



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE ENERGIA E AMBIENTE

LABORATÓRIO DE ENSAIO

Av. Prof. Luciano Gualberto, 1289 • Cidade Universitária • Butantã
CEP 05508-010 • São Paulo • SP • BRASIL • Tel. 11-3091-2552
www.iee.usp.br
CNPJ: 63.025.530/0042-82 • Inscrição Estadual: isento

Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre
de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0011



ABNT NBR
ISO/IEC 17025



CRL 0011

Relatório de Ensaio Nº 89.322

Folha

1 de 49

A. Laboratório Responsável: LABORATÓRIO DE VESTIMENTAS DE PROTEÇÃO DO SERVIÇO TÉCNICO DE ALTAS POTÊNCIAS (Determinação do AR)/ SERVIÇO TÉCNICO DE DESEMPENHO E SEGURANÇA DE EQUIPAMENTOS E MATERIAIS ELÉTRICOS (Medição da Gramatura)

B. Ordem de Serviço nº: 2024660

C. Descrição do Corpo de Prova:
1) *Tecido Impermeável (vide detalhamento na página 2)*

D. Cliente: VERTICE COMERCIO DE ROUPAS E ACESSORIOS LTDA
CPF/CNPJ: 08.763.888/0001-26
Endereço: Rua Júlio de Castilhos, 5155, Centro
Cep: 93180-000
Cidade/Estado: Portão/RS

E. Interessado: VERTICE COMERCIO DE ROUPAS E ACESSORIOS LTDA
CPF/CNPJ: 08.763.888/0001-26
Endereço: Rua Júlio de Castilhos, 5155, Centro
Cep: 93180-000
Cidade/Estado: Portão/RS

F. Objetivo: *Determinação da resistência ao arco elétrico em tecido*

G. Norma e/ou Procedimento: *ASTM F1891-19 item 9*

H. Informações gerais:

- Este documento corrige seu número de identificação. Foi emitido anteriormente um documento com mesmo conteúdo e numeração (89.320) correspondente a outro relatório. A numeração correta se encontra nos cabeçalhos deste documento.
- Os corpos de prova foram recebidos em: 13/02/2025
- Relatórios de lavagem foram entregues ao laboratório em 10/02/2025
- Ensaio realizado em: 23/04/2025
- Data de conclusão: 09/06/2025
- Responsável pelo Ensaio: Thaís Ohara de Carvalho
- Supervisor do Serviço Técnico ou Signatário Autorizado: Luis Eduardo Caires
- Não foram feitas considerações à respeito do procedimento de lavagem dos corpos de prova.
- Forma de apresentação: Arquivo Eletrônico (formato ADOBE® .pdf) assinado digitalmente e autenticado pelo sistema de autenticação de documentos do Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo – "Assinador IEE-USP". As informações de autenticação e assinaturas estão na última página deste documento, denominada "PÁGINA DE AUTENTICAÇÃO".
- Forma de envio: O Link e o código de acesso ao documento são enviados por e-mail.
- O IEE USP não emite vias impressas dos certificados de calibração e dos relatórios de ensaio em respeito à política de sustentabilidade da Universidade de São Paulo.
- O IEE/USP adota medidas razoáveis para garantir que todo o trabalho realizado atenda aos padrões industriais conforme definido no Manual da Qualidade IEE/USP (IEE-MQ-001), e que todos os relatórios sejam razoavelmente livres de erros, imprecisões ou omissões. O IEE/USP NÃO OFERECE ABSOLUTAMENTE NENHUMA GARANTIA OU REPRESENTAÇÃO, EXPRESSA OU IMPLICADA, COM RELAÇÃO À POSSIBILIDADE DE COMERCIALIZAÇÃO OU APTIDÃO PARA QUALQUER FINALIDADE ESPECÍFICA DE QUALQUER INFORMAÇÃO CONTIDA NESTE RELATÓRIO OU OS RESPECTIVOS TRABALHOS OU SERVIÇOS REALIZADOS PELO IEE/USP. O IEE/USP não aceita nenhuma responsabilidade por quaisquer danos, seja diretamente, em consequência ou de outra forma resultantes do uso deste relatório.

• Este documento atende aos requisitos de acreditação da Cgcre, a qual avaliou a competência do laboratório e comprovou a sua rastreabilidade a padrões nacionais de medida;
• O conteúdo e as conclusões aqui apresentadas são da exclusiva responsabilidade do(s) autor(es) e não refletem, necessariamente, as opiniões da Universidade de São Paulo.
• A reprodução deste documento não pode ser parcial e depende da aprovação por escrito do laboratório;
• Os resultados apresentados neste documento referem-se exclusivamente ao corpo de prova submetido ao ensaio nas condições especificadas, não sendo extensivos a quaisquer lotes;
• O IEE-USP manterá o original deste documento arquivado por um período de dez anos, no mínimo;
• Eventuais julgamentos profissionais constantes deste documento não fazem parte do escopo da acreditação;
• A Cgcre é signatária do Acordo de Reconhecimento Mútuo da ILAC.



DADOS FORNECIDOS PELO INTERESSADO

- Tecido produzido pelo fabricante Xinke Protective (China), sendo internamente em base tramada de algodão retardante a chamas (FR), recoberto externamente com filme de PU microporoso impermeável e transpirável, Composição de 20% de PU e 80% de algodão FR inerente, com gramatura total de 350g/m²;
- Relatório de lavagem (vide detalhamento no resumo).

Nota: os itens deste campo são de exclusiva responsabilidade do interessado.

VISÃO GERAL DO ARRANJO DO ENSAIO

Os resultados obtidos para todos os arcos realizados estão exibidos abaixo. A Figura 1 indica a posição de cada sensor de monitoramento (E1 ao E6) e de cada painel de dois sensores (Painel A ao Painel C).

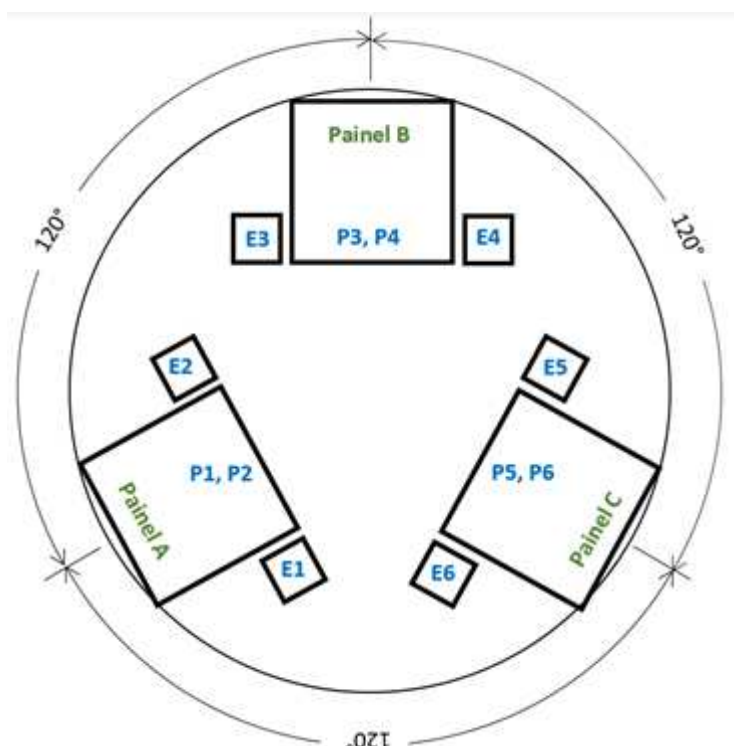


Figura 1 - Disposição dos sensores de monitoramento e dos painéis de dois sensores.

IDENTIFICAÇÃO: ARCO1

Distância Arco-Painel (mm):	305
Número de ciclos:	25,0
Duração do arco (ms):	416,7
Corrente r.m.s (kA) (incerteza 0,09 kA)*:	8,28
Corrente de pico (kA):	13,01
Energia do arco (cal/cm ²)**:	18,7 a 22,9

*Incerteza referente a um nível de confiança de aprox. 95%, com fator de abrangência $k = 2$, em conformidade com IEE – IT - 0218

Corrente de arco

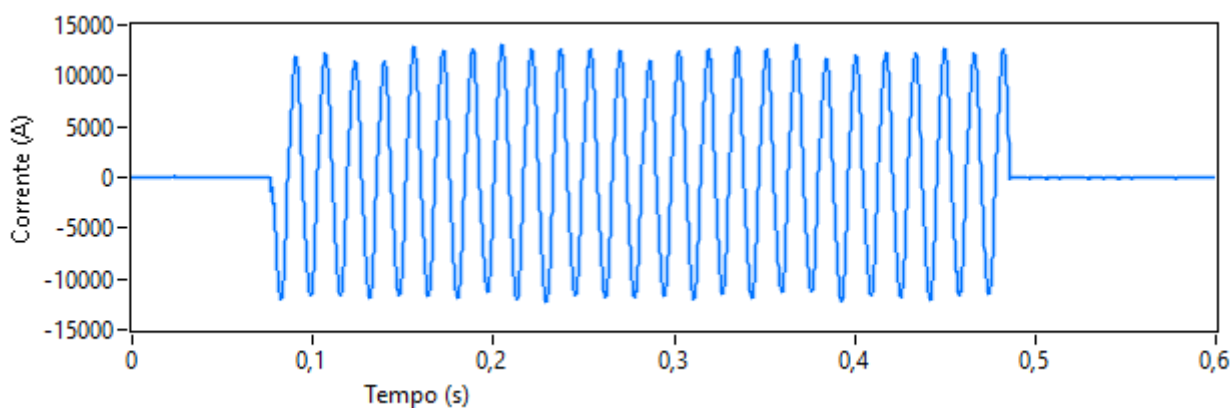


Figura 2 - Forma de onda da corrente de arco

Tensão de arco

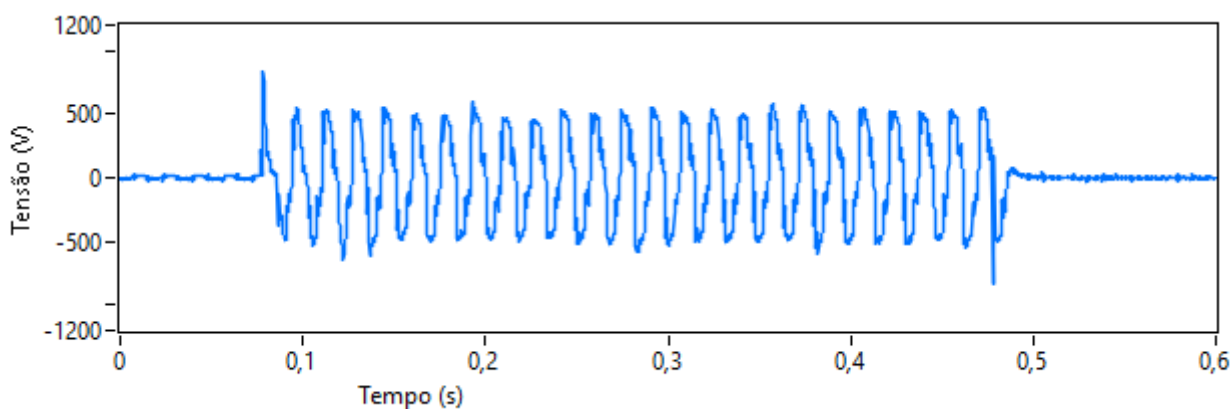


Figura 3 - Forma de onda da tensão de arco

IDENTIFICAÇÃO: ARCO1

Energias obtidas nos sensores

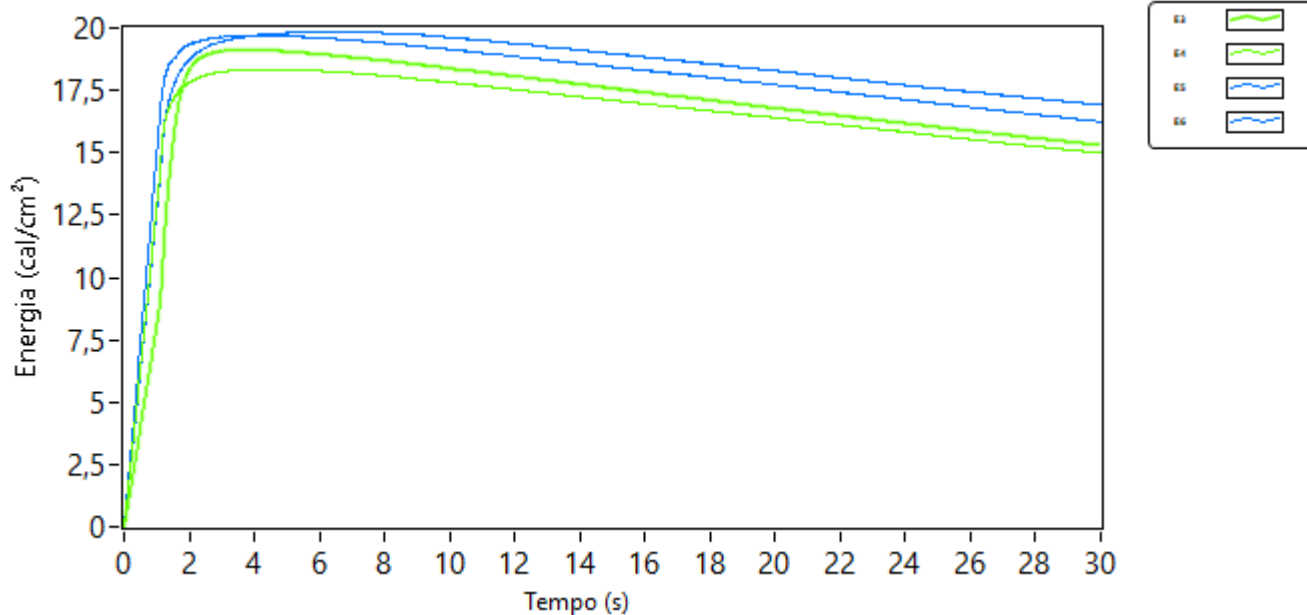


Figura 4 - Forma de onda das energias nos sensores de monitoramento e de cada cabeça de quatro sensores

Média das energias incidentes

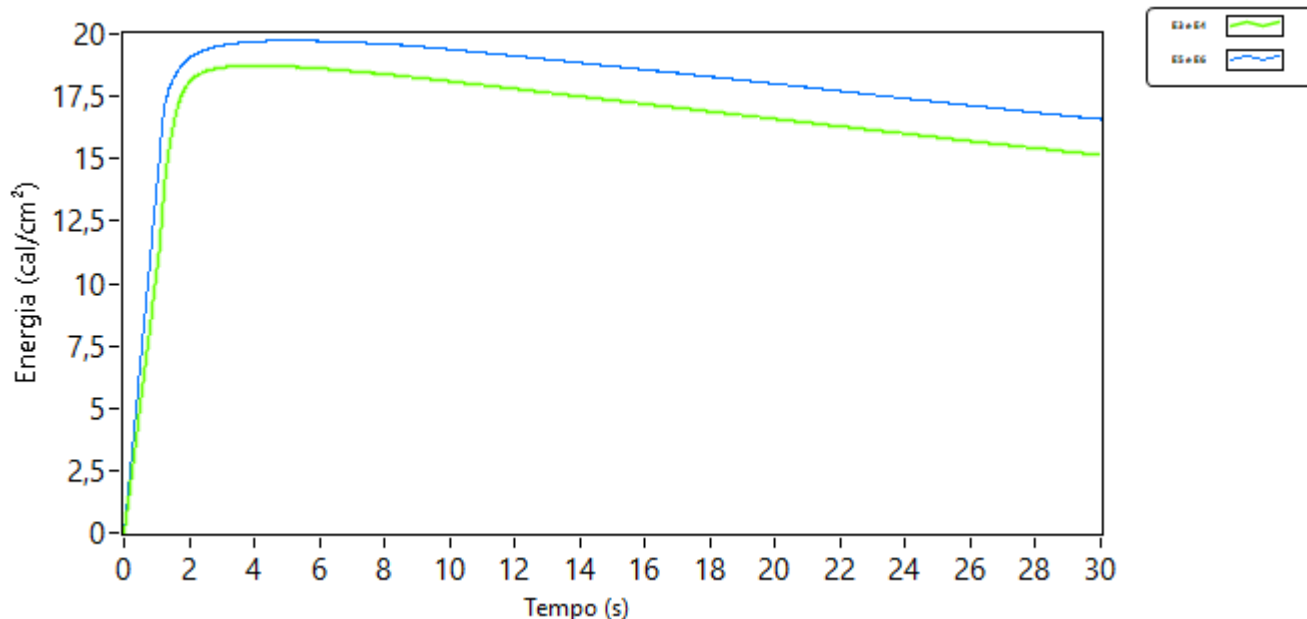


Figura 5 - Forma de onda das médias das energias incidentes nos sensores de monitoramento

IDENTIFICAÇÃO: ARCO1

Energias transmitidas

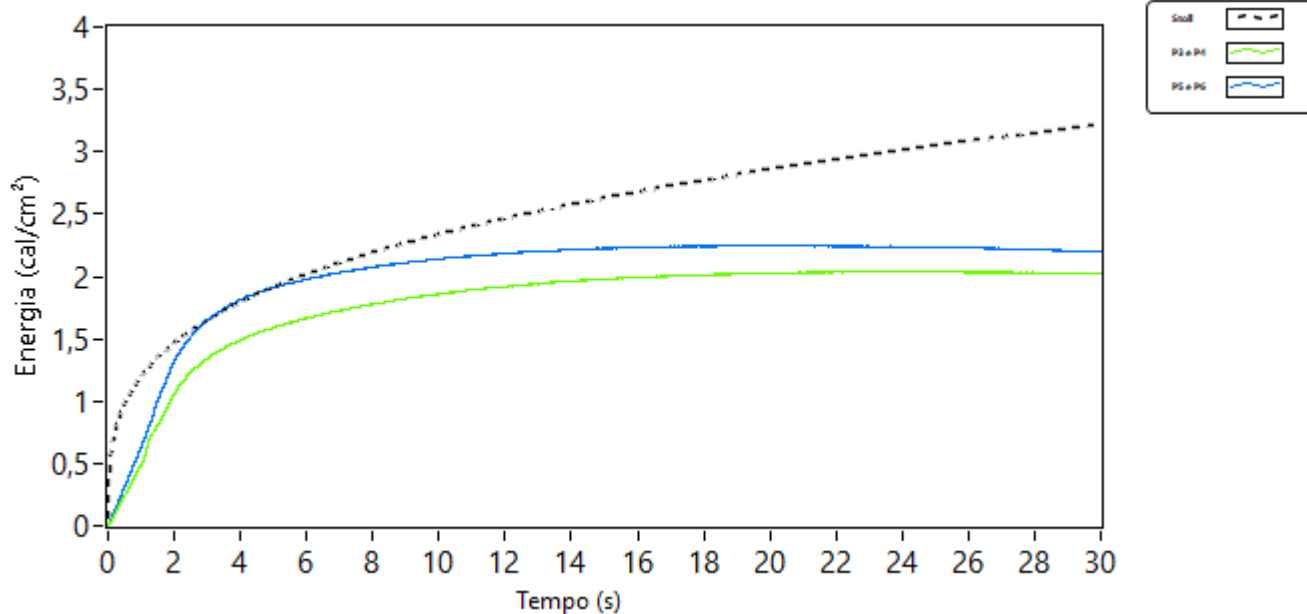


Figura 6 - Energias transmitidas de cada cabeça de quatro sensores.

IDENTIFICAÇÃO: ARCO2

Distância Arco-Painel (mm):	305
Número de ciclos:	35,0
Duração do arco (ms):	583,3
Corrente r.m.s (kA) (incerteza 0,09 kA)*:	8,13
Corrente de pico (kA):	12,84
Energia do arco (cal/cm²)**:	24,8 a 34,1

*Incerteza referente a um nível de confiança de aprox. 95%, com fator de abrangência $k = 2$, em conformidade com IEE – IT - 0218

Corrente de arco

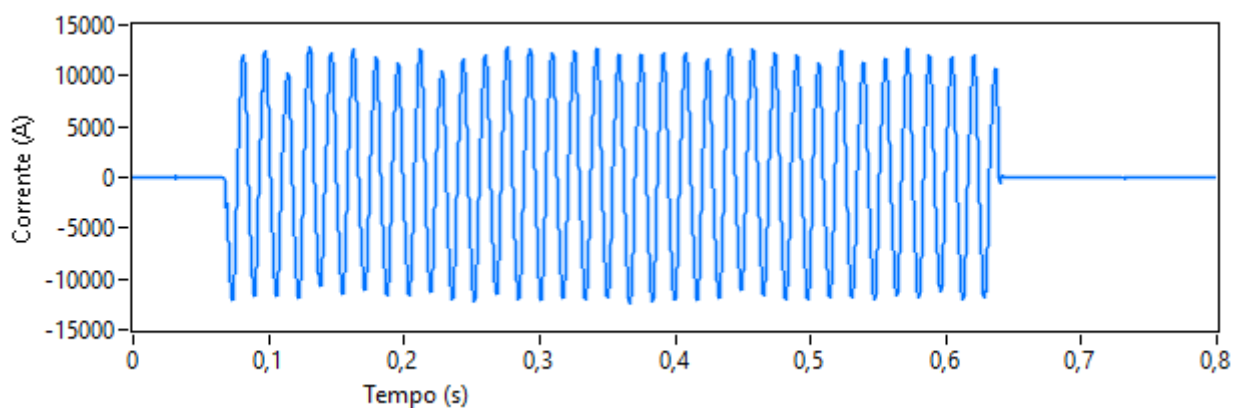


Figura 7 - Forma de onda da corrente de arco

Tensão de arco

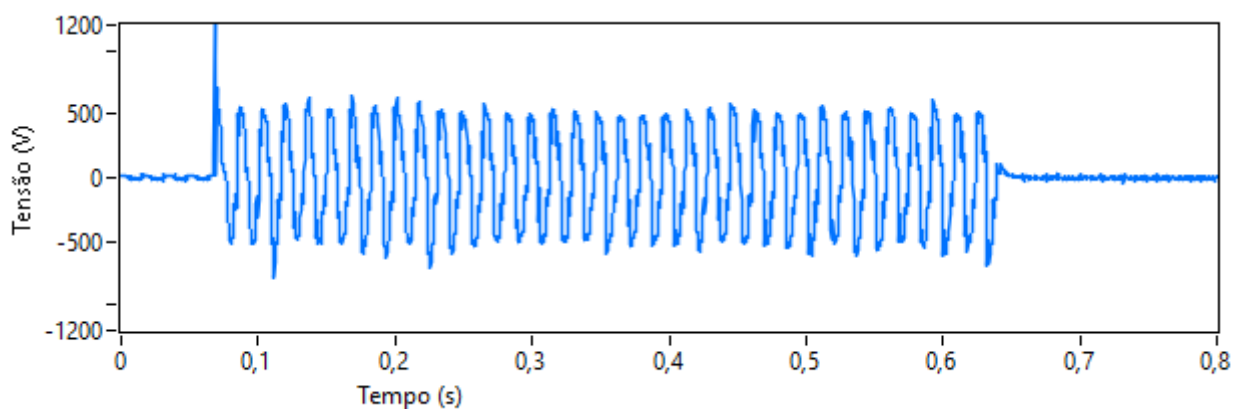


Figura 8 - Forma de onda da tensão de arco

IDENTIFICAÇÃO: ARCO2

Energias obtidas nos sensores

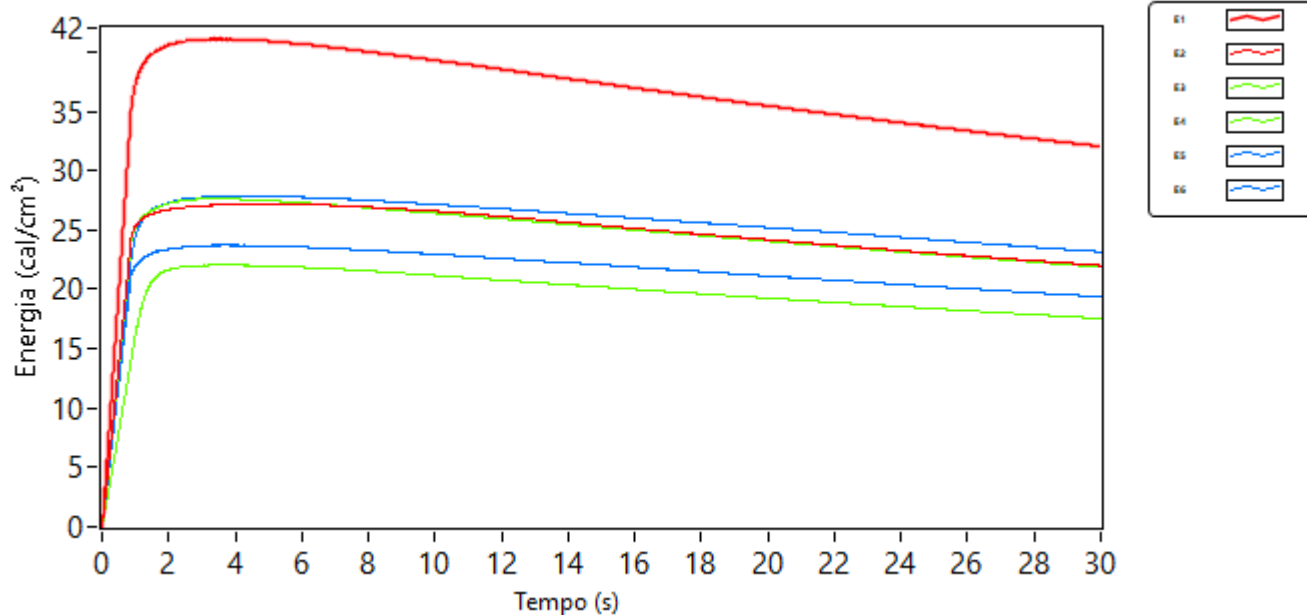


Figura 9 - Forma de onda das energias nos sensores de monitoramento e de cada cabeça de quatro sensores

Média das energias incidentes

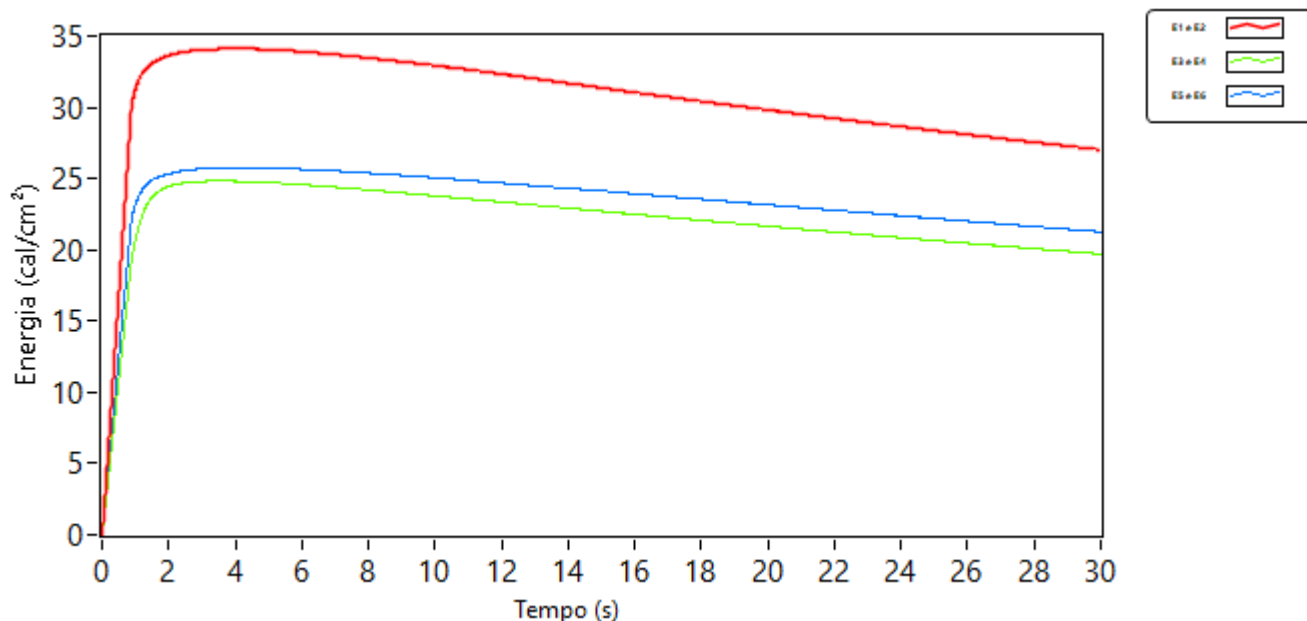


Figura 10 - Forma de onda das médias das energias incidentes nos sensores de monitoramento

IDENTIFICAÇÃO: ARCO3

Distância Arco-Painel (mm):	305
Número de ciclos:	49,0
Duração do arco (ms):	816,7
Corrente r.m.s (kA) (incerteza 0,09 kA)*:	7,97
Corrente de pico (kA):	13,30
Energia do arco (cal/cm ²)**:	37,6 a 41,2

*Incerteza referente a um nível de confiança de aprox. 95%, com fator de abrangência $k = 2$, em conformidade com IEE – IT - 0218

Corrente de arco

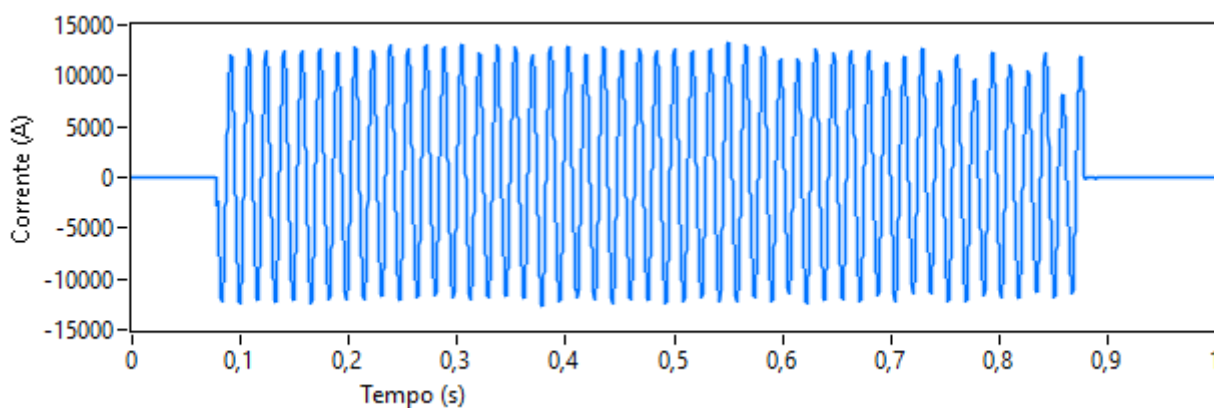


Figura 11 - Forma de onda da corrente de arco

Tensão de arco

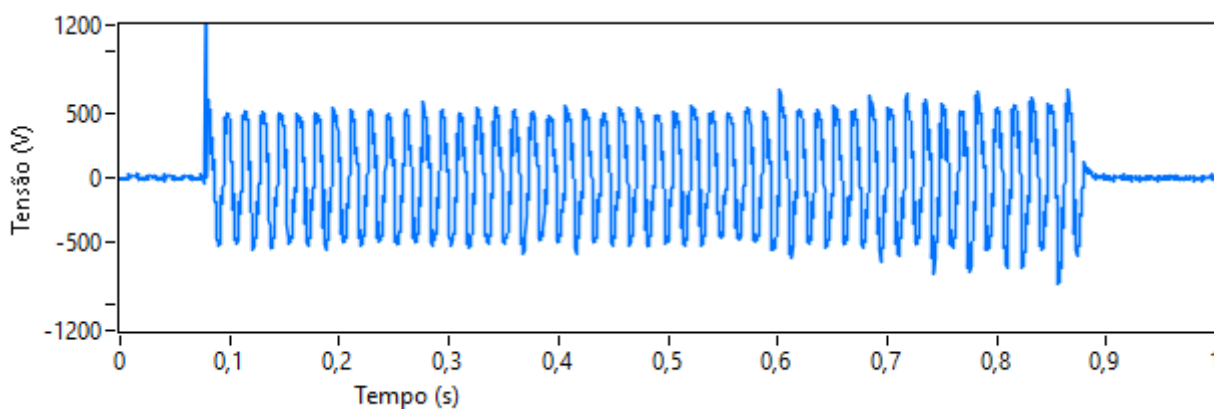


Figura 12 - Forma de onda da tensão de arco

IDENTIFICAÇÃO: ARCO3

Energias obtidas nos sensores

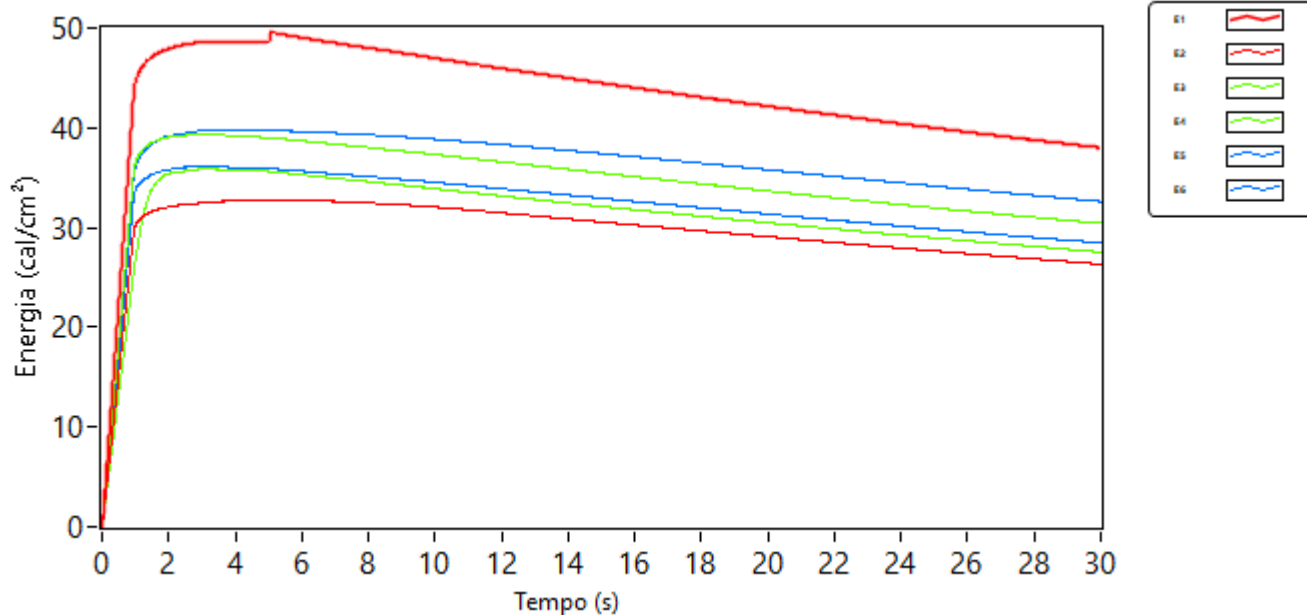


Figura 13 - Forma de onda das energias nos sensores de monitoramento e de cada cabeça de quatro sensores

Média das energias incidentes

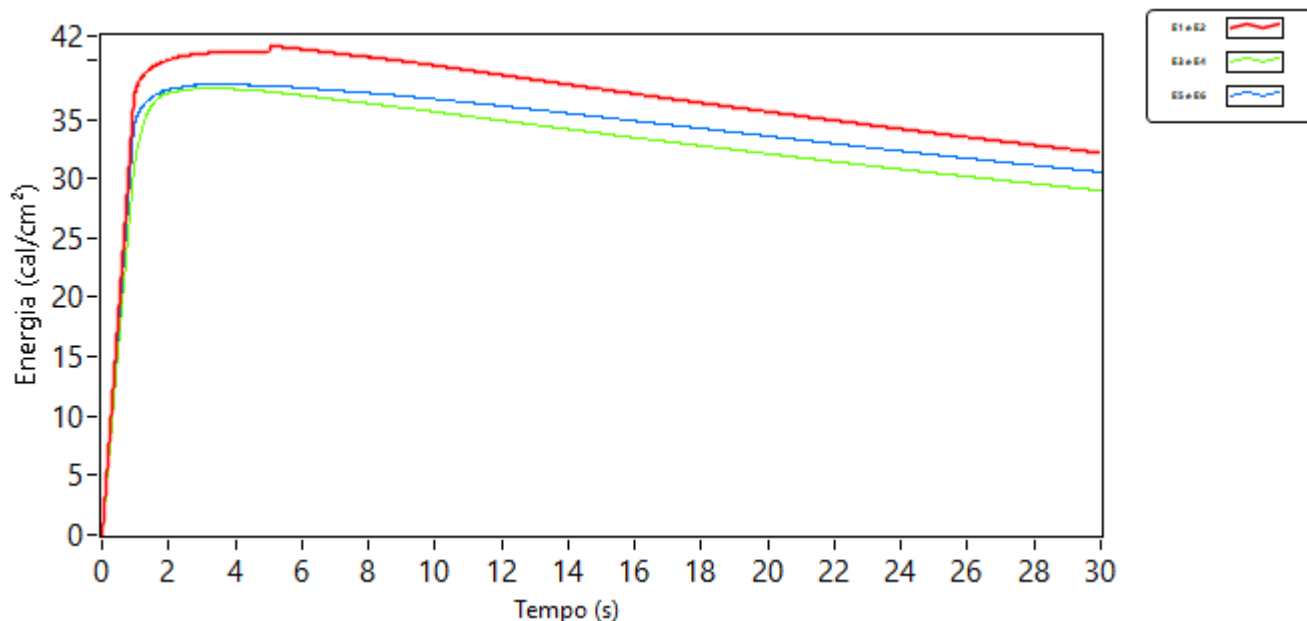


Figura 14 - Forma de onda das médias das energias incidentes nos sensores de monitoramento

IDENTIFICAÇÃO: ARCO4

Distância Arco-Painel (mm):	305
Número de ciclos:	49,0
Duração do arco (ms):	816,7
Corrente r.m.s (kA) (incerteza 0,09 kA)*:	8,02
Corrente de pico (kA):	13,39
Energia do arco (cal/cm ²)**:	38,2 a 44,0

*Incerteza referente a um nível de confiança de aprox. 95%, com fator de abrangência $k = 2$, em conformidade com IEE – IT - 0218

Corrente de arco

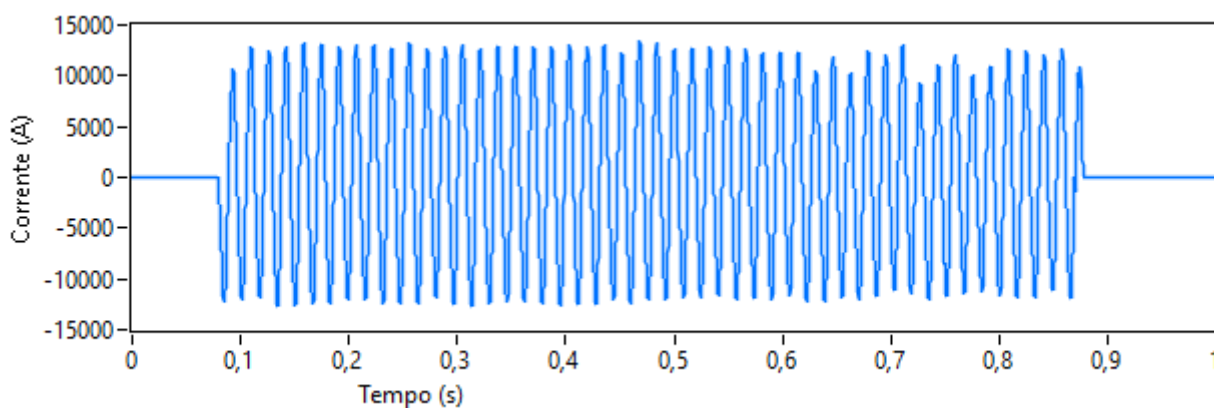


Figura 15 - Forma de onda da corrente de arco

Tensão de arco

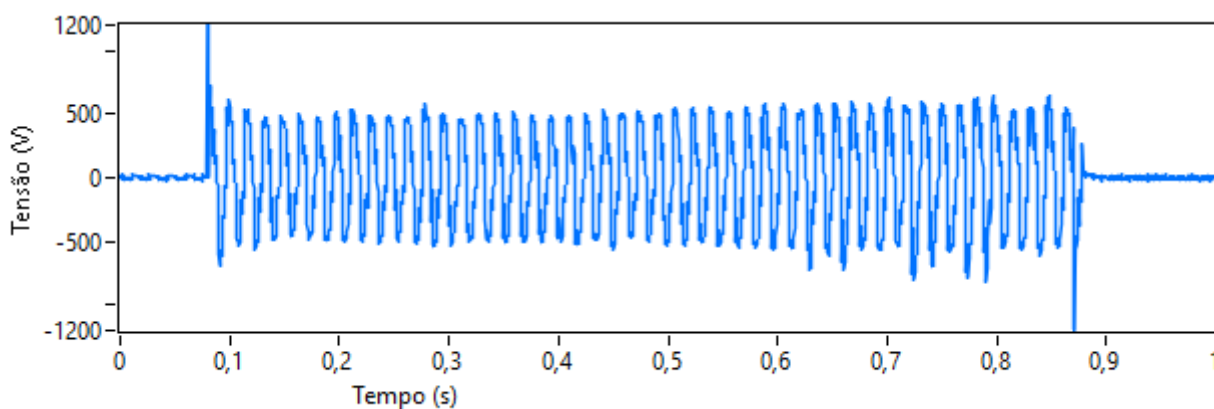


Figura 16 - Forma de onda da tensão de arco

IDENTIFICAÇÃO: ARCO4

Energias obtidas nos sensores

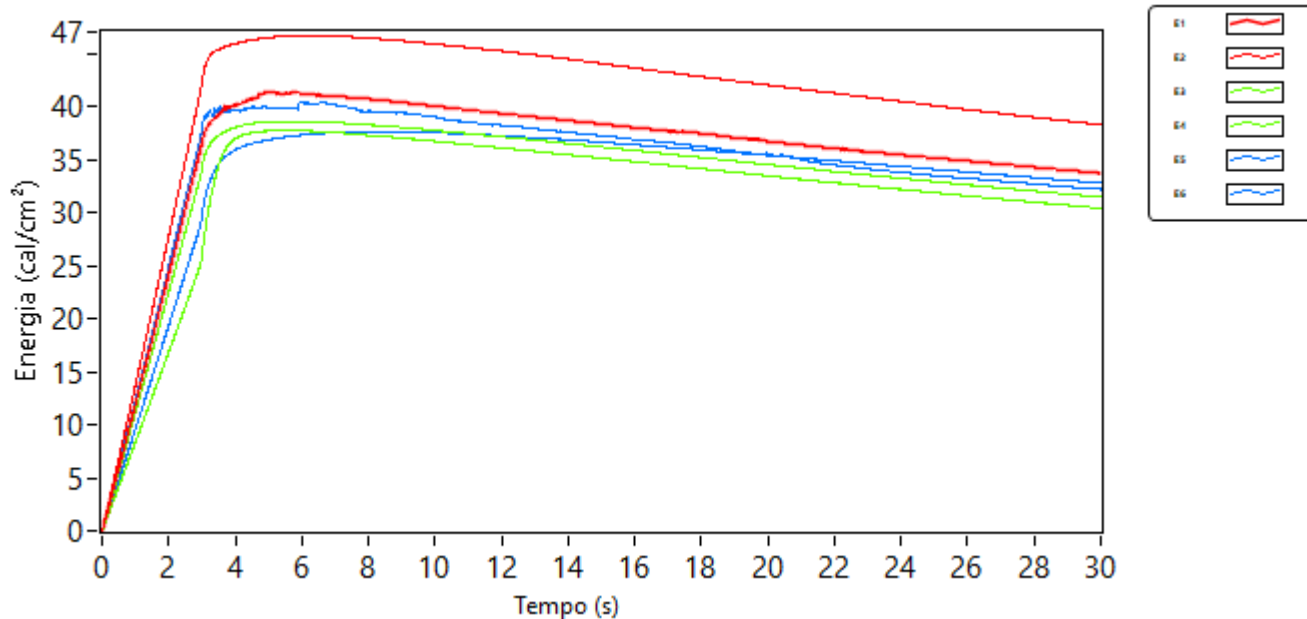


Figura 17 - Forma de onda das energias nos sensores de monitoramento e de cada cabeça de quatro sensores

Média das energias incidentes

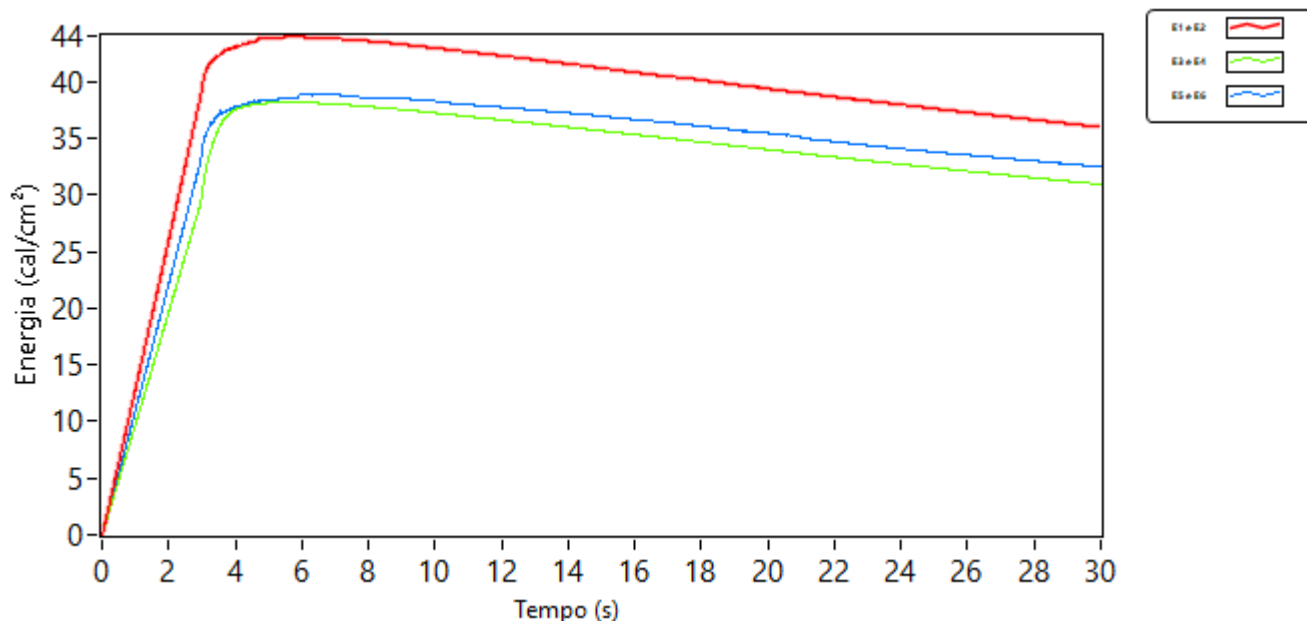


Figura 18 - Forma de onda das médias das energias incidentes nos sensores de monitoramento

IDENTIFICAÇÃO: ARCO5

Distância Arco-Painel (mm):	305
Número de ciclos:	42,0
Duração do arco (ms):	700,0
Corrente r.m.s (kA) (incerteza 0,09 kA)*:	7,91
Corrente de pico (kA):	13,17
Energia do arco (cal/cm ²)**:	31,8 a 33,2

*Incerteza referente a um nível de confiança de aprox. 95%, com fator de abrangência $k = 2$, em conformidade com IEE – IT - 0218

Corrente de arco

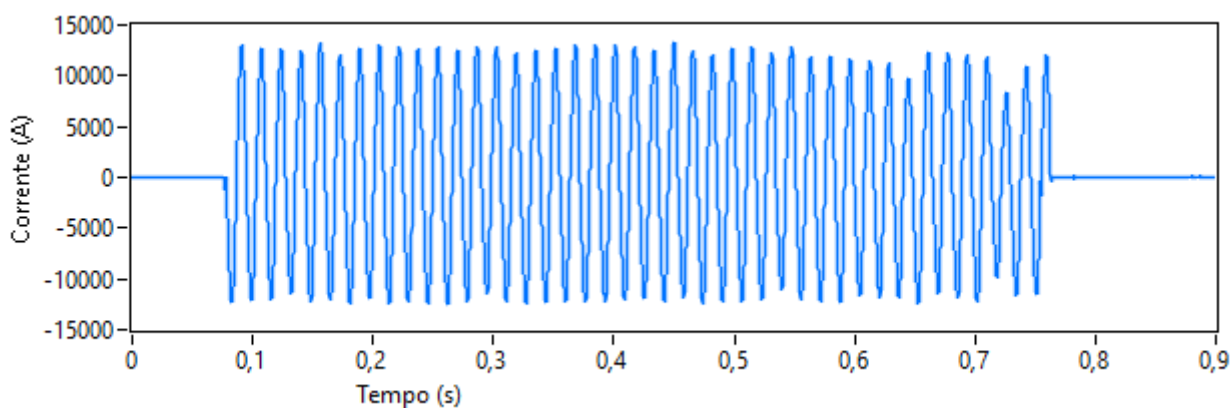


Figura 19 - Forma de onda da corrente de arco

Tensão de arco

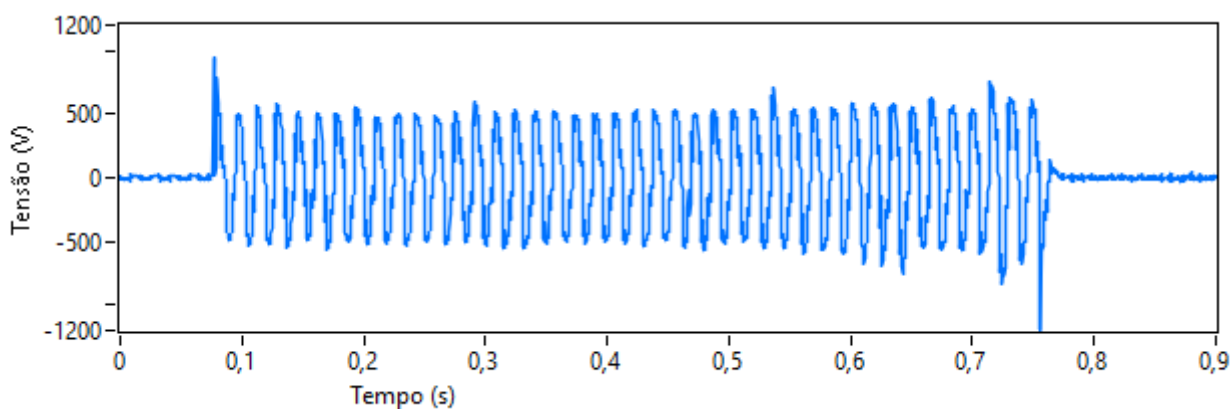


Figura 20 - Forma de onda da tensão de arco

IDENTIFICAÇÃO: ARCO5

Energias obtidas nos sensores

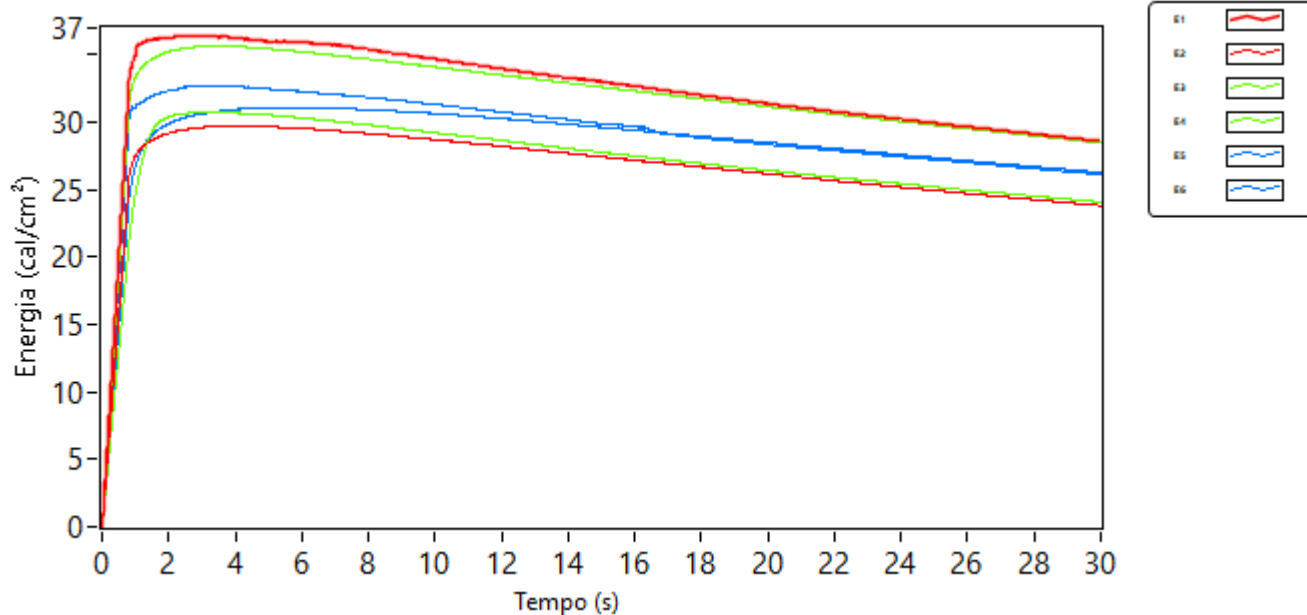


Figura 21 - Forma de onda das energias nos sensores de monitoramento e de cada cabeça de quatro sensores

Média das energias incidentes

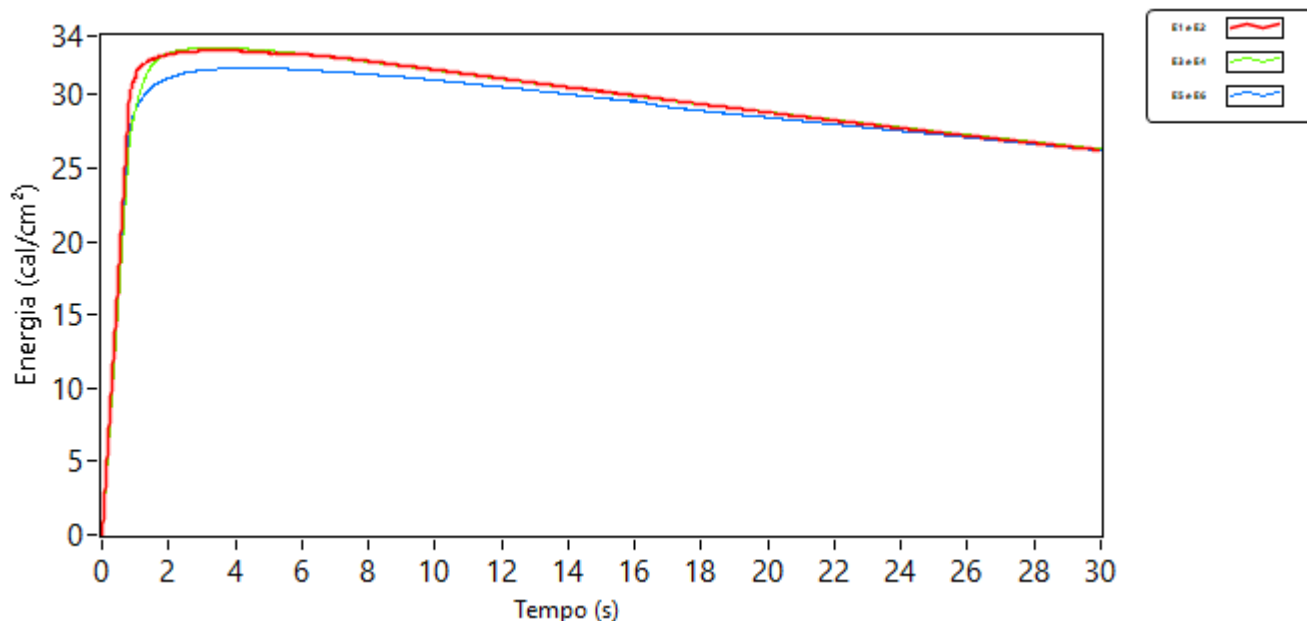


Figura 22 - Forma de onda das médias das energias incidentes nos sensores de monitoramento

IDENTIFICAÇÃO: ARCO6

Distância Arco-Painel (mm):	305
Número de ciclos:	42,0
Duração do arco (ms):	700,0
Corrente r.m.s (kA) (incerteza 0,09 kA)*:	8,15
Corrente de pico (kA):	13,43
Energia do arco (cal/cm²)**:	30,8

*Incerteza referente a um nível de confiança de aprox. 95%, com fator de abrangência $k = 2$, em conformidade com IEE – IT - 0218

Corrente de arco

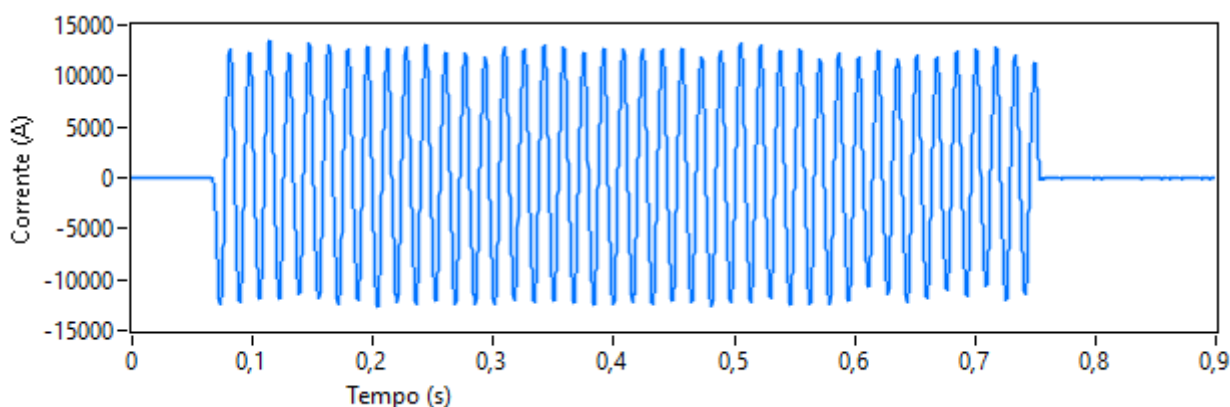


Figura 23 - Forma de onda da corrente de arco

Tensão de arco

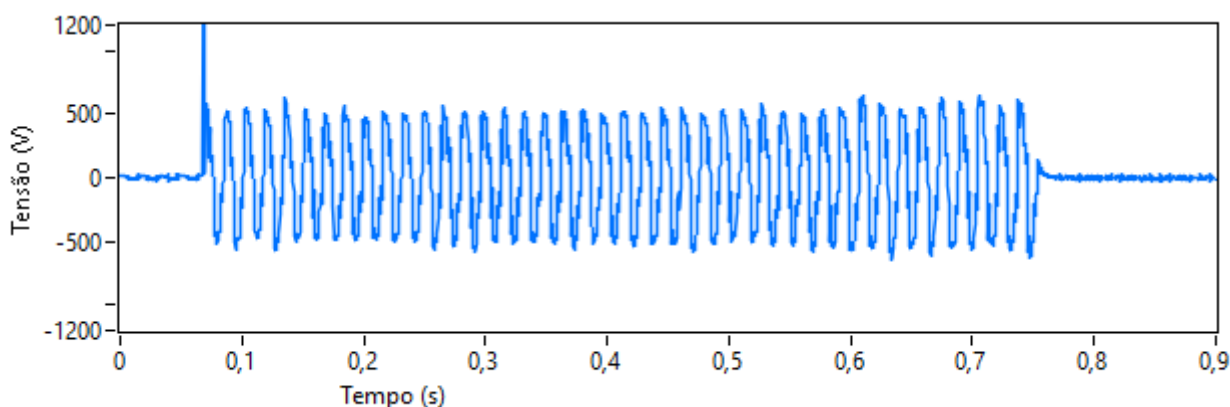


Figura 24 - Forma de onda da tensão de arco

IDENTIFICAÇÃO: ARCO6

Energias obtidas nos sensores

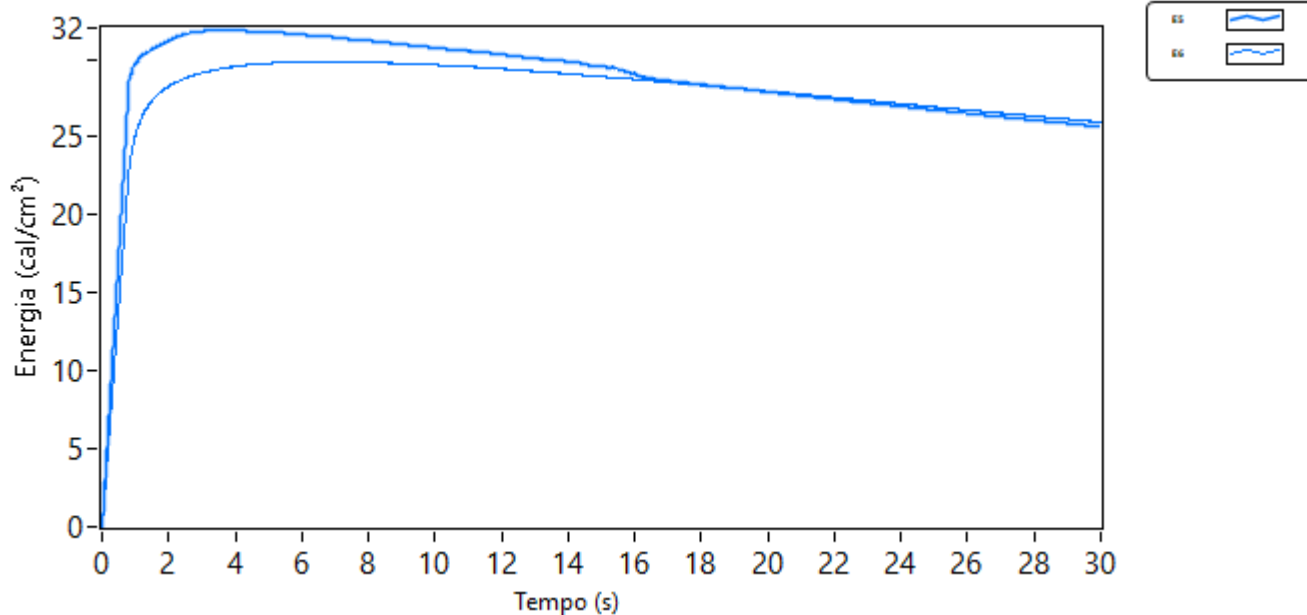


Figura 25 - Forma de onda das energias nos sensores de monitoramento e de cada cabeça de quatro sensores

Média das energias incidentes

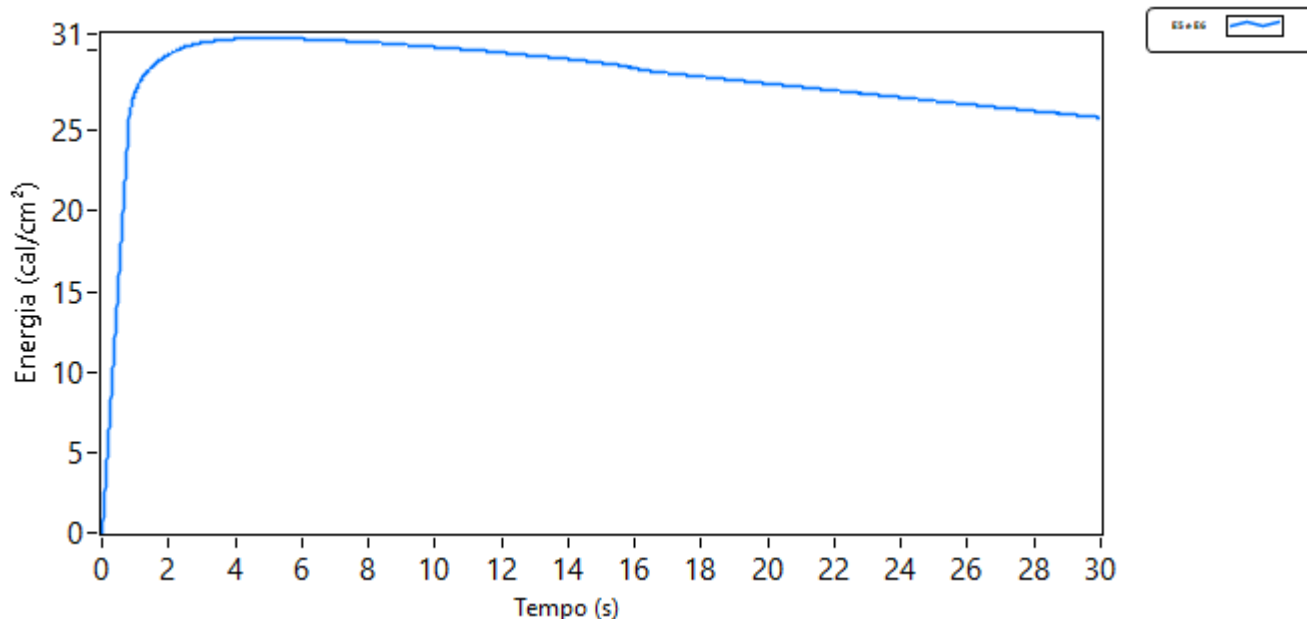


Figura 26 - Forma de onda das médias das energias incidentes nos sensores de monitoramento

IDENTIFICAÇÃO: ARCO6

Energias transmitidas

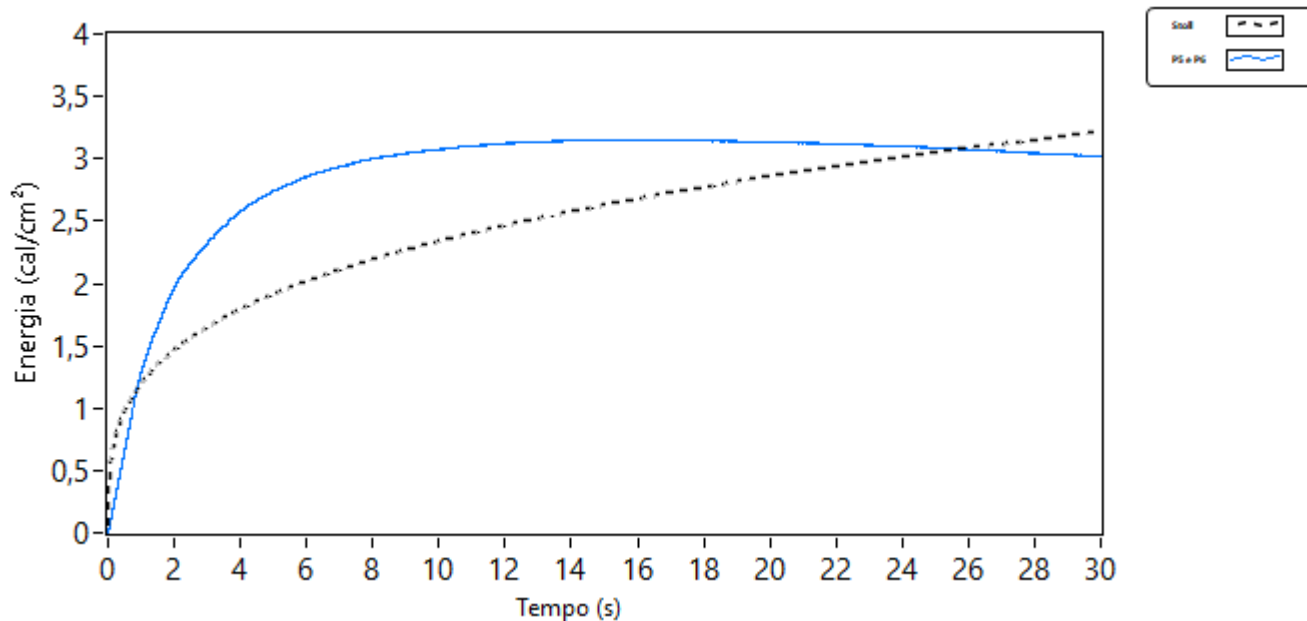


Figura 27 - Energias transmitidas de cada cabeça de quatro sensores.

IDENTIFICAÇÃO: ARCO7

Distância Arco-Painel (mm):	305
Número de ciclos:	44,0
Duração do arco (ms):	733,3
Corrente r.m.s (kA) (incerteza 0,09 kA)*:	8,03
Corrente de pico (kA):	13,16
Energia do arco (cal/cm²)**:	31,7

*Incerteza referente a um nível de confiança de aprox. 95%, com fator de abrangência $k = 2$, em conformidade com IEE – IT - 0218

Corrente de arco

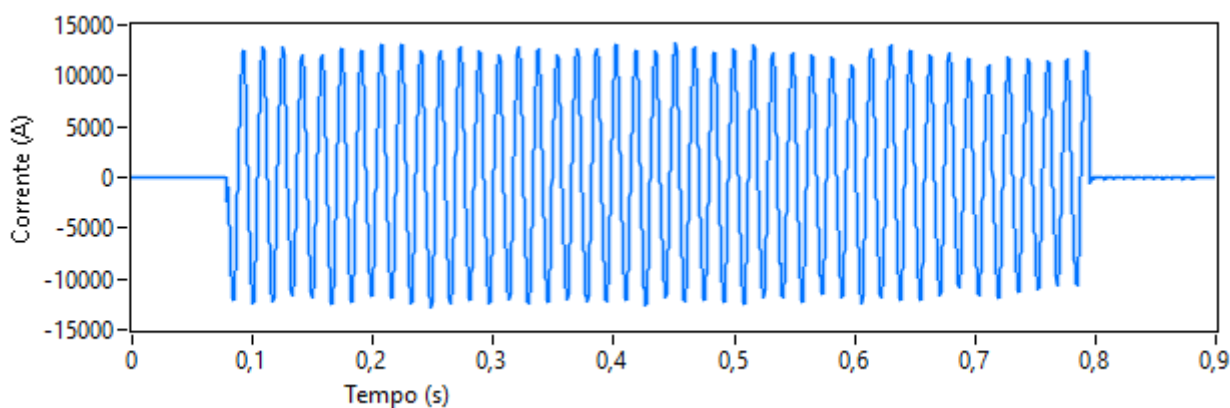


Figura 28 - Forma de onda da corrente de arco

Tensão de arco

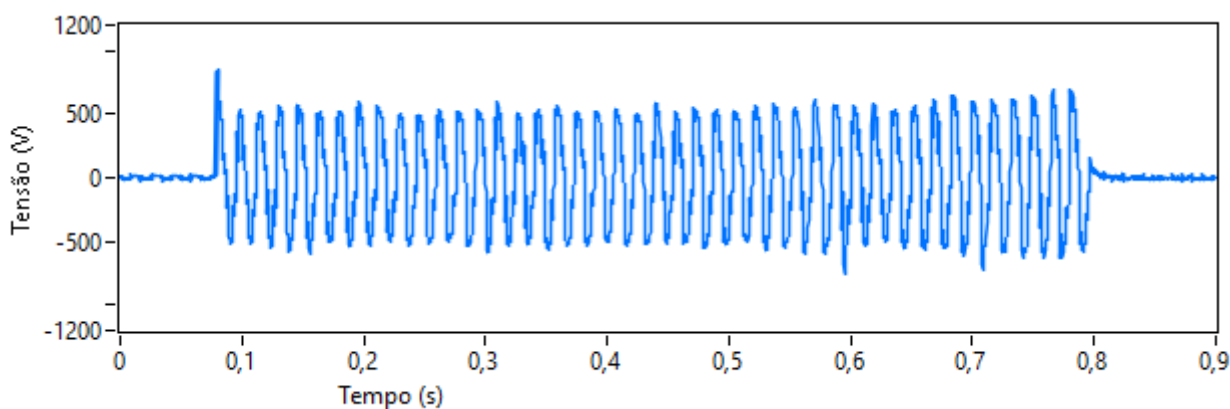


Figura 29 - Forma de onda da tensão de arco

IDENTIFICAÇÃO: ARCO7

Energias obtidas nos sensores

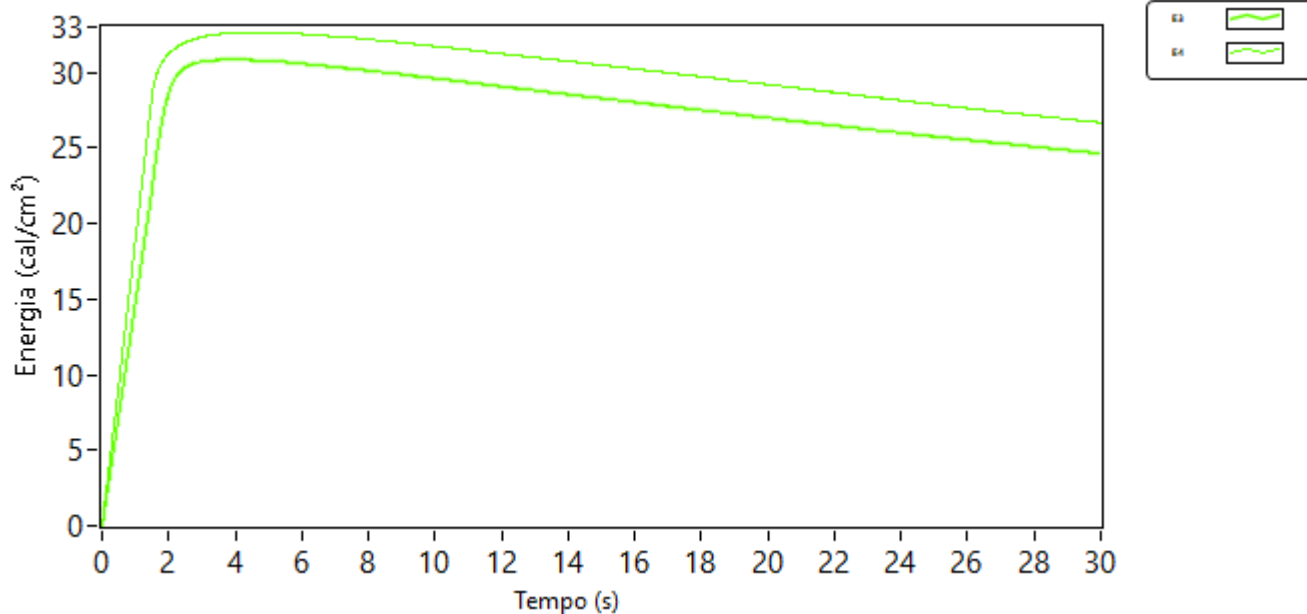


Figura 30 - Forma de onda das energias nos sensores de monitoramento e de cada cabeça de quatro sensores

Média das energias incidentes

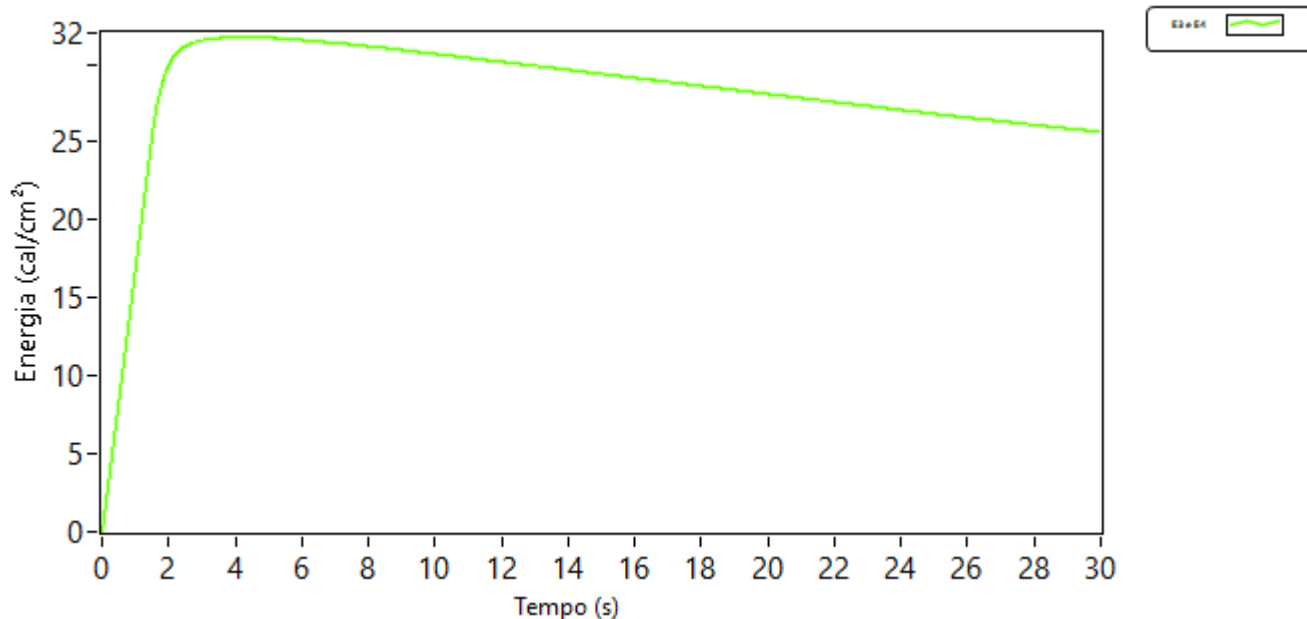


Figura 31 - Forma de onda das médias das energias incidentes nos sensores de monitoramento

IDENTIFICAÇÃO: ARCO7

Energias transmitidas

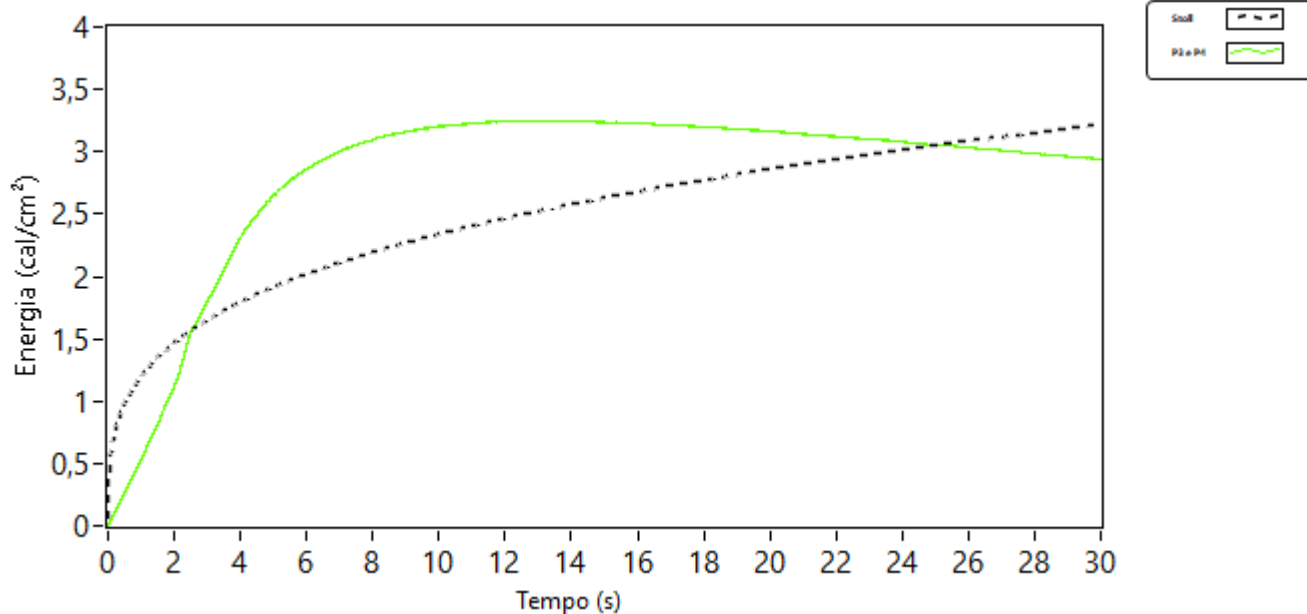


Figura 32 - Energias transmitidas de cada cabeça de quatro sensores.

IDENTIFICAÇÃO: ARCO8

Distância Arco-Painel (mm):	305
Número de ciclos:	28,0
Duração do arco (ms):	466,7
Corrente r.m.s (kA) (incerteza 0,09 kA)*:	8,49
Corrente de pico (kA):	13,20
Energia do arco (cal/cm²)**:	20,0

*Incerteza referente a um nível de confiança de aprox. 95%, com fator de abrangência $k = 2$, em conformidade com IEE – IT - 0218

Corrente de arco

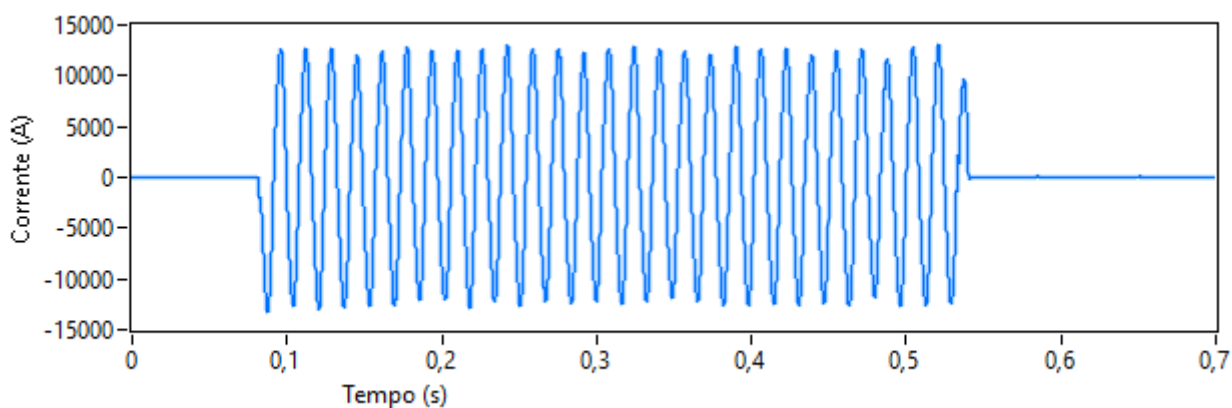


Figura 33 - Forma de onda da corrente de arco

Tensão de arco

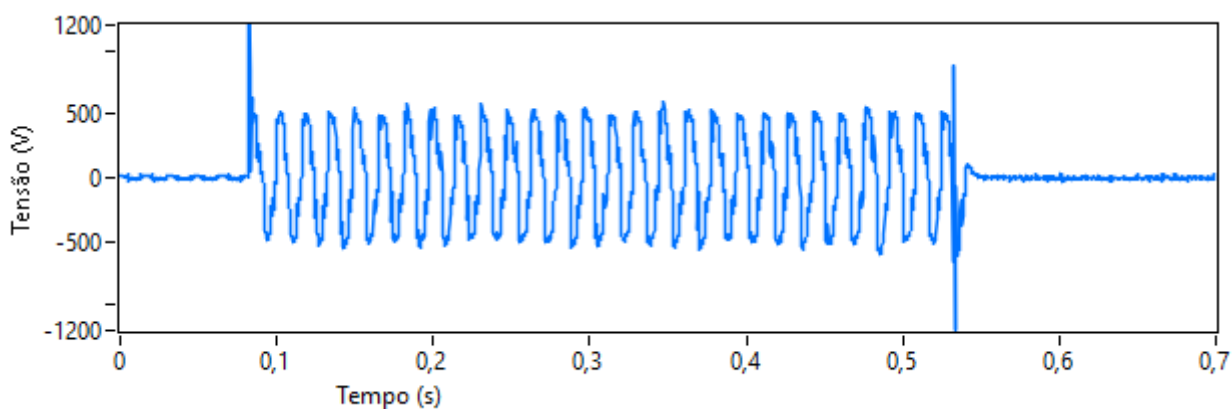


Figura 34 - Forma de onda da tensão de arco

IDENTIFICAÇÃO: ARCO8

Energias obtidas nos sensores

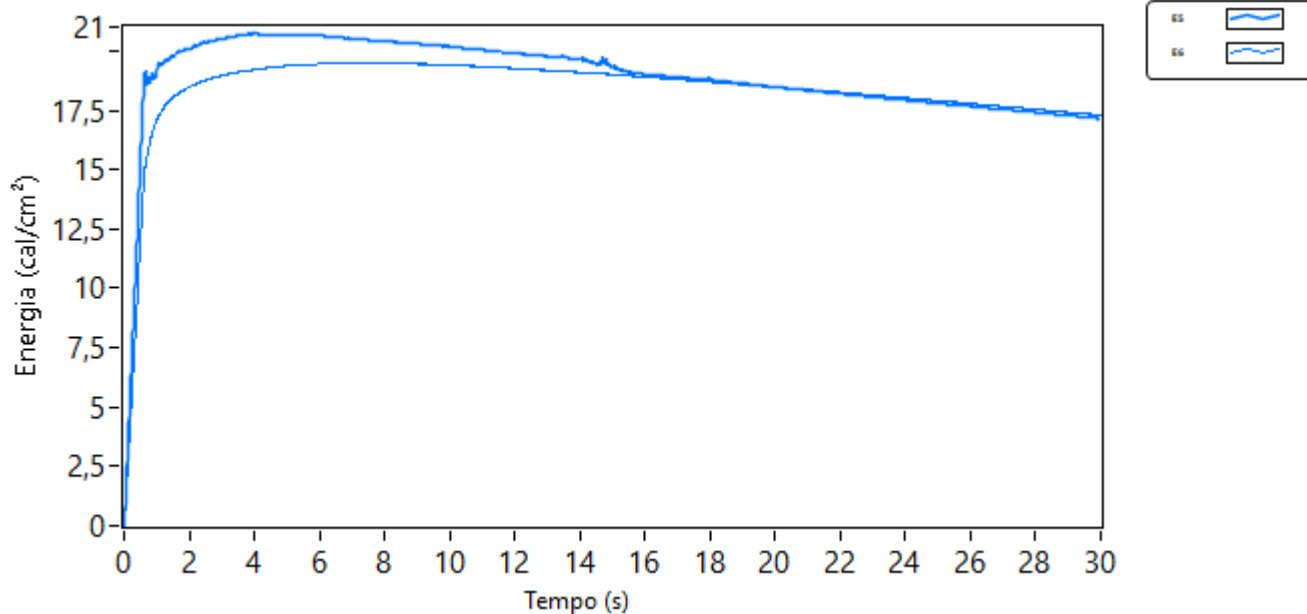


Figura 35 - Forma de onda das energias nos sensores de monitoramento e de cada cabeça de quatro sensores

Média das energias incidentes

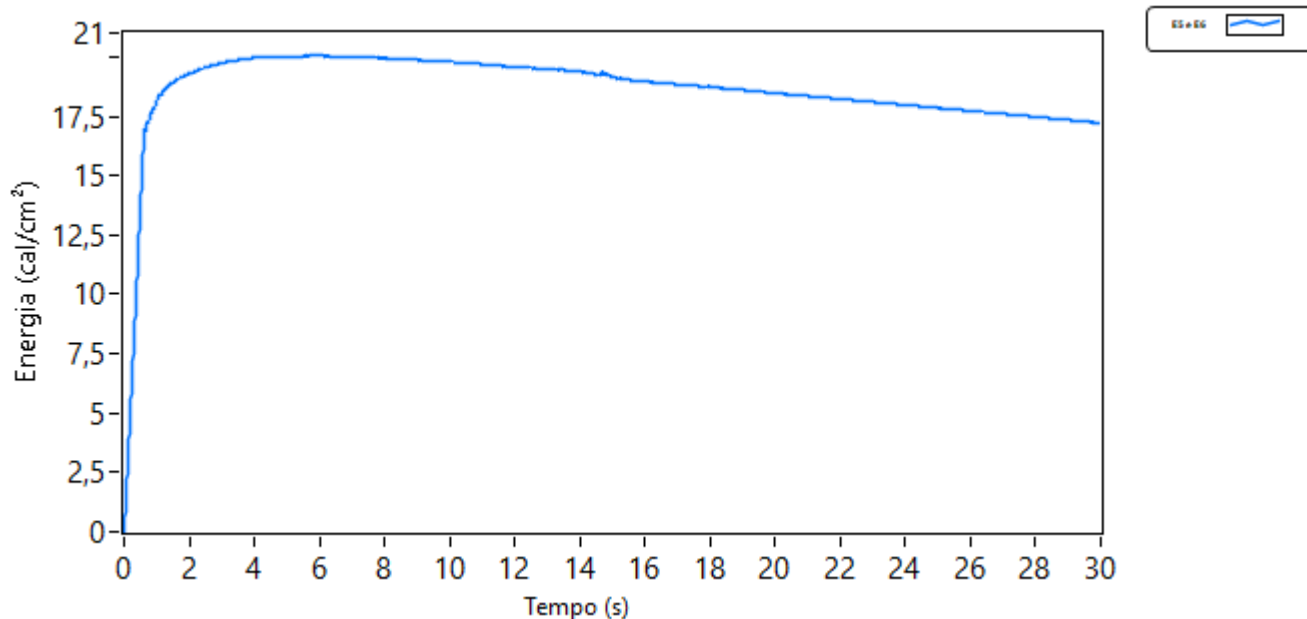


Figura 36 - Forma de onda das médias das energias incidentes nos sensores de monitoramento

IDENTIFICAÇÃO: ARCO8

Energias transmitidas

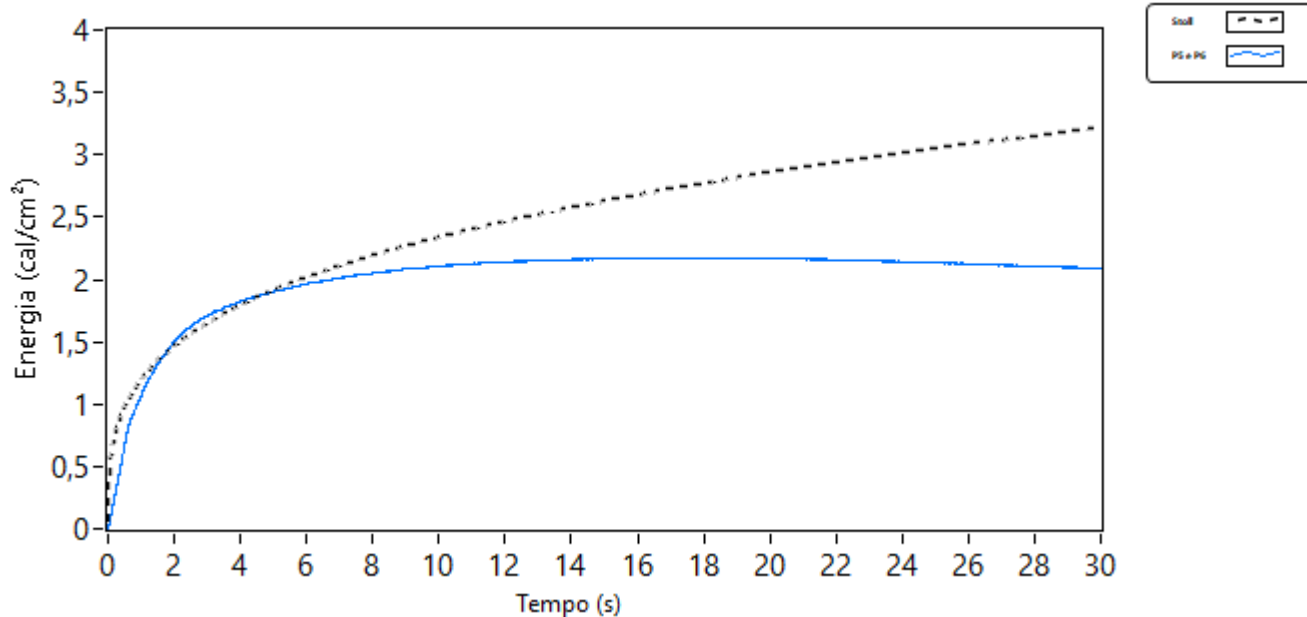


Figura 37 - Energias transmitidas de cada cabeça de quatro sensores.

IDENTIFICAÇÃO: ARCO9

Distância Arco-Painel (mm):	305
Número de ciclos:	23,0
Duração do arco (ms):	383,3
Corrente r.m.s (kA) (incerteza 0,09 kA)*:	8,39
Corrente de pico (kA):	13,02
Energia do arco (cal/cm ²)**:	17,5 a 19,8

*Incerteza referente a um nível de confiança de aprox. 95%, com fator de abrangência $k = 2$, em conformidade com IEE – IT - 0218

Corrente de arco

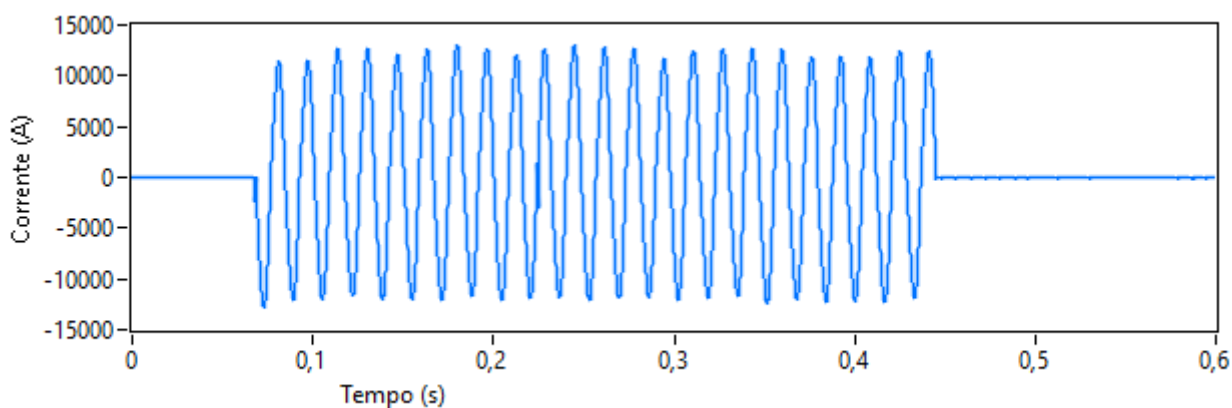


Figura 38 - Forma de onda da corrente de arco

Tensão de arco

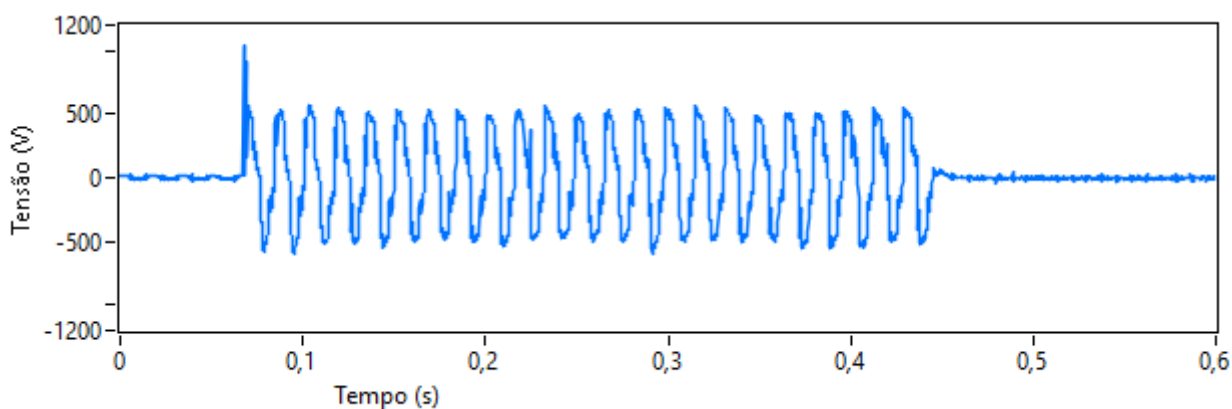


Figura 39 - Forma de onda da tensão de arco

IDENTIFICAÇÃO: ARCO9

Energias obtidas nos sensores

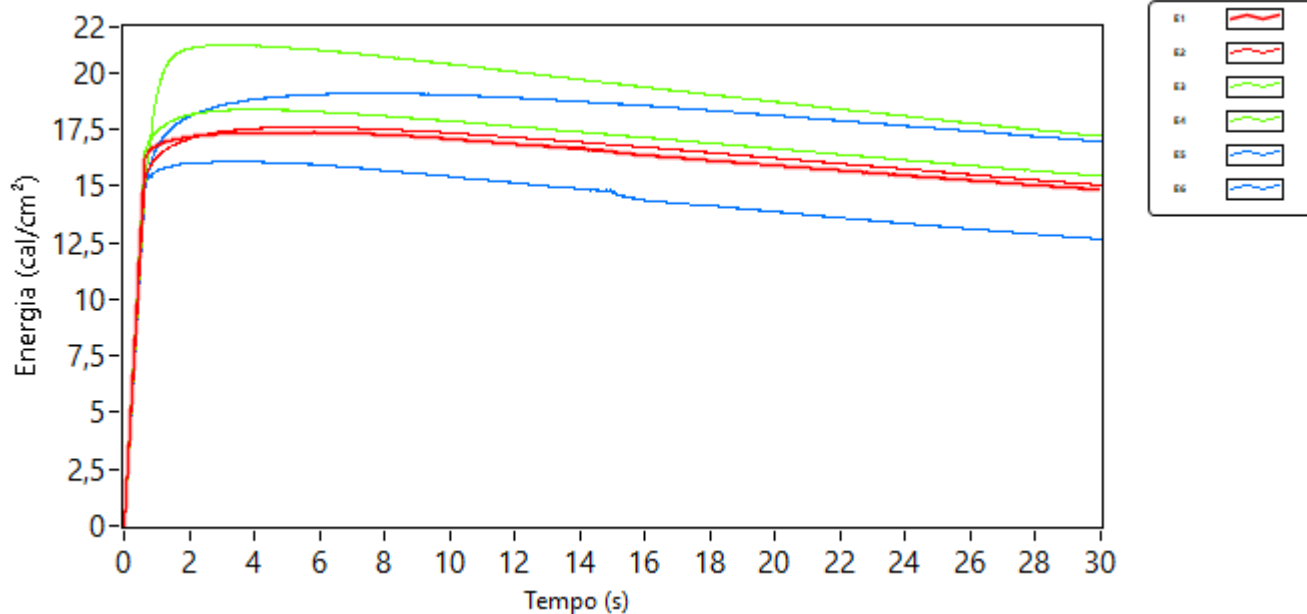


Figura 40 - Forma de onda das energias nos sensores de monitoramento e de cada cabeça de quatro sensores

Média das energias incidentes

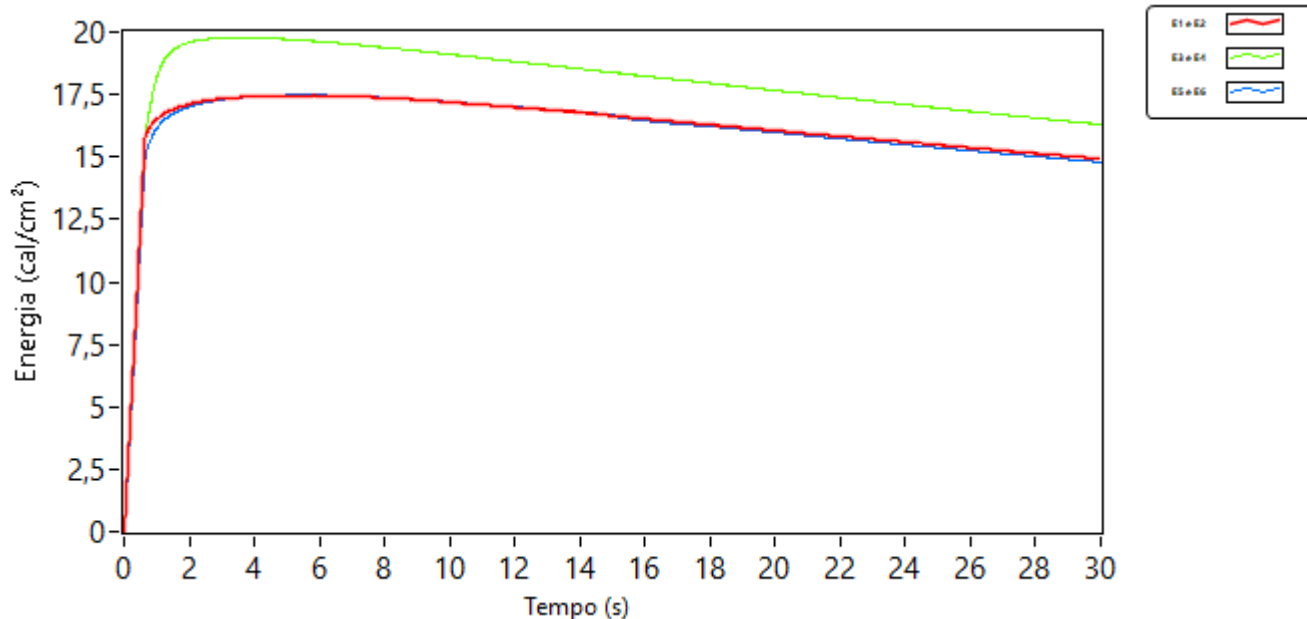


Figura 41 - Forma de onda das médias das energias incidentes nos sensores de monitoramento

IDENTIFICAÇÃO: ARCO9

Energias transmitidas

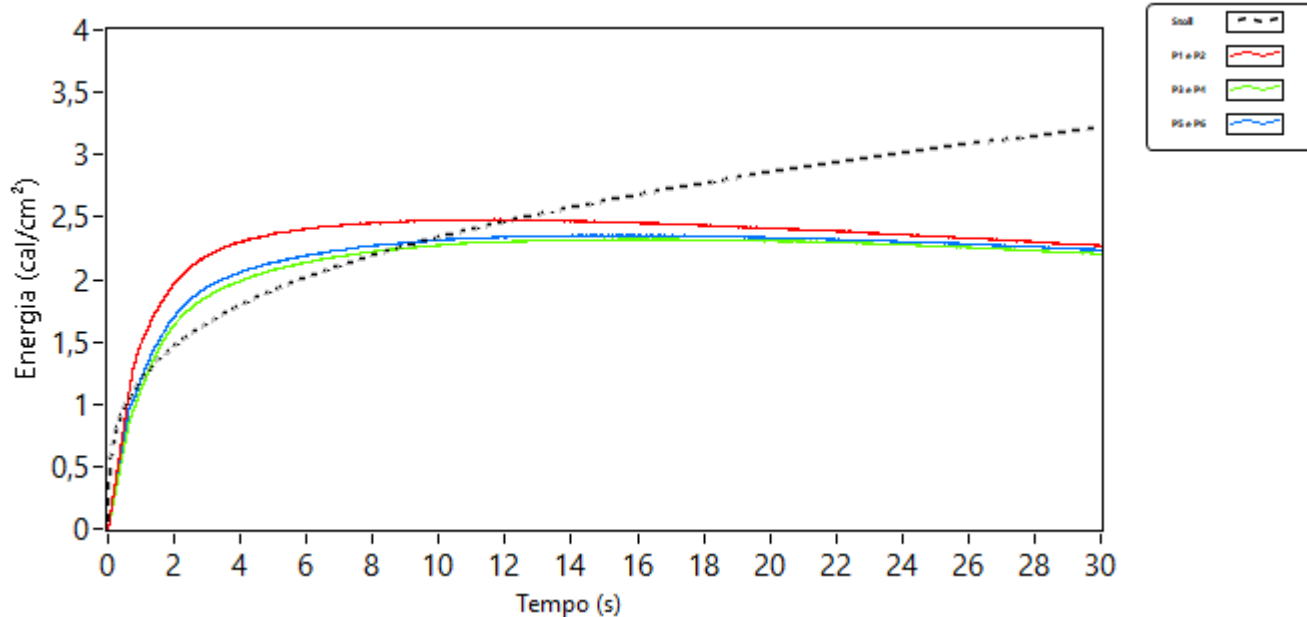


Figura 42 - Energias transmitidas de cada cabeça de quatro sensores.

IDENTIFICAÇÃO: ARCO10

Distância Arco-Painel (mm):	305
Número de ciclos:	8,0
Duração do arco (ms):	133,3
Corrente r.m.s (kA) (incerteza 0,09 kA)*:	7,74
Corrente de pico (kA):	12,63
Energia do arco (cal/cm²)**:	5,5 a 7,6

*Incerteza referente a um nível de confiança de aprox. 95%, com fator de abrangência $k = 2$, em conformidade com IEE – IT - 0218

Corrente de arco

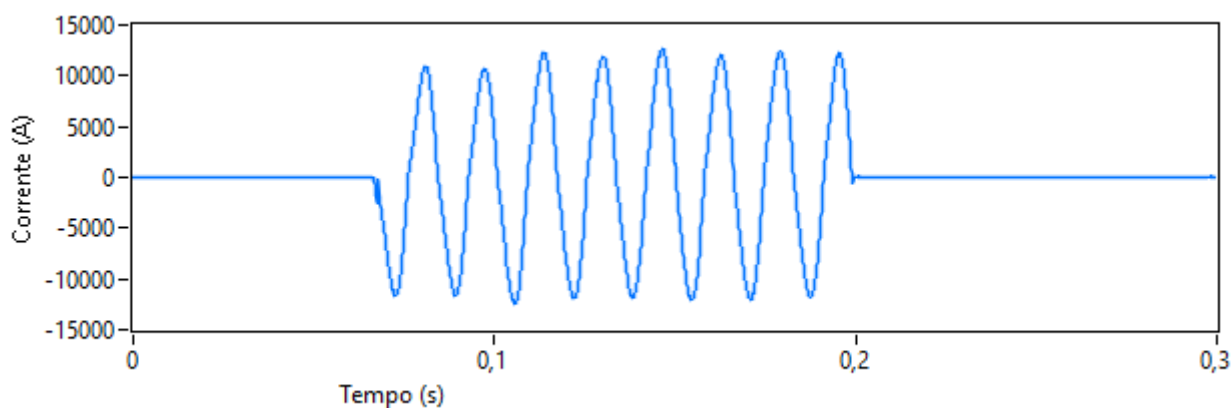


Figura 43 - Forma de onda da corrente de arco

Tensão de arco

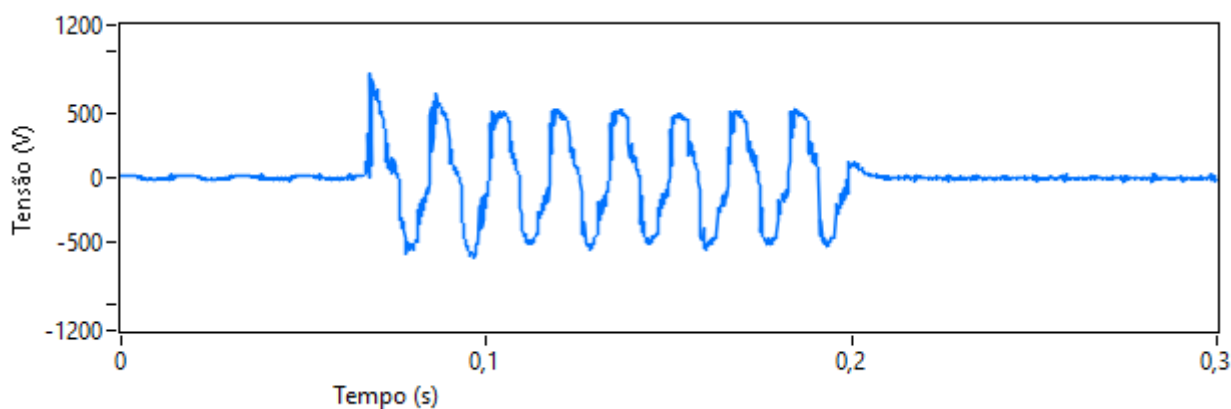


Figura 44 - Forma de onda da tensão de arco

IDENTIFICAÇÃO: ARCO10

Energias obtidas nos sensores

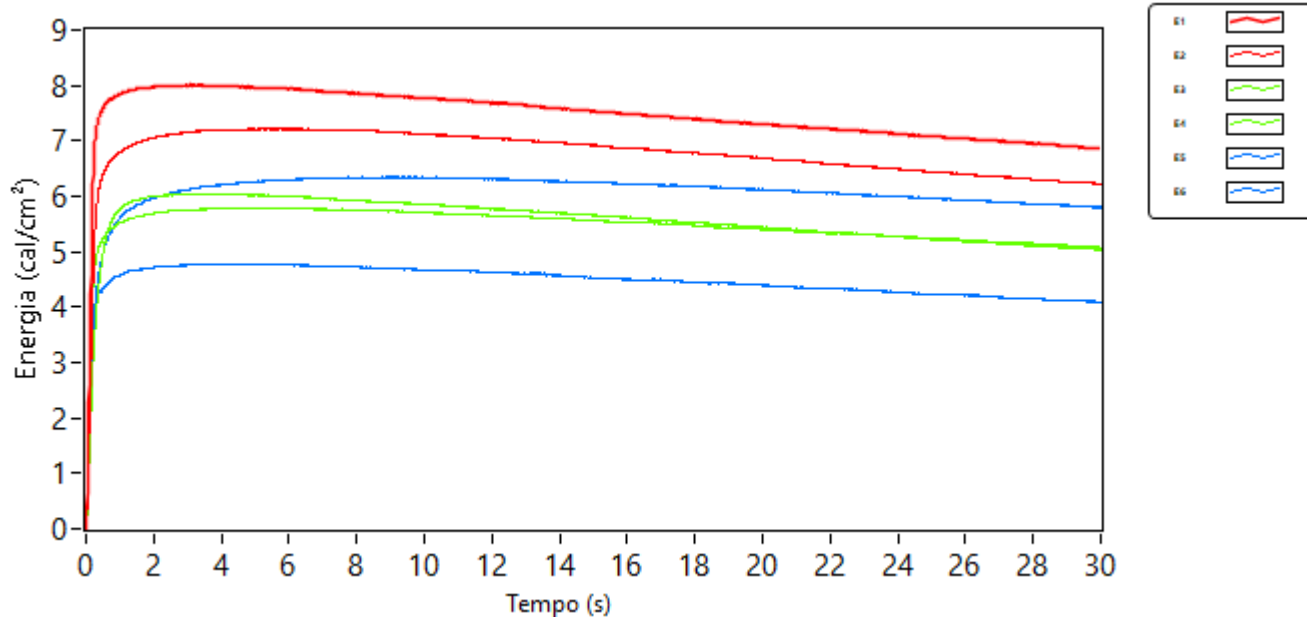


Figura 45 - Forma de onda das energias nos sensores de monitoramento e de cada cabeça de quatro sensores

Média das energias incidentes

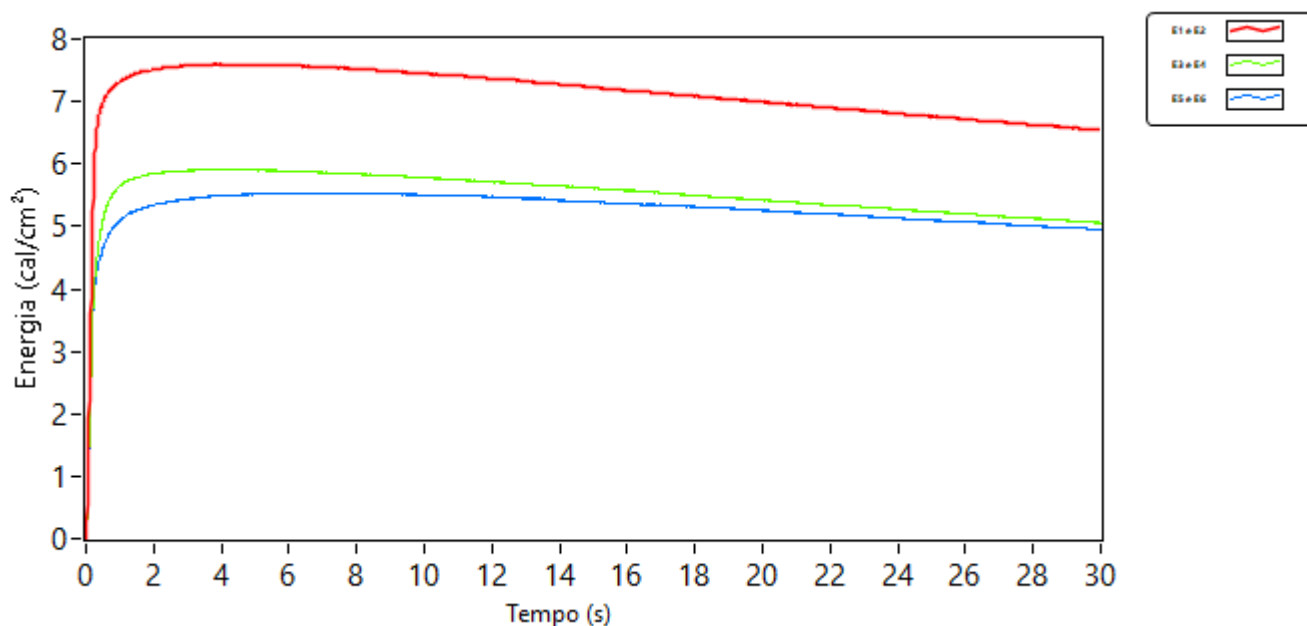


Figura 46 - Forma de onda das médias das energias incidentes nos sensores de monitoramento

IDENTIFICAÇÃO: ARCO10

Energias transmitidas

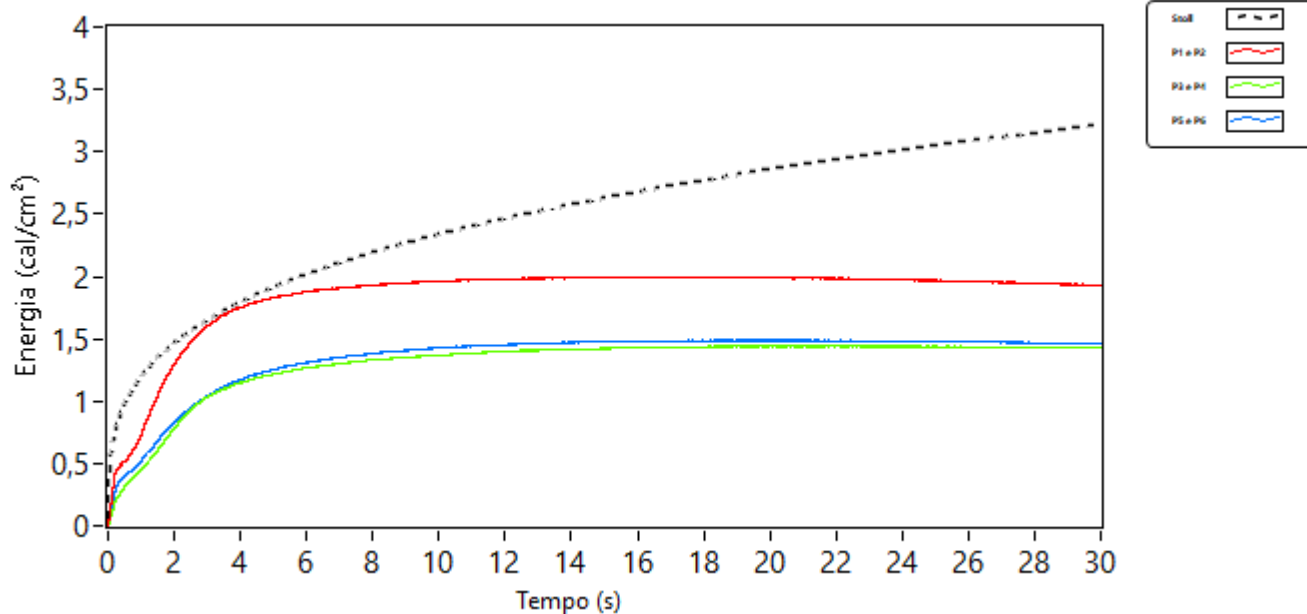


Figura 47 - Energias transmitidas de cada cabeça de quatro sensores.

IDENTIFICAÇÃO: ARCO11

Distância Arco-Painel (mm):	305
Número de ciclos:	20,0
Duração do arco (ms):	333,3
Corrente r.m.s (kA) (incerteza 0,09 kA)*:	8,18
Corrente de pico (kA):	12,75
Energia do arco (cal/cm ²)**:	13,3 a 17,7

*Incerteza referente a um nível de confiança de aprox. 95%, com fator de abrangência $k = 2$, em conformidade com IEE – IT - 0218

Corrente de arco

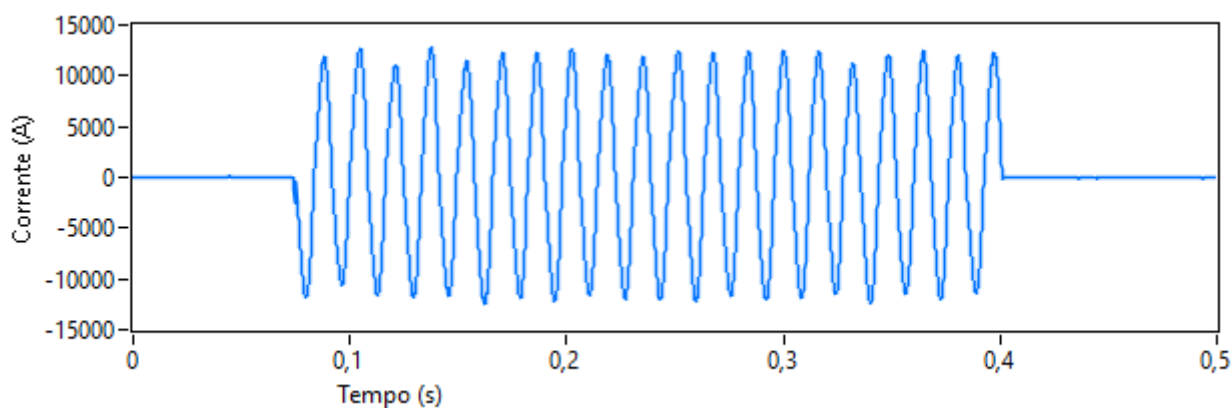


Figura 48 - Forma de onda da corrente de arco

Tensão de arco

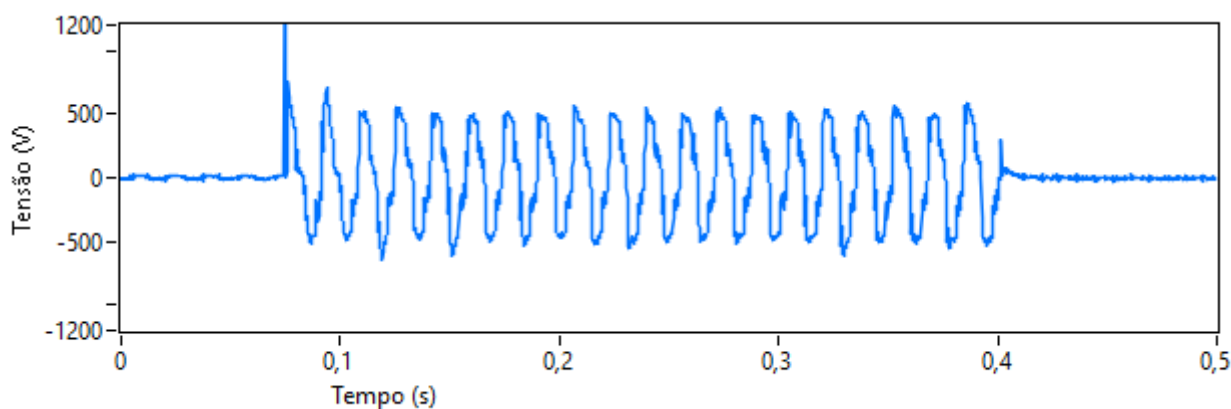


Figura 49 - Forma de onda da tensão de arco

IDENTIFICAÇÃO: ARCO11

Energias obtidas nos sensores

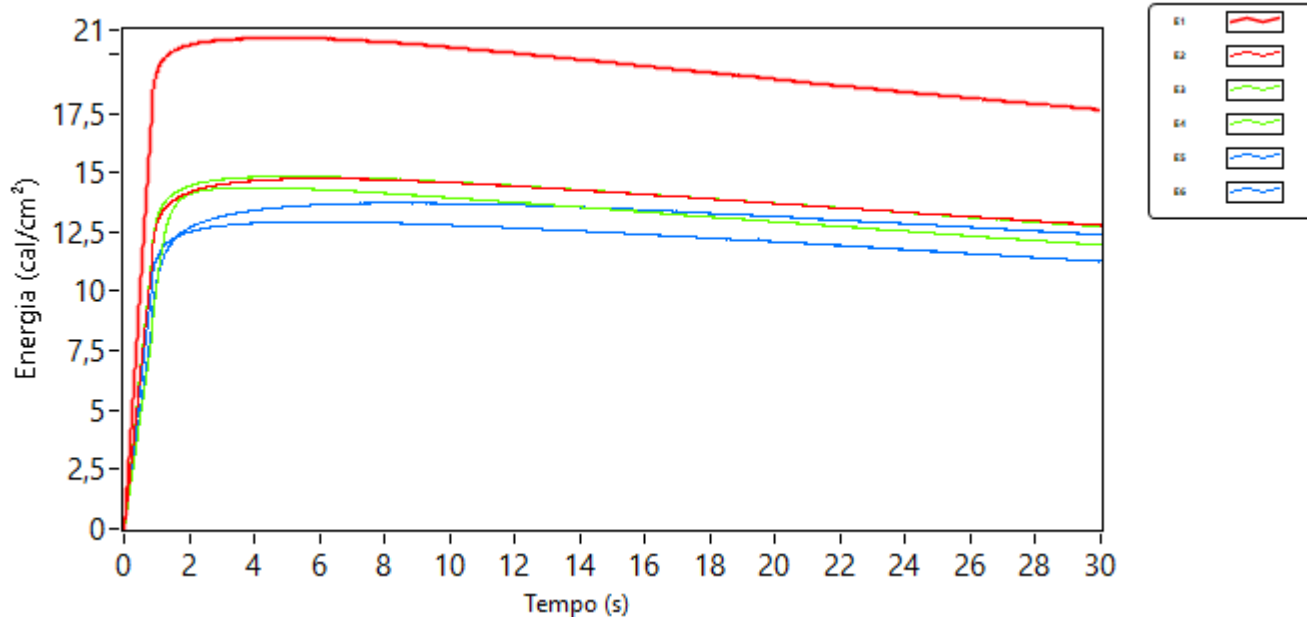


Figura 50 - Forma de onda das energias nos sensores de monitoramento e de cada cabeça de quatro sensores

Média das energias incidentes

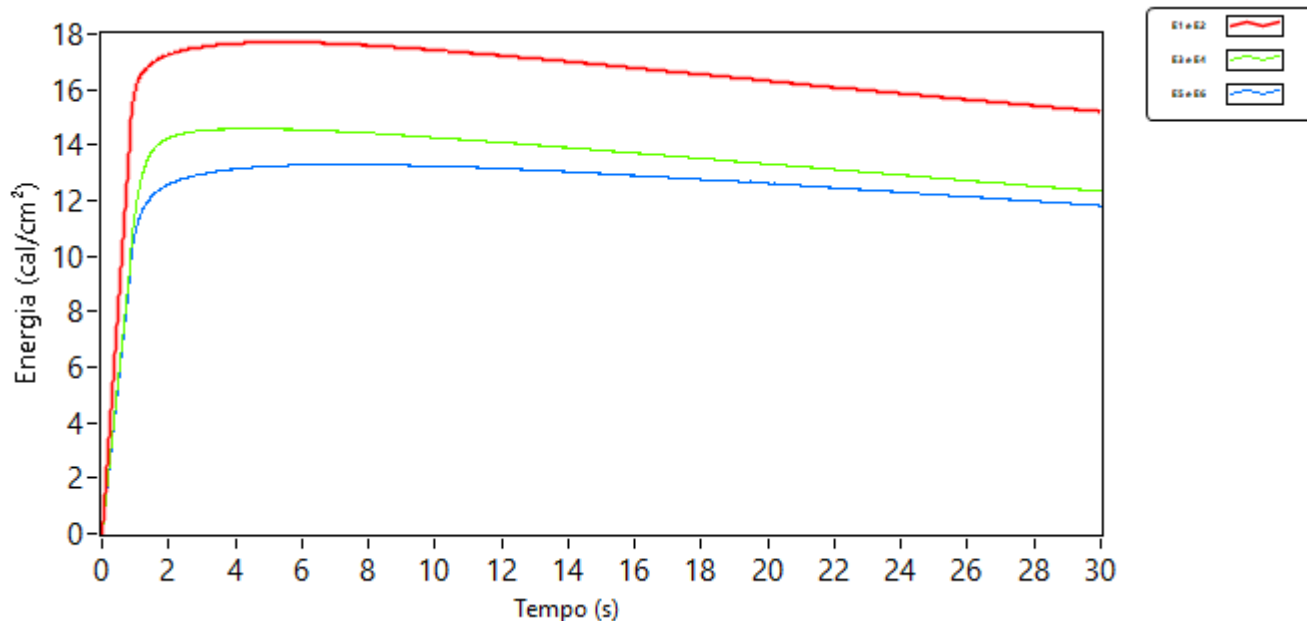


Figura 51 - Forma de onda das médias das energias incidentes nos sensores de monitoramento

IDENTIFICAÇÃO: ARCO11

Energias transmitidas

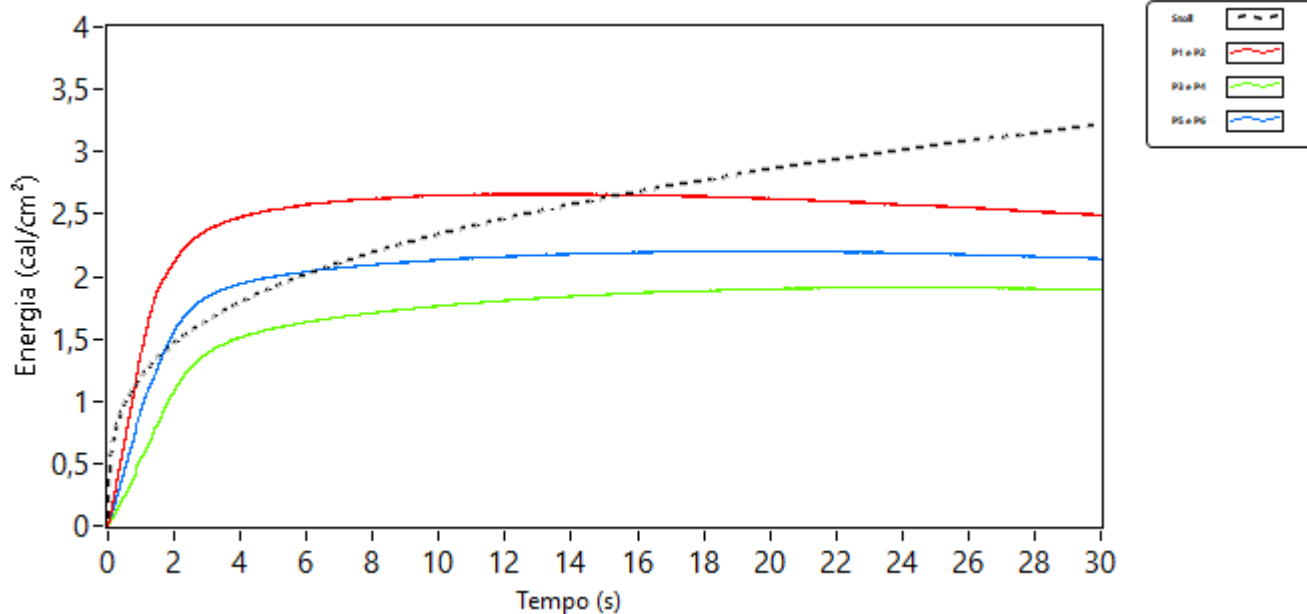


Figura 52 - Energias transmitidas de cada cabeça de quatro sensores.

IDENTIFICAÇÃO: ARCO12

Distância Arco-Painel (mm):	305
Número de ciclos:	19,0
Duração do arco (ms):	316,7
Corrente r.m.s (kA) (incerteza 0,09 kA)*:	8,15
Corrente de pico (kA):	13,01
Energia do arco (cal/cm²)**:	14,0 a 17,3

*Incerteza referente a um nível de confiança de aprox. 95%, com fator de abrangência $k = 2$, em conformidade com IEE – IT - 0218

Corrente de arco

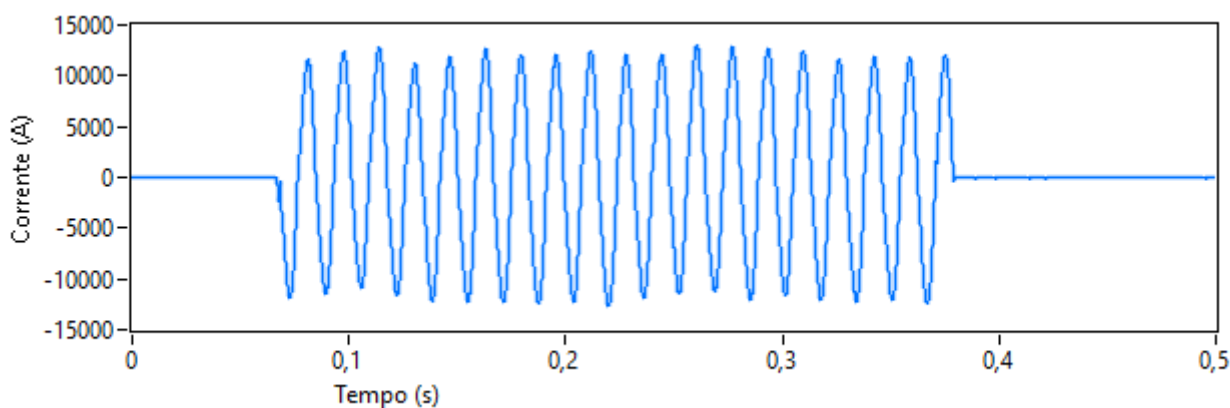


Figura 53 - Forma de onda da corrente de arco

Tensão de arco

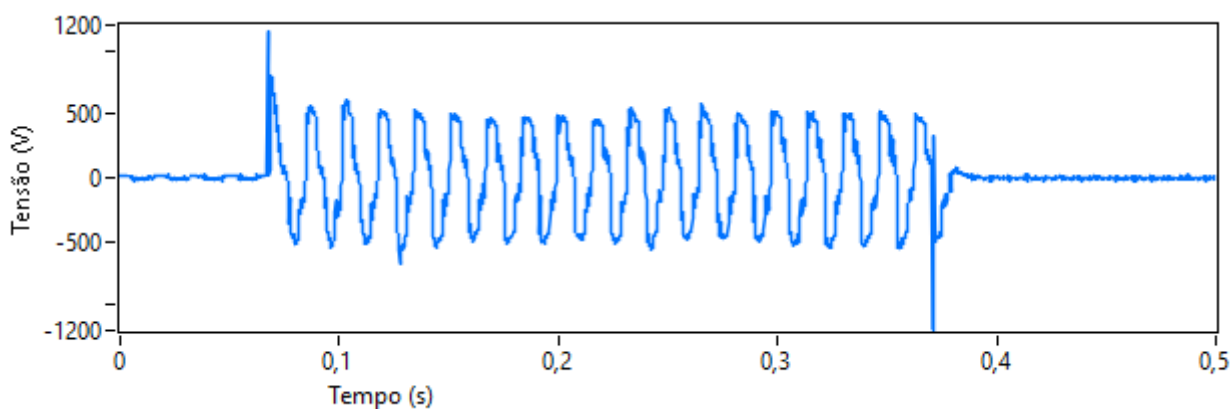


Figura 54 - Forma de onda da tensão de arco

IDENTIFICAÇÃO: ARCO12

Energias obtidas nos sensores

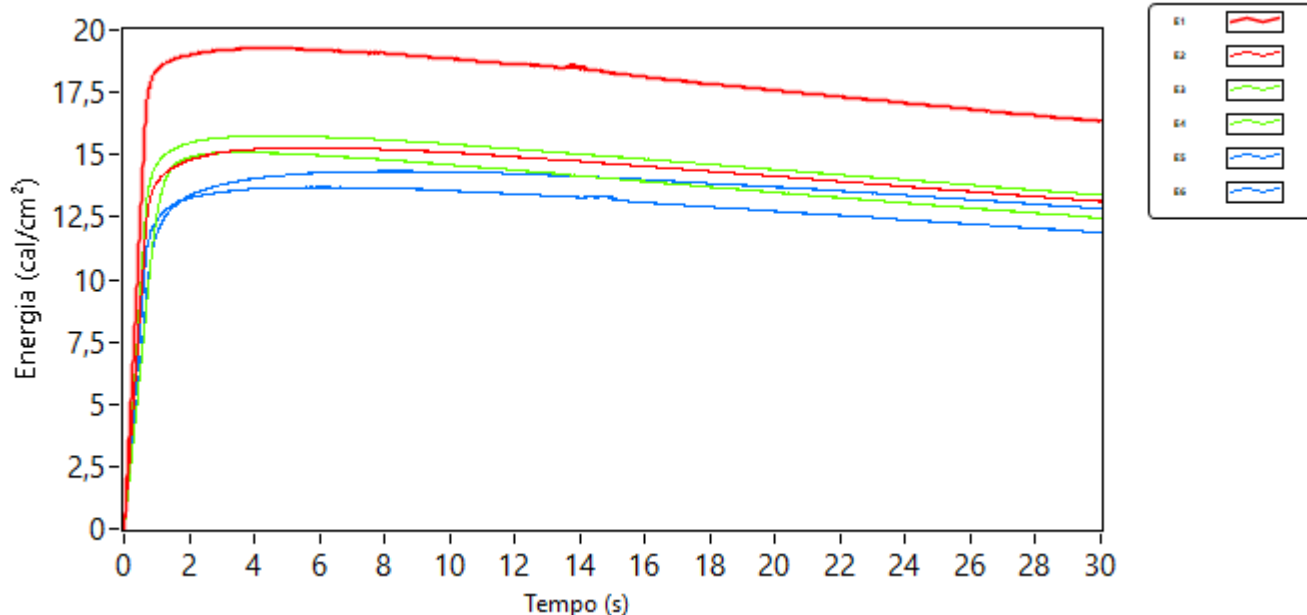


Figura 55 - Forma de onda das energias nos sensores de monitoramento e de cada cabeça de quatro sensores

Média das energias incidentes

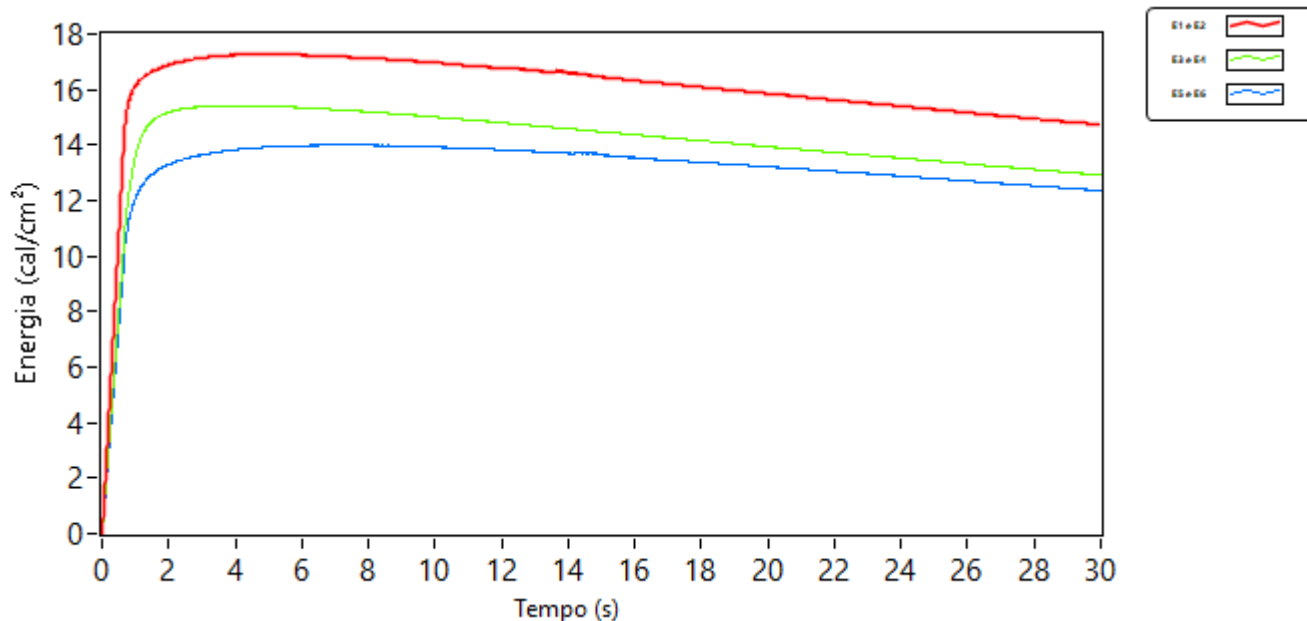


Figura 56 - Forma de onda das médias das energias incidentes nos sensores de monitoramento

IDENTIFICAÇÃO: ARCO12

Energias transmitidas

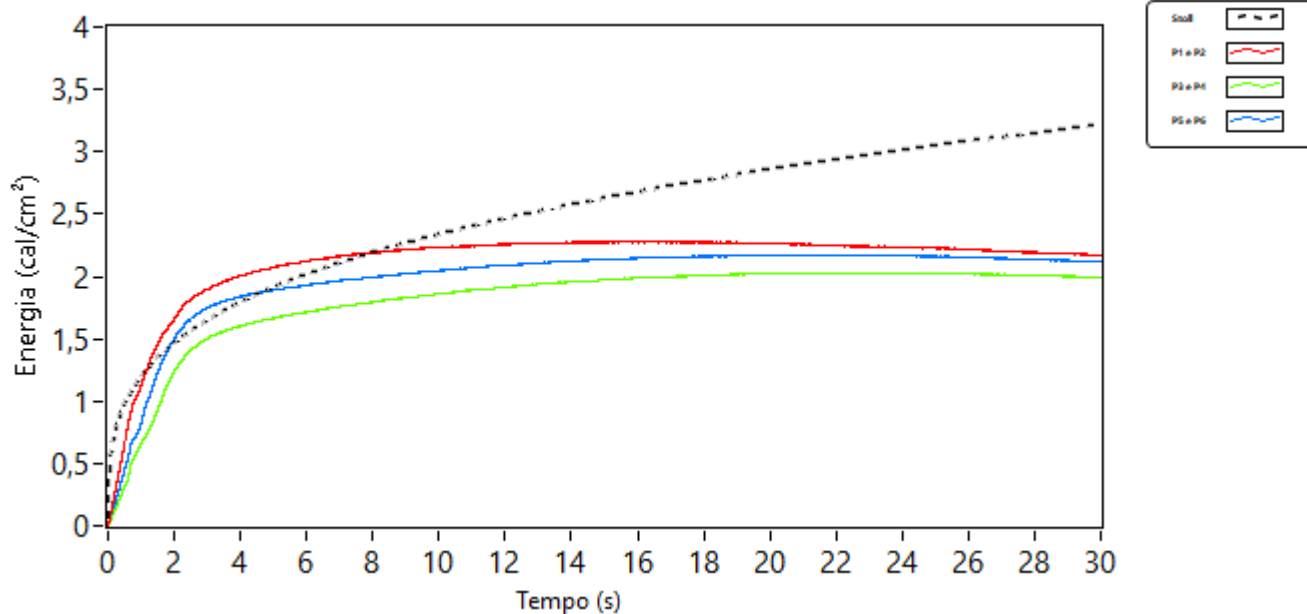


Figura 57 - Energias transmitidas de cada cabeça de quatro sensores.

IDENTIFICAÇÃO: ARCO13

Distância Arco-Painel (mm):	305
Número de ciclos:	19,0
Duração do arco (ms):	316,7
Corrente r.m.s (kA) (incerteza 0,09 kA)*:	8,01
Corrente de pico (kA):	12,79
Energia do arco (cal/cm ²)**:	12,8 a 15,0

*Incerteza referente a um nível de confiança de aprox. 95%, com fator de abrangência $k = 2$, em conformidade com IEE – IT - 0218

Corrente de arco

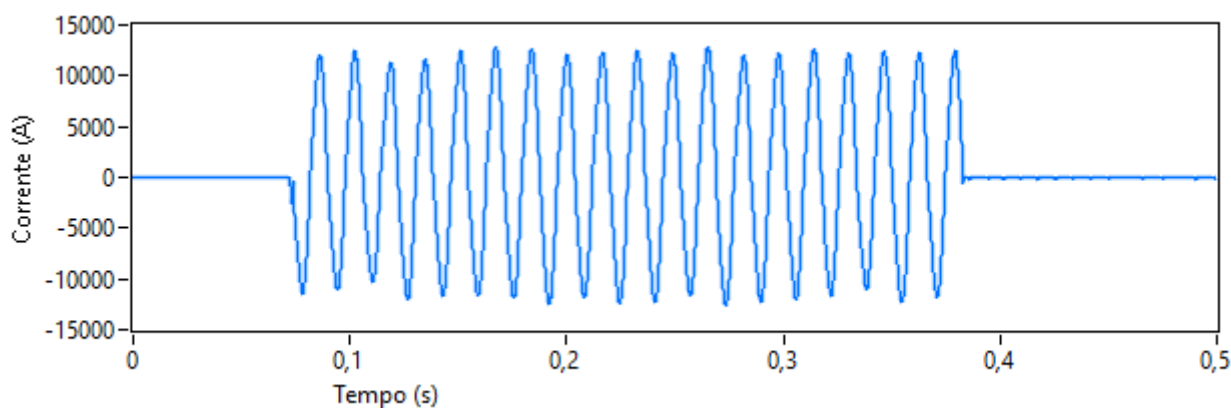


Figura 58 - Forma de onda da corrente de arco

Tensão de arco

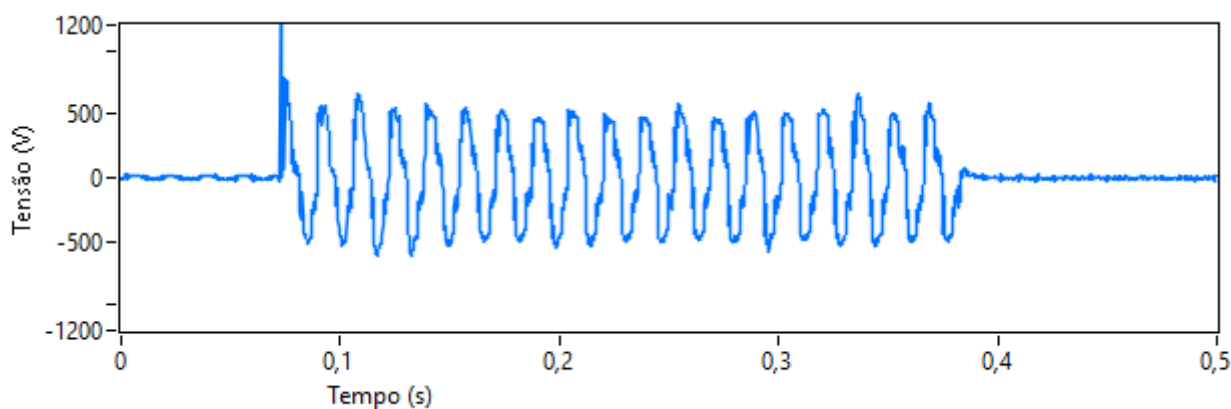


Figura 59 - Forma de onda da tensão de arco

IDENTIFICAÇÃO: ARCO13

Energias obtidas nos sensores

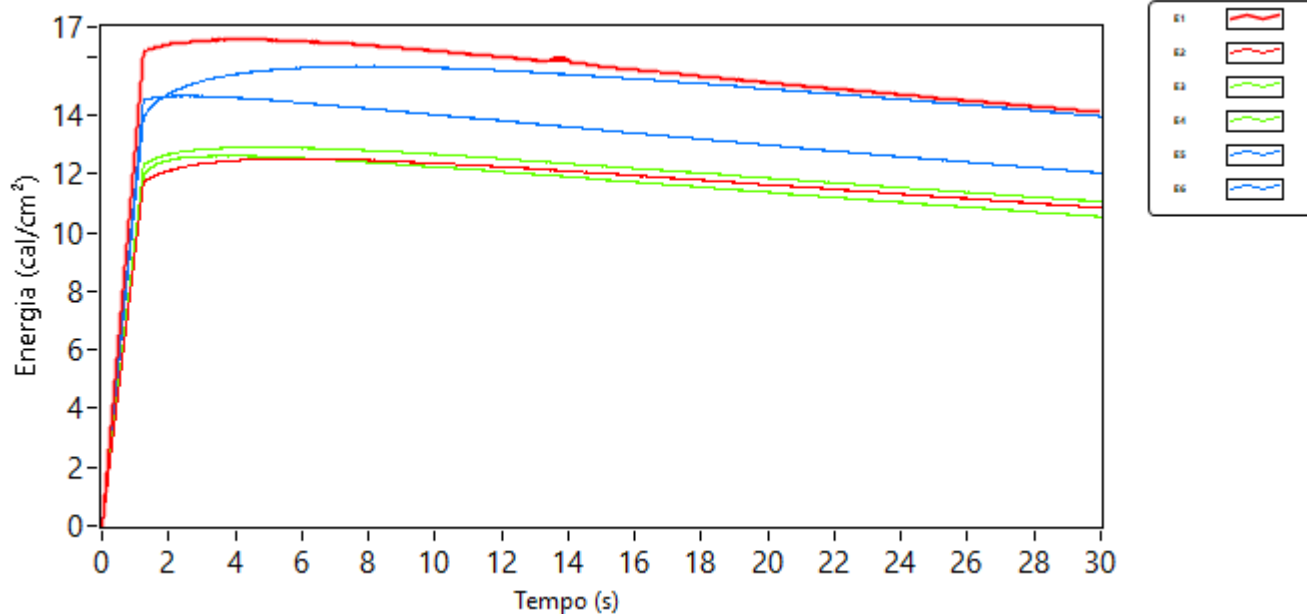


Figura 60 - Forma de onda das energias nos sensores de monitoramento e de cada cabeça de quatro sensores

Média das energias incidentes

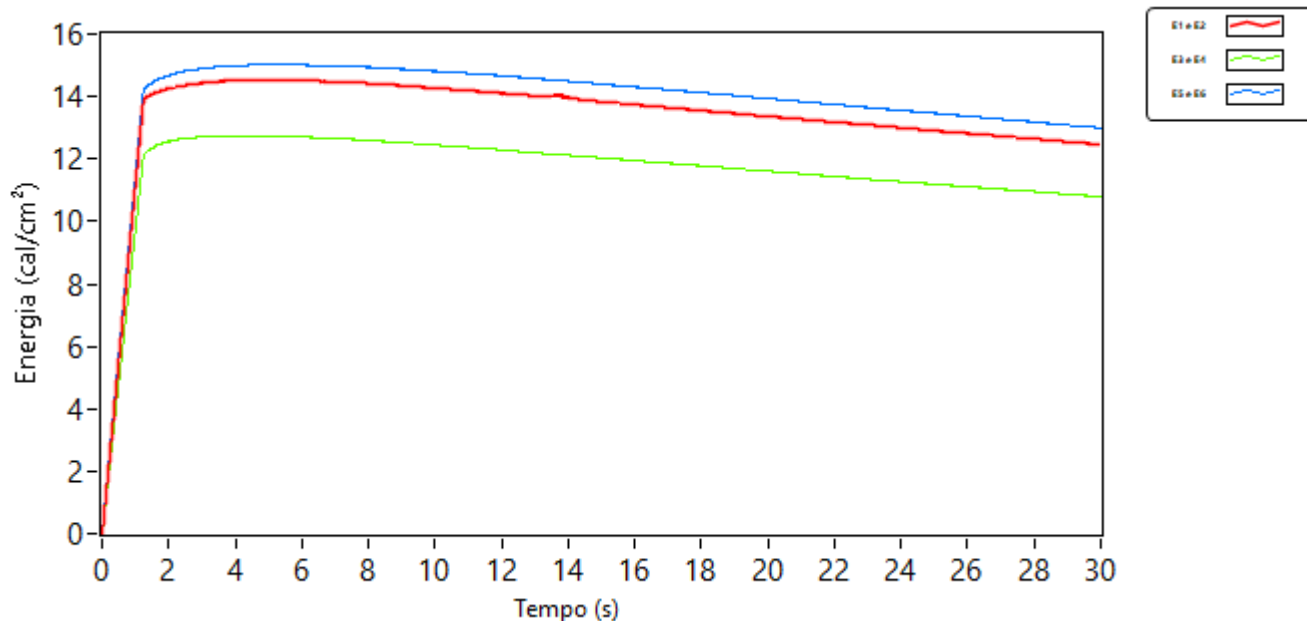


Figura 61 - Forma de onda das médias das energias incidentes nos sensores de monitoramento

IDENTIFICAÇÃO: ARCO13

Energias transmitidas

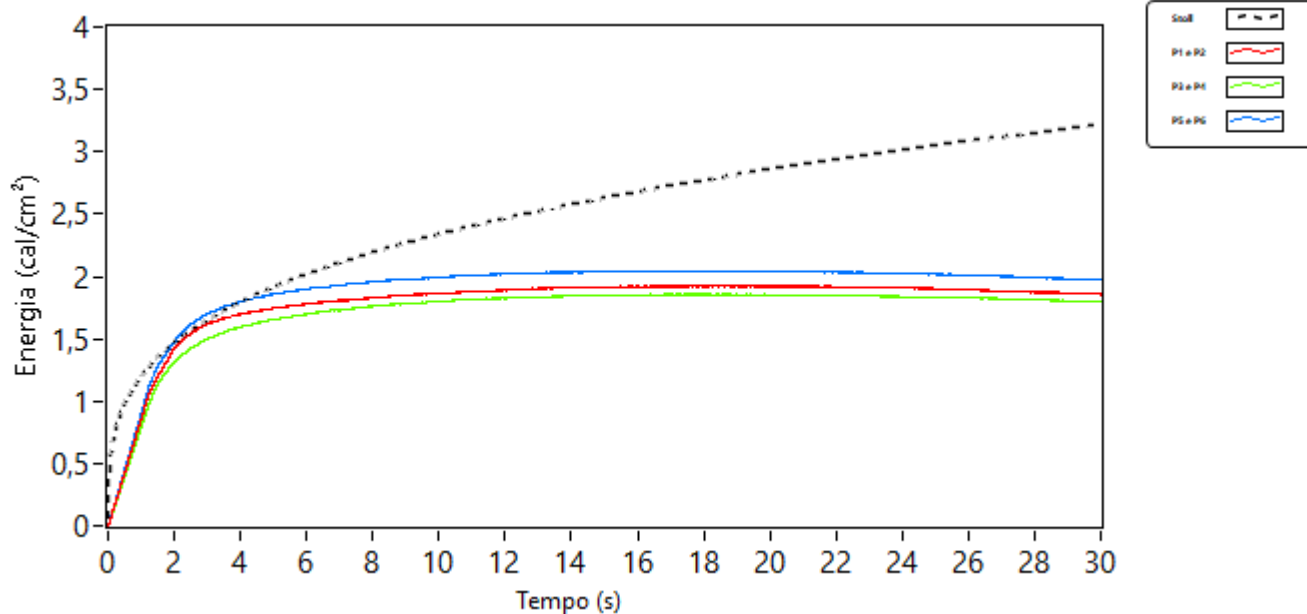


Figura 62 - Energias transmitidas de cada cabeça de quatro sensores.



RESULTADOS OBTIDOS

Para determinação da resistência ao arco elétrico do tecido foram utilizados os corpos de prova de dimensões aproximadas de largura e comprimento de 70 cm por 35 cm, respectivamente.

Amostras cor amarela (vide fotografias).

Foi verificado, logo após cada aplicação, se houve:

- rompimento - resposta do material comprovada pela formação de uma ou mais aberturas (3,2 cm² em área ou 2,5 cm em qualquer direção) no material que pode permitir a passagem de energia térmica pelo mesmo;
- derretimento (Derret.) - resposta do material evidenciado por seu amolecimento;
- gotejamento (Gotej.) - resposta do material evidenciada pelo escoamento dos componentes do material;
- carbonização (Carbo.) - formação de resíduo carbonizado como resultado de pirólise ou combustão incompleta;
- fragilização do material (Fragil.) - formação de um resíduo frágil como o resultado de pirólise ou combustão incompleta;
- encolhimento (Encol.) - resposta do material evidenciada pela redução do tamanho do corpo de prova;
- tempo pós-chama (T. Chama) – período de tempo em que o material continua em chama depois da exposição ao arco elétrico.



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE ENERGIA E AMBIENTE
LABORATÓRIO DE ENSAIO

Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre
de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0011

Relatório de Ensaio Nº 89.322

Folha

39 de 49

Os dados da tabela abaixo referem-se aos resultados obtidos nas aplicações de arco 1 e 6 a 13 para cálculo do valor do ATPV.

Corpo de Prova	Nº do ensaio (ARCO)	Painel	Ciclos (60 Hz)	⁽¹⁾ Ei (cal/cm²)	HAF (%)	Rup. antes (S/N)	Queima (S/N)	T. chama (s)	Obs.
2: Tecido	1	B	25,0	18,7	89,1	N	N	-	
3: Tecido	1	C	25,0	19,7	88,6	N	S	-	
18: Tecido	6	C	42,0	30,8	89,7	N	S	-	Carbo.; Fragil.;
20: Tecido	7	B	44,0	31,7	89,7	N	S	-	Carbo.; Fragil.;
24: Tecido	8	C	28,0	20,0	89,1	N	S	-	Fragil.;
25: Tecido	9	A	23,0	17,5	85,8	N	S	-	Fragil.;
26: Tecido	9	B	23,0	19,8	88,2	N	S	-	
27: Tecido	9	C	23,0	17,5	86,5	N	S	-	Fragil.;
28: Tecido	10	A	8,0	7,60	73,7	N	N	-	
29: Tecido	10	B	8,0	5,91	75,5	N	N	-	
30: Tecido	10	C	8,0	5,54	73,1	N	N	-	
31: Tecido	11	A	20,0	17,7	84,9	N	S	-	Fragil.;
32: Tecido	11	B	20,0	14,6	86,9	N	N	-	
33: Tecido	11	C	20,0	13,3	83,4	N	S	-	
34: Tecido	12	A	19,0	17,3	86,8	N	S	-	Fragil.;
35: Tecido	12	B	19,0	15,4	86,8	N	N	-	
36: Tecido	12	C	19,0	14,0	84,5	N	S	-	
37: Tecido	13	A	19,0	14,5	86,7	N	N	-	
38: Tecido	13	B	19,0	12,8	85,4	N	N	-	
39: Tecido	13	C	19,0	15,0	86,4	N	S	-	

Notas:

- (1) Ei - média das energias incidentes
As medições dos CP's 1, 16, 17, 19, 21, 22 e 23 foram descartadas

Gráfico de probabilidade de queimadura versus energia incidente (Ei) - ATPV

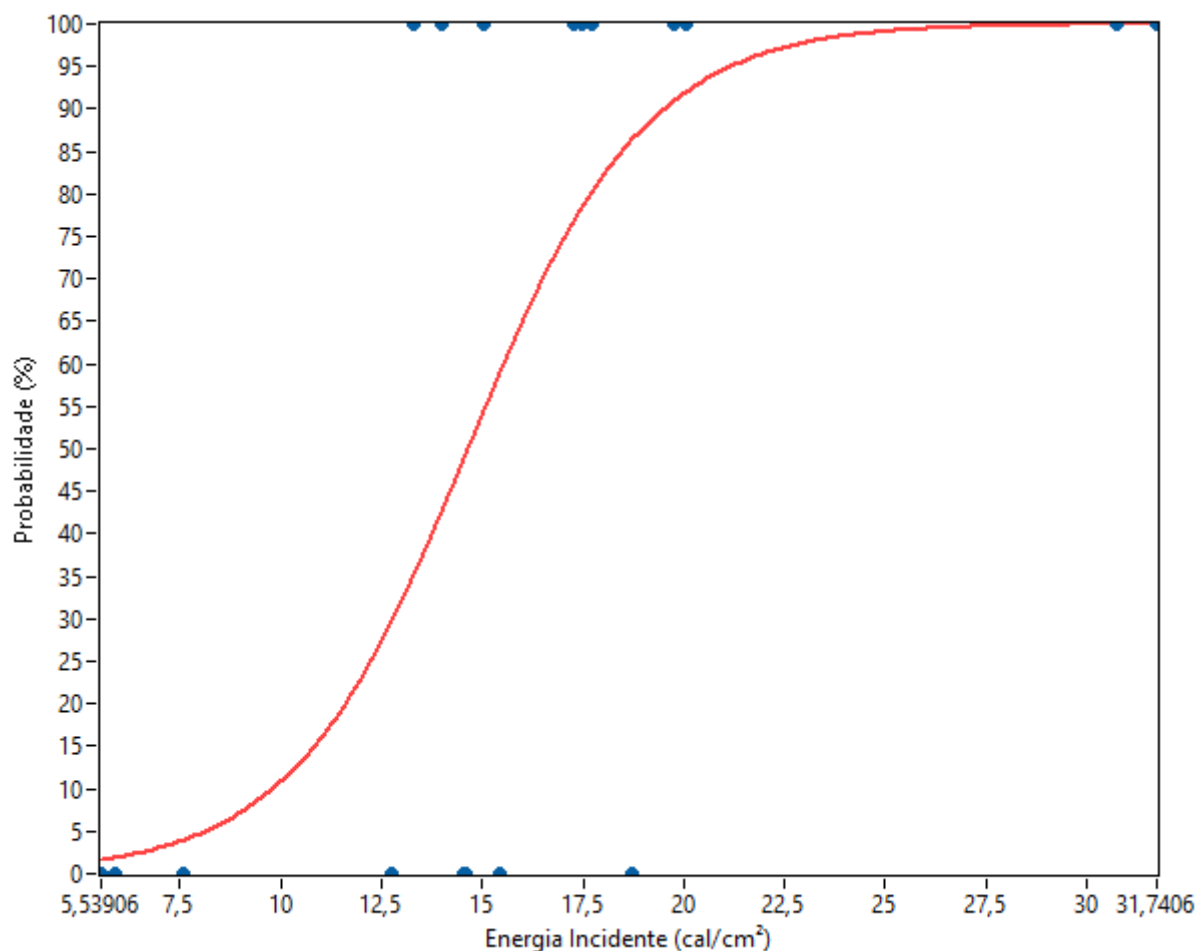


Figura 63

Gráfico do fator de atenuação do calor (HAF) versus energia incidente (Ei)

Pontos indicam HAFs Individuais

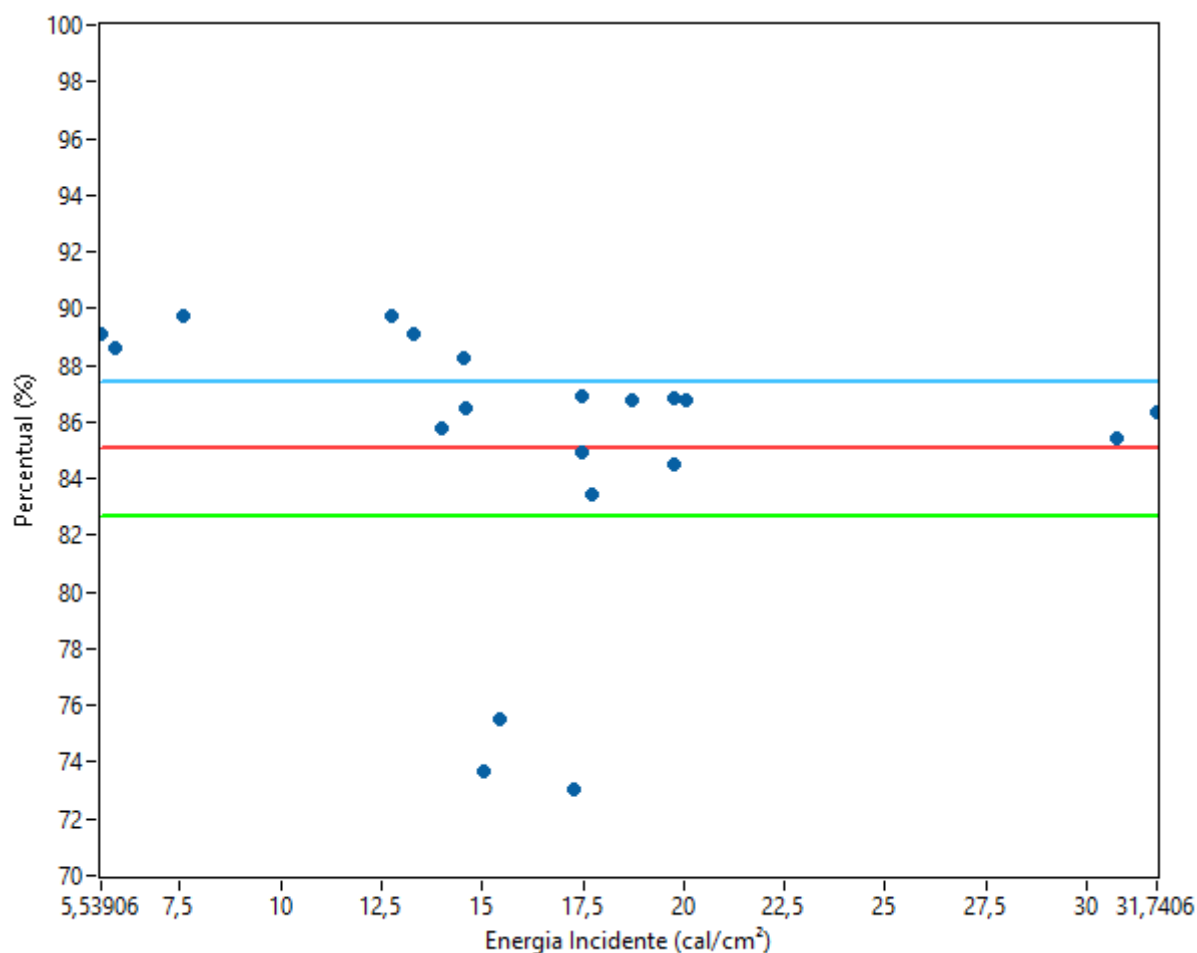


Figura 64



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE ENERGIA E AMBIENTE
LABORATÓRIO DE ENSAIO

Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre
de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0011

Relatório de Ensaio Nº 89.322

Folha

42 de 49

Os dados da tabela abaixo referem-se aos resultados obtidos nas aplicações de arco 1 a 8 para cálculo do valor do EBT.

Corpo de Prova	Nº do ensaio (ARCO)	Painel	Ciclos (60 Hz)	⁽¹⁾ Ei (cal/cm²)	Rup. antes (S/N)	T. chama (s)	Obs.
1: Tecido	1	A	25,0	22,9	N	-	Fragil.;
2: Tecido	1	B	25,0	18,7	N	-	
3: Tecido	1	C	25,0	19,7	N	-	
4: Tecido	2	A	35,0	34,1	S	-	Carbo.; Fragil.;
5: Tecido	2	B	35,0	24,8	N	-	Fragil.;
6: Tecido	2	C	35,0	25,8	S	-	Carbo.; Fragil.;
7: Tecido	3	A	49,0	41,2	S	-	Carbo.; Fragil.;
8: Tecido	3	B	49,0	37,6	N	-	Carbo.; Fragil.;
9: Tecido	3	C	49,0	37,9	S	-	Carbo.; Fragil.;
10: Tecido	4	A	49,0	44,0	S	-	Carbo.; Fragil.;
11: Tecido	4	B	49,0	38,2	S	-	Carbo.; Fragil.;
12: Tecido	4	C	49,0	38,9	S	-	Carbo.; Fragil.;
13: Tecido	5	A	42,0	33,0	S	-	Carbo.; Fragil.;
14: Tecido	5	B	42,0	33,2	N	-	Carbo.; Fragil.;
15: Tecido	5	C	42,0	31,8	S	-	Carbo.; Fragil.;
16: Tecido	6	A	42,0	34,1	S	-	Carbo.; Fragil.;
17: Tecido	6	B	42,0	32,2	N	-	Carbo.; Fragil.;
18: Tecido	6	C	42,0	30,8	N	-	Carbo.; Fragil.;
19: Tecido	7	A	44,0	43,2	S	-	Carbo.; Fragil.;
20: Tecido	7	B	44,0	31,7	N	-	Carbo.; Fragil.;
21: Tecido	7	C	44,0	32,7	S	-	Carbo.; Fragil.;
22: Tecido	8	A	28,0	21,3	N	-	Fragil.;
23: Tecido	8	B	28,0	20,9	N	-	Fragil.;
24: Tecido	8	C	28,0	20,0	N	-	Fragil.;

Notas:

(1) Ei - média das energias incidentes

Gráfico de probabilidade de queimadura versus energia incidente (Ei) - EBT

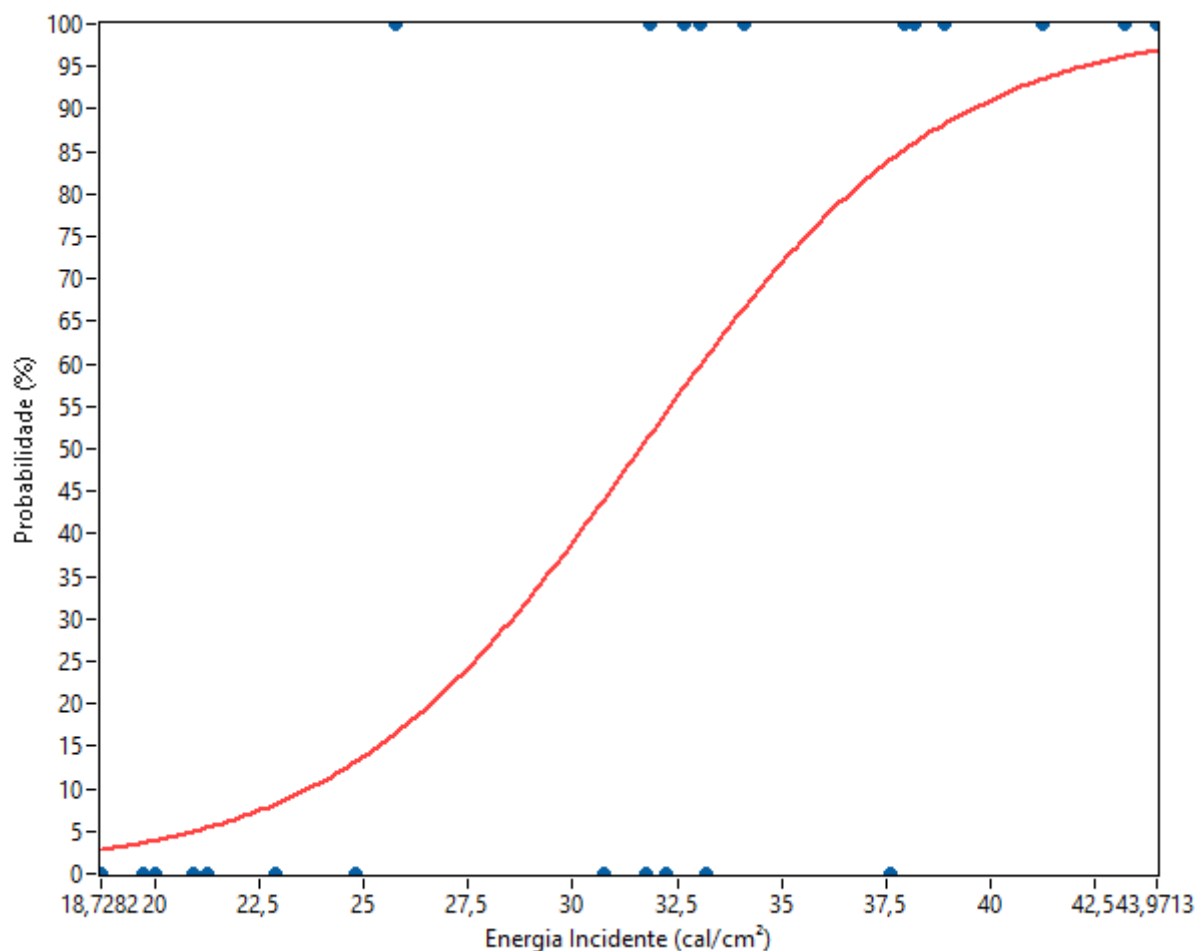


Figura 65

FOTOS DO ENSAIO



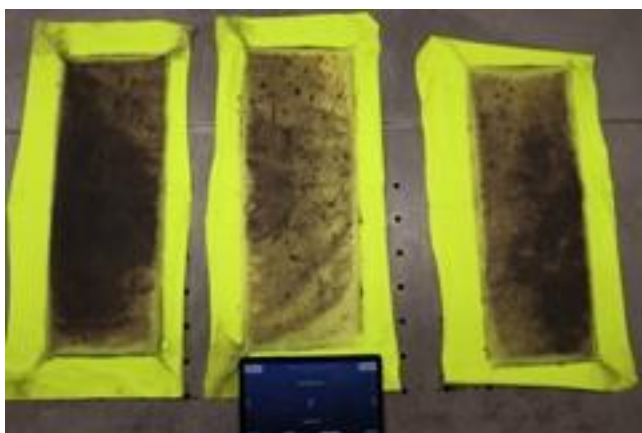
(a)



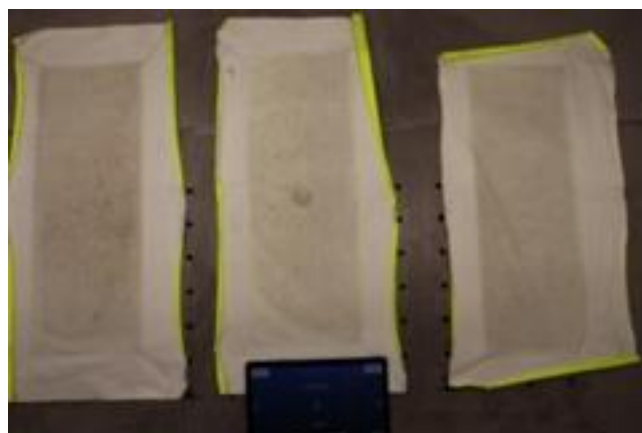
(b)

Figura 66 – Fotos do corpo de prova antes da aplicação do arco

a) Frente do corpo de prova b) Verso do corpo de prova



(a)



(b)

Figura 67 – Fotos dos corpos de prova 1, 2 e 3 - aplicação do arco 1.

a) Frente dos corpos de prova b) Verso dos corpos de prova



(a)



(b)

Figura 68 – Fotos dos corpos de prova 4, 5 e 6- aplicação do arco 2.

a) Frente dos corpos de prova b) Verso dos corpos de prova



(a)

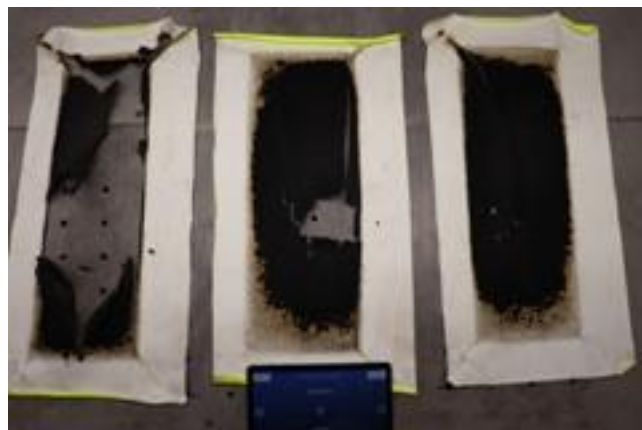


(b)

Figura 69 – Fotos dos corpos de prova 7, 8 e 9 - aplicação do arco 3.
a) Frente dos corpos de prova b) Verso dos corpos de prova



(a)

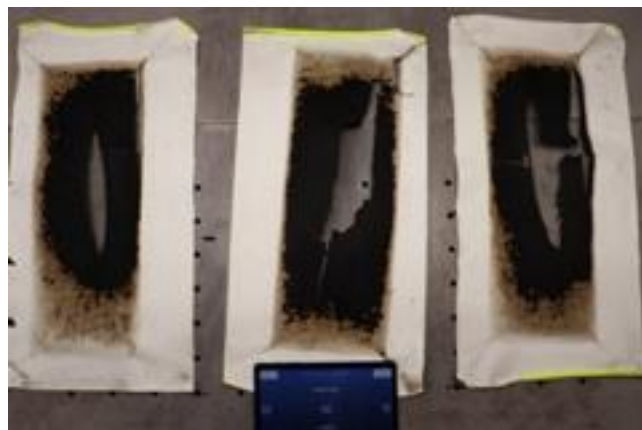


(b)

Figura 70 – Fotos dos corpos de prova 10, 11 e 12 - aplicação do arco 4.
a) Frente dos corpos de prova b) Verso dos corpos de prova



(a)

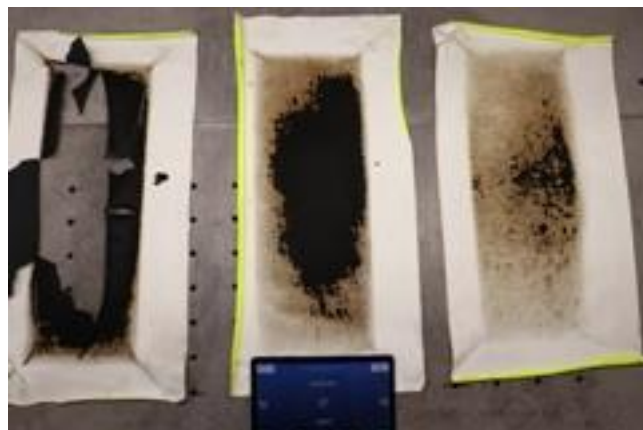


(b)

Figura 71 – Fotos do corpo de prova 13, 14 e 15 - aplicação do arco 5.
a) Frente do corpo de prova b) Verso do corpo de prova



(a)



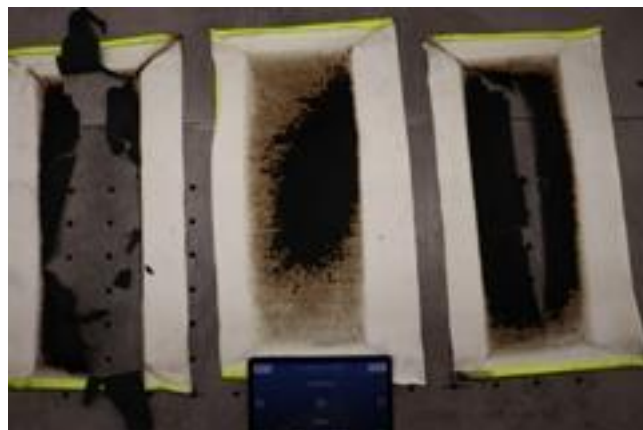
(b)

Figura 72 – Fotos do corpo de prova 16, 17 e 18 - aplicação do arco 6.

a) Frente do corpo de prova b) Verso do corpo de prova



(a)



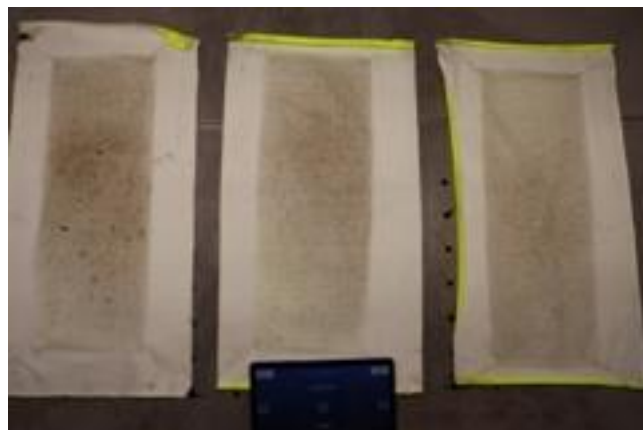
(b)

Figura 73 – Fotos do corpo de prova 19, 20 e 21 - aplicação do arco 7.

a) Frente do corpo de prova b) Verso do corpo de prova



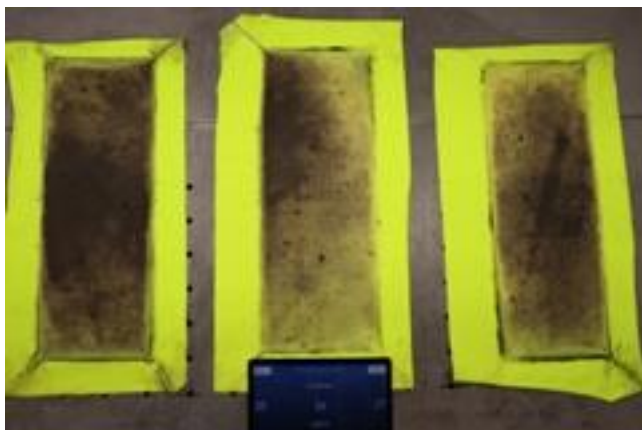
(a)



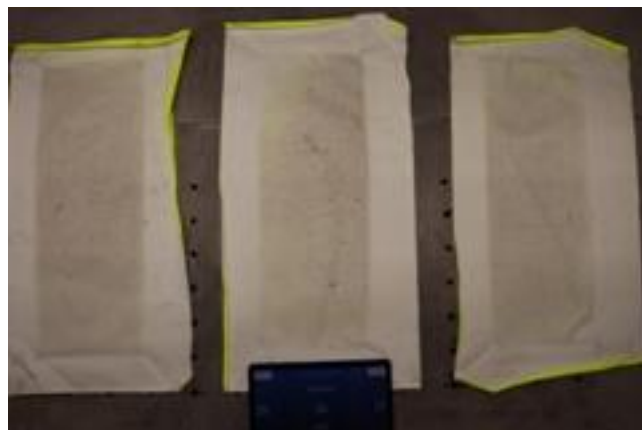
(b)

Figura 74 – Fotos dos corpos de prova 22, 23 e 24 - aplicação do arco 8.

a) Frente dos corpos de prova b) Verso dos corpos de prova



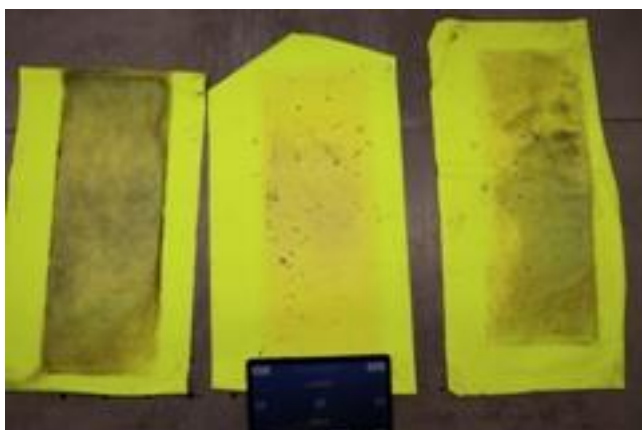
(a)



(b)

Figura 75 – Fotos dos corpos de prova 25, 26 e 27- aplicação do arco 9.

a) Frente dos corpos de prova b) Verso dos corpos de prova



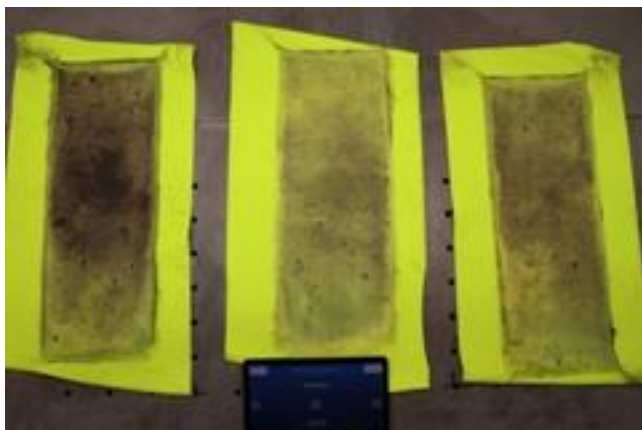
(a)



(b)

Figura 76 – Fotos dos corpos de prova 28, 29 e 30 - aplicação do arco 10.

a) Frente dos corpos de prova b) Verso dos corpos de prova



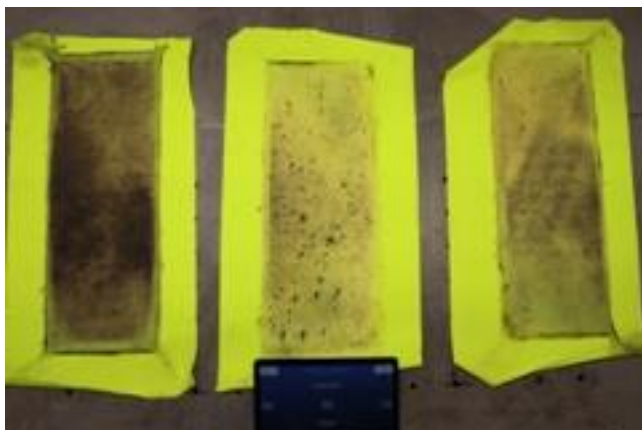
(a)



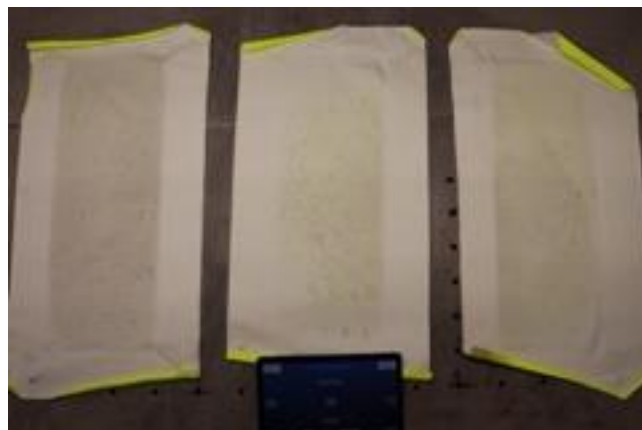
(b)

Figura 77 – Fotos dos corpos de prova 31, 32 e 33 - aplicação do arco 11.

a) Frente dos corpos de prova b) Verso dos corpos de prova



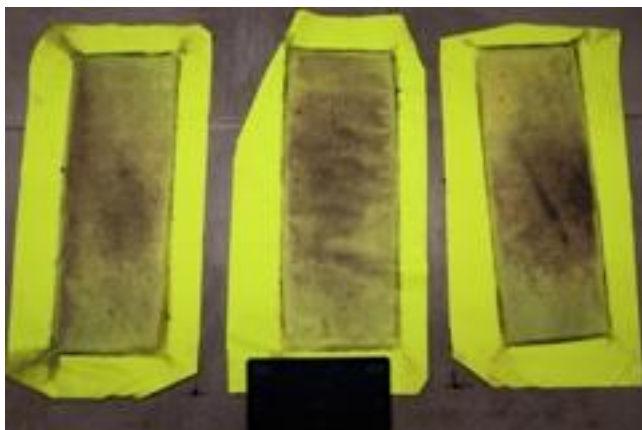
(a)



(b)

Figura 78 – Fotos do corpo de prova 34, 35 e 36 - aplicação do arco 12.

a) Frente do corpo de prova b) Verso do corpo de prova



(a)



(b)

Figura 79 – Fotos do corpo de prova 37, 38 e 39 - aplicação do arco 13.

a) Frente do corpo de prova b) Verso do corpo de prova

EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

- Transdutor de corrente (unidade de potência ou power unit); identificação IEE-USP: MT1127.
- Transformador de potencial indutivo; identificação IEE-USP: MT2321.
- Transformador de corrente; identificação IEE-USP: MT2467.
- Módulo de entrada tensão; identificação IEE-USP: MT2394.
- Módulo de entrada termopar; identificação IEE-USP: MT2525
- Módulo de entrada termopar; identificação IEE-USP: MT2526
- Módulo de entrada termopar; identificação IEE-USP: MT2527
- Trena; identificação IEE-USP: MT2468;
- Calibre de Ângulos; identificação IEE-USP: MT2737;
- Paquímetro; identificação IEE-USP: MT1289.



RESUMO

O ensaio foi realizado embasado na norma ASTM F1891-19 item 9. Lavagens das amostras do tecido foram realizadas no Senai CETIQT, conforme relatório de ensaio nº0440/25 em anexo.

O resultado do cálculo do *ATPV (Arc Thermal Performance Value) foi igual a 15 cal/cm² e o valor do **HAF foi igual a 85,05%, com intervalo de confiança 95% entre 82,69% e 87,41%.**

O resultado do cálculo do *EBT (Breakopen Threshold Energy) foi igual a 32 cal/cm².

Como o valor do ATPV é menor que o EBT, o (Arc Rating) AR indicado pela norma, segundo o item 3.1.3.1 e exemplos X4 é o menor deles, ou seja, 15 cal/cm² (ATPV). Este valor de “arc rating” atende ao item 9.3.4 da norma, ou seja, é maior que 5 cal/cm².

Não houve gotejamento nas exposições de pelo menos o valor do arc rating e de pelo menos o dobro do valor do arc rating, portanto o tecido atende aos itens 9.3.6 e 9.3.7.

* - valor apresentado segundo regras indicadas no item 13.1.3.1 da ASTM F 1959-22

A tabela a seguir condensada da NFPA 70E mostra a categoria de risco de acordo com a energia.

Adaptação da tabela 130.7(C) (15)(c) da NFPA 70E-2024, página 38

Categoria de risco	Energia (cal/cm ²)
1	Mínimo 4
2	Mínimo 8
3	Mínimo 25
4	Mínimo 40

A gramatura nominal fornecida pelo interessado é **350 g/m² (10,32 oz/yd²)**. A gramatura média determinada pós lavagem (AAD) a partir dos valores medidos foi: **378,9 g/m² ou 11,17 oz/yd²** (fator de abrangência k=2).

Foram apresentadas as fotos antes e depois da aplicação do arco elétrico bem como todas as formas de onda da corrente e da tensão referente ao arco elétrico.

* * * * *

PÁGINA DE AUTENTICAÇÃO

O IEE-USP garante a integridade e a autenticidade deste documento nos termos do Artigo 10, § 1º, da MP nº 2.200-2, de 24 de agosto de 2001. A Infraestrutura de Chaves Públicas Brasileira, designada mais comumente pela sigla ICP-Brasil, é um sistema nacional brasileiro de certificação digital.

Confira o documento original através de seu smartphone:



Confira através da internet:

Passo 1 - Acesse o site:

<https://assinarweb.com.br/iee-usp/verificar>

Passo 2 - Digite o login: 0431797

Passo 3 - Digite a senha: cFWm4MfK