Técnico** – Apostila AVM Faculdade Integrada – Brasília – DF 2005.

OLIVEIRA, Maria Penha da Silva; MOCHIZUKI, Maria de Fatima Atanásio; GONÇALEZ, Andressa Mariano. **Adendo das Diretrizes para Apresentação de Dissertações e Teses do Programa de Pós-Graduação em Energia da Universidade de São Paulo (PPGE–USP)** – 2017.

PEREIRA, Ênio Bueno et al. **Atlas Brasileiro de Energia Solar**. INPE, 2006.

PINHO, João Tavares; GALDINO, Marco Antônio. **Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos**. Rio de Janeiro, CRESESB, 2014.

RIBEIRO, Claudio. **Credenciamento de treinadores e certificação de instaladores de sistemas fotovoltaicos**. Apresentação em Power Point. Olinda-PE. 2003.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL. **Itinerário Nacional de Educação Profissional em Energia Fotovoltaica**. Brasil, 2015.

\_\_\_\_\_. **Dados de Infraestrutura**. Disponível em: <<http://transparencia.sp.senai.br/telas/transparencia/dados-infraestrutura.html>> Acesso em: 17 out. 2017.

\_\_\_\_\_. **O sistema SENAI**. Disponível em: <<http://www.sp.senai.br/institucional/127/0/o-sistema-senai>> Acesso em: 23 ago. 2016.

\_\_\_\_\_. **Relatório de atividades 2016**. Disponível em: <<http://www.sp.senai.br/institucional/3638/0/relatorio-de-atividades>> Acesso em: 17 out. 2017.

SWERA. **Dados de irradiação solar, base INPE alta resolução, plano inclinado.** Disponível em: <http://en.openei.org/apps/SWERA/> Acesso em: 02 ago. 2017.

VICENTINI, Élio. **A qualificação profissional e formação de mão de obra para atendimento da demanda de instalações de geração distribuída com sistemas fotovoltaicos.** São Paulo. 2015. Apresentação em Power Point.

ZILLES, Roberto; MOCELIN, André; MORANTE, F. Programa brasileiro de formação e certificação de instaladores de sistemas fotovoltaicos de pequeno e médio porte. **Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente**, v. 13, p. 10.09-10.16, 2009.

ZILLES, Roberto; MACEDO, Wilson N.; GALHARDO, Marcos A.B.; OLIVEIRA, Sérgio H.F. **Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica.** São Paulo: Oficina de Textos, 2012.

**ARTIGO APRESENTADO EM CONGRESSO**

Atendendo ao regulamento da PPGE para depósito da presente dissertação, foi submetido e publicado nos anais do X Congresso Brasileiro de Planejamento Estratégico (CBPE) o artigo **Geração distribuída com sistemas fotovoltaicos e a necessidade de qualificação profissional: Uma proposta de curso pós-técnico**. Apresentado oralmente no dia 27/10/2016.

## APÊNDICE A

### EXEMPLOS DE AULAS PRÁTICAS

Neste apêndice apresentam-se exemplos de roteiros de experiências para as aulas práticas:

#### Experimento 1 – Montando o conector MC4<sup>9</sup>

##### Objetivo:

Montar adequadamente o conector MC4 utilizando o alicate prensa terminal

##### Materiais Utilizados:

Alicate desencapador de fios

Kit do Alicate prensa terminal MC4

Conectores MC4

Cabo flexível 4 mm<sup>2</sup> PVC

##### Procedimentos:

Pegue os conectores MC4 e observe que há dois tipos: macho e fêmea.

Desmonte com as mãos os conectores, sem misturar suas peças. Se houver necessidade, utilize as ferramentas de plástico do kit do alicate prensa terminal MC4.

Com o alicate desencapador, desencapar o cabo, figura 2.2.

Fig. 2.2 – Bancada com ferramentas, em destaque desencapador de cabos



Fonte: Autor

<sup>9</sup> Apresenta-se um roteiro para o conector MC4. Roteiro similar pode ser desenvolvido para outros tipos de conectores

Insira no cabo desencapado, as peças de plástico do conector que ficam na parte traseira. Elas ficarão soltas por enquanto.

Insira no dente do alicate prensa terminal, a ponta metálica do conector MC4, figura 2.3.

Fig. 2.3 – Ponta inserida no alicate



Fonte: Autor

Agora, encaixe a ponta do conjunto montado no dente do alicate prensa terminal MC4 e comprima-o pelas hastes até que a ponta metálica fique firmemente fixada no cobre do cabo, figura 2.4.

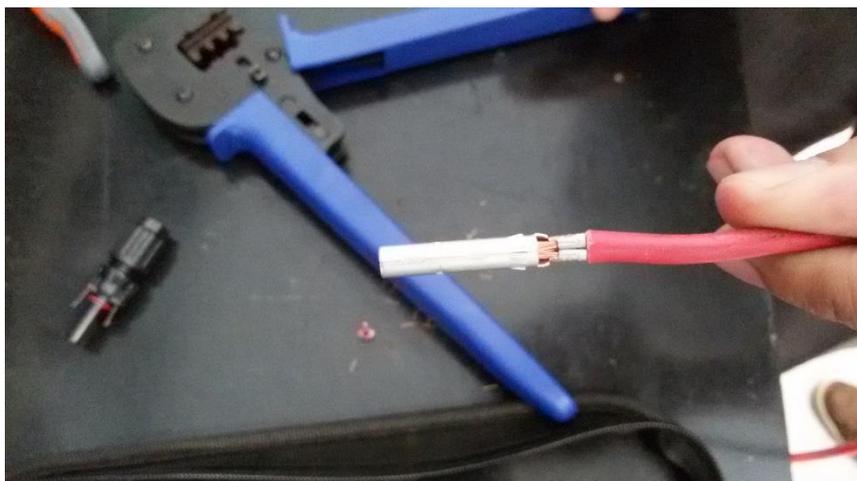
Fig. 2.4 – Sequência de prensagem da ponta no cabo.



Fonte: Autor.

A figura 2.5 mostra o detalhe de como deve ficar a ponta com o cabo.

Fig. 2.5 – Cabo com a ponta prensada.



Fonte: Autor.

Agora, acopla-se a parte plástica traseira com a dianteira, figura 2.6. Observe atentamente a posição de montagem pois após ouvir o “click” não é mais possível desmontar o conector. Ele ficaria inutilizável caso houvesse qualquer erro de montagem, seria necessário substituir o conector e começar novamente a operação desde o início.

Fig. 2.6 – Acoplamento das partes do conector.



Fonte: Autor

Você pode utilizar as ferramentas de plástico para atarraxar as peças finais do conector, figura 2.7.

Fig. 2.7 – Atarraxando as peças finais do conector.



Fonte: Autor

A figura 2.8 mostra o conector montado.

Fig. 2.8 – Conector montado



Fonte: Autor

Repita a operação para a outra ponta do cabo, observando que as pontas opostas de um mesmo cabo podem ser macho e fêmea, mas dependendo de sua utilização também podem ser macho- macho ou fêmea-fêmea.

Conecte e desconecte os conectores que você montou utilizando a ferramenta de plástico que está no kit do alicate prensa terminal MC4, figura 2.9.

Fig. 2.9 – Sequência de imagens demonstrando a utilização da ferramenta para apertar e soltar conectores.



Fonte: Autor

## Experimento 2 – Conhecendo o módulo fotovoltaico

### Objetivos:

Familiarizar-se com o módulo fotovoltaico conhecendo suas características físicas e técnicas.

Manusear com cuidado e segurança os módulos fotovoltaicos

### Materiais utilizados:

Módulo fotovoltaico (pode ser pequeno mas com conectores MC4)

Manual do referido módulo (data-sheet)

Cabos com conectores MC4

Multímetro Digital

Alicate amperímetro com escala para corrente contínua

Pano ou estopa para limpeza leve

### Procedimentos:

1- Inspeção visual, características físicas e técnicas

Manusear em dupla o módulo, colocando-o em uma posição segura – sem risco de cair ou bater. Com a parte do vidro para cima.

Observar o vidro. Ele apresenta alguma trinca ou quebra? Caso sim, informe ao professor para as providências de substituição do módulo.

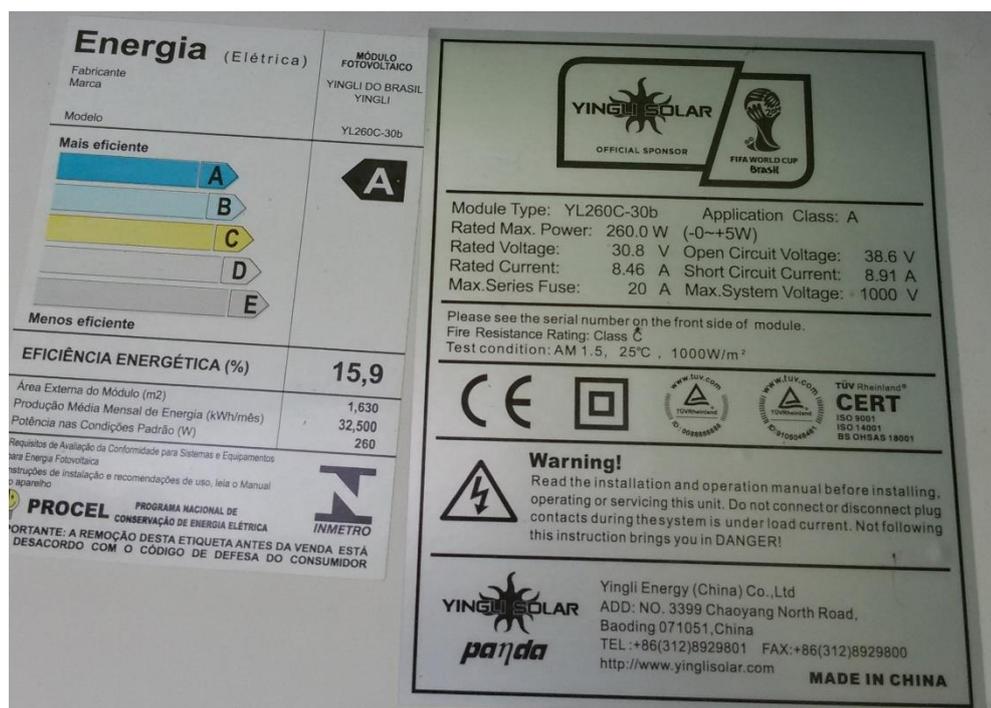
O vidro está com sujeira ou poeira acumulada? Limpe com o pano ou estopa se necessário. Qual é a importância da limpeza e inspeção do vidro do módulo?

Observar as células e as interligações entre elas. Quantas células há neste módulo?

Agora observe no outro lado do módulo, onde tem a caixa de interligação. Existem etiquetas coladas? Figura 2.10.

Em suas anotações, escreva o nome do fabricante e o código do modelo do módulo.

Figura 2.10 – Exemplos de etiquetas encontradas em um módulo fotovoltaico.



Fonte: Autor

Qual é a potência nominal desse módulo?

Qual é a tensão de circuito aberto desse módulo?

Qual é a corrente de curto-circuito?

2- Medição da tensão gerada

Utilizando o multímetro na escala de Corrente Contínua em Volts, coloque as pontas de prova nos terminais positivo e negativo. Meça a tensão do módulo. Se possível, realize as medições em três situações: com as células totalmente descobertas e expostas à luz solar, com as células parcialmente cobertas e com as células totalmente cobertas sem exposição à luz.

Anote as medições e as suas observações em seu relatório.

### 3 – Medição da corrente de curto-circuito

Utilizando o multímetro na escala de Corrente Contínua em Amperes, coloque as pontas de prova nos terminais positivo e negativo. Meça a corrente do módulo. Se possível, realize as medições em três situações: com as células totalmente descobertas e expostas à luz solar, com as células parcialmente cobertas e com as células totalmente cobertas sem exposição à luz.

Anote as medições e as suas observações em seu relatório.

Observação: Essa experiência também pode ser realizada com um alicate amperímetro de corrente contínua. Neste caso basta interligar o positivo com o negativo do módulo e envolver a garra do aparelho no cabo para obter a medição da intensidade de corrente de curto circuito.

### Experimento 3 – Associações Série e Paralela de módulos fotovoltaicos

#### Objetivos:

Aprender a interligação de módulos fotovoltaicos afim de montar arranjos (*strings*).

#### Materiais utilizados:

Quatro ou mais módulos fotovoltaicos idênticos

Multímetro digital

Alicate amperímetro CC

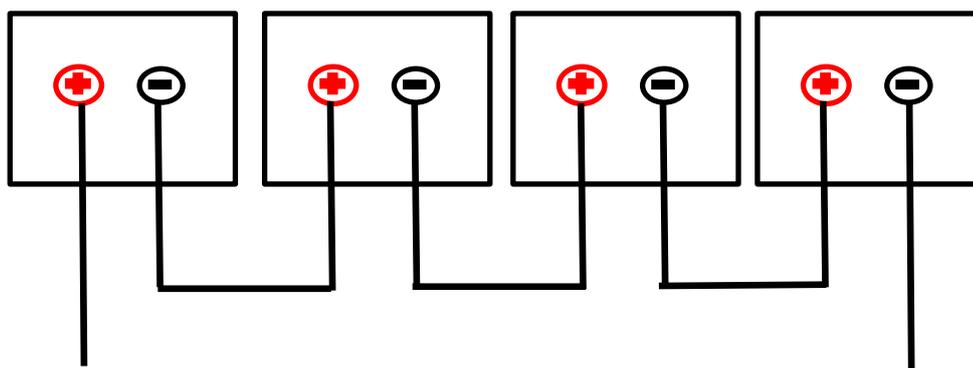
Chave seccionadora ou disjuntor CC

#### Procedimentos:

1 – Associação em série

Realize a interligação dos módulos conforme o esquema abaixo:

Figura 2.11 – Diagrama multifilar de interligação de módulos fotovoltaicos em série.



Fonte: Autor

Com o multímetro realize a medição da tensão entre os terminais positivo e negativo do arranjo.

Utilizando a chave seccionadora em série com os terminais do arranjo, interligue os terminais positivo e negativo.

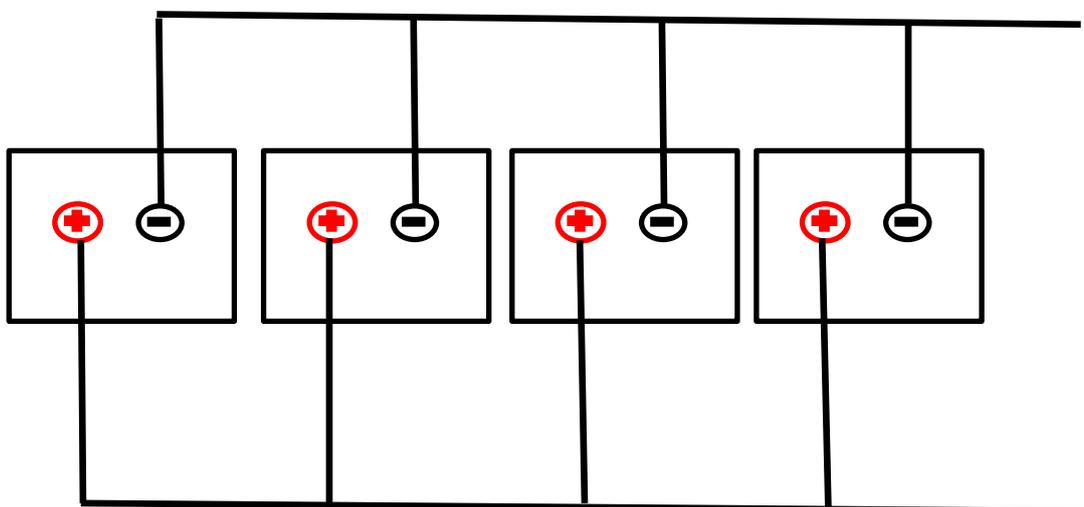
Com o alicate amperímetro realize a medição da intensidade de corrente de curto circuito do arranjo.

Atenção: A interrupção do fluxo de corrente de curto-circuito em corrente contínua pode ser perigosa. Lembre-se de utilizar a chave seccionadora, pois há risco de abertura de arco voltaico com alta intensidade de irradiância, podendo causar queimaduras e lesões ao corpo humano. Os módulos fotovoltaicos são geradores de eletricidade e a partir do momento que são colocados expostos à luz começam a gerar energia automaticamente.

## 2 – Associação em paralelo

Realize a interligação dos módulos conforme o esquema abaixo:

Figura 2.12 – Diagrama multifilar de interligação de módulos fotovoltaicos em paralelo.



Fonte: Autor

Com o multímetro realize a medição da tensão entre os terminais positivo e negativo do arranjo.

Utilizando a chave seccionadora em série com os terminais do arranjo, interligue os terminais positivo e negativo.

Com o alicate amperímetro realize a medição da intensidade de corrente de curto circuito do arranjo.

Faça as anotações em seu relatório, descreva as diferenças observadas nos valores obtidos. Realize os cálculos e compare os valores de placa dos módulos com os valores medidos.

Justifique as diferenças encontradas.

#### **Experimento 4 – Fixação de suportes para trilhos**

Para este experimento o aluno pode utilizar o telhado didático ou então, opcionalmente, um cavalete de madeira preparado para receber os suportes, podendo ser montado e desmontado a cada vez que for realizada a aula.

Fig. 2.13 – Exemplo de cavalete de madeira para fixação de trilhos



Fonte: Autor

#### Objetivos:

Aprender a fixação dos suportes para trilhos.

#### Materiais utilizados:

Suportes para trilhos

Parafusos de rosca soberba compatíveis com os suportes

Furadeira

Broca

Extensão

#### Procedimentos:

Com a orientação do professor, marque os locais para fazer os furos.

Com a furadeira, faça os furos guia.

Monte e fixe os suportes com os parafusos.

Fig. 2.14 – Exemplo de suporte fixado no cavalete de madeira



Fonte: Autor

Ao final, é necessário montar o telhado com as telhas e verificar se houve encaixe adequado para evitar vazamentos no telhado.

Fig 2.15 – Exemplo de suporte para telha de barro



Fonte: Autor

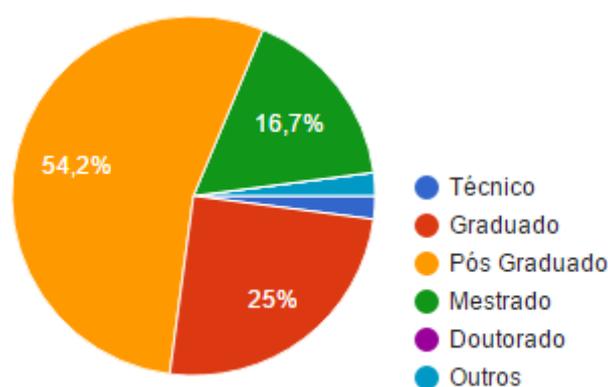
## APÊNDICE B

### PESQUISA DE CAMPO COM PROFESSORES E COORDENADORES

No período compreendido entre 28/03/2017 e 01/05/2017 foi realizada, através da ferramenta de *internet Google* Formulários, uma pesquisa abrangendo 361 endereços de e-mail do banco de dados do setor CETEC do Centro Paula Souza, endereços de professores e coordenadores de cursos técnicos em eletrotécnica, eletrônica, automação industrial, e eletroeletrônica das escolas técnicas estaduais (Etecs) de todo o estado de São Paulo. Eram endereços atuais e antigos, os quais não faziam distinção se as pessoas mantinham vínculo com as escolas ou não. De qualquer forma, esse banco de dados era o único disponível para o envio dos formulários e obtenção de respostas de pessoas que atuam ou atuaram como professores nos cursos e que podiam contribuir voluntariamente com sua opinião sobre a ideia da concepção de um curso de especialização pós-técnico em Sistemas Fotovoltaicos.

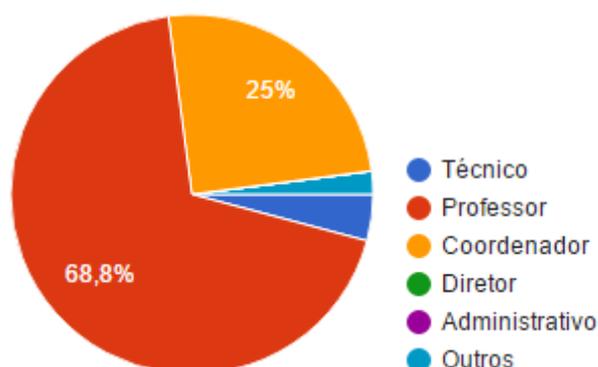
Houve 48 respondentes e as perguntas e os gráficos estão a seguir:

1) Qual a sua formação?



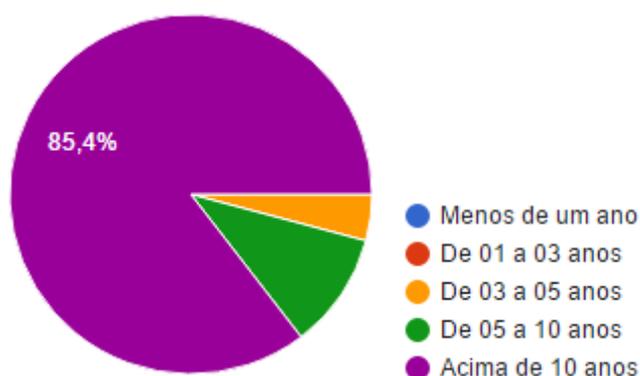
Nesta primeira pergunta observa-se que 54,2% dos respondentes obtiveram uma pós-graduação, neste caso entendida como uma especialização de nível superior *Lato-Sensu*.

2) Qual seu cargo ou função?



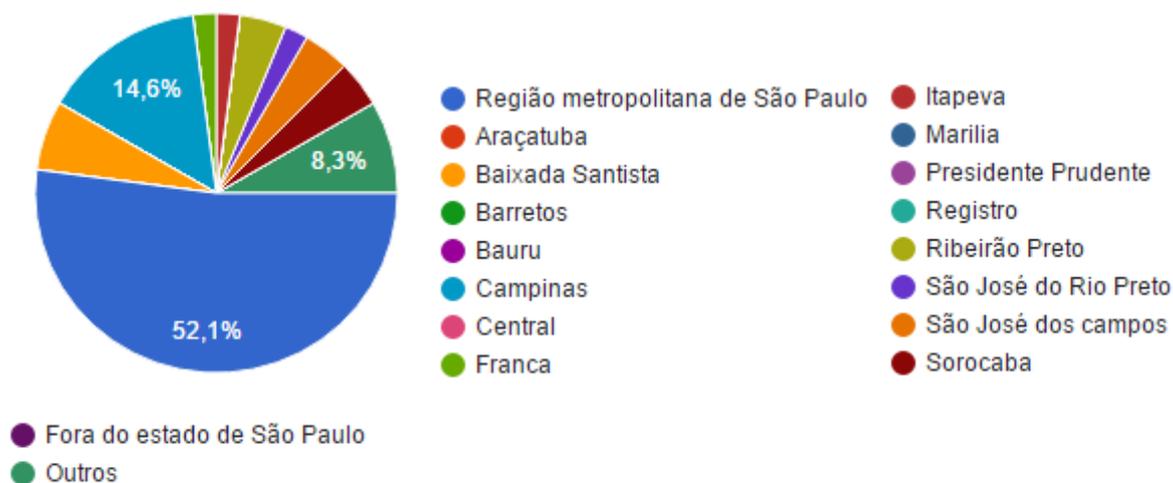
Observa-se que 68,8% dos respondentes atuam como professores em sala de aula, mas os 25% de coordenadores também podem estar lecionando no momento.

3) Quanto tempo de experiência você tem na sua área?



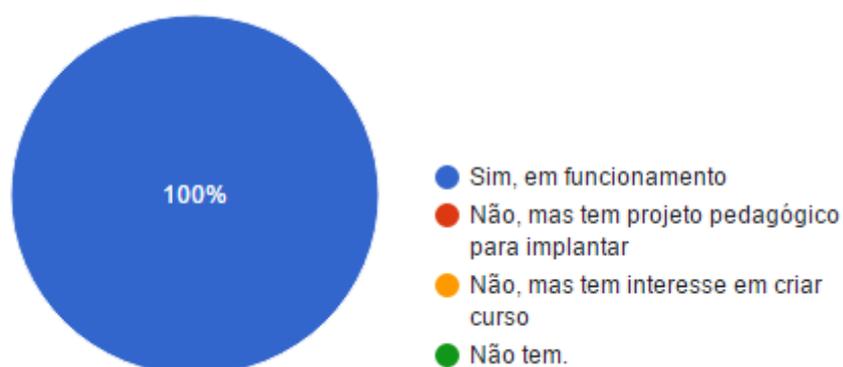
Acima de 10 anos de experiência em sua área corresponde a 85,4% dos respondentes, o que pode demonstrar a visão de mercado dos professores de ensino técnico atualmente.

4) Qual a região de atuação de sua escola ou empresa?



Um pouco mais da metade dos respondentes estão atuando na capital paulista, que tem a maior população e grande quantidade de escolas na área.

5) Na sua escola tem curso na área de elétrica, automação ou eletrônica?

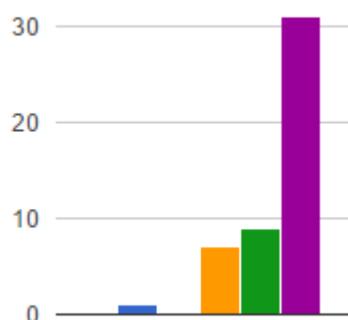


Neste caso, comprova-se que o banco de dados obtido reflete que a totalidade dos respondentes estão em escolas com cursos em funcionamento na área correlata aos sistemas fotovoltaicos.

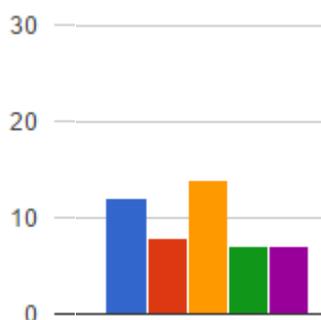
6) De acordo com as afirmações abaixo sobre o tema energia fotovoltaica, escolha uma nota de 1 a 5 (1 = Discordo totalmente e 5 = Concordo totalmente).



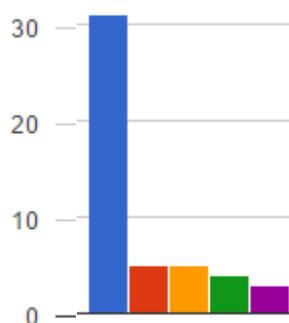
6a) É essencial o ensino de instalações , manutenção e projetos fotovoltaicos nos cursos técnicos.



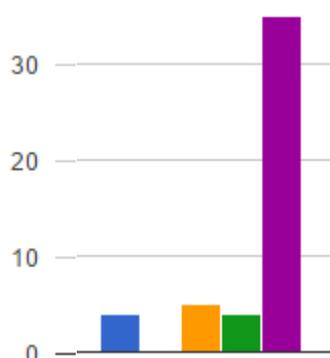
6b) Nos planos de trabalho dos docentes (PTDs) existe o tema nas disciplinas dos cursos técnicos.



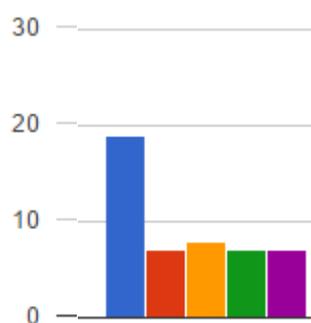
6c) Nos laboratórios da sua escola existem equipamentos específicos para sistemas fotovoltaicos.



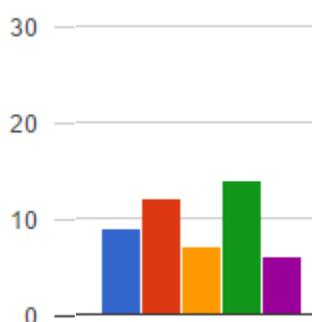
6d) Na sua escola existe área livre com incidência do sol para construção de um telhado laboratório para aulas práticas.



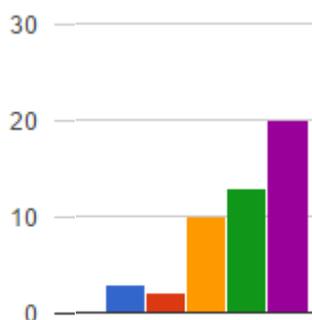
6e) As aulas de segurança do trabalho nos cursos atuais têm aulas práticas.



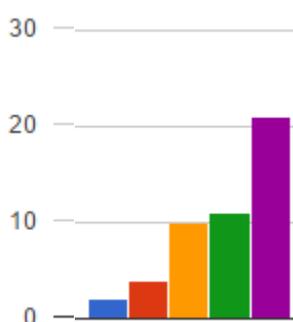
6f) Os alunos são obrigados a usar equipamento de proteção individual (EPIs) nas aulas de laboratório.



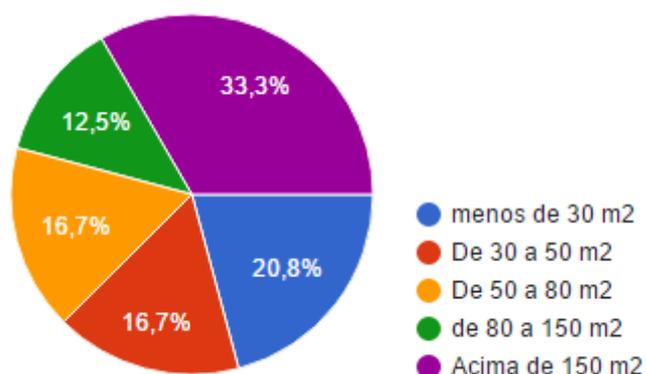
6g) A sua escola tem interesse em incluir um curso de pós técnico em sistemas fotovoltaicos.



6h) Na sua região existe demanda para profissionais específicos para atuar em instalação e manutenção e projetos em sistemas fotovoltaicos



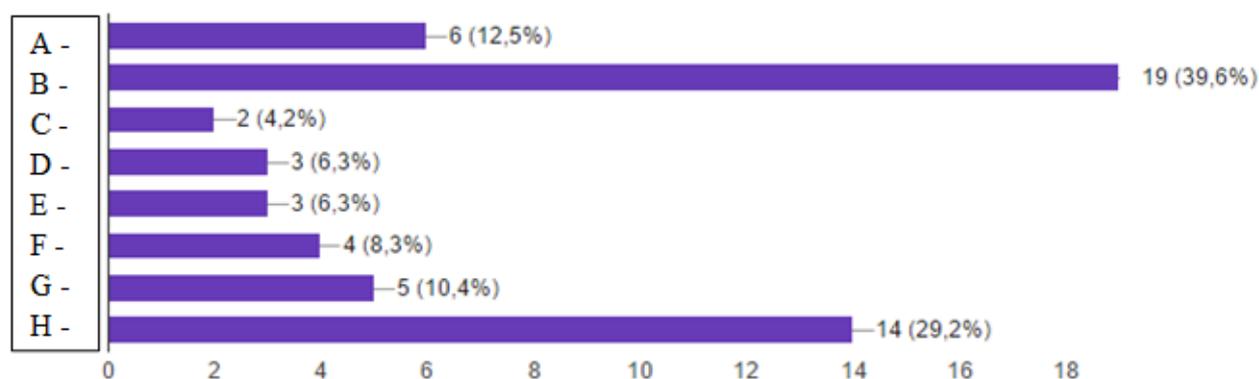
7) Qual a área em metros quadrados disponível na sua escola para a montagem de um telhado - laboratório para sistema fotovoltaico com incidência de sol?



Aqui observa-se que existe área para a montagem do telhado didático em cada escola, a ser comprovado com visitas técnicas.

8) Caso a sua escola tenha equipamentos e ferramentas específicos para sistemas fotovoltaicos que possam ser usados em laboratório, por favor, listar os principais.

- A - Módulos fotovoltaicos
- B - Inversores de frequência
- C - Telhado didático
- D - Alicates prensa terminal MC-4
- E - Suportes e trilhos para fixação de módulos
- F - Cinturões de segurança
- G - Outros equipamentos
- H - Em minha escola não há esses equipamentos



9) Na sua escola há professores capacitados para ministrar as disciplinas relacionadas a sistemas fotovoltaicos?



Mais de 40% das escolas têm professores capacitados para lecionar em um curso de especialização pós-técnica em Sistemas Fotovoltaicos.

10) Quais os principais temas que podem ser incluídas no plano curso pós técnico em sistemas fotovoltaicos?

A - Projeto e dimensionamento

B - Manutenção

C - Instalação e montagem

D - Segurança no trabalho

E - Eletrônica de potência

F - Normas técnicas pertinentes

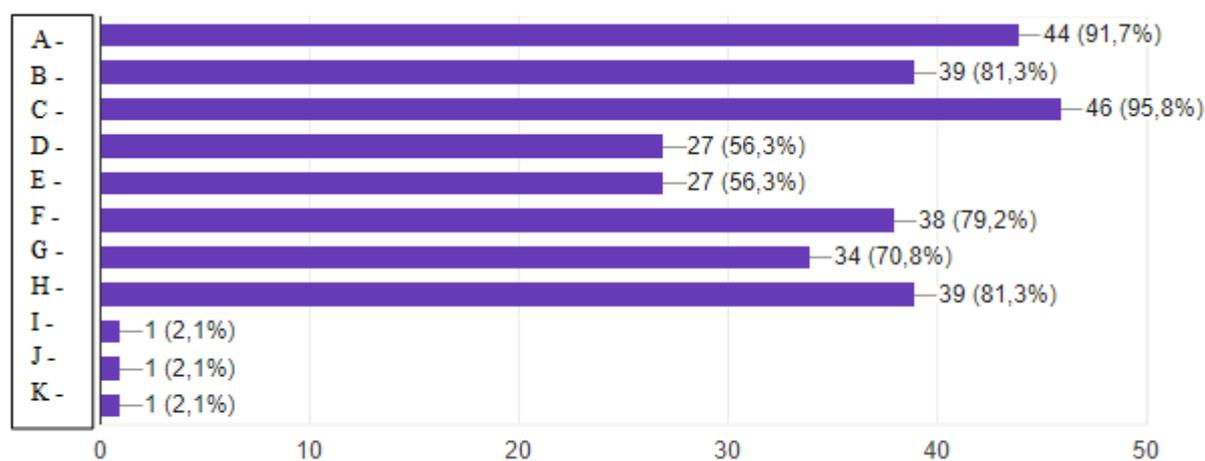
G - Telhados e estruturas

H - Procedimentos das distribuidoras de energia

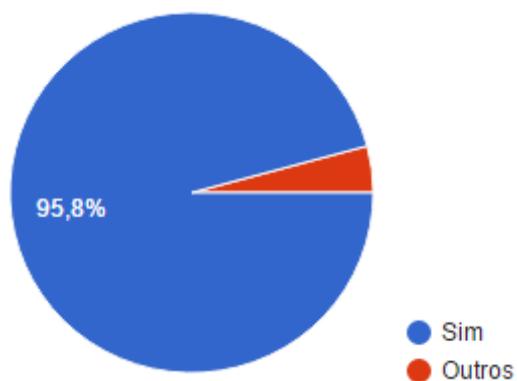
I – Profissional empreendedor

J – Sistemas de transmissão e distribuição

K - Sustentabilidade



11) Um curso pós-técnico com duração de um semestre terá uma carga horária de 400 horas. Você julga essa carga adequada?



Quase a totalidade dos professores respondentes julgam adequada a carga horária de 400 horas proposta.