



CONTROLE DE QUALIDADE NA CADEIA DE VALOR DE USINAS SOLARES FOTOVOLTAICAS DE GRANDE PORTE

Seminário de Troca de Conhecimentos - Geração Solar Fotovoltaica

LUCAS NASCIMENTO



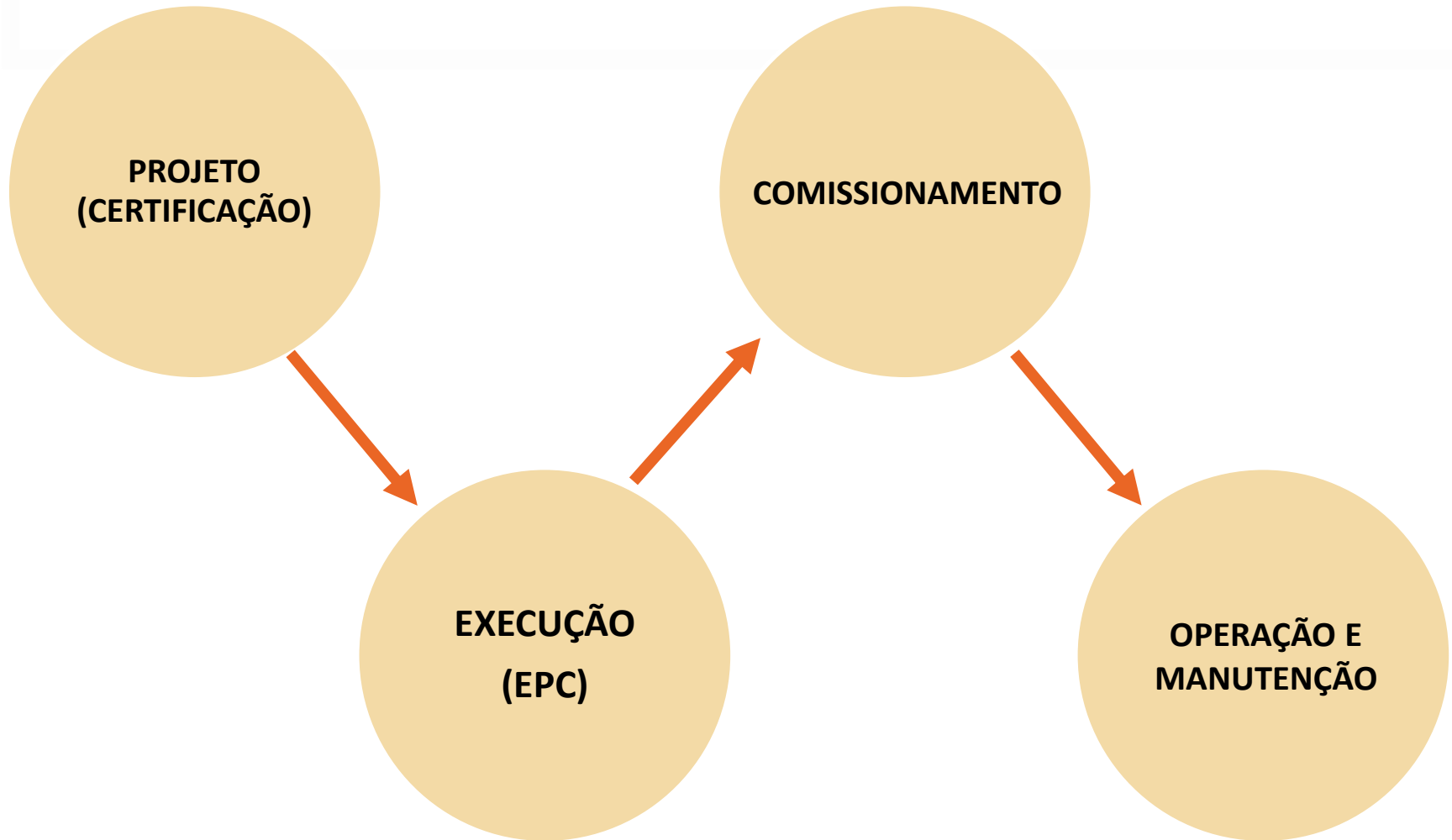
**UNIVERSIDADE FEDERAL
DE SANTA CATARINA**



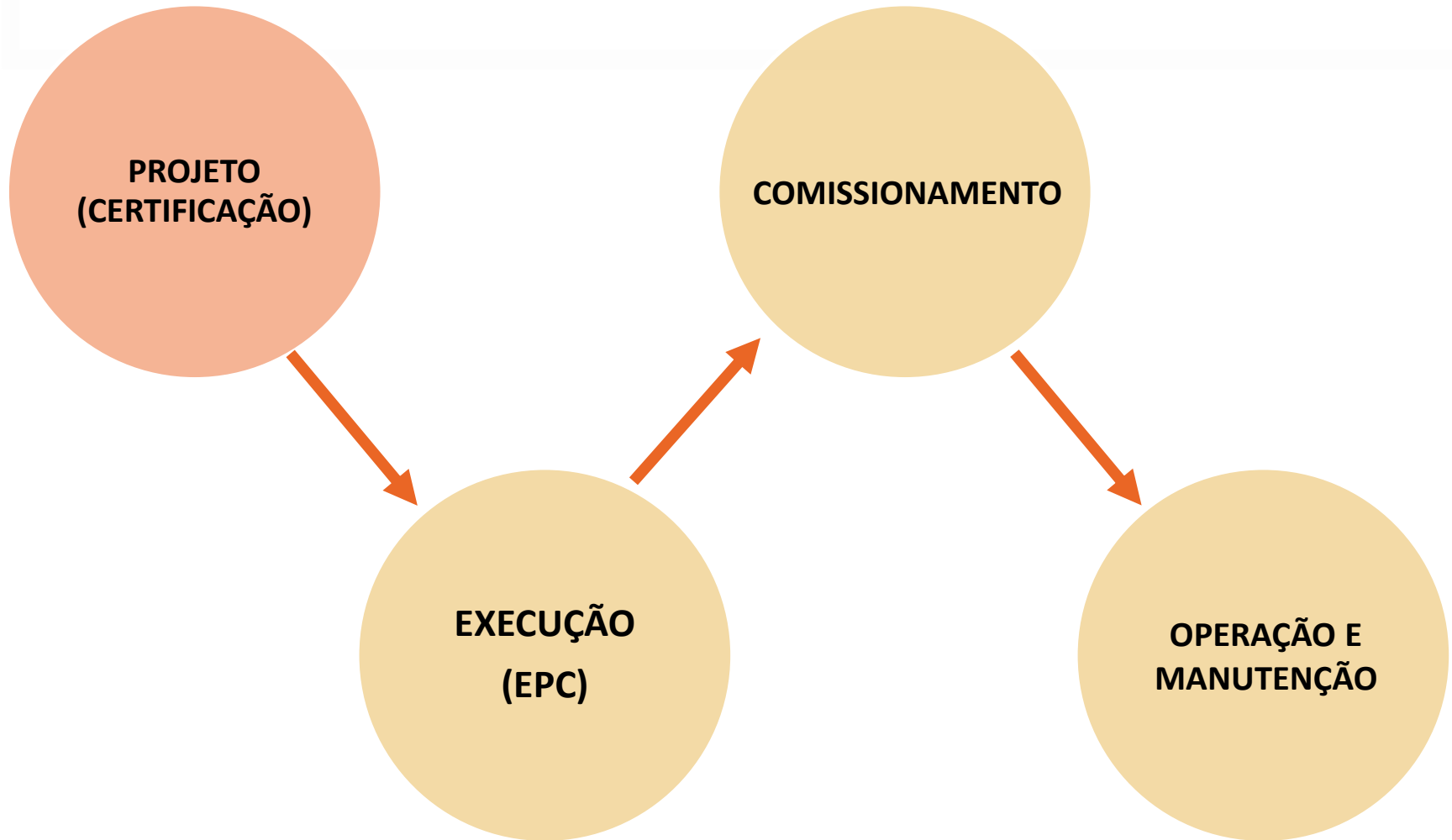
fotovoltaicaufsc



CONTROLE DE QUALIDADE NA CADEIA DE VALOR DE USINAS SOLARES FOTOVOLTAICAS DE GRANDE PORTE



CONTROLE DE QUALIDADE NA CADEIA DE VALOR DE USINAS SOLARES FOTOVOLTAICAS DE GRANDE PORTE



CERTIFICAÇÃO DE EMPREENDIMENTOS FOTOVOLTAICOS

ESTIMATIVA DE ENERGIA

Certificação Leilão de Energia

Due Diligence

	Irradiação Média [kWh/m ² .mês]
	Global
Janeiro	208
Fevereiro	185
Março	207
Abril	186
Maio	189
Junho	169
Julho	175
Agosto	199
Setembro	217
Outubro	226
Novembro	210
Dezembro	218
Anual	2390

Irradiação Média Mensal [kWh/m ²]	
	GHI
JAN	176
FEV	161
MAR	178
ABR	158
MAI	162
JUN	142
JUL	154
AGO	180
SET	193
OUT	209
NOV	200
DEZ	188
Total anual	2.102 <i>kWh/m².ano</i>

91 255 Produção bruta de energia [MWh]
81.6% Performance Ratio (PR)

≠ ~ 18%

ENERGIA 77.343 MWh/ano

PR 80,0%

CERTIFICAÇÃO DE EMPREENDIMENTOS FOTOVOLTAICOS

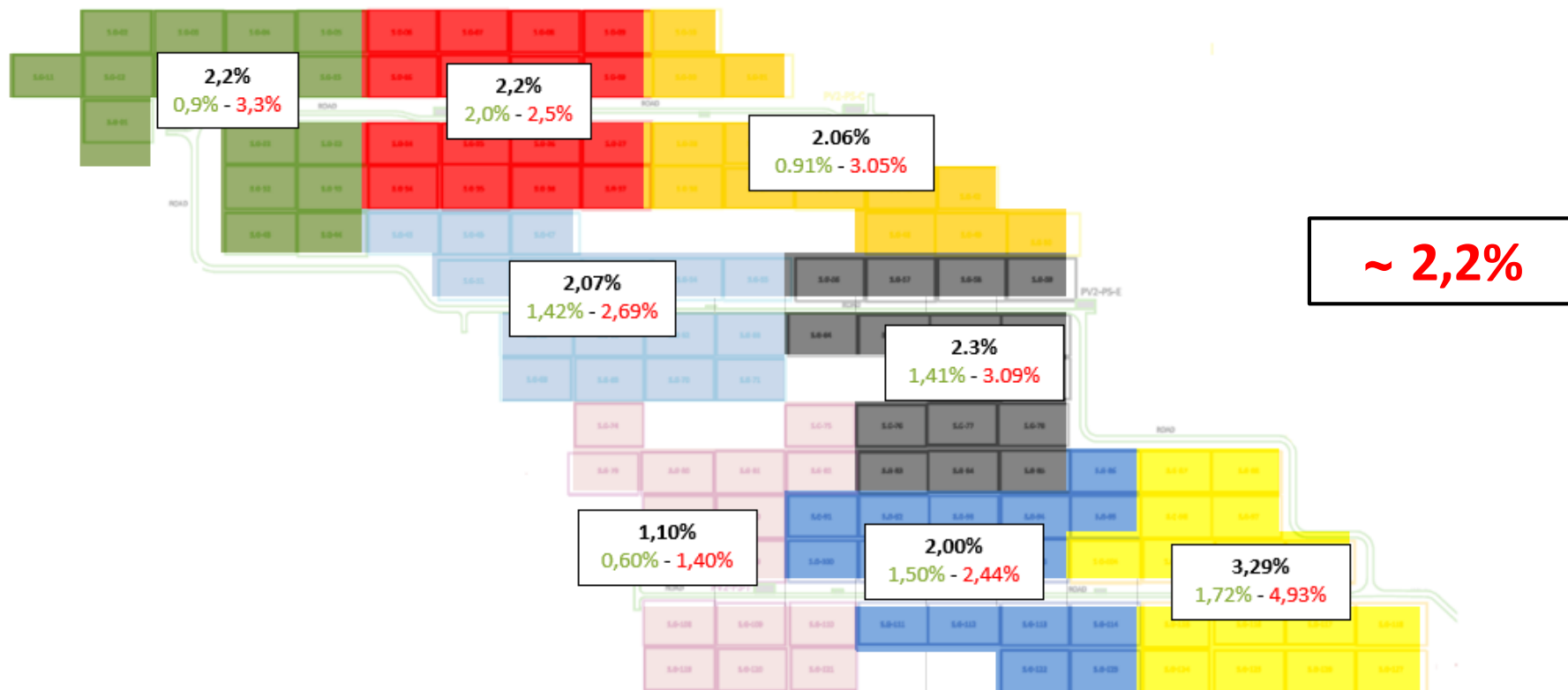
SOILING

Near Shading: irradiance loss (Linear)	-2.3%
IAM losses	-1.3%
Soiling losses	-1.3%
Low irradiance losses	-0.2%
Temperature losses	-9.1%
Module quality losses	0.4%
LID – Light Induced Degradation	-1.1%
Mismatch losses	-0.5%
DC wiring losses	-1.1%
Inverter losses during operation	-2.3%
Inverter losses over nominal inverter power	0.0%
Auxiliary losses	-0.4%
AC wiring losses	-1.0%
Transformer losses	-1.5%

Temperatura	9,8%
Sujeira	1,3%
Sombreamento	0,3%
Angulares e espectrais	2,1%
Degradação anual dos módulos ⁽¹⁾	2,1%
Mismatch	1%
Tolerância dos módulos	-0,8%
Ôhmicas na cablagem	1,3 %
Eficiência do inversor	1,3%
Controle de potência máxima (MPPT)	0,5%
Outras perdas consideradas	1%

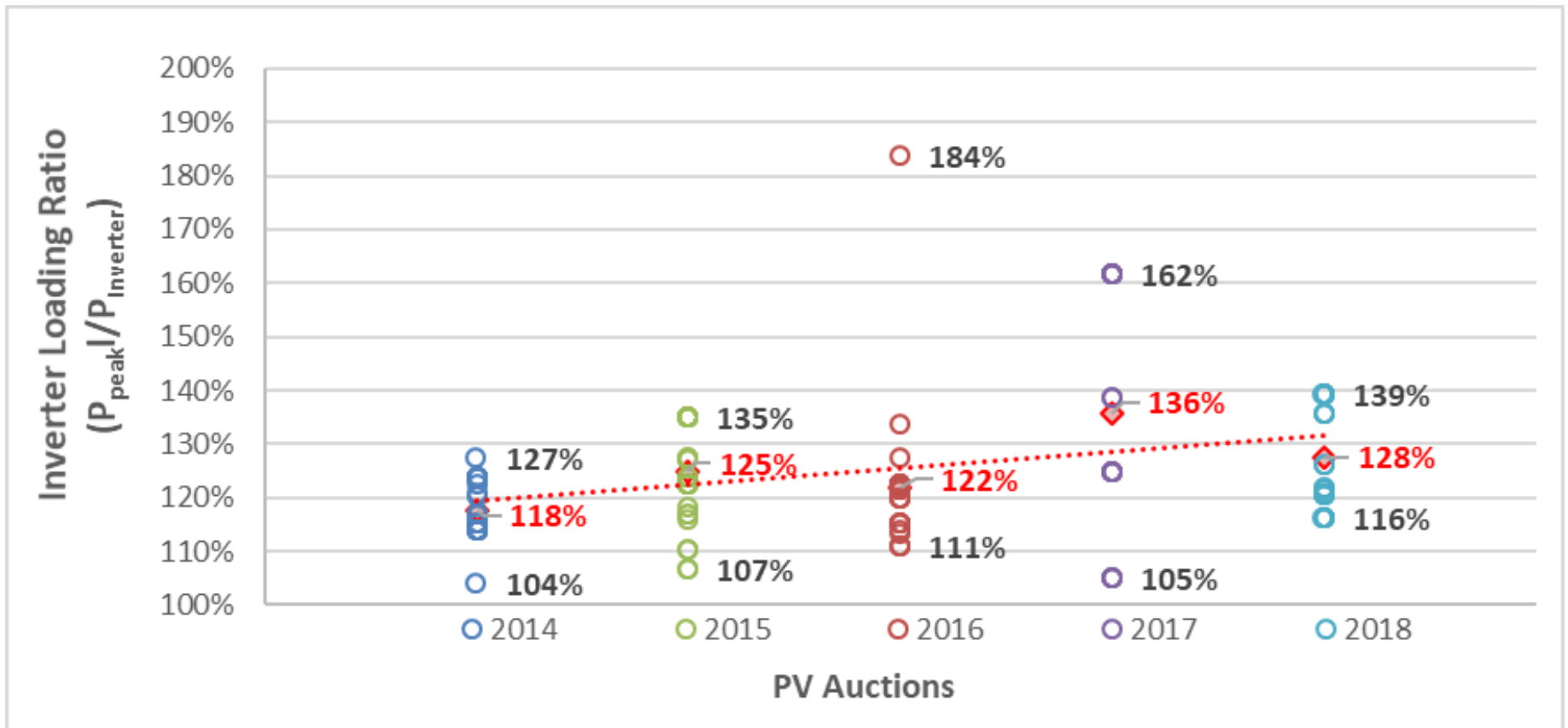
Perda de sombreamento de horizonte (%)	0.3
Perda de sombreamento perto (%)	4.4
Perdas angulares (%)	1.6
Sujeira (%)	1.0
Perda por irradiância baixa (%)	0.1
Perda de temperatura do módulo (%)	11.5
Perdas de sombreamento elétrico (%)	0.0
Perdas de qualidade dos módulos (%)	-0.5
Perdas por degradação ao longo do primeiro ano (%)	1.5
Perdas por mismatch (%)	0.8
Perdas ôhmicas nos cabos DC (%)	1.3
Perdas por eficiência no inversor (%)	2.1

Perdas elétricas causadas pelo acúmulo de sujeira sobre a superfície dos módulos FV



RESULTADOS MOSTRAM PERDAS ELÉTRICAS UM MÊS APÓS LIMPEZA MANUAL DA USINA

CARREGAMENTO DE INVERSORES ÚLTIMOS LEILÕES DE ENERGIA SOLAR FV



Carregamento Médio do Inversor 120-130%



Available online at www.sciencedirect.com

SCIENCE @ DIRECT®

Solar Energy 80 (2006) 32–45

SOLAR
ENERGY

www.elsevier.com/locate/solener

Inverter sizing of grid-connected photovoltaic systems in the light of local solar resource distribution characteristics and temperature

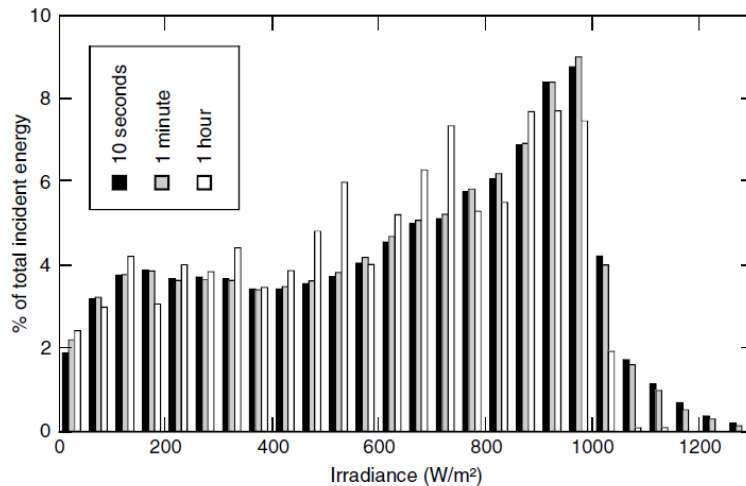
Bruno Burger ^{a,1}, Ricardo Rüther ^{b,*}

^a *Fraunhofer-Institute for Solar Energy Systems ISE, Department of Electrical Energy Systems, Heidenhofstr. 2, 79110 Freiburg, Germany*

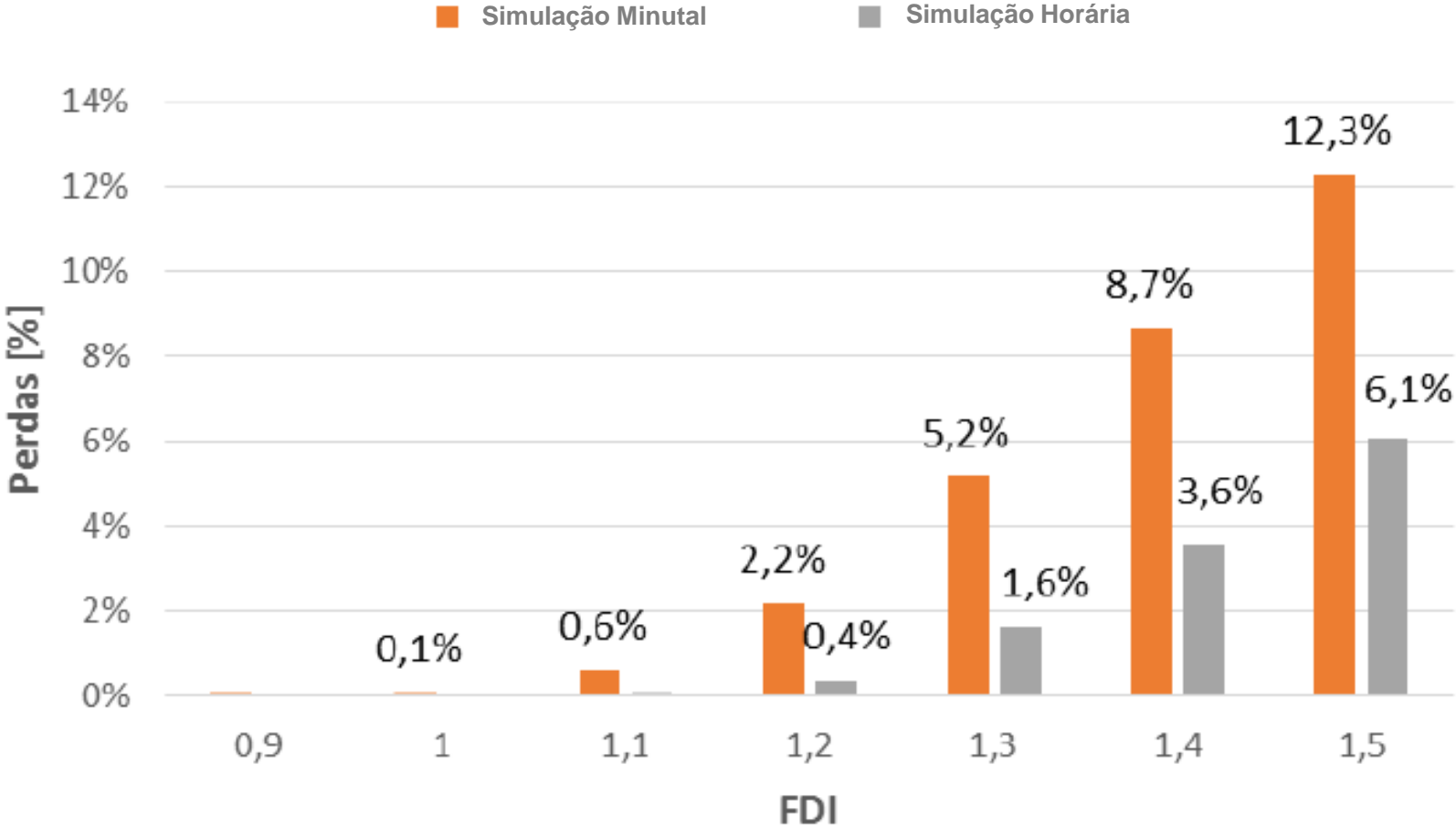
^b *LABSOLAR—Laboratório de Energia Solar, LabEEE—Laboratório de Eficiência Energética em Edificações, Universidade Federal de Santa Catarina/UFSC, Caixa Postal 476, Florianópolis—SC 88040-900, Brazil*

Received 20 December 2004; received in revised form 15 August 2005; accepted 18 August 2005

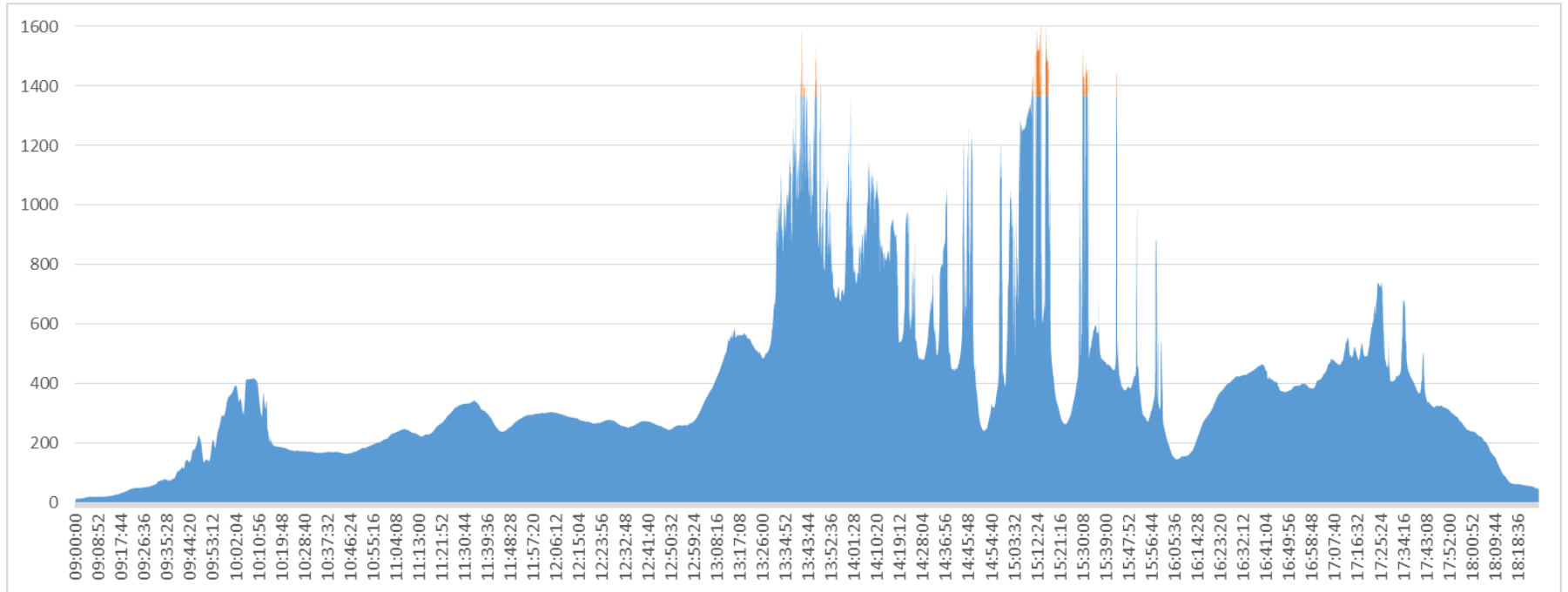
Available online 10 October 2005



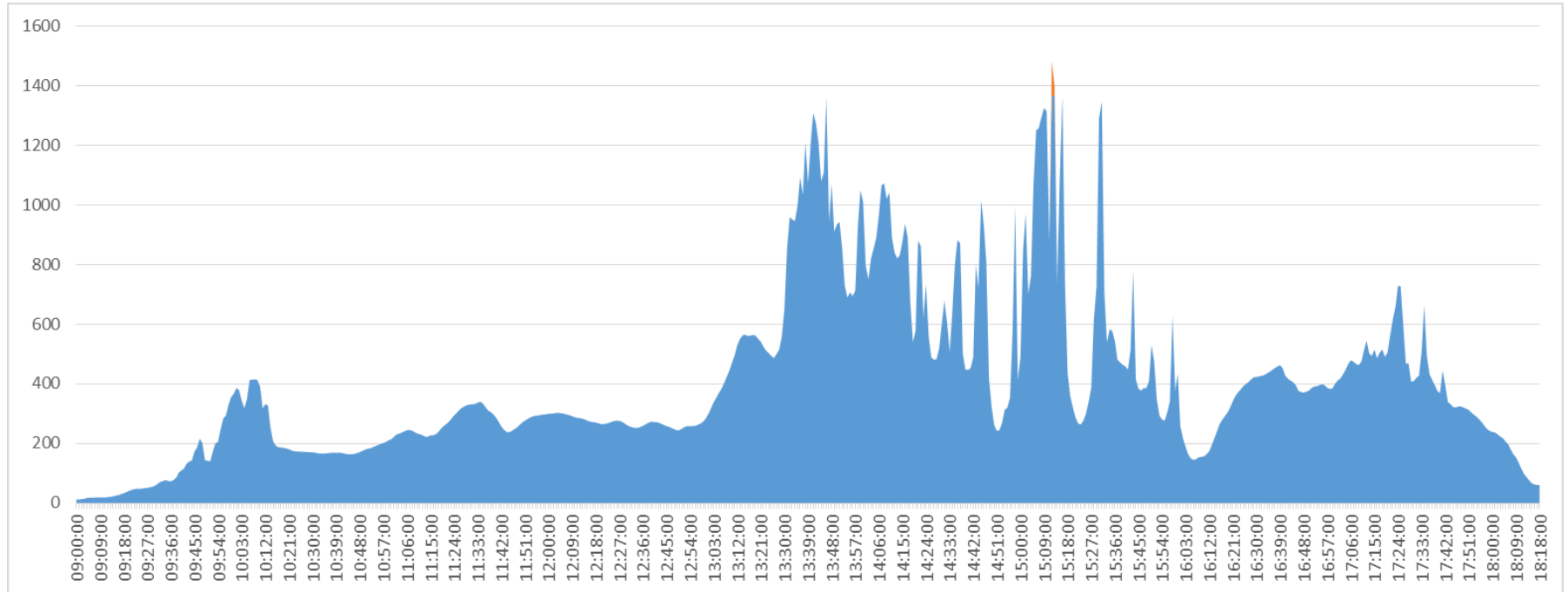
PERDAS DE SOBRECARGAMENTO DO INVERSOR



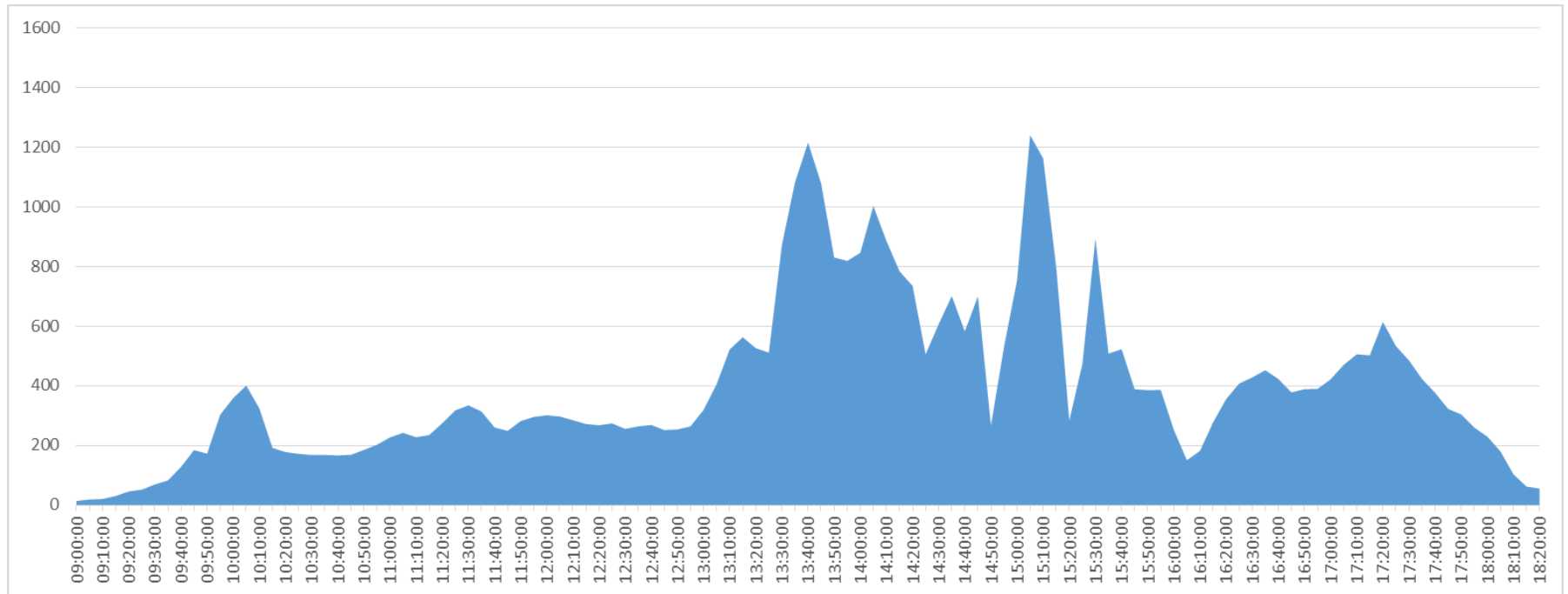
RESOLUÇÃO TEMPORAL DA IRRADIÂNCIA SOLAR TEMPO DE INTEGRAÇÃO (1 SEG)



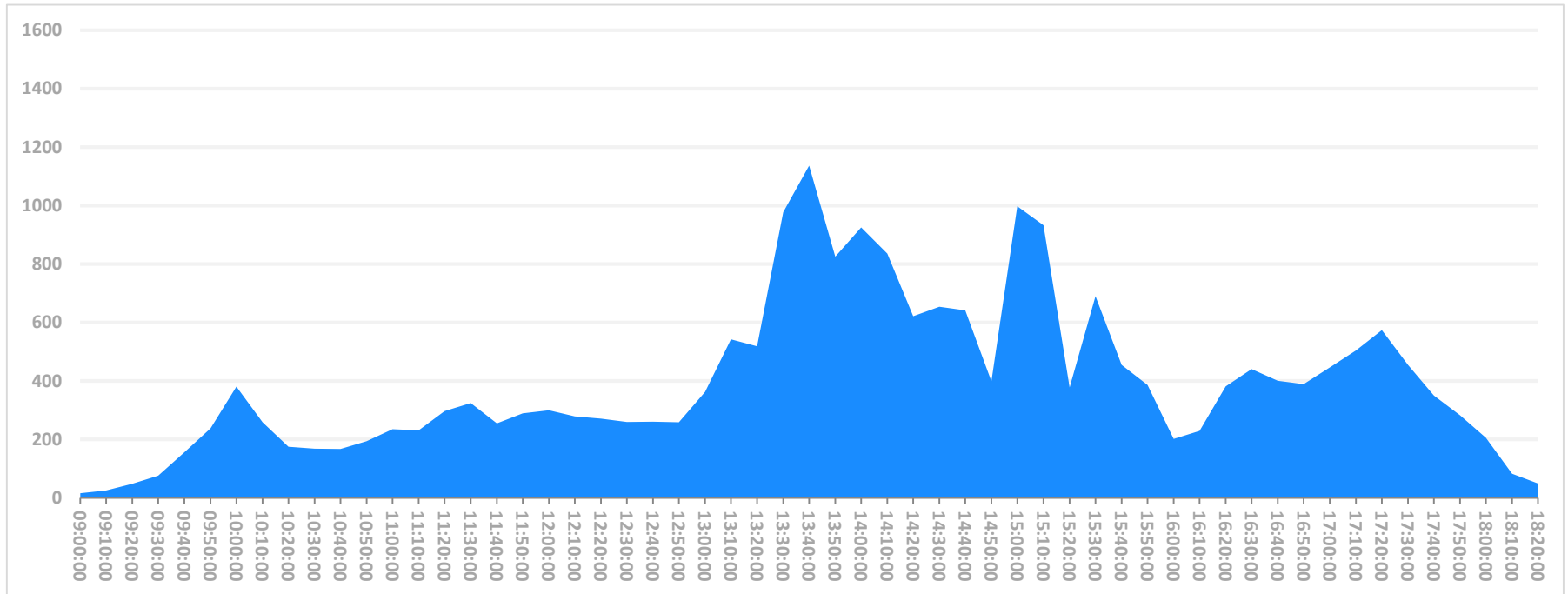
RESOLUÇÃO TEMPORAL DA IRRADIÂNCIA SOLAR TEMPO DE INTEGRAÇÃO (1 MIN)



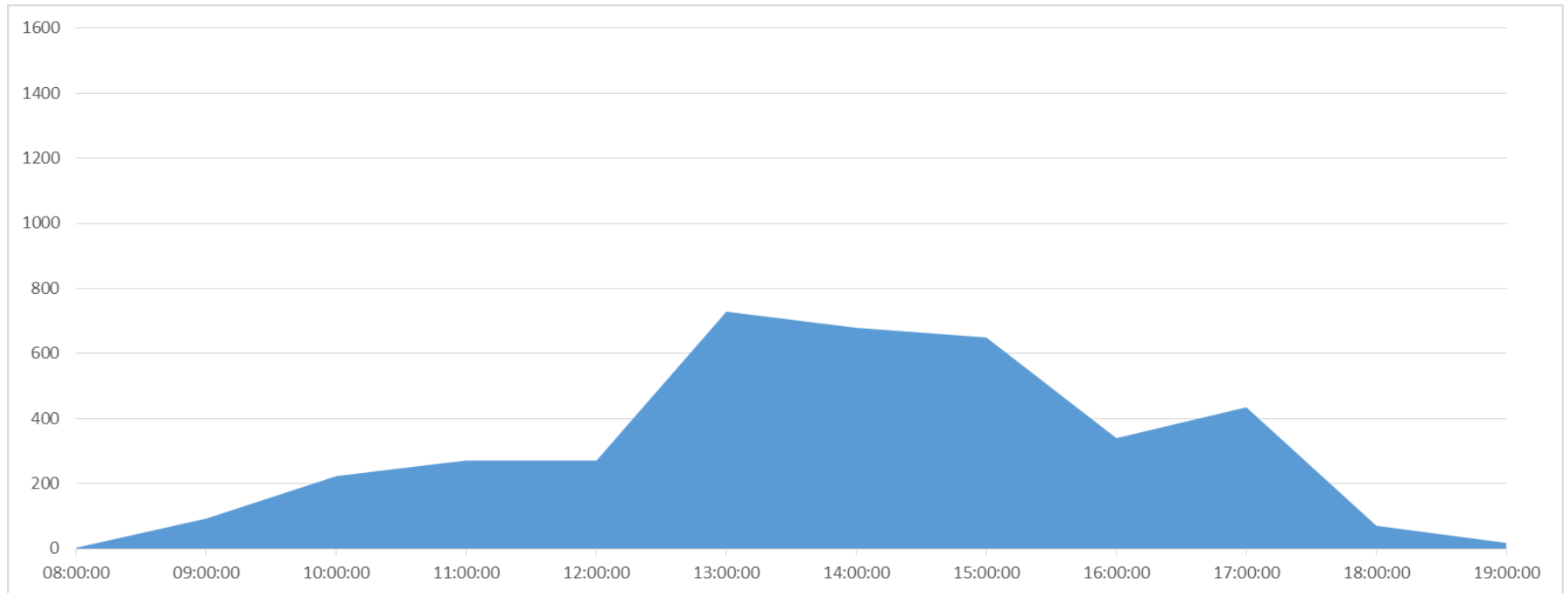
RESOLUÇÃO TEMPORAL DA IRRADIÂNCIA SOLAR TEMPO DE INTEGRAÇÃO (5 MIN)



RESOLUÇÃO TEMPORAL DA IRRADIÂNCIA SOLAR TEMPO DE INTEGRAÇÃO (10 MIN)



RESOLUÇÃO TEMPORAL DA IRRADIÂNCIA SOLAR TEMPO DE INTEGRAÇÃO (1 HORA)



RESOLUÇÃO TEMPORAL DA IRRADIÂNCIA SOLAR

REQUISITOS EPE



GOVERNO FEDERAL
MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
MME/SPE

Ministério de Minas e Energia
Ministro

Carlos Eduardo de Souza Braga

Secretário Executivo

Márcio Pereira Zimmermann

Secretário de Planejamento e

Desenvolvimento Energético

Albino Ventura Filho

Secretário de Energia Elétrica

Ildo Wilson Grütner

Secretário de Petróleo, Gás Natural e

Combustíveis Renováveis

Marcos Antônio Martins Almeida

Secretário de Geologia, Mineração e

Transformação Mineral

Carlos Nogueira da Costa Júnior



Empresa de Pesquisa Energética

Empresa pública, vinculada ao Ministério de Minas e Energia, instituída nos termos da Lei nº 10.847, de 23 de março de 2004, a EPE tem por finalidade prestar serviços na área de estudos e pesquisas destinadas a subsidiar o planejamento do setor energético, tais como energia elétrica, petróleo e gás natural e seus derivados, carvão mineral, fontes energéticas renováveis e eficiência energética, dentre outras.

Presidente

Maurício Tomim Tolmasquim

Diretor de Estudos Econômico-Energéticos e Ambientais

Amílcar Gonçalves Guerreiro

Diretor de Estudos de Energia Elétrica

José Carlos de Miranda Farias

Diretor de Estudos de Petróleo, Gás e Biocombustível

Maurício Tomim Tolmasquim (interino)

Diretor de Gestão Corporativa

Álvaro Henrique Mattos Pereira

URL: <http://www.epe.gov.br>

Sede

SCN, Qd. 01, Bl. C, nº 85, Sl. 1712/1714
70711-902 - Brasília - DF

Escritório Central

Av. Rio Branco, 01 - 11º Andar
20090-003 - Rio de Janeiro - RJ

EXPANSÃO DA GERAÇÃO

EMPREENDIMENTOS FOTOVOLTAICOS

*Instruções para Solicitação de
Cadastramento e Habilitação
Técnica com vistas à
participação nos
Leilões de Energia Elétrica*

Coordenação Geral

Maurício Tomim Tolmasquim
José Carlos de Miranda Farias

Coordenação Executiva

Paulo Roberto Amaro

Equipe Técnica

DEE- SE/SGE/SSE

DEA/SMA

PR/PC

Nº EPE-DEE-RE-065/2013-r2

Data: 13 de março de 2015

5.9.1.3 Requisitos de medições

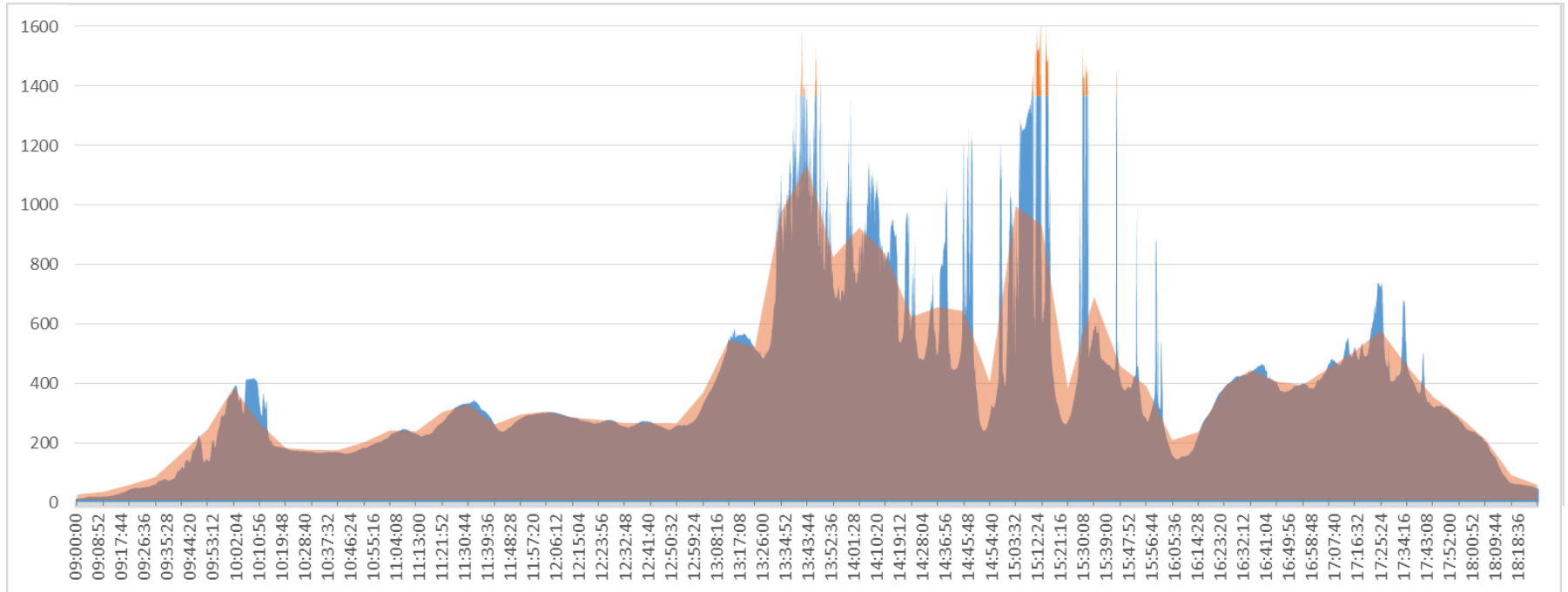
A certificação da campanha de medições solarimétricas no sítio do empreendimento, deverá atender aos seguintes itens, sob pena de inabilitação técnica:

- As medições da irradiação solar deverão ser realizadas, em pelo menos uma estação solarimétrica, dentro de um raio máximo de até 10 km do local do empreendimento;
- Deverão ser medidas as seguintes grandezas: Irradiação Global Horizontal, dados de temperatura, da umidade relativa do ar e velocidade do vento;
- A Irradiação Global Horizontal deverá ser medida através de piranômetros de primeira classe ("First Class", ISO 9060:1990) ou superior, devendo ser prevista pelo menos uma redundância;

Observa-se que os requisitos estabelecidos neste documento referem-se à uma configuração mínima exigida para a estação solarimétrica. Além destes, poderão ser instalados equipamentos complementares, tais como, célula ou módulo fotovoltaico de referência (equivalente a dos módulos da usina, no mesmo plano inclinado), piranômetro orientado conforme plano inclinado dos módulos ou outros instrumentos de medição da irradiação.

- A frequência de medição deverá ser a cada segundo e os dados integralizados a cada dez minutos;
- A campanha de medições deverá ter período não inferior a 12 (doze) meses consecutivos;
- O índice de perda de dados deverá ser inferior a 10% (dez por cento) e o período contínuo de ausência de medições não poderá superar 15 (quinze) dias;

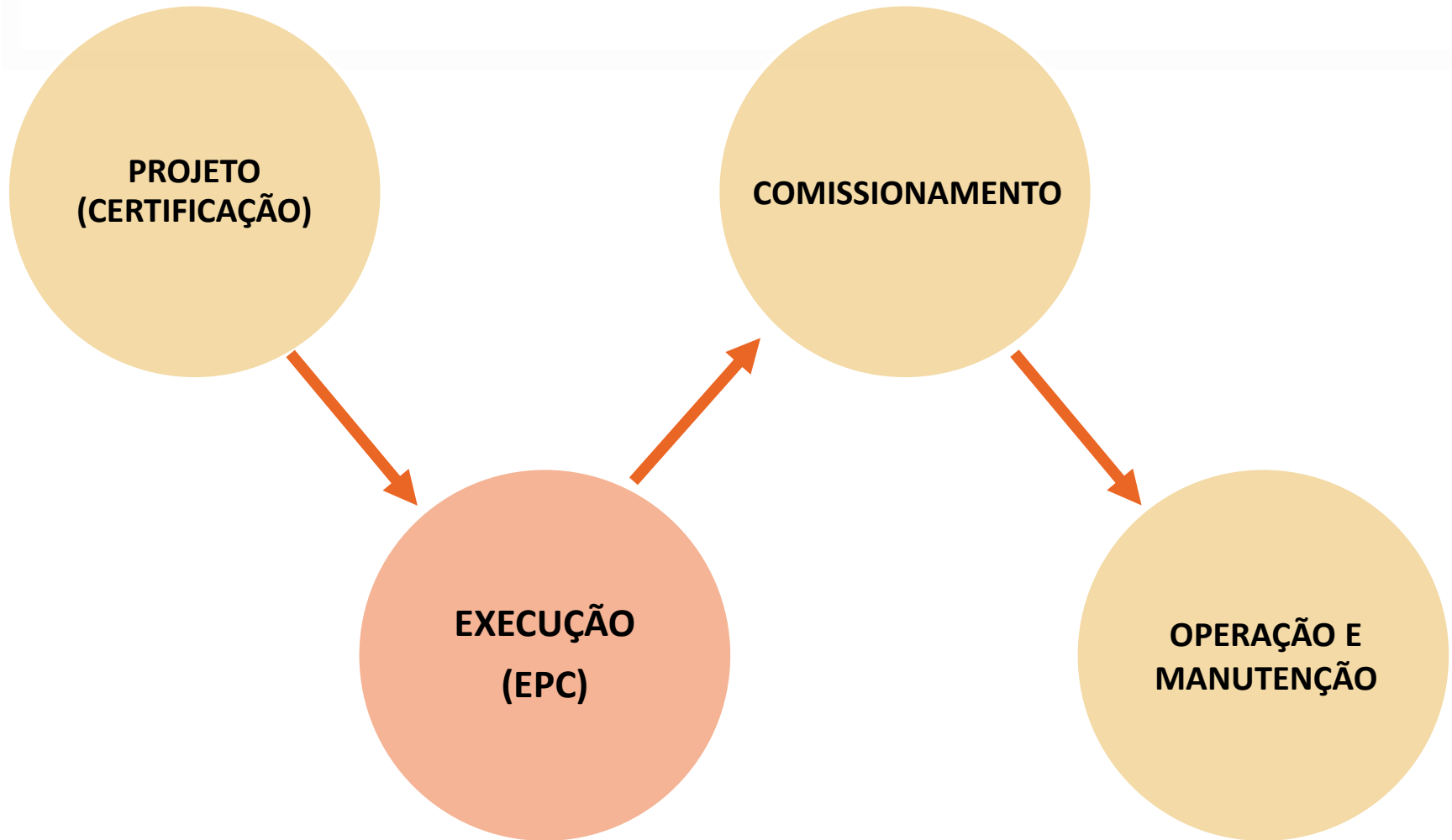
RESOLUÇÃO TEMPORAL DA IRRADIÂNCIA SOLAR TEMPO DE INTEGRAÇÃO (1 SEG VS 10 MIN)



Tempo de integração de **um minuto** é sugerido como ótima resolução sem necessidade adicional de aumento computacional



CONTROLE DE QUALIDADE NA CADEIA DE VALOR DE USINAS SOLARES FOTOVOLTAICAS DE GRANDE PORTE



CUIDADOS NO ACONDICIONAMENTO DE MÓDULOS FV



LANÇAMENTO DE CONDUTORES

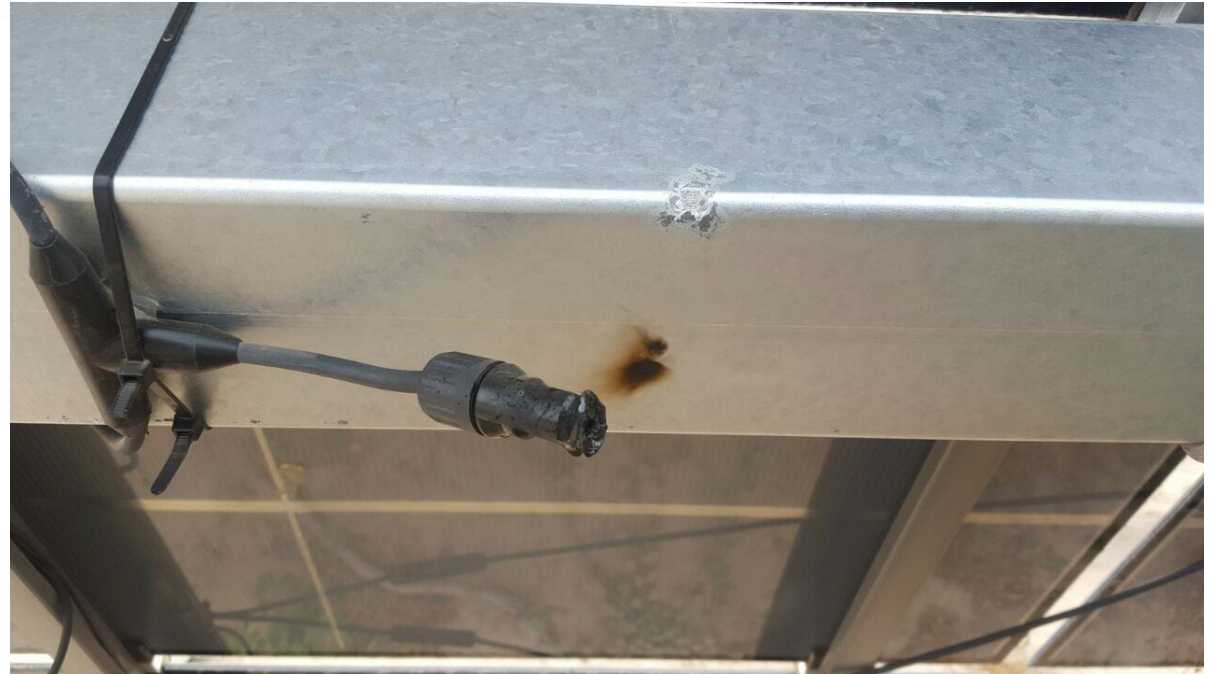


RASTREAMENTO?

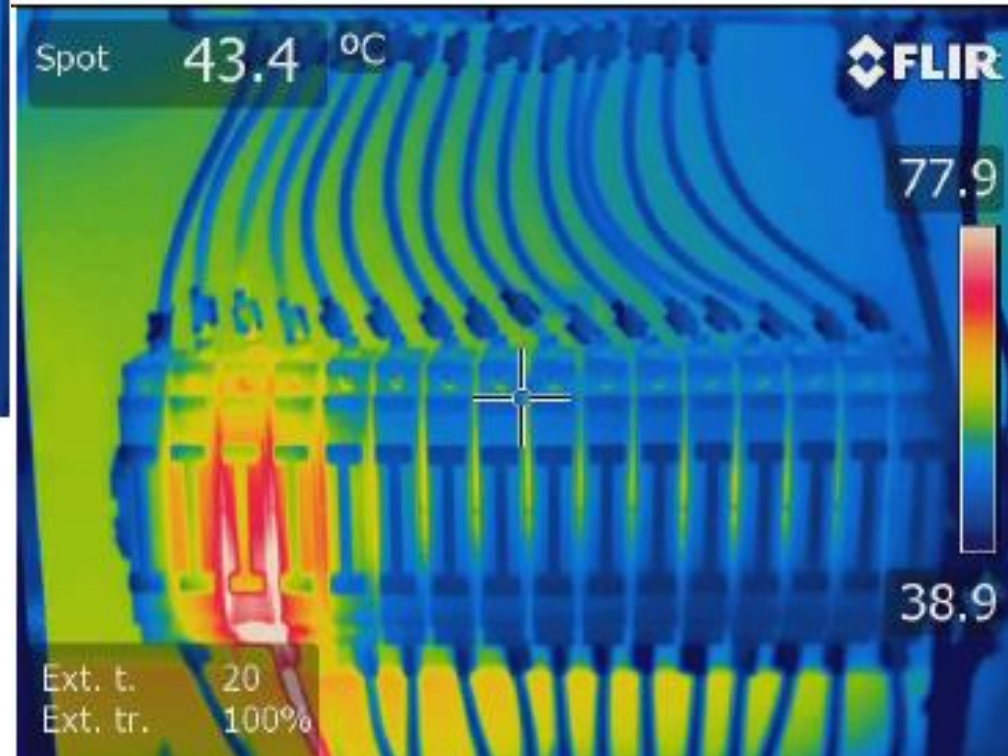
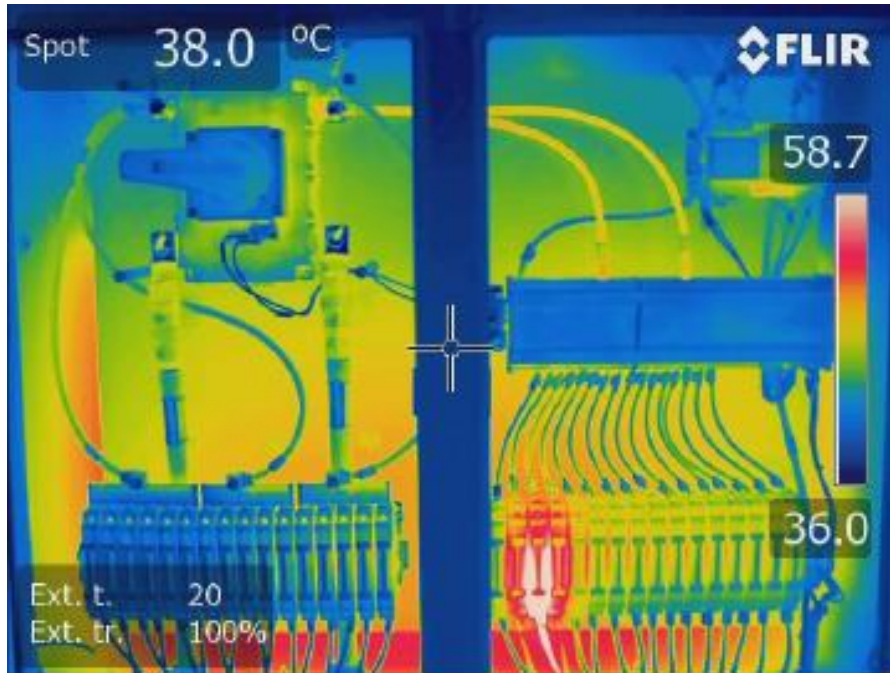




CRIMPAGEM INADEQUADA DE CONECTORES ARCO ELÉTRICO



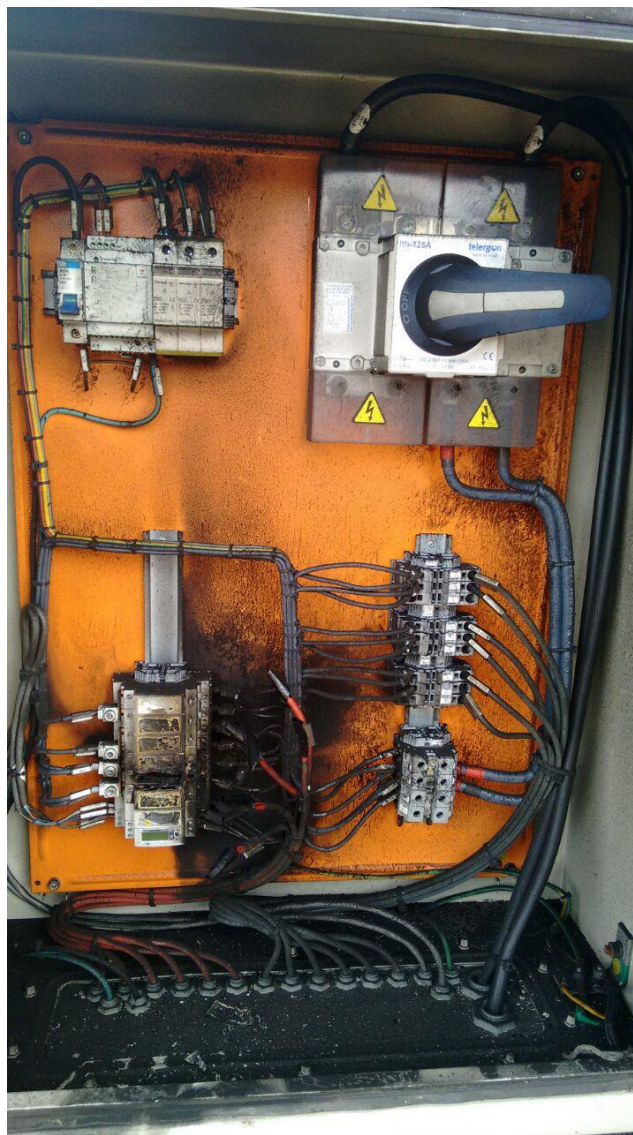
MAU CONTATO CIRCUITOS C.C.



MAU CONTATO CIRCUITOS C.C.



MAU CONTATO CIRCUITOS C.C.



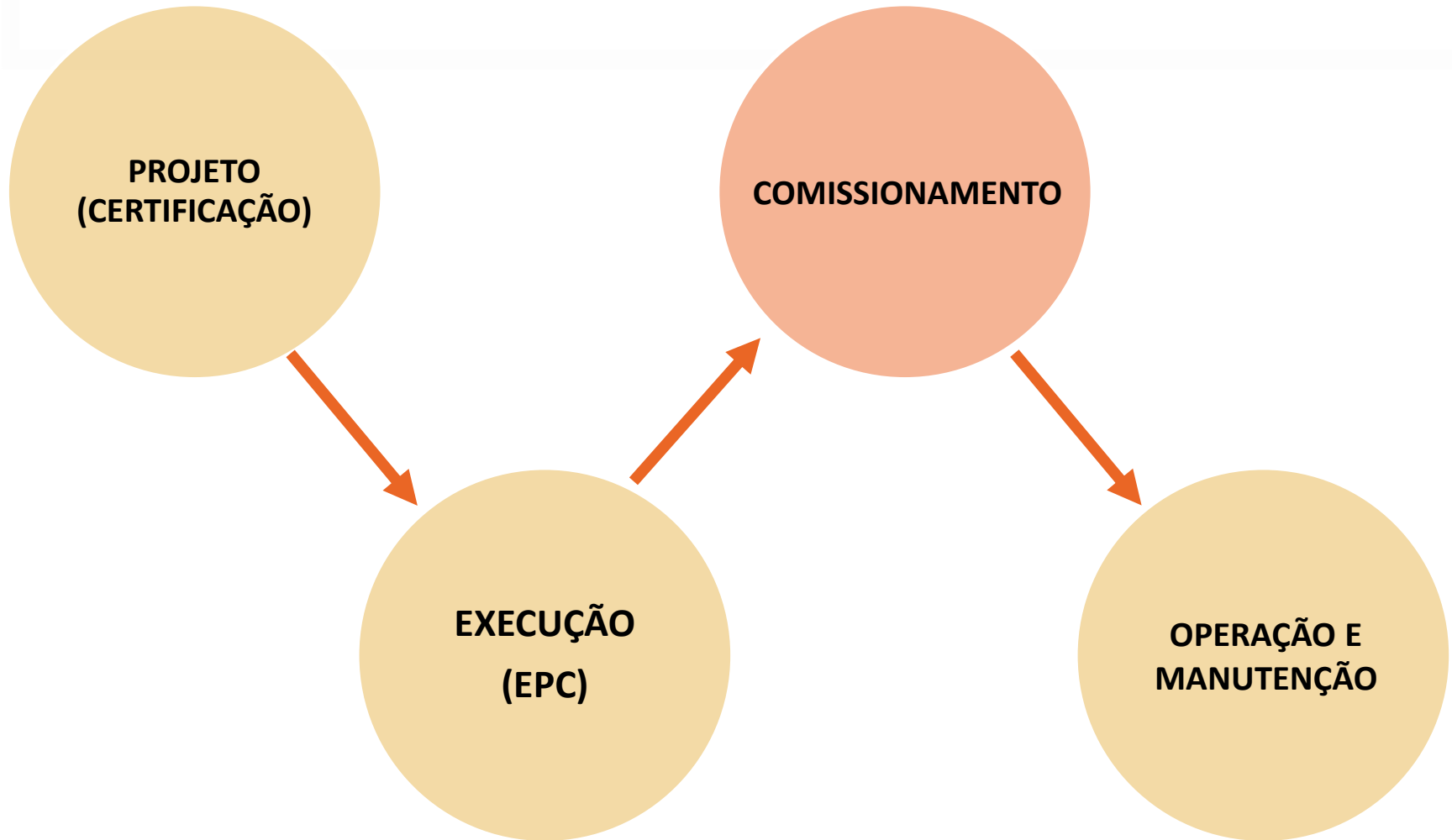


INCÊNDIO EM INSTALAÇÕES FOTOVOLTAICAS





CONTROLE DE QUALIDADE NA CADEIA DE VALOR DE USINAS SOLARES FOTOVOLTAICAS DE GRANDE PORTE





Testes de Categoria I

- Equipotencialidade
- Tensão
- Polaridade
- Tensão ao terra
- Isolação
- Corrente operacional

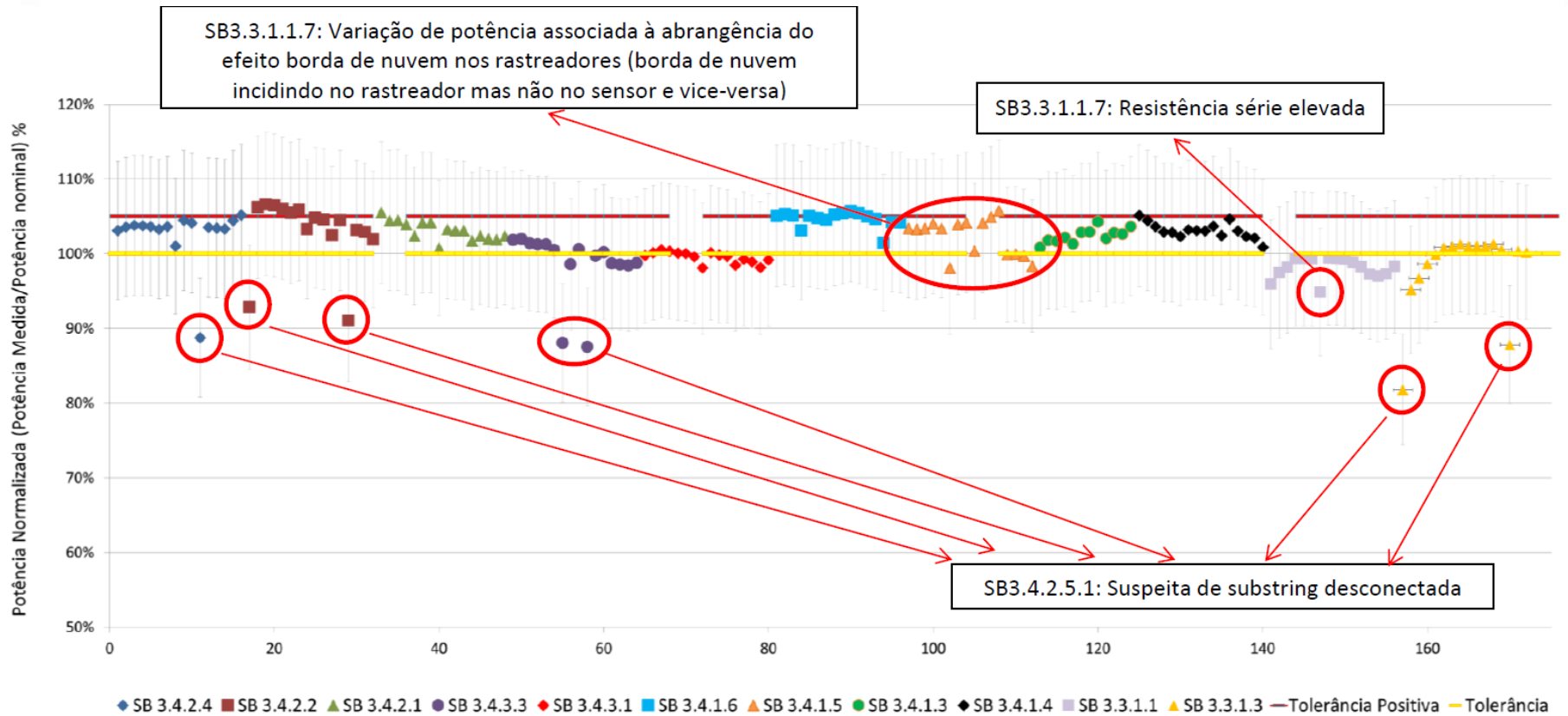
Testes de Categoria II

- Curva IxV
- Termografia

CAMPANHA DE MEDIÇÃO CURVA IXV



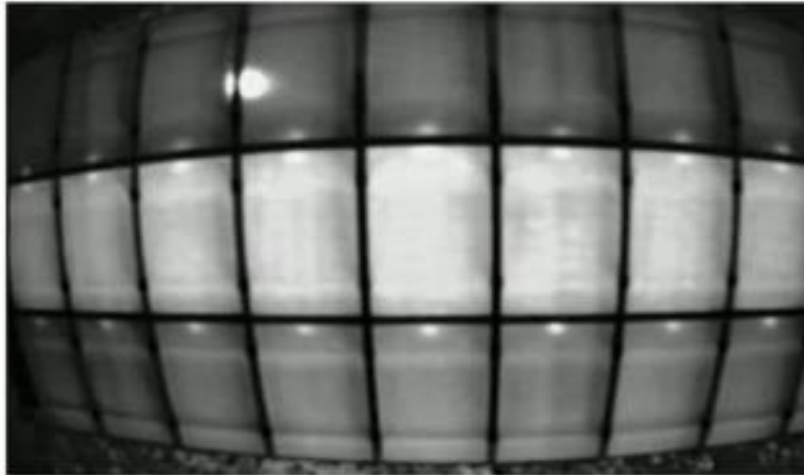
CAMPANHA DE MEDIÇÃO CURVA IXV



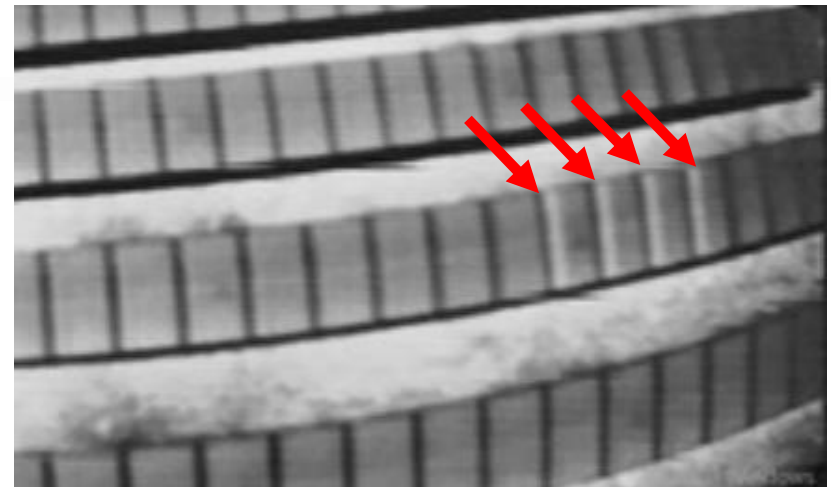
TERMOGRAFIA AÉREA



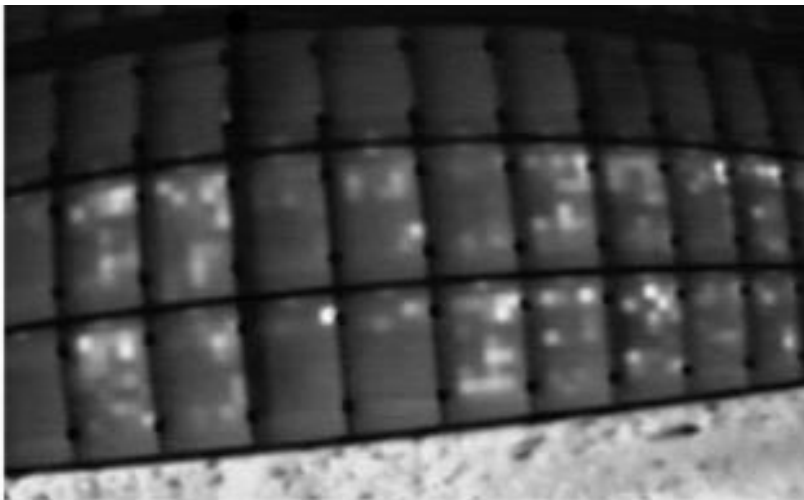
String desconectada



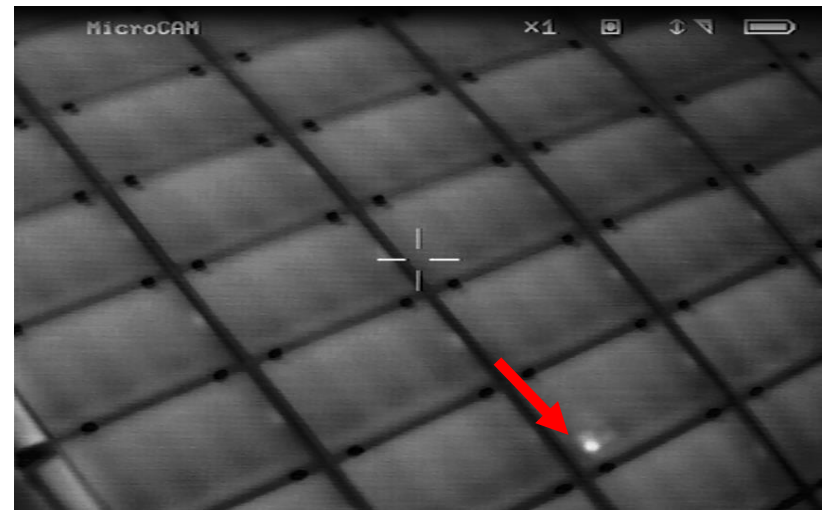
Diodos de bypass em condução



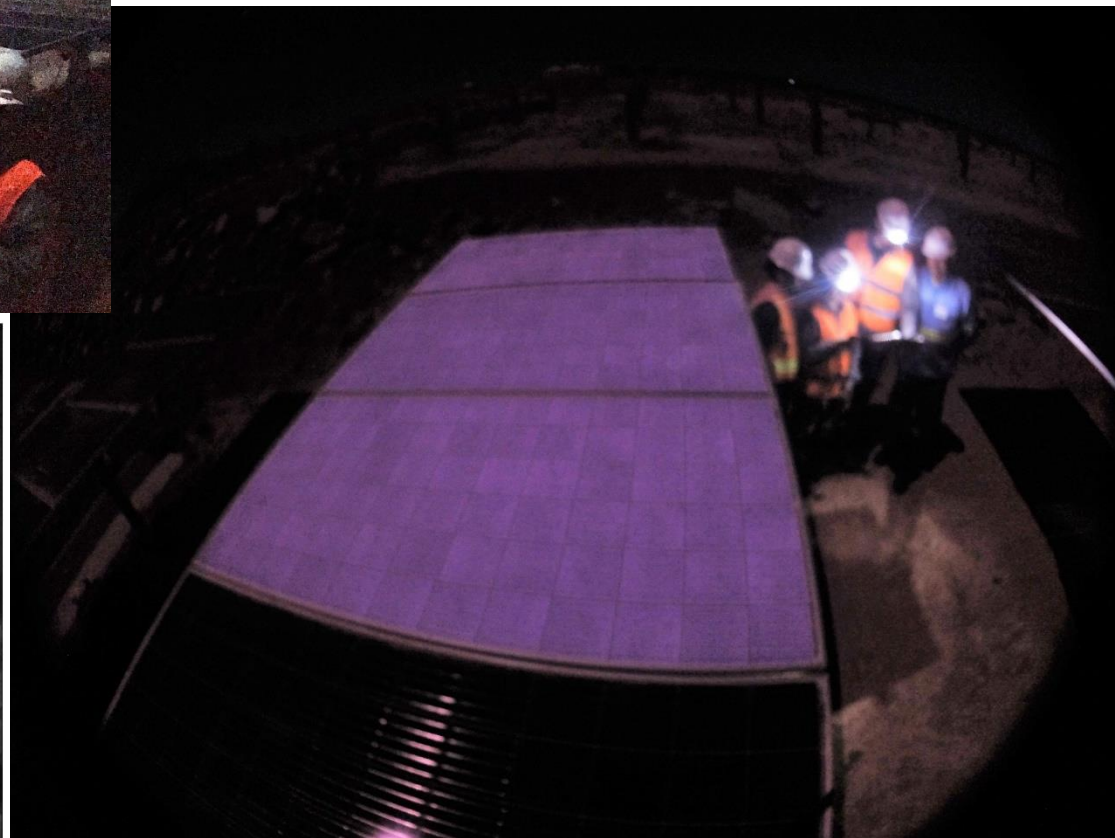
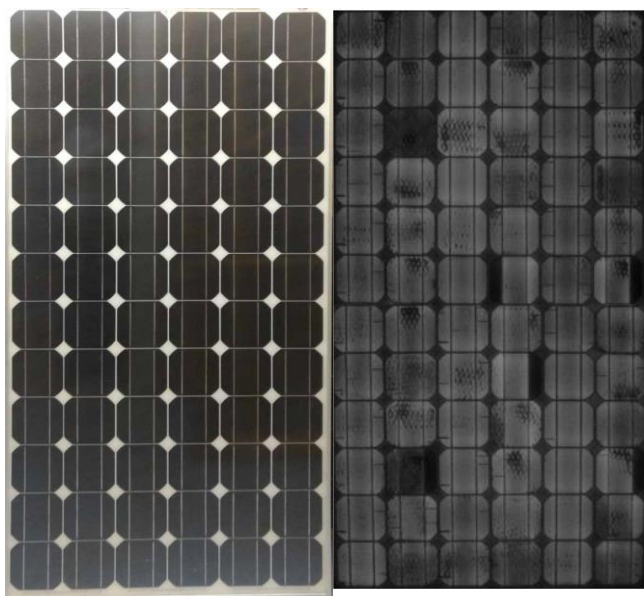
String em curto-circuito



Ponto quente



ELETROLUMINESCÊNCIA EM CAMPO





A EXPERIÊNCIA DO DEUTSCHE BANK NO FINANCIAMENTO DE USINAS DE GRANDE PARTE – EM 2014

Deutsche Bank
German Corporates



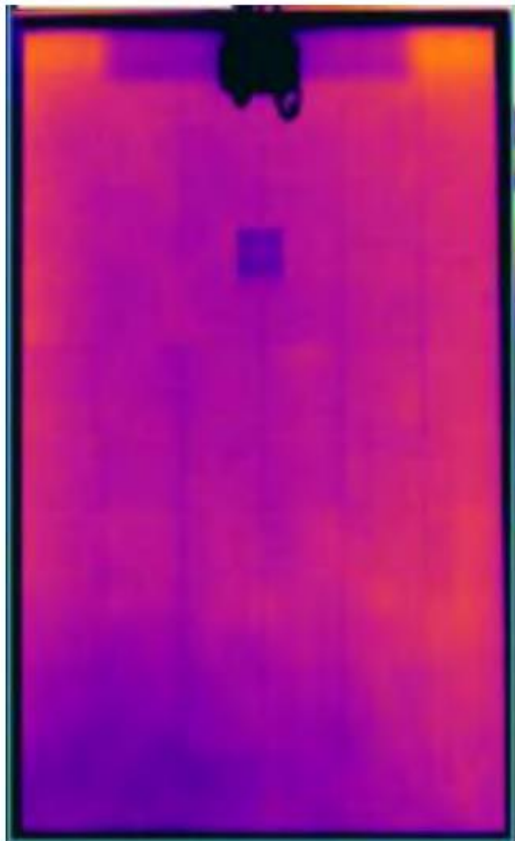
Financing of PV Systems The Lenders and the Investors Point of View

BiFi Workshop, Felix Holz
Chambery **May 2014**

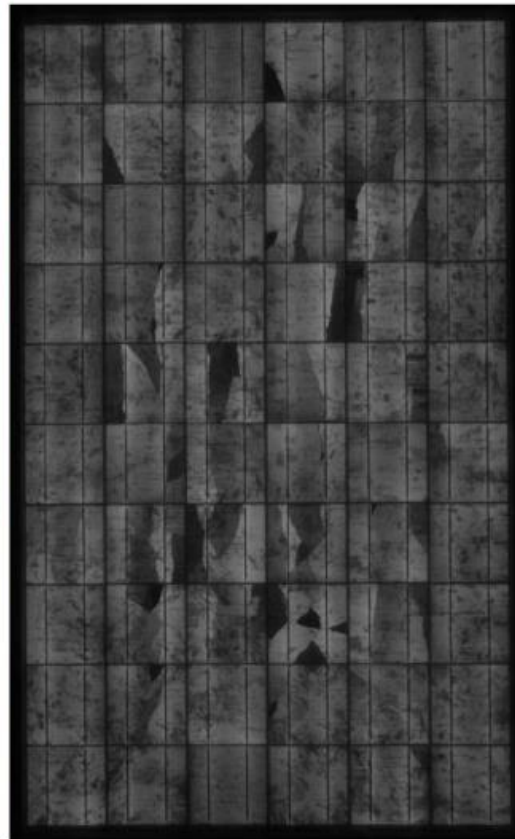
Passion to Perform

A EXPERIÊNCIA DO DEUTSCHE BANK NO FINANCIAMENTO DE USINAS DE GRANDE PARTE – EM 2014

Experiences from field installations: IR is not enough!



„No major defects to report for this module“



38 (of 60) cells show abnormalities!

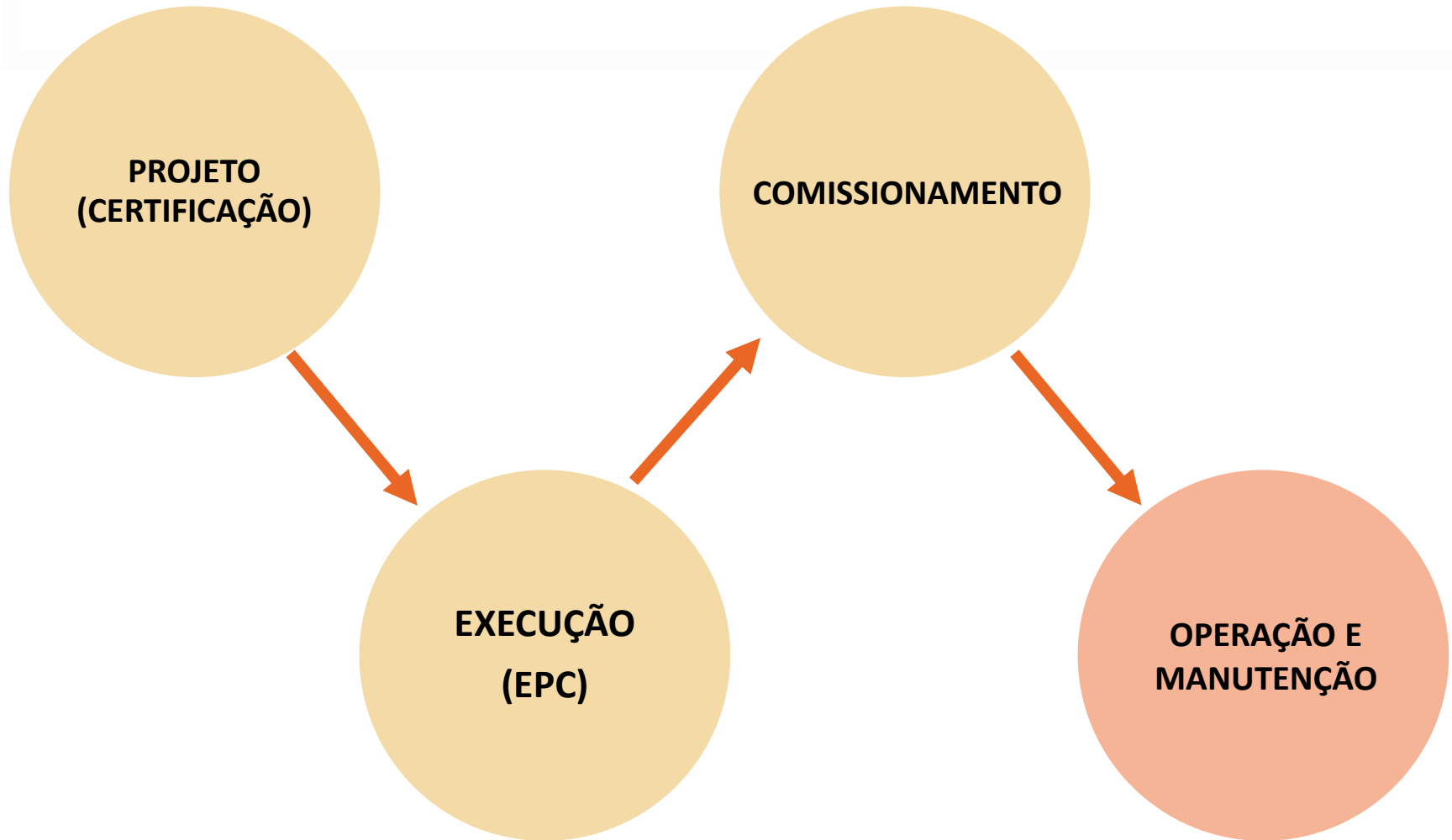
But:

Rated Power:	220 W
Tested Power:	206 W
Deviation:	-6.5%

→ Rejection impossible if not somehow agreed in supply contract



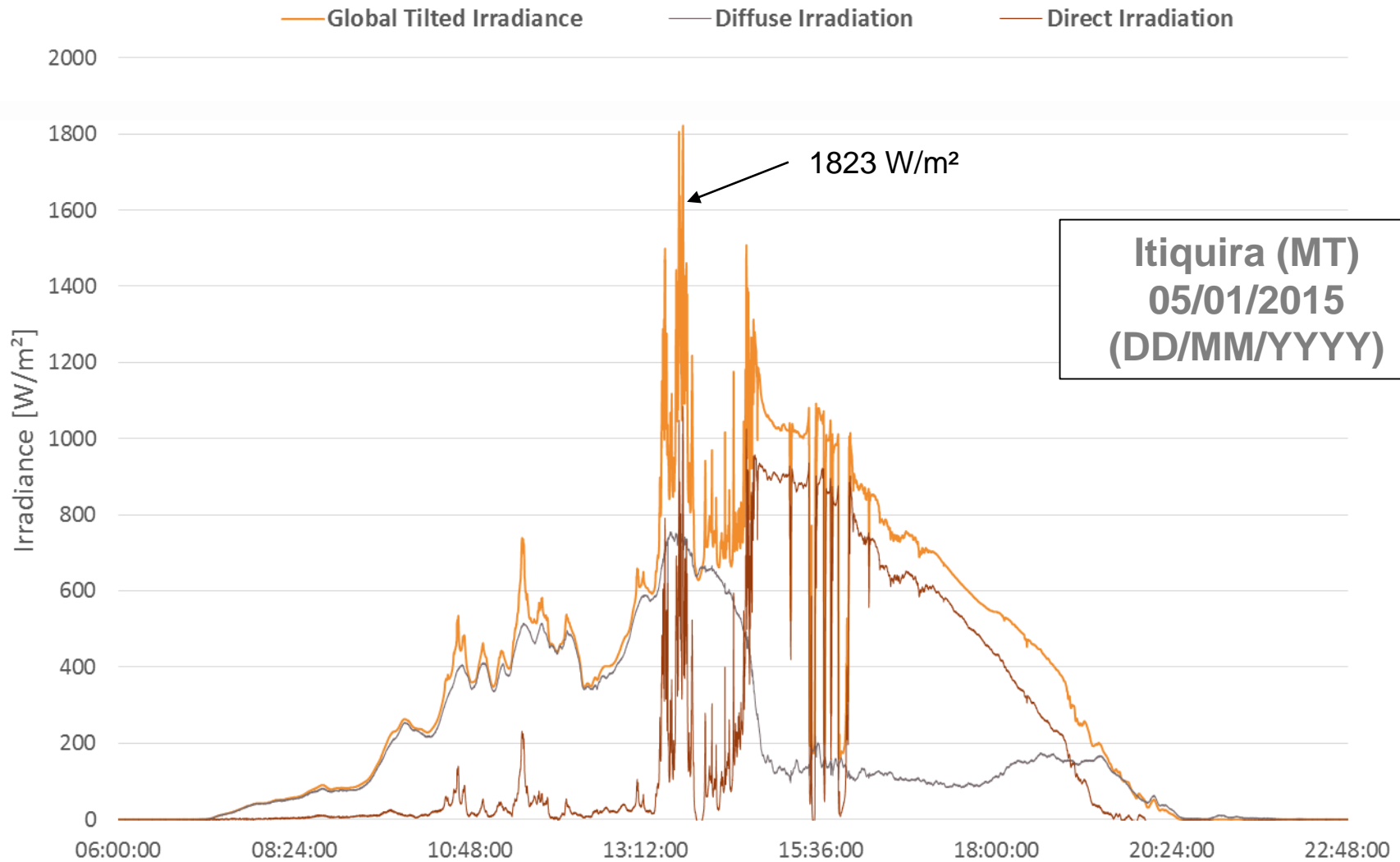
CONTROLE DE QUALIDADE NA CADEIA DE VALOR DE USINAS SOLARES FOTOVOLTAICAS DE GRANDE PORTE



OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DE USINAS FOTOVOLTAICAS

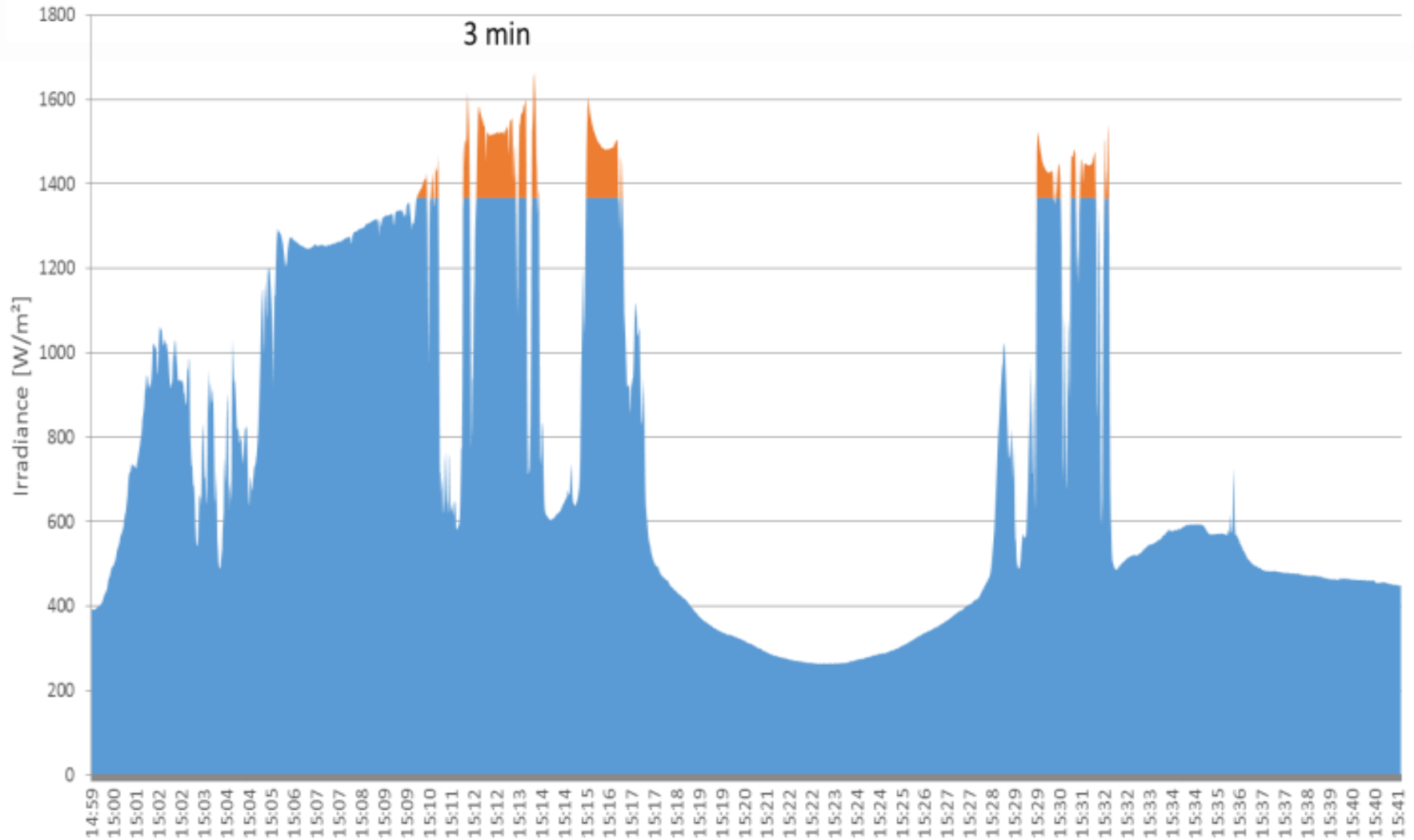


EFEITO BORDA DE NUVEM

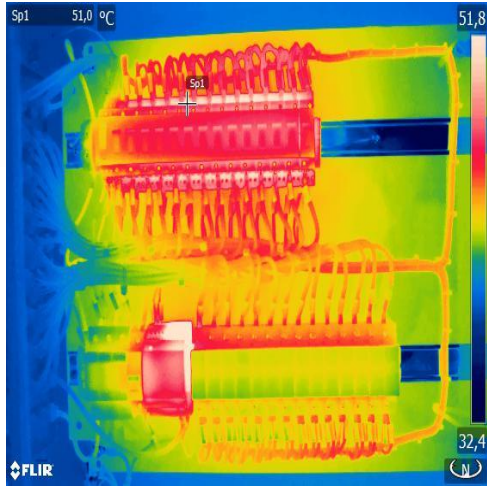


Itiquira (MT)
05/01/2015
(DD/MM/YYYY)

EFEITO BORDA DE NUVEM CACHOEIRA DOURADA (09/12/2014)

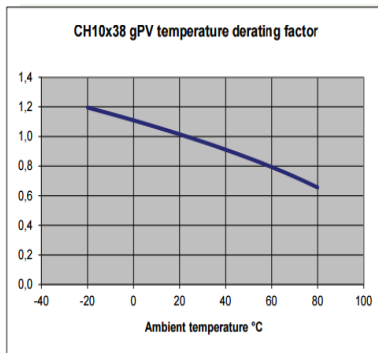


POSSÍVEL REVISÃO DO FUSÍVEL ESPECIFICADO PELO FABRICANTE DE MÓDULOS FV



Temperatura estimada do fusível 70 °C

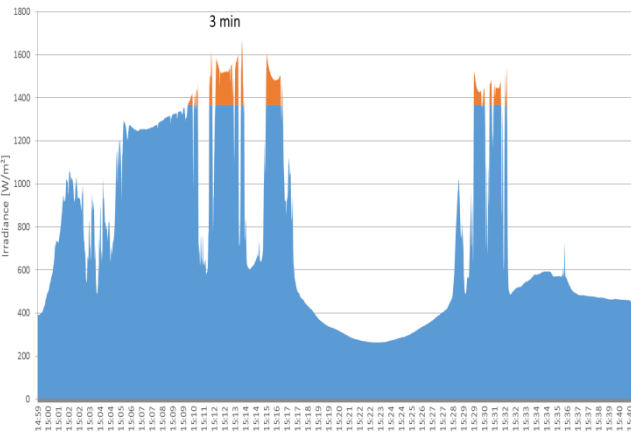
Tamb (°C)	A1
-20	1,196
-10	1,153
0	1,109
10	1,063
20	1,015
30	0,964
40	0,911
50	0,854
60	0,794
70	0,728
80	0,656



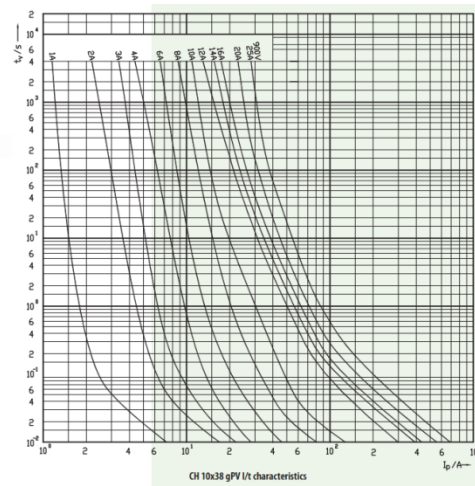
Redução de capacidade do fusível em função do aumento de temperatura



Efeito borda de nuvem de longa duração



Fusível especificado pelo fabricante pode atuar



DuPont Apollo
A Series Thin Film Modules

High Energy Yield Stable Power Output Robust Encapsulation Easy Mounting

Product Specification

Parameter	Class 1	Class 2	Class 3	Class 4
Maximum Energy Yield (W/m²)	180	190	200	210
Weight (kg/m²)	1.8	1.9	2.0	2.1
Module Dimensions (mm)	1000 x 1000	1000 x 1000	1000 x 1000	1000 x 1000

Module Outline

Electrical Characteristics for M10 at STC

Product Features and Certifications

- UL 1741, IEC 61730, IEC 61215, IEC 61701, IEC 61702, IEC 61703, IEC 61704, IEC 61705, IEC 61706, IEC 61707, IEC 61708, IEC 61709, IEC 61710, IEC 61711, IEC 61712, IEC 61713, IEC 61714, IEC 61715, IEC 61716, IEC 61717, IEC 61718, IEC 61719, IEC 61720, IEC 61721, IEC 61722, IEC 61723, IEC 61724, IEC 61725, IEC 61726, IEC 61727, IEC 61728, IEC 61729, IEC 61730, IEC 61731, IEC 61732, IEC 61733, IEC 61734, IEC 61735, IEC 61736, IEC 61737, IEC 61738, IEC 61739, IEC 61740, IEC 61741, IEC 61742, IEC 61743, IEC 61744, IEC 61745, IEC 61746, IEC 61747, IEC 61748, IEC 61749, IEC 61750, IEC 61751, IEC 61752, IEC 61753, IEC 61754, IEC 61755, IEC 61756, IEC 61757, IEC 61758, IEC 61759, IEC 61760, IEC 61761, IEC 61762, IEC 61763, IEC 61764, IEC 61765, IEC 61766, IEC 61767, IEC 61768, IEC 61769, IEC 61770, IEC 61771, IEC 61772, IEC 61773, IEC 61774, IEC 61775, IEC 61776, IEC 61777, IEC 61778, IEC 61779, IEC 61780, IEC 61781, IEC 61782, IEC 61783, IEC 61784, IEC 61785, IEC 61786, IEC 61787, IEC 61788, IEC 61789, IEC 61790, IEC 61791, IEC 61792, IEC 61793, IEC 61794, IEC 61795, IEC 61796, IEC 61797, IEC 61798, IEC 61799, IEC 61800, IEC 61801, IEC 61802, IEC 61803, IEC 61804, IEC 61805, IEC 61806, IEC 61807, IEC 61808, IEC 61809, IEC 61810, IEC 61811, IEC 61812, IEC 61813, IEC 61814, IEC 61815, IEC 61816, IEC 61817, IEC 61818, IEC 61819, IEC 61820, IEC 61821, IEC 61822, IEC 61823, IEC 61824, IEC 61825, IEC 61826, IEC 61827, IEC 61828, IEC 61829, IEC 61830, IEC 61831, IEC 61832, IEC 61833, IEC 61834, IEC 61835, IEC 61836, IEC 61837, IEC 61838, IEC 61839, IEC 61840, IEC 61841, IEC 61842, IEC 61843, IEC 61844, IEC 61845, IEC 61846, IEC 61847, IEC 61848, IEC 61849, IEC 61850, IEC 61851, IEC 61852, IEC 61853, IEC 61854, IEC 61855, IEC 61856, IEC 61857, IEC 61858, IEC 61859, IEC 61860, IEC 61861, IEC 61862, IEC 61863, IEC 61864, IEC 61865, IEC 61866, IEC 61867, IEC 61868, IEC 61869, IEC 61870, IEC 61871, IEC 61872, IEC 61873, IEC 61874, IEC 61875, IEC 61876, IEC 61877, IEC 61878, IEC 61879, IEC 61880, IEC 61881, IEC 61882, IEC 61883, IEC 61884, IEC 61885, IEC 61886, IEC 61887, IEC 61888, IEC 61889, IEC 61890, IEC 61891, IEC 61892, IEC 61893, IEC 61894, IEC 61895, IEC 61896, IEC 61897, IEC 61898, IEC 61899, IEC 61900, IEC 61901, IEC 61902, IEC 61903, IEC 61904, IEC 61905, IEC 61906, IEC 61907, IEC 61908, IEC 61909, IEC 61910, IEC 61911, IEC 61912, IEC 61913, IEC 61914, IEC 61915, IEC 61916, IEC 61917, IEC 61918, IEC 61919, IEC 61920, IEC 61921, IEC 61922, IEC 61923, IEC 61924, IEC 61925, IEC 61926, IEC 61927, IEC 61928, IEC 61929, IEC 61930, IEC 61931, IEC 61932, IEC 61933, IEC 61934, IEC 61935, IEC 61936, IEC 61937, IEC 61938, IEC 61939, IEC 61940, IEC 61941, IEC 61942, IEC 61943, IEC 61944, IEC 61945, IEC 61946, IEC 61947, IEC 61948, IEC 61949, IEC 61950, IEC 61951, IEC 61952, IEC 61953, IEC 61954, IEC 61955, IEC 61956, IEC 61957, IEC 61958, IEC 61959, IEC 61960, IEC 61961, IEC 61962, IEC 61963, IEC 61964, IEC 61965, IEC 61966, IEC 61967, IEC 61968, IEC 61969, IEC 61970, IEC 61971, IEC 61972, IEC 61973, IEC 61974, IEC 61975, IEC 61976, IEC 61977, IEC 61978, IEC 61979, IEC 61980, IEC 61981, IEC 61982, IEC 61983, IEC 61984, IEC 61985, IEC 61986, IEC 61987, IEC 61988, IEC 61989, IEC 61990, IEC 61991, IEC 61992, IEC 61993, IEC 61994, IEC 61995, IEC 61996, IEC 61997, IEC 61998, IEC 61999, IEC 62000.

LIMPEZA DE USINAS FOTOVOLTAICAS



REALIDADE DAS USINAS BRASILEIRAS



EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS









Rajadas de até 200km/h
Velocidade médias de 100km/h

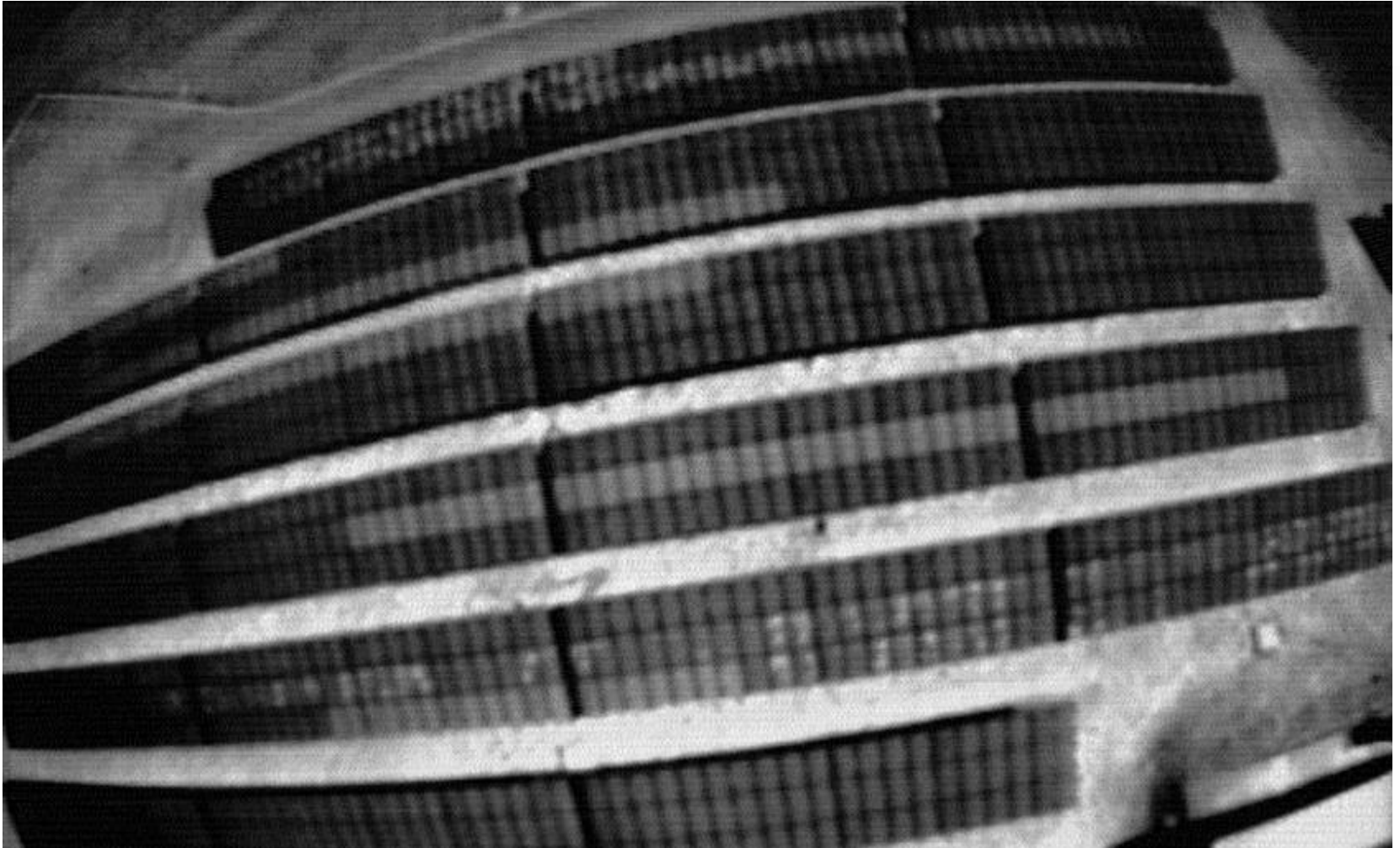
26 módulos FV danificados ao todo
(0,1%)



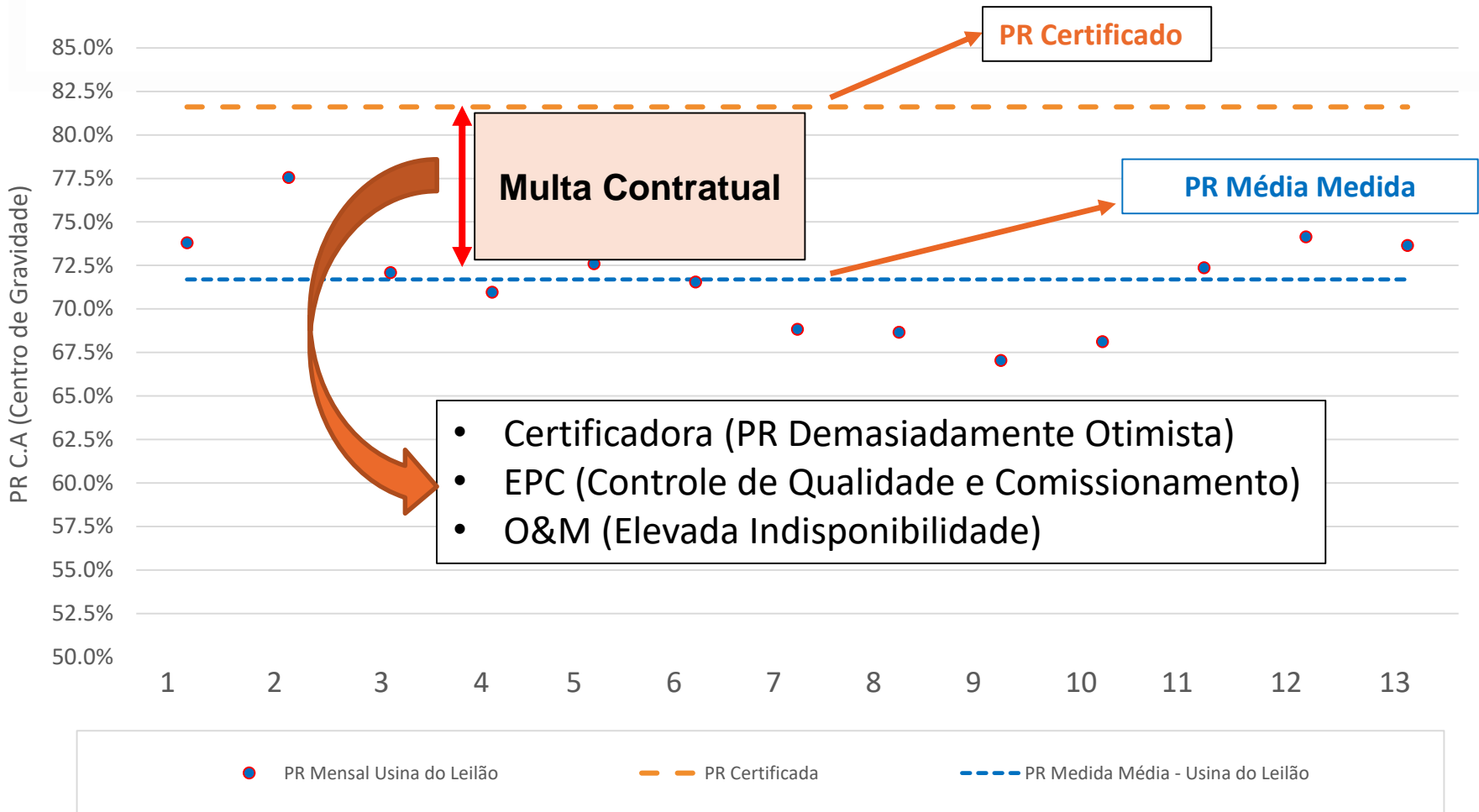




DIAGNÓSTICO RÁPIDO DE FALHAS UTILIZANDO TERMOGRAFIA AÉREA



USINA EM OPERAÇÃO COMERCIAL QUEM PAGA A CONTA?





CONTROLE DE QUALIDADE NA CADEIA DE VALOR DE USINAS SOLARES FOTOVOLTAICAS DE GRANDE PORTE

Seminário de Troca de Conhecimentos - Geração Solar Fotovoltaica

LUCAS NASCIMENTO



**UNIVERSIDADE FEDERAL
DE SANTA CATARINA**



fotovoltaicaufsc