

ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA




CPFL
RENOVÁVEIS

Usina Solar Tanquinho

VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO NO METRÔ DE SÃO PAULO

1ª PARTE

PANORAMA MUNDIAL

APRESENTAÇÃO

MASSARU SAITO

Usinas em operação



Usina Solar The Blythe

Deserto de Mojave, California, EUA

354 MWp (9 USINAS)

MAIOR DO MUNDO



Parque Fotovoltaico de Olmedilla

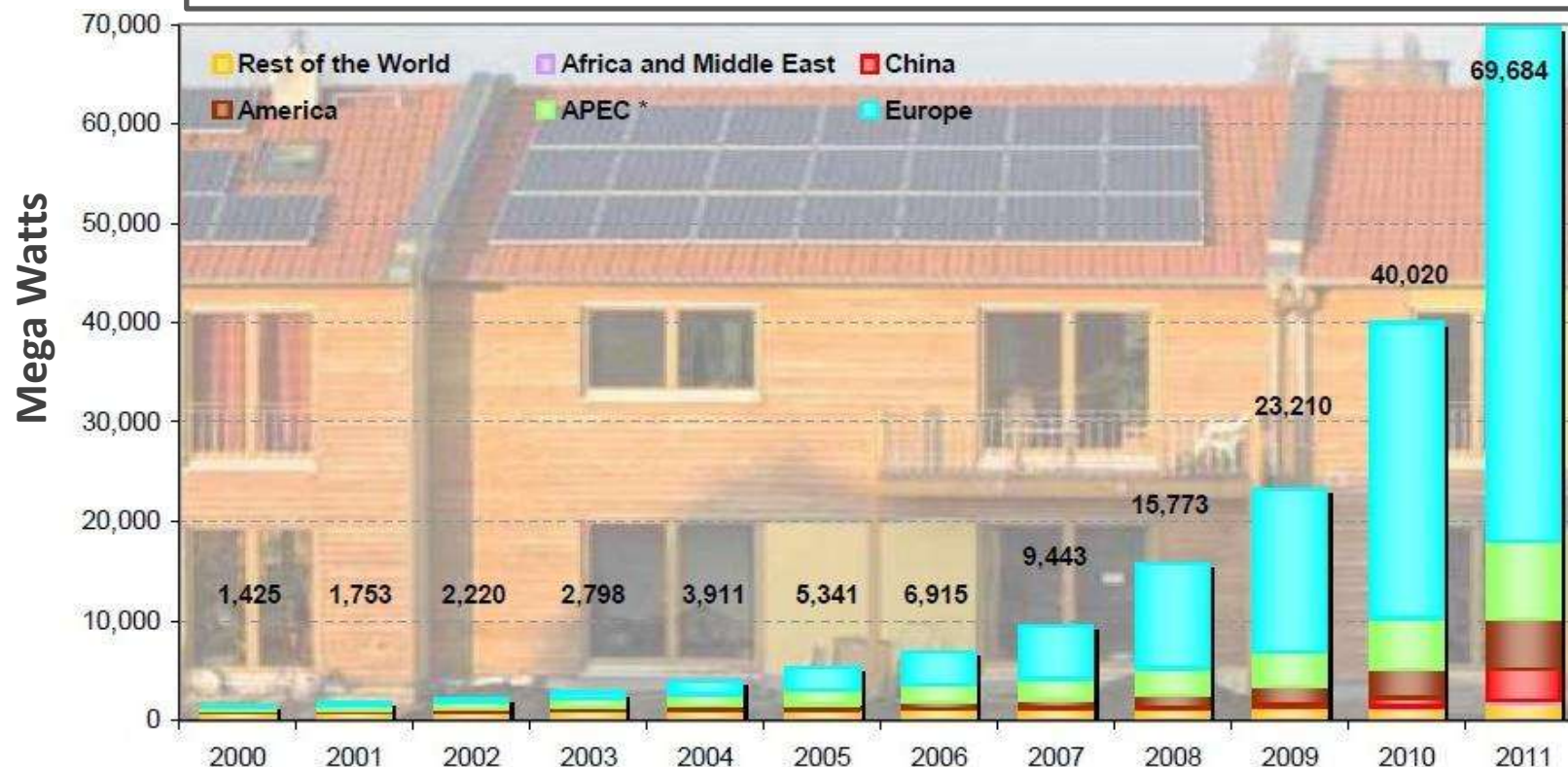
La Mancha, Espanha

60 MWp

4º DO MUNDO

Panorama Mundial

CAPACIDADE INSTALADA ACUMULADA FOTOVOLTAICA - 2000 A 2011



Members of Asia-Pacific Economic Cooperation (APEC) are: Australia, Brunei, Canada, Indonesia, South Korea, Malaysia, New Zealand, The Philippines, Singapore, Thailand, USA, Panama, Taiwan, Hongkong, Japan, Mexico, Papua New Guinea, Chile, Peru, Russia, Vietnam plus China (visualised separately).

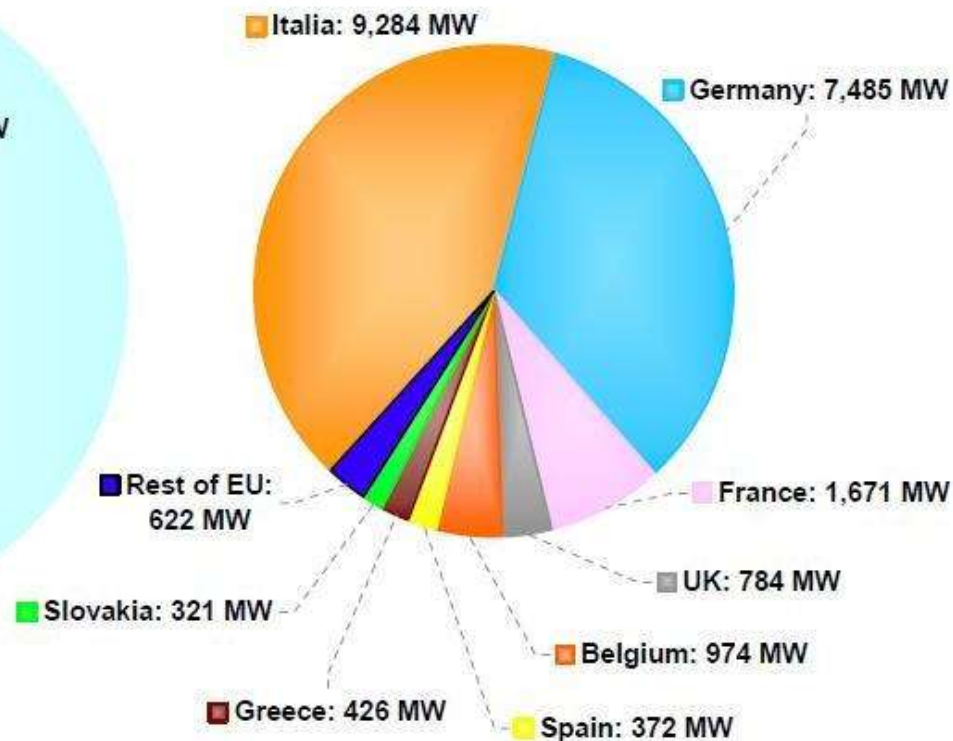
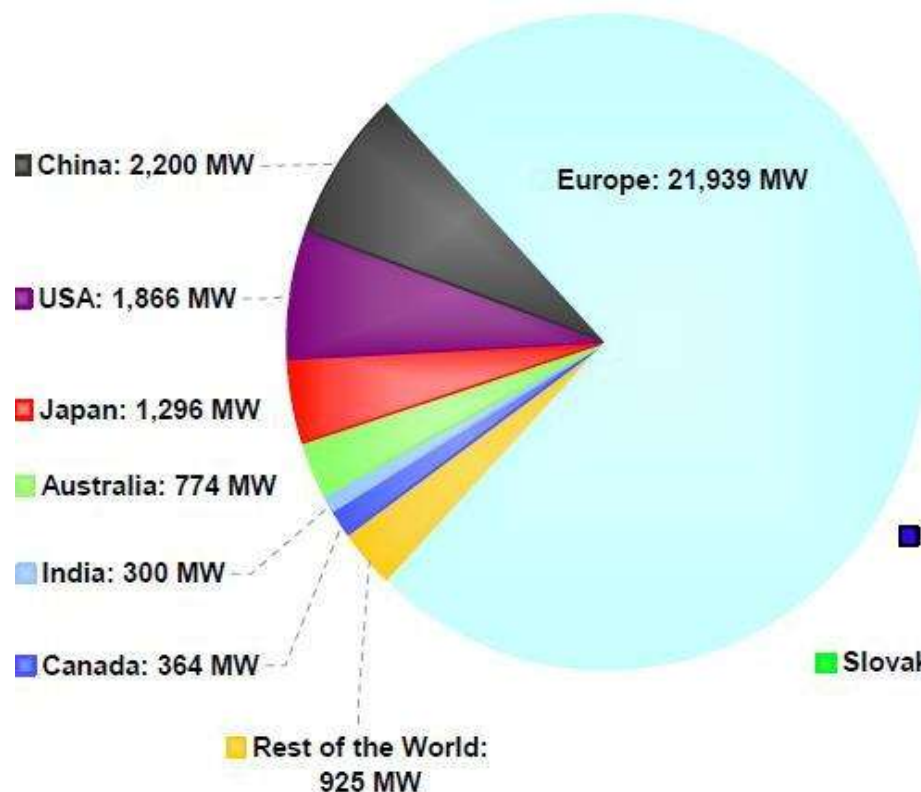
Source: European Photovoltaic Industry Association (EPIA): "Global Market Outlook for Photovoltaics until 2016"; Image: BMU / Brigitte Hiss; as at: May 2012; all figures provisional

Panorama Mundial

CAPACIDADE FOTOVOLTAICA INSTALADA EM 2011

Total (world) 2011: 29.7 GW

Total (EU) 2011: 21.9 GW



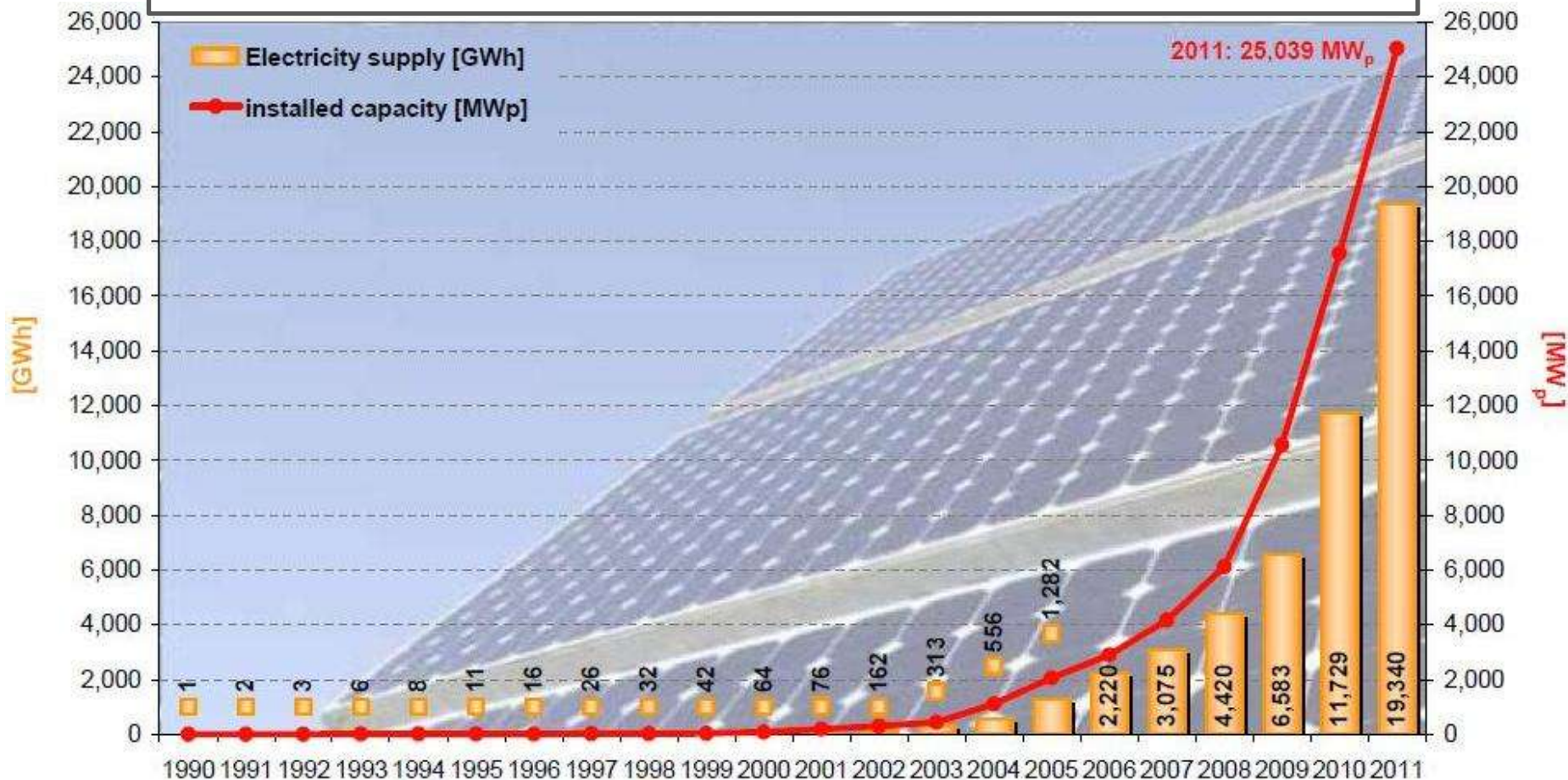
Mercado na Alemanha

CAPACIDADE INSTALADA ENERGIAS RENOVÁVEIS DESDE 1990

	Hydropower	Wind energy	Biomass *	Biogenic fraction of waste	Photovoltaics	Geothermal energy	Total capacity
	[MW]	[MW]	[MW]	[MW]	[MW _p]	[MW]	[MW]
1990	3,429	55	85	499	1	0	4,069
1991	3,394	106	96	499	2	0	4,097
1992	3,550	174	105	499	3	0	4,331
1993	3,509	326	144	499	5	0	4,483
1994	3,563	618	178	499	6	0	4,865
1995	3,595	1,121	215	525	8	0	5,464
1996	3,510	1,549	253	551	11	0	5,874
1997	3,525	2,089	318	527	18	0	6,476
1998	3,601	2,877	432	540	23	0	7,473
1999	3,523	4,435	467	555	32	0	9,012
2000	3,538	6,097	579	585	76	0	10,875
2001	3,538	8,750	696	585	186	0	13,755
2002	3,785	11,989	843	585	296	0	17,498
2003	3,934	14,604	1,091	847	435	0	20,911
2004	3,819	16,623	1,444	1,016	1,105	0.2	24,007
2005	4,115	18,390	1,964	1,210	2,056	0.2	27,735
2006	4,083	20,579	2,620	1,250	2,899	0.2	31,431
2007	4,169	22,194	3,434	1,330	4,170	3.2	35,300
2008	4,138	23,826	3,969	1,440	6,120	3.2	39,497
2009	4,151	25,703	4,519	1,550	10,566	7.5	46,497
2010	4,395	27,191	5,014	1,650	17,554	7.5	55,812
2011	4,401	29,071	5,479	1,700	25,039	7.5	65,698

Mercado na Alemanha

ENERGIA FOTOVOLTAICA CAPACIDADE INSTALADA E FORNECIDA



Source: BMU-KI III 1 according to Working Group on Renewable Energy-Statistics (AGEE-Stat);
1 GWh = 1 Mill. kWh; 1 MW = 1 Mill. Watt; image: BMU / Bernd Müller; as at: July 2012; all figures provisional

Mercado na Alemanha

INVESTIMENTOS NA CONSTRUÇÃO DE USINAS DE ENERGIA RENOVÁVEL - 2011

Total investments: approx. 22.9 Bill. EUR



Source: BMU-KI III 1 according to the Centre for Solar Energy and Hydrogen Research Baden-Wuerttemberg (ZSW); as at: July 2012; all figures provisional

Mercado na Alemanha

SUBSÍDIO DO GOVERNO NA COMPRA DO EXCEDENTE DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EM 2013

VALOR DE CADA MWh	
Pequenos produtores com placas instaladas nos telhados das edificações	€195,00
Instalações que ocupam maiores áreas do território	€135,00

TARIFA COBRADA PELA CONCESSIONÁRIA	
Dias normais	€45,00
Finais de semana	€20,00

Dados da *European Energy Exchange*.

PRODUÇÃO DE ENERGIA RENOVÁVEL

“Em 16 de junho, um domingo, as usinas geradoras de energia solar e eólica forneceram 60% da demanda da Alemanha.”

Valor Econômico 8/7/2013.

“Alemanha tem plano de chegar em 2030 com 50% de energias renováveis”

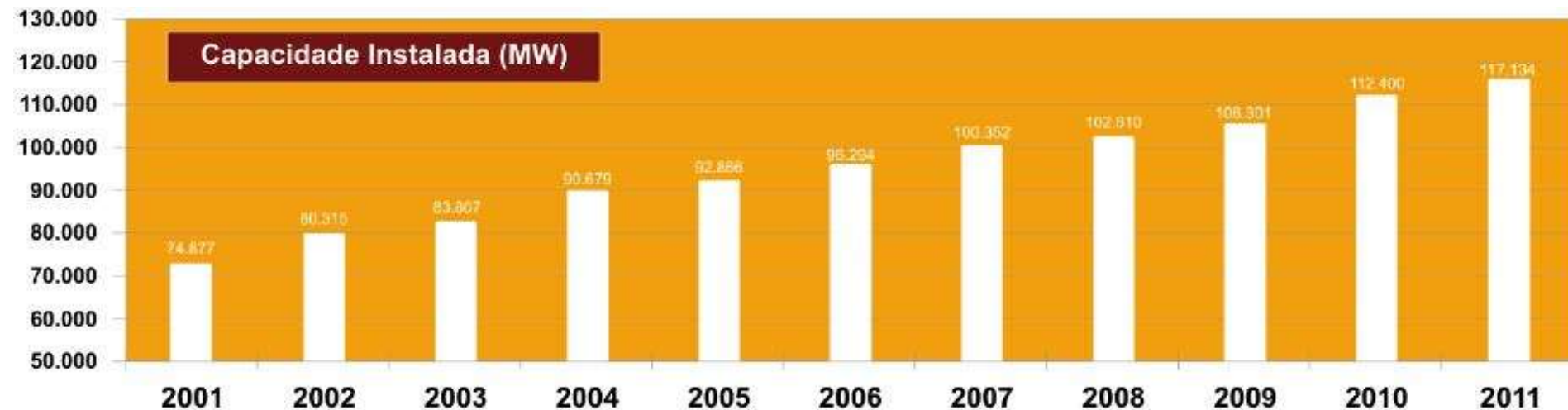
“...do ponto de vista científico e tecnológico...em 2050 (mundo), mais de 50% de energia elétrica pode ser solar fotovoltaica e outras formas de energia renovável...”

“...custo das energias renováveis tem caído muito mais rápido que os mais otimistas analistas previram há 10 atrás, principalmente a fotovoltaica e a eólica ...”

Roda Viva Carlos Nobre 20/8/2013.

Mercado no Brasil

CRESCIMENTO DA POTÊNCIA INSTALADA NOS ÚLTIMOS 10 ANOS



Posição de 31/12/2011

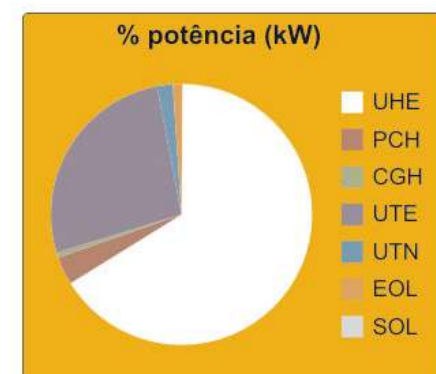
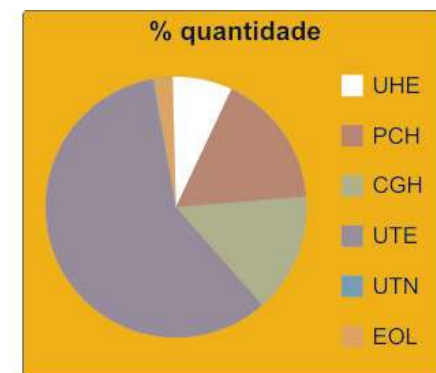
Fonte: Superintendência de Fiscalização dos Serviços de Geração (SFG)

<http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=37&idPerfil=2>

Mercado no Brasil

POTÊNCIA INSTALADA EM 2011

Tipo	Quantidade	% do total	Potência Instalada (kW) ^{1/}	% do total
Usina Hidrelétrica de Energia - UHE ^{2/}	181	6,9	78.371.279	66,9
Pequena central Hidrelétrica - PCH ^{3/}	433	16,6	3.870.302	3,3
Central Geradora Hidrelétrica - CGH ^{4/}	377	14,5	216.446	0,2
Usina Termelétrica de Energia - UTE	1.539	59,0	31.243.818	26,7
Usina Termonuclear - UTN	2	0,1	2.007.000	1,7
Central Geradora Eolielétrica - EOL	70	2,7	1.424.792	1,2
Central Geradora Solar Fotovoltaica - UFV	6	0,2	1.087	0,0
Total	2.608	100	117.134.724	100



2012: 121.100.000 kW

1/ Sujeita à fiscalização da ANEEL

2/ Produção acima de 30 MW

3/ Produção acima de 1 MW e inferior a 30 MW

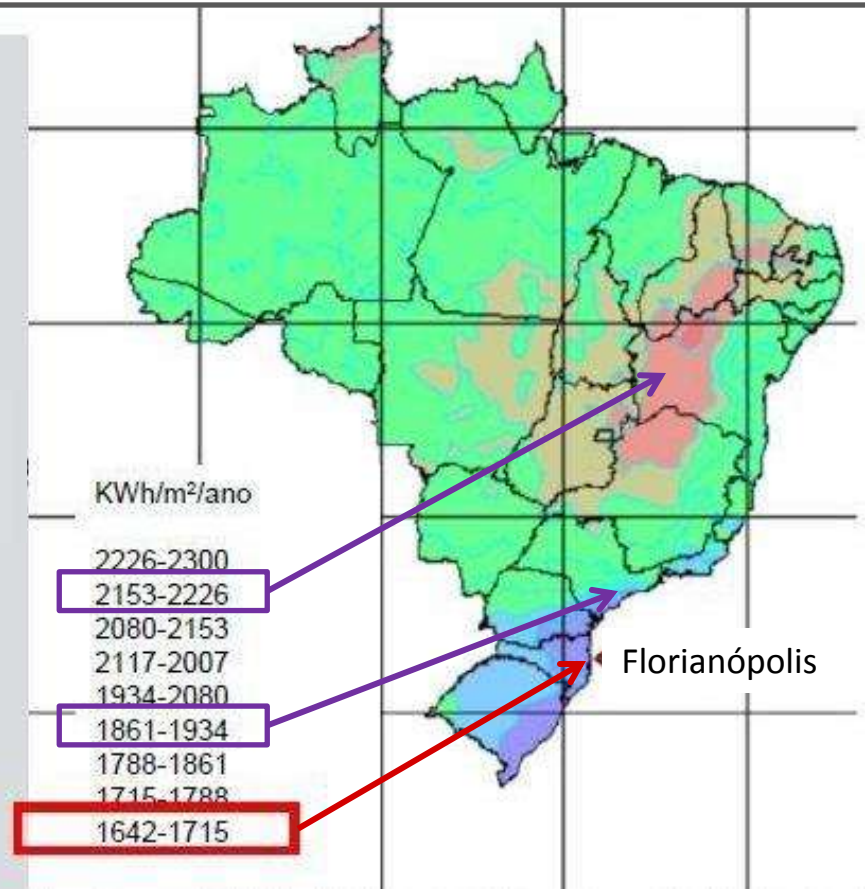
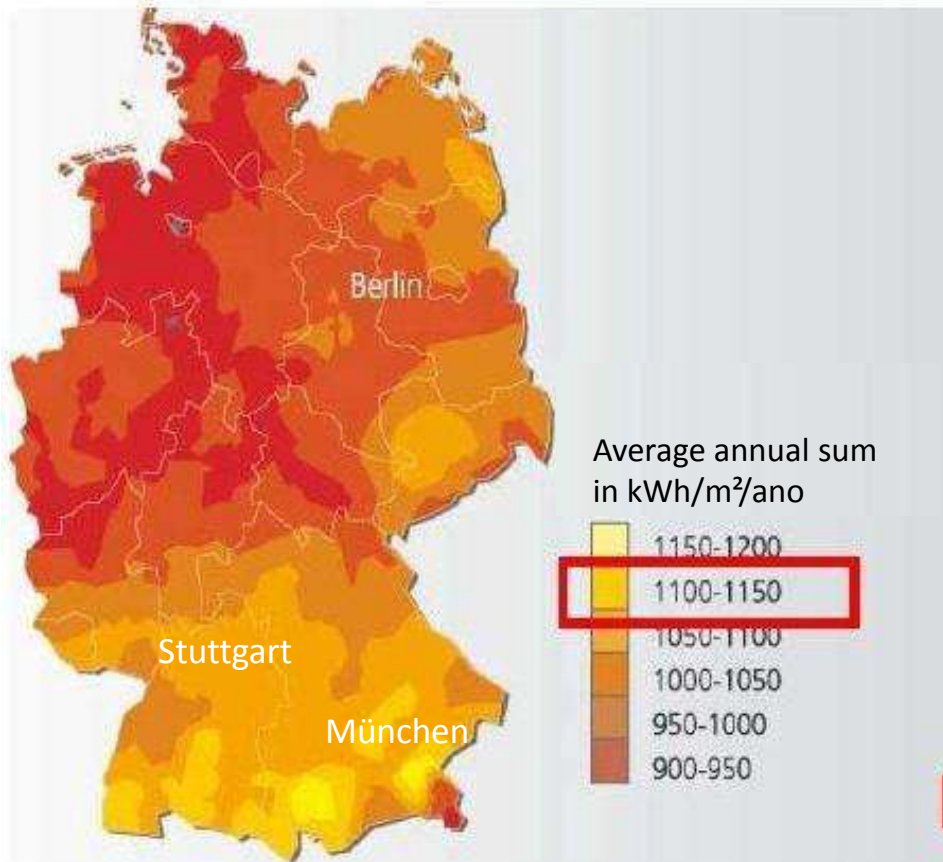
4/ Produção igual ou inferior a 1 MW

Posição de 31/12/2011

Fonte: Relatório "Resumo Geral dos Novos Empreendimentos em Operação"
http://www.aneel.gov.br/arquivos/zip/Resumo_Geral_das_Usinas_jan_2012.zip

Alemanha x Brasil

A radiação solar na região mais ensolarada da Alemanha é **40% menor** que na região menos ensolarada do Brasil



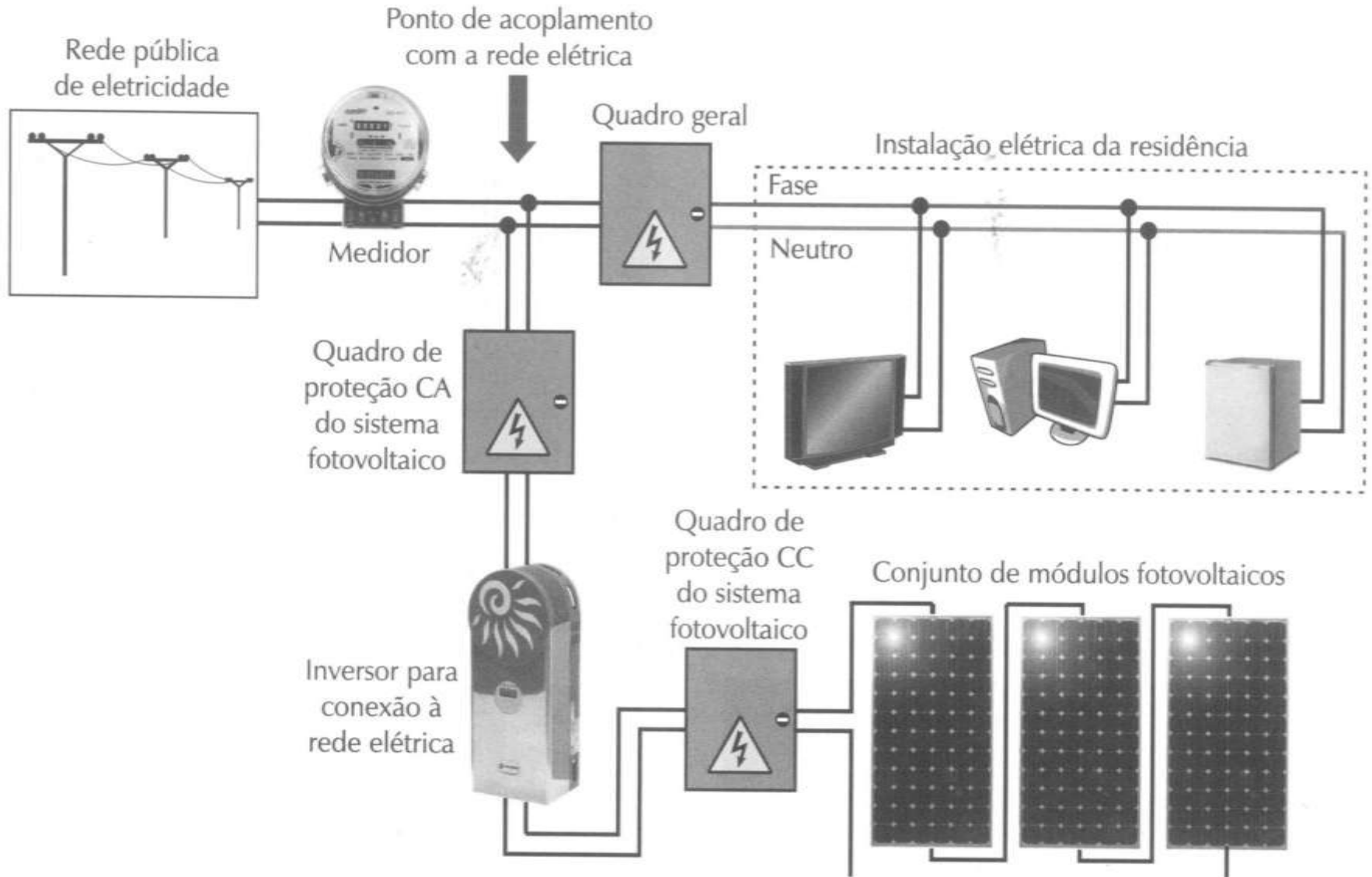
Resolução ANEEL



RESOLUÇÃO NORMATIVA N°482 de 17/04/2012

- 1. SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO
COMPENSAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA (EM 36 MESES)**
- 2. DUAS FAIXAS:**
 - MICROGERAÇÃO ATÉ 100 kW**
 - MINIGERAÇÃO ATÉ 1 MW**
- 3. UTILIZAÇÃO DE MEDIDOR BIDIRECIONAL.**

Sistema Conectado à Rede



Sistema Conectado à Rede



Módulo Monocristalino

1,66 x 0,99 x 0,05 metros

21 kg

235 W

Principais Tipos de Módulos



MONOCRISTALINO

EFICIÊNCIA

15 a 18 %



POLICRISTALINO

EFICIÊNCIA

13 a 15 %

Principais Tipos de Módulos

FILME FINO (AMORFO)

EFICIÊNCIA

5 a 8,5 %



HCPV (ALTA CONCENTRAÇÃO) (High Concentrator Photovoltaic Module)

EFICIÊNCIA

30 a 38 %

Estádio do Pituaçu



Estádio do Pituaçu

Salvador, Bahia

400 kWp (quilowatts-pico)

Estádio do Pituaçu



Filmes finos na cobertura das estruturas metálicas.

- Material leve
- Não necessita de grandes obras estruturais

Estádio do Pituaçu

Salvador, Bahia

400 kWp (quilowatts-pico)

Estádio do Pituaçu

- Painéis de silício monocristalino na cobertura dos vestiários, estacionamentos e subestação.
- Área de geração de 4.000 m², sendo:
 - 67% flexível
 - 33% monocristalino.



Estádio do Pituaçu
Salvador, Bahia
400 kWp (quilowatts-pico)

Estádio do Pituaçu

BAHIA x SERRANO

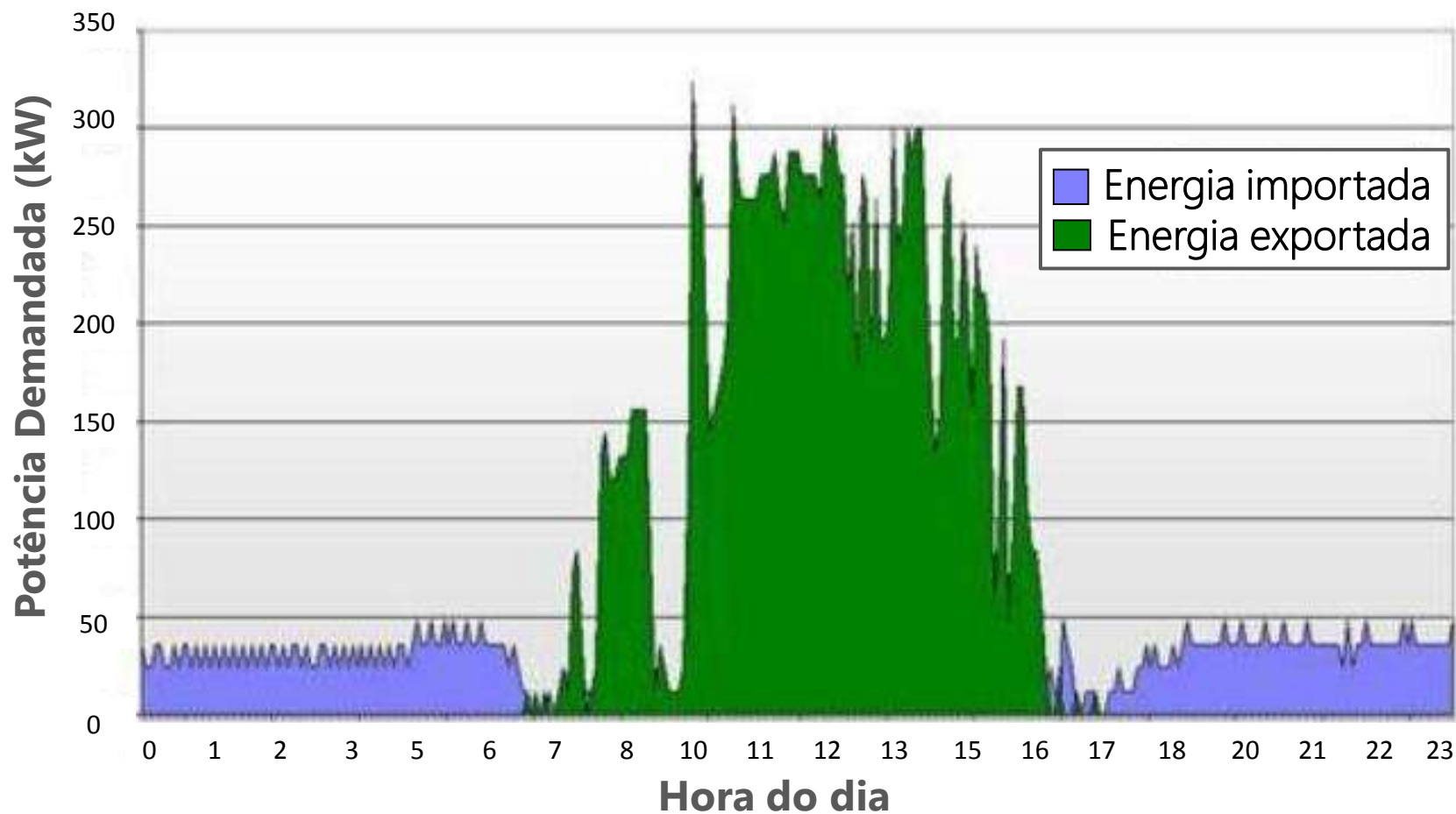
Domingo, 01 Abril de 2012



Estádio do Pituaçu

Sem Jogo

Domingo, 04 Abril de 2012



Estádio do Pituaçu



INCENTIVO: Programa de Eficiência Energética da Coelba de 2010, parceria com o Governo do Estado da Bahia, GIZ - Cooperação Alemã, Instituto IDEAL e Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

Usina Solar de Tanquinho



Usina Solar de Tanquinho

Campinas, São Paulo

1 MWp (megawatt-pico)

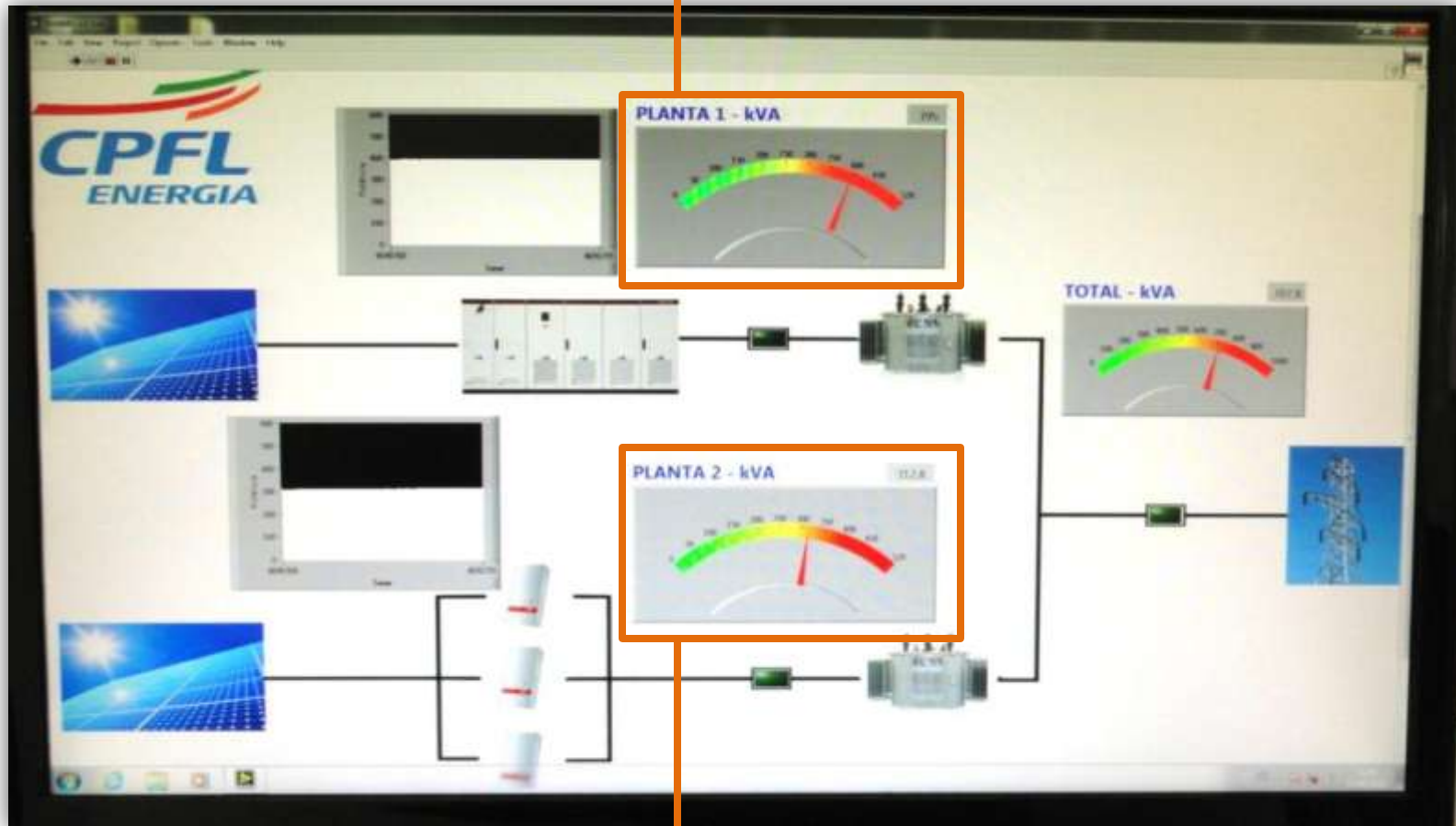
Usina Solar de Tanquinho

TRACKER CONTROL SYSTEM - RASTREADOR



Usina Solar de Tanquinho

40% da área produzindo 400 kVA



60% da área produzindo 300 kVA

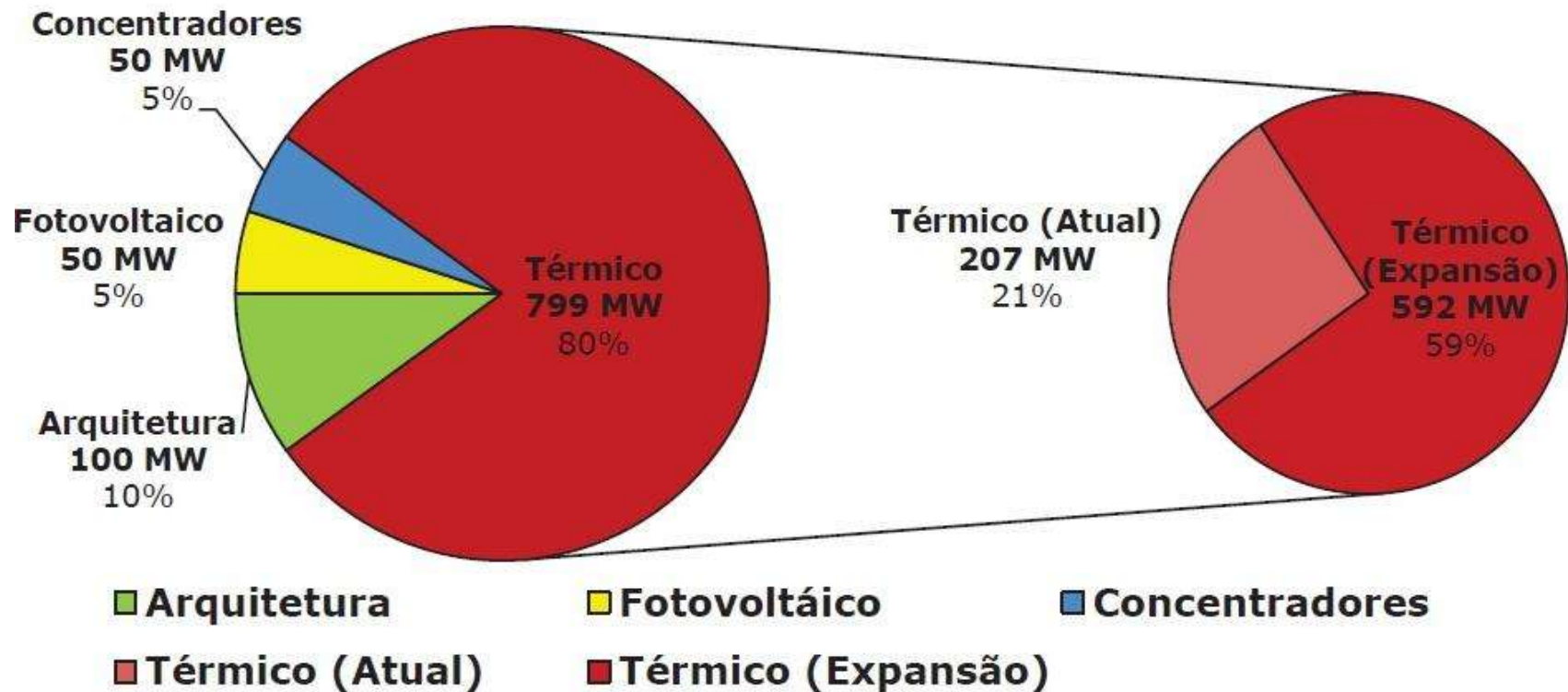
Usina Solar de Tanquinho



INCENTIVO: Este projeto fez parte de um programa específico, as Chamadas Públicas da ANEEL, que asseguram os recursos advindos do faturamento das concessionárias de energia.

Potência Instalada em SP

PREVISÃO PARA 2020 ENERGIA SOLAR PAULISTA- LEVANTAMENTO DO POTENCIAL



Setor Metroferroviário - CoMET



Coney Island - Stillwell Terminal
Brooklyn, New York, EUA

Metrô Nova Iorque



- A PRIMEIRA ESTAÇÃO DE METRÔ A UTILIZAR ENERGIA SOLAR
- 2800 placas de película fina na cobertura
- Ao todo são 7100 m² de painéis instalados
- Potência de 210 kWp

Coney Island – Stillwell Terminal
Brooklyn, New York, EUA

Metrô Nova Iorque



INCENTIVO: Portaria que trata sobre diretrizes para a construção (Executive Order Nº 111) baseado em fontes de energia verde e limpa.

Utilizar até 20% de seu consumo através de energias renováveis para as iluminações e outros serviços auxiliares, sem considerar o sistema de tração elétrica.

Metrô Nova Iorque



Além da Coney Island Terminal, existem outras usinas no complexo de estações Jackson Heights – Roosevelt Avenue / 74th Street – Broadway e no pátio de manutenção e de lavagem de trens em Corona, Queens.

Este pátio foi o primeiro da rede da MTA a receber o certificado **LEED** (Leadership in Energy & Environmental Design), destinado a obras e edifícios construídos em acordo com as demandas ambientais e sustentáveis.

- Os metrôes do CoMET avaliam a geração de energia solar.
- Condicionantes:
 - Localização da instalação
 - Os preços de eletricidade
 - Recursos financeiros
 - Incentivo do governo
- O período de retorno para esses projetos é longo.
- As restrições financeiras têm limitado a disponibilidade de fundos de investimento atuando neste tipo de projeto.
- Os benefícios futuros da energia limpa e renovável são inegáveis, o que melhoram muito as credenciais ambientais e imagem pública de um metrô.

2ª PARTE

VIABILIDADE DA IMPLANTAÇÃO NO METRÔ DE SP

APRESENTAÇÃO

IVAN PICCOLI

Possibilidades

- **Situações pré-existentes**
Sobreposição nas coberturas
- **Situações em Projeto**
Substituição das Telhas das Coberturas das Edificações

Situações Pré-existentes

Sobreposição nas estruturas de coberturas

Estação Vila Prudente



Estação Vila Prudente



Área Disponível = 620 m²

Pátio Oratório



Pátio Oratório



Área Disponível = 20.430 m²

Estação Barra Funda



Estação Barra Funda

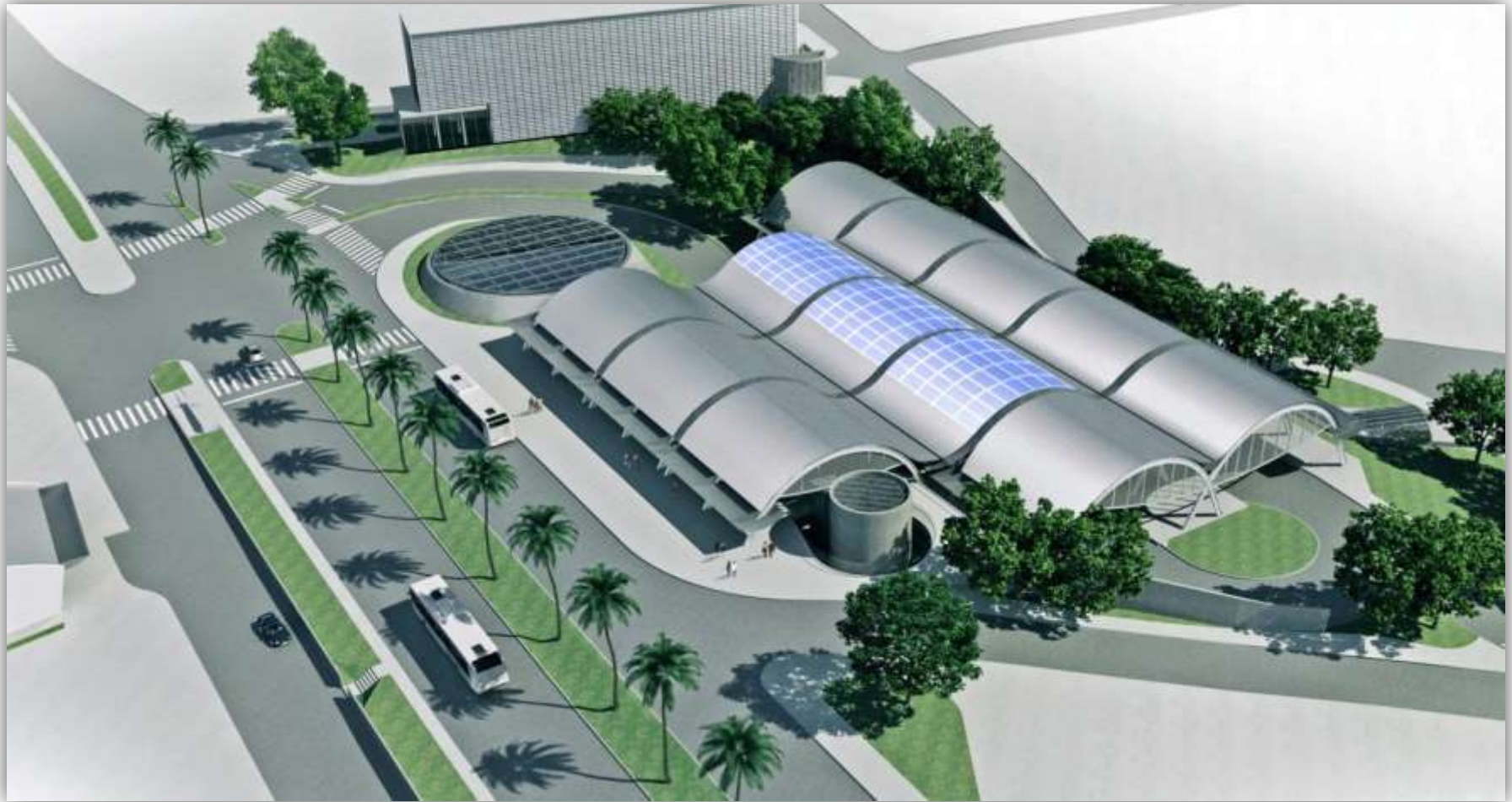


Área Disponível = 26.500 m²

Situações em Projeto

Substituição das Telhas das Coberturas das Edificações

Estação Água Rasa



Estação Água Rasa



Estação Água Rasa

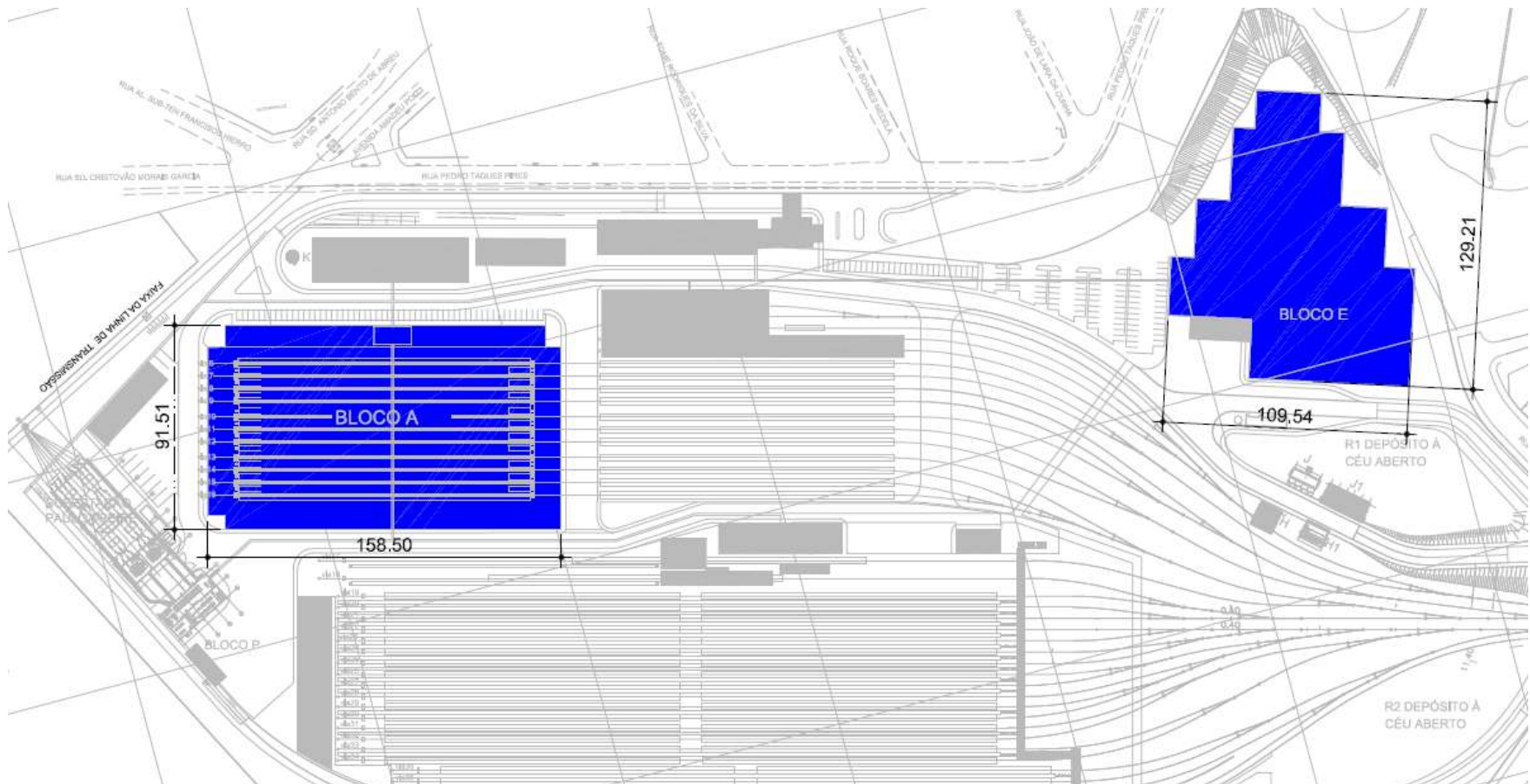
Estudo do Potencial da Estação Água Rasa Linha 2 – Verde

LOCAL	ÁREA ÚTIL	POTÊNCIA INSTALADA	GERAÇÃO ANUAL MÉDIA
TERMINAL DE ÔNIBUS	3.475 m ²	260 kWp	136 MWh/ano
ACESSOS E SALAS TÉCNICAS	2.383 m ²	190 kWp	100 MWh/ano
= TOTAL	5.858 m ²	450 kWp	236 MWh/ano

OBS: Foram consideradas placas policristalinas.

Pátio Paulo Freire

Estudo do Potencial do Pátio Paulo Freire Linha 2 – Verde



Pátio Paulo Freire

Estudo do Potencial do Pátio Paulo Freire Linha 2 – Verde

LOCAL	ÁREA ÚTIL	POTÊNCIA INSTALADA	GERAÇÃO ANUAL MÉDIA
OFICINA DE MANUTENÇÃO DOS TRENS - BLOCO A	11.544 m ²	1.003 kWp	1.207 MWh/ano
ALMOXARIFADO BLOCO E	7.482 m ²	635 kWp	767 MWh/ano
TOTAL	19.026 m ²	1.638 kWp	1.974 MWh/ano

OBS: Foram consideradas placas policristalinas.

Exemplo

Metrô de Nova Iorque

Metrô de Nova Iorque

Coney Island - Stillwell Terminal

Estrutura metálica da cobertura com placas de filme fino

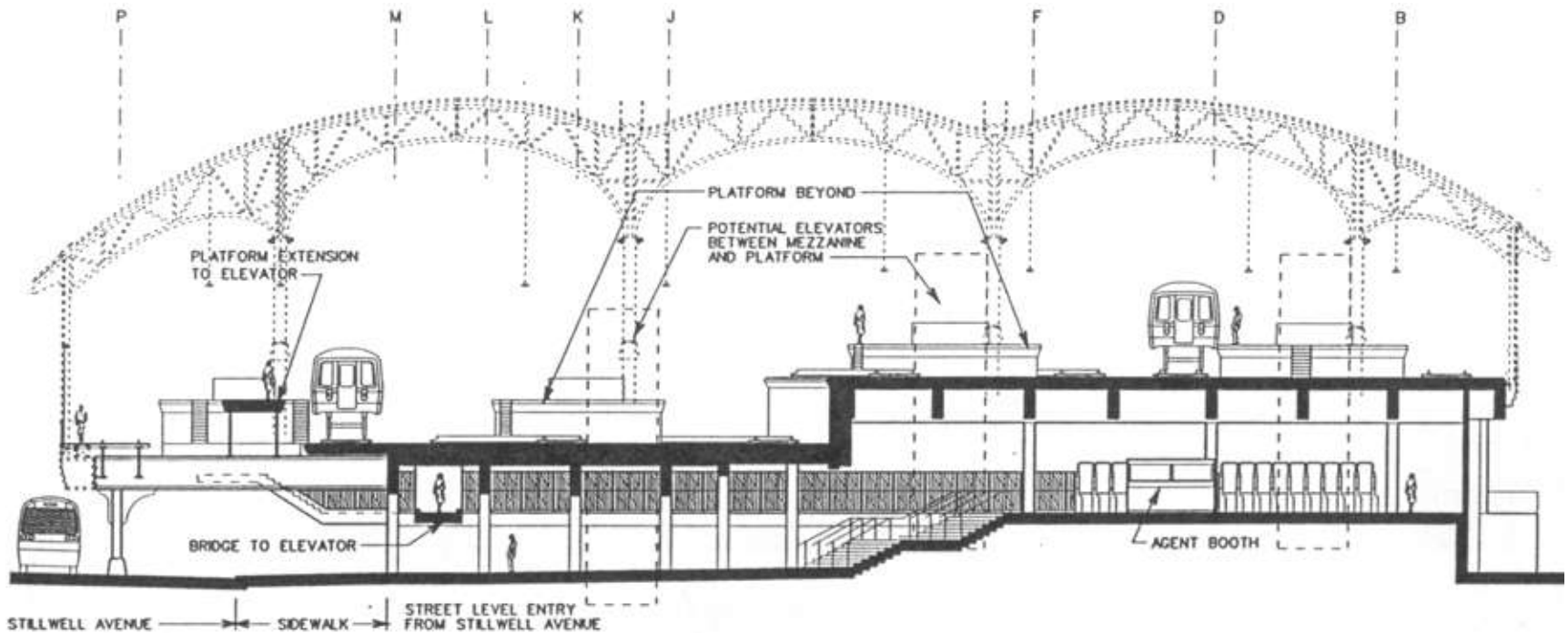


Metrô de Nova Iorque



Coney Island - Stillwell Terminal
Brooklyn, New York, EUA

Metrô de Nova Iorque



Estrutura metálica da cobertura com placas filme fino
MTA – Stillwell Terminal

Outras formas de viabilização



- Programas de incentivo da eficiência energética, sendo que o projeto deve ser desenvolvido em conjunto com uma empresa concessionária de energia elétrica para plena utilização dos recursos incentivados;
- Programas de incentivo específico, como exemplo, as Chamadas Públicas da ANEEL, que asseguram os recursos advindos do faturamento das concessionárias de energia.

Conclusão

- Os países europeus, em geral, investem bastante no desenvolvimento de novas tecnologias e no aproveitamento energia solar, mas os níveis satisfatórios de geração de energia que eles apresentam decorrem de incentivos generosos oferecidos pelos governos para compensar o longo período de retorno dos investimentos necessários.

Conclusão

- As principais empresas de transporte metroferroviário no mundo (CoMET) avaliam a possibilidade de aproveitamento de fontes renováveis de energia como estratégia de desenvolvimento sustentável e gestão ambiental. Nova Iorque é um destaque nesse quesito, o MTA foi o primeiro sistema metroviário a adotar a energia fotovoltaica e também o primeiro a conseguir a certificação LEED já no ano de 2006.

Conclusão

- O Brasil, que possui condições climáticas e ambientais privilegiadas para geração de energia a partir de fontes renováveis, ainda precisa avançar significativamente em sua política de incentivos. Os programas existentes, principalmente os incentivos dados pela ANEEL, ainda estão em desenvolvimento e constante modificação, de forma que se deve estar atento para acompanhar as alterações na legislação vigente e nas futuras resoluções a serem adotadas.

Conclusão

- Para implantação no Metrô-SP, é necessário que os estudos iniciais evoluam e vários cenários de aplicação sejam avaliados para que se conclua sobre a adequada equação técnica e econômica. Contudo, entende-se que deve ser fortemente considerado o atual cenário dos projetos da expansão da rede para viabilizar um projeto piloto que auxilie na eficaz definição da aplicabilidade do sistema de aproveitamento de energia solar.

OBRIGADO

MASSARU SAITO

Especialista da Gerência de Projetos e Concepção de Sistemas (GCS)
msaito@metrosp.com.br

IVAN LUBARINO PICCOLI DOS SANTOS

Coordenador da Gerência de Concepção de Projetos Cíveis (GCI)
isantos@metrosp.com.br

LAÉRCIO MONTEIRO JUNIOR

Arquiteto da Gerência de Concepção de Projetos Cíveis (GCI)
lmonteiro@metrosp.com.br

FABIO SANTOS BERNARDES

Engenheiro da Gerência de Projetos e Concepção de Sistemas (GCS)
fsbernardes@metrosp.com.br