

APÊNDICE A

MANUAL DE OPERAÇÕES DO SET^d

a) CONFIGURAÇÕES INICIAIS

Antes dos testes utilizando-se o SET são necessárias algumas configurações iniciais como segue:

a.1) Faixa de trabalho de V_D

A faixa de trabalho da tensão elétrica direta (V_D) sobre os PLEDs, entre V_{Dmin} e $V_{Dmáx}$, deve ser ajustada através de potenciômetros localizados na placa de circuitos no interior do equipamento. Porém, antes de qualquer ajuste, o usuário deve ter em mãos os resultados das curvas $I \times V$ realizadas em um equipamento analisador de parâmetros semicondutores. São dessas curvas que os valores de V_{Dmin} e $V_{Dmáx}$ são retirados.

O valor de resistência elétrica (R_{PTmin}), que representa a V_{Dmin} desejada, deve ser encontrado através da fórm. **(13)** a seguir:

$$R_{PTmin} = \frac{V_{Dmin}}{13,33\mu A} \quad (13)$$

A R_{PTmin} deve ser ajustada nos potenciômetros R_{PT1} para catodo 1 (CTD₁), R_{PT4} para catodo 2 (CTD₂), R_{PT7} para catodo 3 (CTD₃), R_{PT10} para catodo 4 (CTD₄), R_{PT13} para catodo 5 (CTD₅), R_{PT16} para catodo 6 (CTD₆) e R_{PT19} para catodo 7 (CTD₇).

Para ajustar R_{PT1} deve-se conectar o ohmímetro entre os pontos de medição PT₁ e PT₂, para ajustar R_{PT4} deve-se conectar o aparelho entre PT₃ e PT₄, para ajustar R_{PT7} entre PT₅ e PT₆, R_{PT10} entre PT₇ e PT₈, R_{PT13} entre PT₉ e PT₁₀, R_{PT16} entre PT₁₁ e PT₁₂ e, por fim, R_{PT19} entre PT₁₃ e PT₁₄. Os *jumpers* SW₂₋₁, SW₂₋₂, SW₂₋₃, SW₂₋₄, SW₂₋₅, SW₂₋₆, SW₂₋₇ devem permanecer abertos.

^d Para maiores informações sobre o SET, contate o autor: pimentel_fabio@yahoo.com.br
Tel.: (11) 6231-5712 ou (11) 9691-2053

O valor de resistência elétrica ($R_{PTm\acute{a}x}$), que representa a $V_{Dm\acute{a}x}$ desejada, deve ser encontrado através da fórm. (14) a seguir:

$$R_{PTm\acute{a}x} = \left(\frac{V_{Dm\acute{a}x}}{20\mu A} \right) - R_{PT\min} \quad (14)$$

A $R_{PTm\acute{a}x}$ deve ser ajustada nos potenciômetros R_{PT2} para CTD₁, R_{PT5} para CTD₂, R_{PT8} para CTD₃, R_{PT11} para CTD₄, R_{PT14} para CTD₅, R_{PT17} para CTD₆, R_{PT20} para CTD₇.

Para ajustar R_{PT2} deve-se conectar o ohmímetro entre os pontos de medição PT₂, e borne preto (Borne PT) de CTD₁, para ajustar R_{PT5} deve-se conectar o aparelho entre PT₄ e Borne PT de CTD₂, para ajustar R_{PT8} entre PT₆ e Borne PT de CTD₃, R_{PT11} entre PT₈ e Borne PT de CTD₄, R_{PT14} entre PT₁₀ e Borne PT de CTD₅, R_{PT17} entre PT₁₂ e Borne PT de CTD₆ e, por fim, R_{PT20} entre PT₁₄ e Borne PT de CTD₇.

Todos esses potenciômetros estão localizados na placa de circuitos dentro do equipamento, próximos aos circuitos integrados MAX749, juntamente com os pontos de medição e os jumpers. Já os bornes pretos localizam-se no painel do equipamento. É importante frisar que a placa deve permanecer desligada durante esses ajustes.

a.2) Corrente elétrica direta máxima

As correntes elétricas diretas máximas ($I_{Dm\acute{a}xs}$) permitidas nos PLEDs sob avaliação devem ser ajustadas em chaves localizadas no painel do equipamento. Porém, antes de qualquer ajuste, o usuário deve ter em mãos os resultados das curvas IxV realizadas em um equipamento analisador de parâmetros semicondutores. São dessas curvas que o valor de $I_{Dm\acute{a}x}$ é retirado.

Cada catodo possui 10 resistores sensores de corrente elétrica que devem ser escolhidos baseando-se em $V_{Dm\acute{a}x}$ e $I_{Dm\acute{a}x}$, consultando-se os gráficos da figura 76 à figura 85. Aquele resistor que mais se aproximar da $I_{Dm\acute{a}x}$ desejada, a partir de uma $V_{Dm\acute{a}x}$ conhecida, deve ser o escolhido.

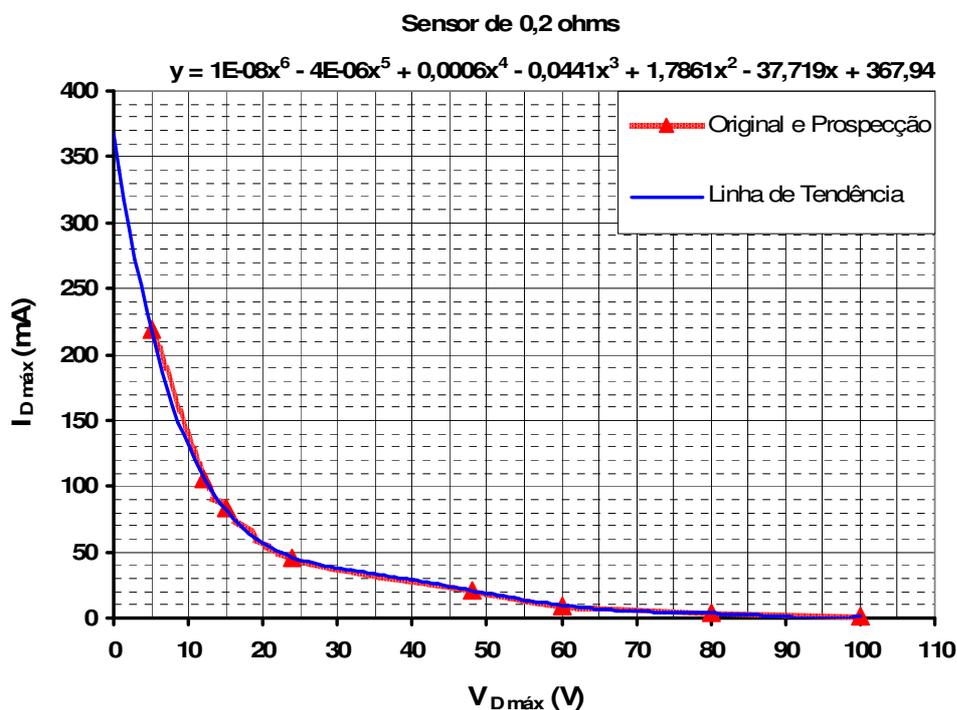


Figura 76 – Resposta da corrente elétrica direta máxima em função da tensão elétrica direta máxima para o resistor sensor de 0,2Ω

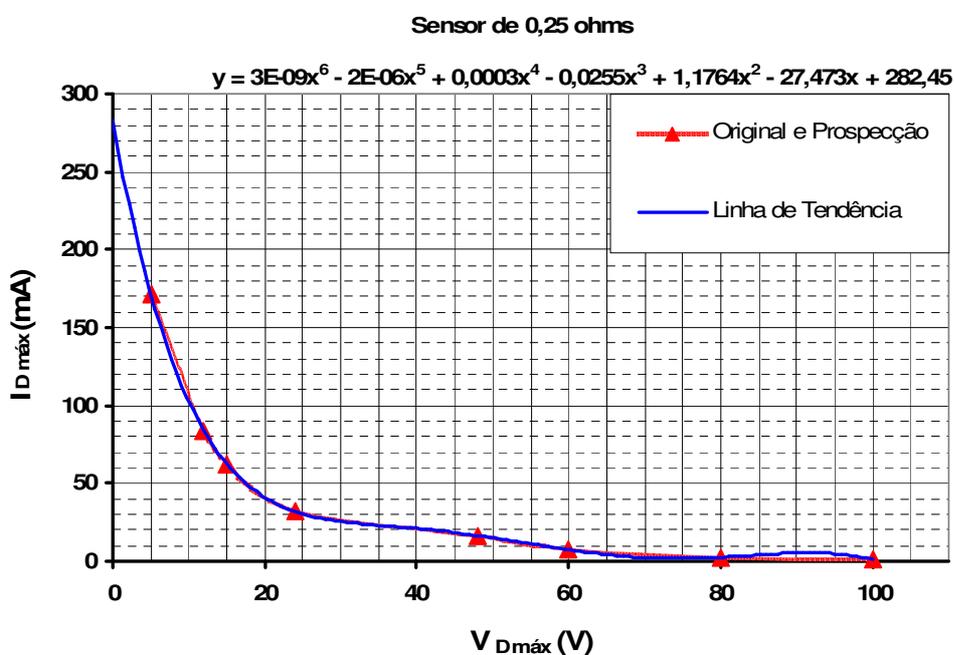


Figura 77 - Resposta da corrente elétrica direta máxima em função da tensão elétrica direta máxima para o resistor sensor de 0,25Ω

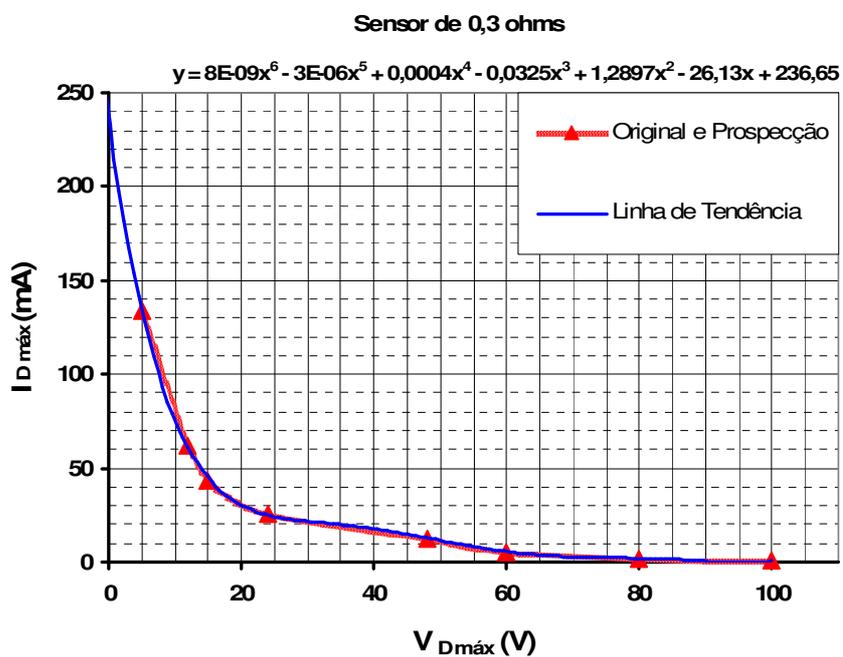


Figura 78 - Resposta da corrente elétrica direta máxima em função da tensão elétrica direta máxima para o resistor sensor de 0,3 Ω

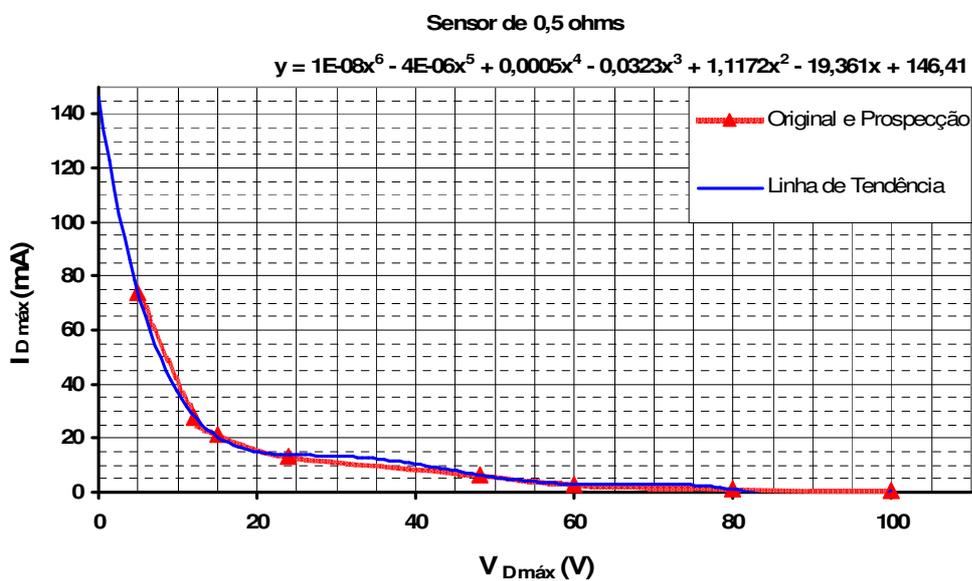


Figura 79 - Resposta da corrente elétrica direta máxima em função da tensão elétrica direta máxima para o resistor sensor de 0,5 Ω

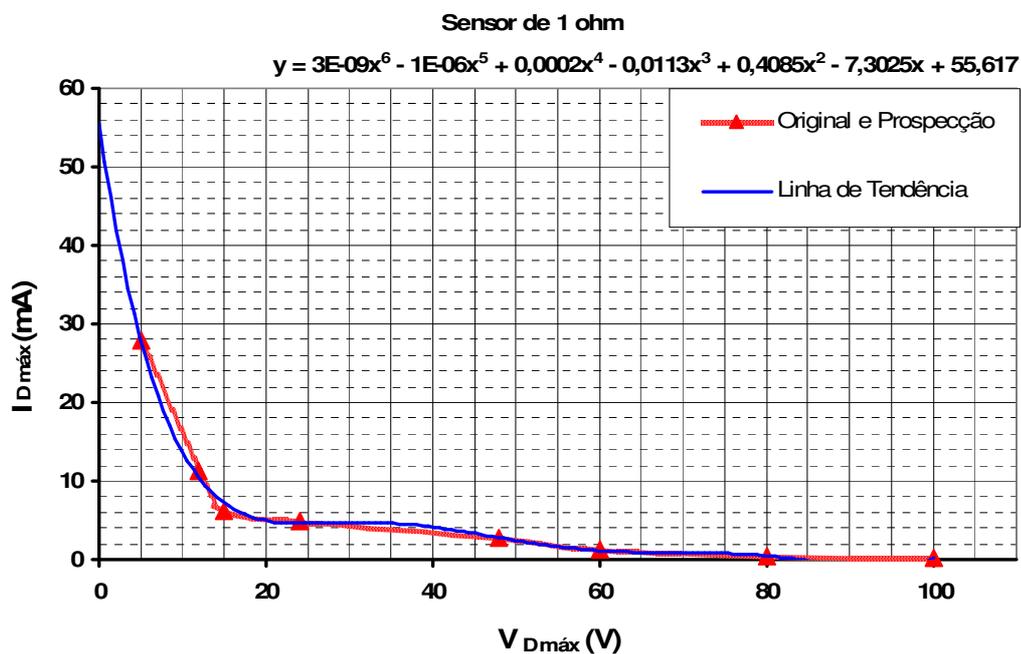


Figura 80 - Resposta da corrente elétrica direta máxima em função da tensão elétrica direta máxima para o resistor sensor de 1 Ω

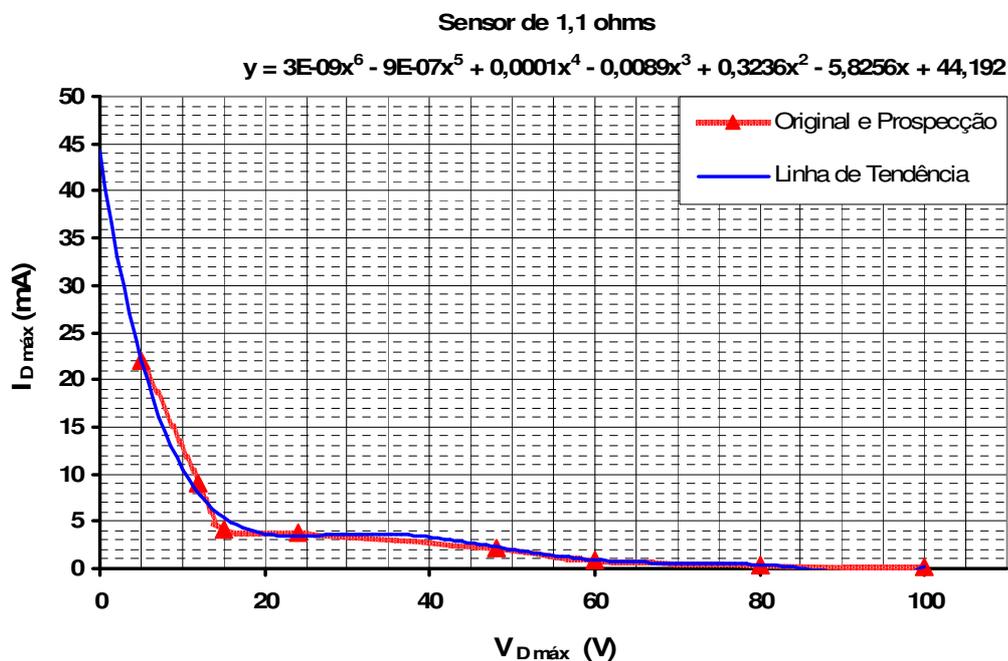


Figura 81 - Resposta da corrente elétrica direta máxima em função da tensão elétrica direta máxima para o resistor sensor de 1,1 Ω

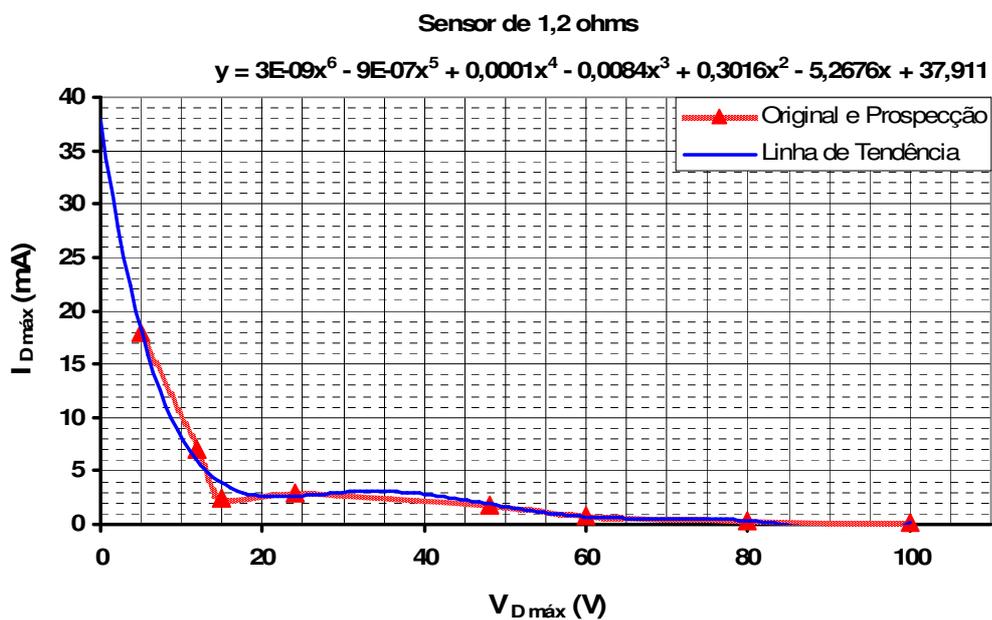


Figura 82 - Resposta da corrente elétrica direta máxima em função da tensão elétrica direta máxima para o resistor sensor de 1,2Ω

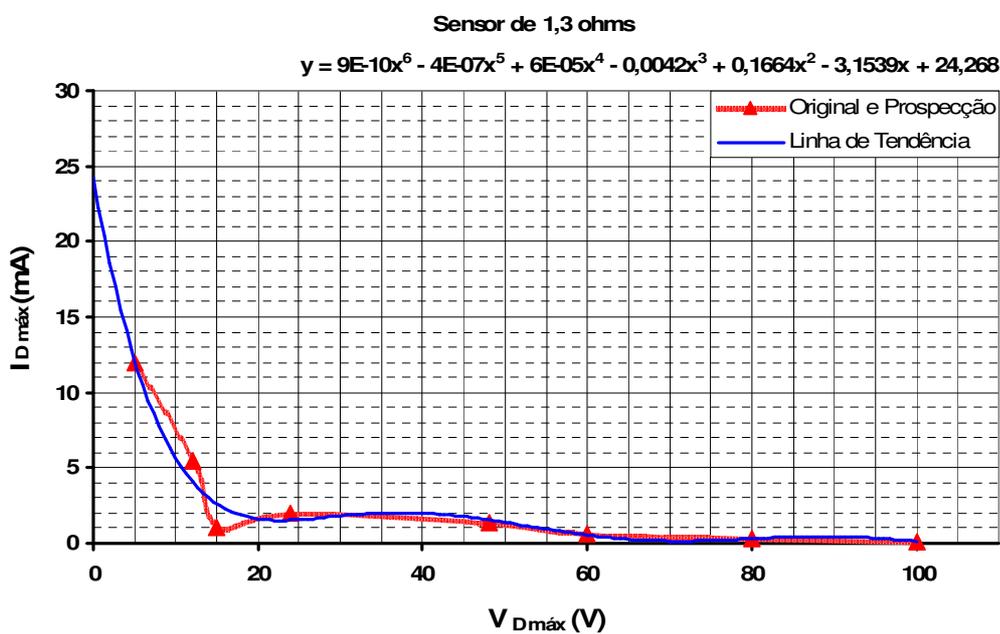


Figura 83 - Resposta da corrente elétrica direta máxima em função da tensão elétrica direta máxima para o resistor sensor de 1,3Ω

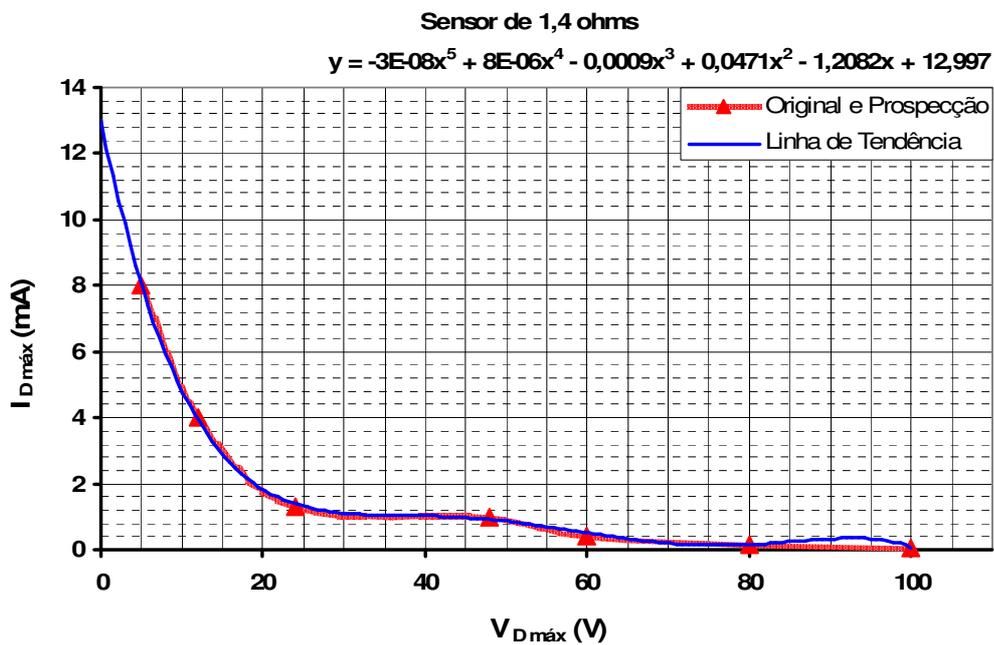


Figura 84 - Resposta da corrente elétrica direta máxima em função da tensão elétrica direta máxima para o resistor sensor de $1,4\Omega$

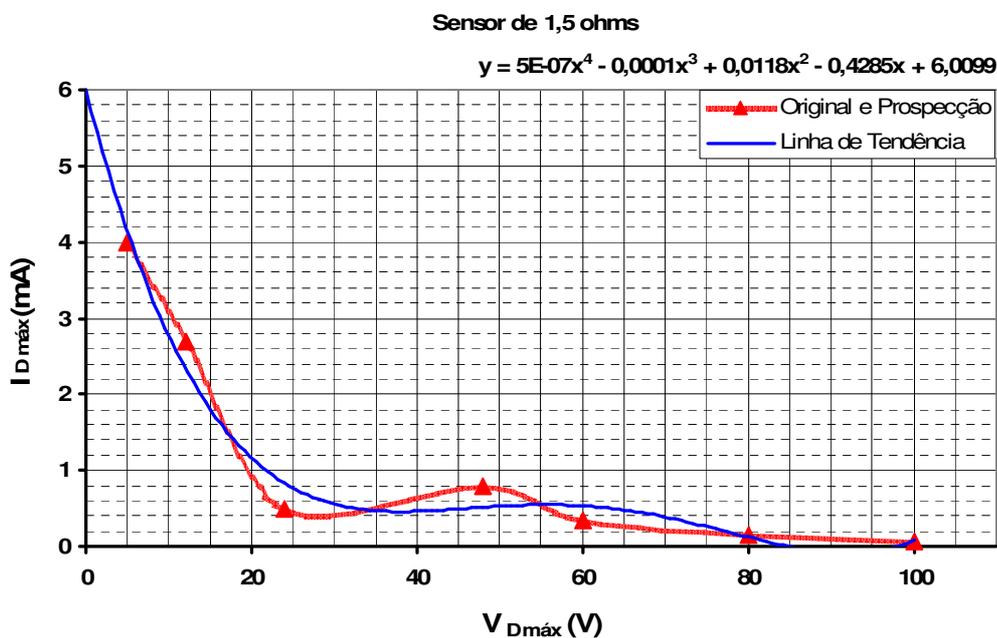


Figura 85 - Resposta da corrente elétrica direta máxima em função da tensão elétrica direta máxima para o resistor sensor de $1,5\Omega$

A chave SW₈, disponível no painel do equipamento, aciona um dos 10 resistores sensores de corrente elétrica para o CTD₁, a chave SW₉, também no painel do equipamento, aciona os resistores sensores de corrente elétrica para o CTD₂, a SW₁₀ os resistores sensores de corrente elétrica para o CTD₃, a SW₁₁ para CTD₄, SW₁₂ para CTD₅, SW₁₃ para CTD₆ e a SW₁₄ para CTD₇. Cada uma dessas chaves possui 10 posições, sendo que a posição 1 aciona o resistor de 1,5Ω, a posição 2 aciona o resistor de 1,4Ω, a posição 3 o resistor de 1,3Ω, a posição 4 o resistor de 1,2Ω, a posição 5 o resistor de 1,1Ω, a posição 6 o resistor de 1Ω, a posição 7 o resistor de 0,5Ω, a posição 8 o resistor de 0,3Ω, a posição 9 o resistor de 0,25Ω e, por fim, a posição 10 o resistor de 0,2Ω. A posição correspondente ao resistor escolhido pelos gráficos deve ser colocada em *ON*. As demais devem permanecer em *OFF*.

É importante frisar que o equipamento deve permanecer desligado durante esses ajustes.

a.3) Corrente elétrica de base

É possível ajustar a $I_{Dm\acute{a}x}$ para valores de até 400mA. O valor de $I_{Dm\acute{a}x}$ definido deve ser acompanhado de um ajuste da corrente elétrica de base (I_b) do transistor de chaveamento da carga nos conversores DC/DC dos catodos. Esta configuração é realizada através da resistência elétrica ajustada nos potenciômetros de base. O valor da resistência elétrica (R_{PTbase}) deve ser definido aplicando-se a fórm. (15) a seguir:

$$R_{PTbase} = \frac{4,95 - 140mV - 0,7}{\frac{I_{Dm\acute{a}x}}{225}} \quad (15)$$

O valor obtido pela fórmula deve ser ajustado em R_{PT3} para CTD₁, R_{PT6} para CTD₂, R_{PT9} para CTD₃, R_{PT12} para CTD₄, R_{PT15} para CTD₅, R_{PT18} para CTD₆ e R_{PT21} CTD₇. Esses potenciômetros estão disponíveis no painel do equipamento identificados como I_{b1} para R_{PT3} , I_{b2} para R_{PT6} , I_{b3} para R_{PT9} , I_{b4} para R_{PT12} , I_{b5} para R_{PT15} , I_{b6} para R_{PT18} e, por fim, I_{b7} para R_{PT21} . O ohmímetro deve ser instalado nos bornes amarelos (Borne

AM) presentes no painel ao lado do potenciômetro que se deseja ajustar. Cada potenciômetro possui dois bornes amarelos respectivos.

É importante frisar que o produto deve permanecer desligado durante esses ajustes.

b) INSTALAÇÃO DA CARGA

Os PLEDs ou a matriz de PLEDs que se deseja avaliar devem ser conectados no soquete identificado como PLEDs no painel do equipamento. São no total 20 pinos que disponibilizam ligações de até 35 PLEDs em matrizes passivas de até 5 linhas-anodos por 7 colunas-catodos. Cada anodo ou catodo possui um pino específico conforme identifica a figura 86.

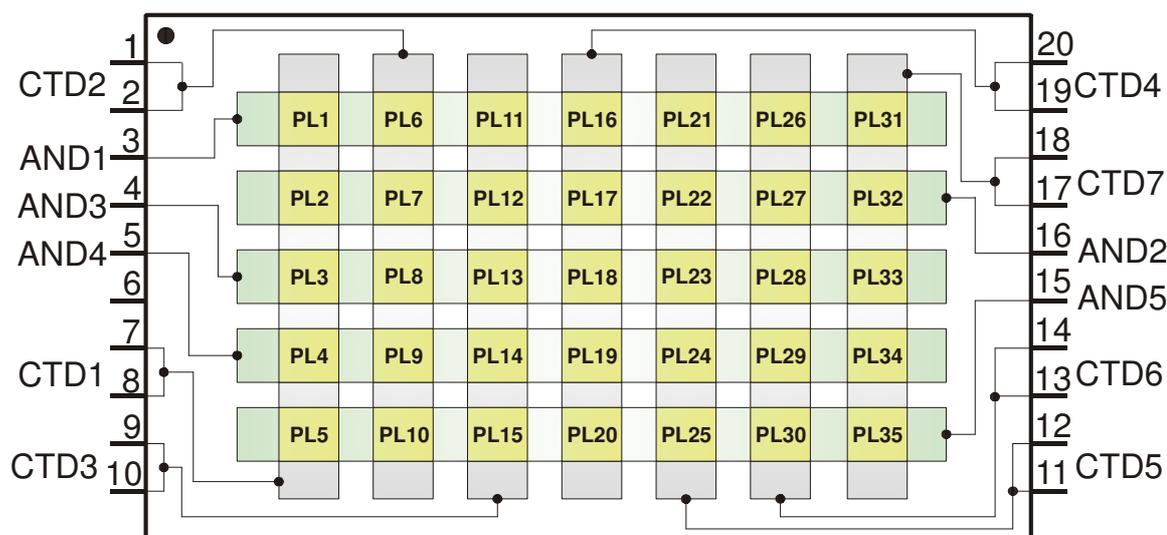


Figura 86 – Pinagem do soquete para instalação da carga no equipamento

Cada ponto luminoso (PL_x), representado na figura 86, pode ser compreendido como um PLED que pode ser conectado no equipamento. Sua ligação deve respeitar a posição do anodo e do catodo respectivo na pinagem do soquete. Por exemplo, para se acionar um PLED em PL_1 é necessário conectar o seu anodo no pino 3 do soquete e seu catodo nos pinos 7 ou 8 do soquete. Por outro lado, para se acionar

um PLED em PL₂₀, deve-se ligar o seu anodo no pino 15 e o seu catodo nos pinos 19 ou 20. E assim sucessivamente.

É importante frisar que a carga deve ser conectada no soquete com o produto desligado.

c) ALIMENTAÇÃO

O equipamento pode ser alimentado com 2 fontes de tensão elétrica contínua de 9V através dos conectores de energia presentes atrás do gabinete ou por 2 baterias de 9V conectadas pelos soquetes presentes dentro do suporte na lateral esquerda do gabinete.

O produto é ligado através de uma chave liga-desliga localizada na lateral esquerda do equipamento. Um LED vermelho na parte frontal superior do gabinete acende quando a chave é acionada.

d) OPERAÇÃO EM MODO MANUAL – POLARIZAÇÃO DIRETA

Depois de realizadas as configurações iniciais e a conexão da carga no equipamento, a operação em modo manual de polarização direta é escolhida pela chave SW₁ presente na parte frontal superior do gabinete. A posição 1 desta chave deve ser colocada em *ON* e as posições 2 e 3 em *OFF*.

Neste modo de operação é possível ajustar manualmente a V_D e o ciclo ativo de PWM que opera sobre os PLEDs instalados na carga. Um voltímetro pode ser conectado no produto para acompanhar o valor da V_D , sendo que a ponta de prova comum pode ser colocada em um dos bornes pretos presentes na parte frontal do gabinete, dependendo do catodo desejado, e a ponta de prova positiva pode ser colocada em um dos bornes verdes, presentes também na parte frontal do gabinete, dependendo do anodo que se deseja medir. A escolha do anodo e do catodo adequados depende da posição na qual o PLED em análise foi conectado no soquete da carga.

Antes de ligar o equipamento, deve-se colocar as posições 1 e 2 das chaves SW_{14} , SW_{15} , SW_{16} , SW_{17} , SW_{18} , SW_{19} e SW_{20} na posição *OFF*. Essas chaves estão presentes na parte superior frontal do gabinete bem abaixo dos bornes amarelos. Deve-se também colocar as 2 posições das chaves SW_3 , SW_4 , SW_5 , SW_6 e SW_7 na posição *OFF*. Essas chaves estão presentes na parte inclinada no painel frontal do gabinete, bem abaixo do soquete da carga.

Ao ligar o equipamento a V_D aplicada sobre os PLEDs é metade do valor máximo possível. Este valor pode ser regulado com toques curtos nos botões presentes na parte frontal superior do gabinete, sendo botão SW_{14-3} para CTD₁, SW_{15-3} para CTD₂, SW_{16-3} para CTD₃, SW_{17-3} para CTD₄, SW_{18-3} para CTD₅, SW_{19-3} para CTD₆ e SW_{20-3} para CTD₇. A cada toque curto, a V_D é incrementada em um passo. Ao atingir $V_{Dmáx}$, o próximo toque curto coloca a V_D em 33% de $V_{Dmáx}$. Os toques curtos seguintes começam a incrementar a V_D novamente.

Caso as chaves de índice 2 (SW_{14-2} para CTD₁, SW_{15-2} para CTD₂, SW_{16-2} para CTD₃, SW_{17-2} para CTD₄, SW_{18-2} para CTD₅, SW_{19-2} para CTD₆ e SW_{20-2} para CTD₇) forem colocadas na posição *ON*, o incremento da V_D pelos toques nos botões é desabilitado. Nesta condição a V_D sobre a carga permanece fixa no último ajuste realizado.

Caso as chaves do parágrafo anterior forem colocadas em *OFF*, porém as chaves de índice 1 (SW_{14-1} para CTD₁, SW_{15-1} para CTD₂, SW_{16-1} para CTD₃, SW_{17-1} para CTD₄, SW_{18-1} para CTD₅, SW_{19-1} para CTD₆ e SW_{20-1} para CTD₇) forem colocadas na posição *ON*, a V_D sobre a carga é ajustada para 50% de $V_{Dmáx}$, desabilitando os ajustes pelos botões.

Caso as chaves de índices 1 e 2 forem colocadas em *ON*, a V_D na carga é levada para 0V, desligando os catodos respectivos. Se ambas forem colocadas em *OFF*, o ajuste pelos botões é reabilitado. É importante salientar que a operação dessas chaves e botões é independente para cada catodo, podendo ser configuradas conforme a necessidade dos testes.

Por sua vez, o ciclo ativo de PWM que é aplicado na carga, ao ligar o equipamento, é 100%. Este valor pode ser regulado pela posição das chaves SW_3 para anodo 1 (AND₁), SW_4 para anodo 2 (AND₂), SW_5 para anodo 3 (AND₃), SW_6 para anodo

4 (AND₄) e SW₇ para anodo 5 (AND₅). Essas chaves se localizam na parte frontal inclinada do gabinete, bem abaixo do soquete da carga.

Caso as posições 1 e 2 dessas chaves sejam colocadas em *ON*, o ciclo ativo de PWM é ajustado em 25%. Caso a posição 1 seja *OFF* e a posição 2 seja *ON*, o ciclo ativo de PWM é ajustado em 50%. Caso a posição 1 seja *ON* e a posição 2 seja *OFF*, o ciclo de trabalho de PWM é configurado em 75%. E as duas posições em *OFF* colocam o PWM em 100% novamente. É importante salientar que a operação dessas chaves é independente para cada anodo, podendo ser configuradas conforme a necessidade dos testes.

A frequência de PWM está pré-configurada para 1kHz, de acordo com o programa da SELEÇÃO DE ANODOS, cujos microcontroladores são os PIC12F683A, mas pode ser alterada desde 300Hz até 10kHz, bastando apenas mudar o valor atribuído à constante "PWM" e à constante "f", substituindo respectivamente os valores 249 e 1000 por valores escolhidos de acordo com a tabela disponibilizada no programa, conforme abaixo:

```
//-----
// Constantes utilizadas para definição da frequência de PWM.
//-----
#define PWM 249 // pré-configuradas para 1000Hz
#define f 1000 // unidade de medida da constante f em Hz

// TABELA PARA ESCOLHA DA FREQUÊNCIA DE PWM
// f = 300 ; PWM = 207
// f = 400 ; PWM = 155
// f = 500 ; PWM = 124
// f = 600 ; PWM = 103
// f = 700 ; PWM = 88
// f = 800 ; PWM = 77
// f = 900 ; PWM = 68
// f = 1000 ; PWM = 249
// f = 2000 ; PWM = 124
// f = 3000 ; PWM = 82
// f = 4000 ; PWM = 61
// f = 5000 ; PWM = 49
// f = 6000 ; PWM = 41
// f = 7000 ; PWM = 35
// f = 8000 ; PWM = 30
// f = 9000 ; PWM = 27
// f = 10000 ; PWM = 24
```

É importante frisar que, para realizar esta mudança, é necessária a reconfiguração do programa no ambiente de desenvolvimento da Microchip, o MPLab IDE, juntamente com a sua re-compilação no compilador CCS de linguagem C, que foram os programas base para a programação dos microcontroladores deste projeto. Após essas etapas, os microcontroladores devem ser removidos do equipamento e colocados no gravador para gravação do novo programa.

e) OPERAÇÃO EM MODO MANUAL – POLARIZAÇÃO REVERSA

Depois de realizadas as configurações iniciais e a conexão da carga no equipamento, a operação em modo manual de polarização reversa é escolhida pela chave SW_1 presente na parte frontal superior do gabinete. As posições 1 e 3 desta chave devem ser colocadas em *ON* e a posição 2 em *OFF*.

Neste modo de operação os PLEDs instalados na carga operam com tensão elétrica reversa (V_R) fixa de 3,5V e os ajustes de V_D ou do ciclo ativo de PWM são desabilitados. Um voltímetro pode ser conectado no produto para verificar o valor da V_R , sendo que a ponta de prova comum deve ser colocada em um dos bornes pretos presentes na parte frontal do gabinete, dependendo do catodo desejado, e a ponta de prova positiva deve ser colocada em um dos bornes verdes, presentes também na parte frontal do gabinete, dependendo do anodo que se deseja medir. A escolha do anodo e do catodo adequados depende da posição na qual o PLED em análise foi conectado no soquete da carga.

Antes de iniciar este modo de operação é importante verificar os resultados das curvas $I \times V$ obtidas nos PLEDs em teste para se certificar que a V_R de 3,5V não irá danificá-los.

f) OPERAÇÃO EM MODO DE VARREDURA

Depois de realizadas as configurações iniciais e a conexão da carga no equipamento, a operação em modo de varredura é escolhida pela chave SW_1 presente

na parte frontal superior do gabinete. As posições 1 e 2 desta chave devem ser colocadas obrigatoriamente em *ON* e a posição 3 em qualquer situação.

Neste modo de operação, indicado para mostradores de informações com 5 linhas-anodos por 7 colunas-catodos, totalizando 35 PLEDs em matriz passiva, as linhas são lidas seqüencialmente, formando quadros em uma determinada frequência ($f_{\text{varredura}}$), de acordo com o programa da CENTRAL DE CONTROLE, cujo microcontrolador é o PIC16F877A. A $f_{\text{varredura}}$ pré-ajustada é 60Hz, mas pode ser escolhida desde 20Hz até 100Hz, bastando apenas mudar o valor atribuído à constante “VARRE_QUADRO”, substituindo o valor 205 por um valor respectivo a $f_{\text{varredura}}$ desejada, de acordo com a tabela disponibilizada no programa, conforme abaixo:

```
//-----
// Constante utilizada para definir a frequência de varredura.
//-----
#define VARRE_QUADRO    205    // pré-configurado para 60Hz

// TABELA PARA ESCOLHA DA FREQUÊNCIA DE VARREDURA
// 20Hz: VARRE_QUADRO = 101
// 30Hz: VARRE_QUADRO = 153
// 40Hz: VARRE_QUADRO = 179
// 50Hz: VARRE_QUADRO = 194
// 60Hz: VARRE_QUADRO = 205
// 70Hz: VARRE_QUADRO = 212
// 80Hz: VARRE_QUADRO = 218
// 90Hz: VARRE_QUADRO = 222
// 100Hz: VARRE_QUADRO = 226
```

Durante a varredura, ocorre a pré-carga e a descarga do mostrador a cada novo quadro formado. O tempo necessário para pré-carga e para descarga depende das características estruturais do mostrador utilizado. Por isso é importante o estudo prévio das curvas de capacitância em função da frequência ($C_x f$) e $I_x V$ para que a constante de tempo de carga seja identificada. Observar a análise-modelo realizada no corpo principal desta dissertação, no item 4.4.

O tempo pré-ajustado no programa do PIC16F877A é de 128 μ s, de acordo com o valor 254 atribuído à constante “CARGA-DESCARGA”, conforme abaixo:

```

//-----
// Constante utilizada para definir o tempo de carga e descarga das
// capacitâncias parasitárias dos pontos luminosos do mostrador.
//-----
#define CARGA_DESCARGA 254 // pré-configurado para 128us

```

Este valor pode ser re-configurado seguindo a fórm. (16) a seguir:

$$Resultado = 256 - \left(\frac{tempo}{16 \cdot 10^{-6}} \right) \quad (16)$$

Deve-se substituir o tempo desejado de pré-carga e descarga na fórmula e o resultado, arredondado para valores inteiros, deve ser substituído na constante “CARGA-DESCARGA”, no lugar do 254.

É importante frisar que, para realizar esta mudança, é necessária a reconfiguração do programa no ambiente de desenvolvimento da Microchip, o MPLab IDE, juntamente com a sua re-compilação no compilador CCS de linguagem C, que foram os programas base para a programação dos microcontroladores deste projeto. Após essas etapas, o PIC16F877A deve ser removido do equipamento e colocado no gravador para gravação do novo programa.

Durante a varredura é possível ajustar manualmente a V_D e o ciclo ativo de PWM que opera sobre os PLEDs instalados na carga seguindo o mesmo procedimento descrito para o modo manual de polarização direta. Um voltímetro pode ser conectado no produto para acompanhar o valor da V_D , sendo que a ponta de prova comum pode ser colocada em um dos bornes pretos presentes na parte frontal do gabinete, dependendo do catodo desejado, e a ponta de prova positiva pode ser colocada em um dos bornes verdes, presentes também na parte frontal do gabinete, dependendo do anodo que se deseja medir.

Antes de ligar o equipamento, deve-se colocar as posições 1 e 2 das chaves SW_{14} , SW_{15} , SW_{16} , SW_{17} , SW_{18} , SW_{19} e SW_{20} na posição *OFF*. Essas chaves estão presentes na parte superior frontal do gabinete bem abaixo dos bornes amarelos. Deve-se também colocar as 2 posições das chaves SW_3 , SW_4 , SW_5 , SW_6 e SW_7 na posição

OFF. Essas chaves estão presentes na parte inclinada no painel frontal do gabinete, bem abaixo do soquete da carga.

g) OPERAÇÃO EM MODO DE DEMONSTRAÇÃO

Depois de realizadas as configurações iniciais e a conexão da carga no equipamento, a operação em modo de demonstração é escolhida pela chave SW_1 presente na parte frontal superior do gabinete. A posição 1 desta chave deve ser colocada obrigatoriamente em *OFF* e as posições 2 e 3 em qualquer situação.

Neste modo de operação, indicado para mostradores de informações com 5 linhas-anodos por 7 colunas-catodos, totalizando 35 PLEDs em matriz passiva, as linhas são lidas seqüencialmente, formando quadros em uma determinada frequência ($f_{varredura}$), enquanto que as colunas vão sendo acionadas automaticamente de acordo com a palavra ou a frase que se deseja demonstrar. Os ajustes manuais de V_D e de PWM permanecem desabilitados.

As mudanças da $f_{varredura}$ e do tempo de pré-carga e descarga do mostrador seguem os mesmos procedimentos descritos para o modo de varredura. A palavra pré-configurada para ser mostrada no mostrador de informações é "POLI". Esta pode ser mudada conforme a necessidade alterando-se a mensagem vinculada à variável "MENSAGEM" no programa do PIC16F877A, conforme abaixo:

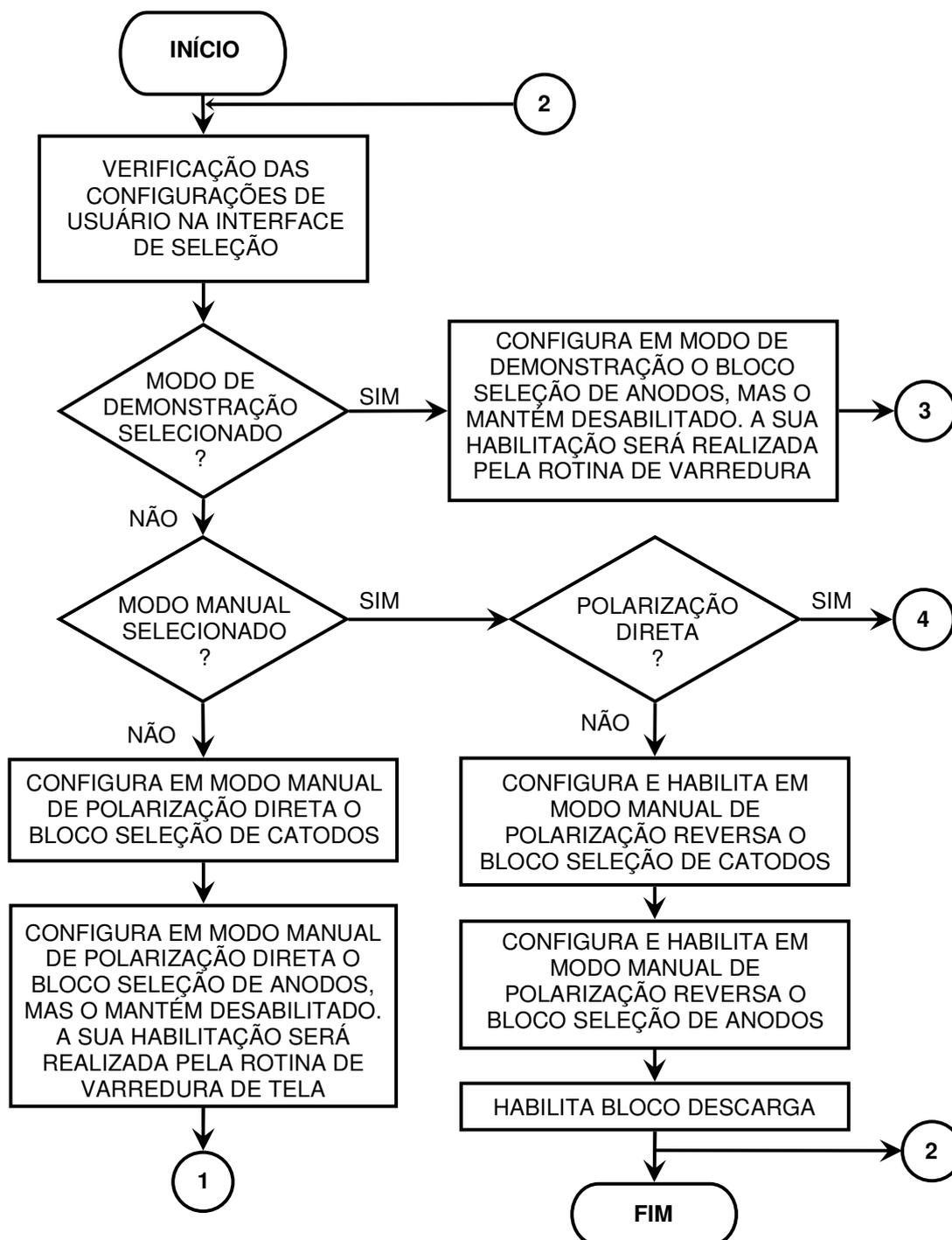
```
//-----
// Constante utilizada para definir a mensagem no mostrador
//-----

char MENSAGEM [] = {"POLI"}; // escreva aqui a sua mensagem dentro das chaves e entre aspas
```

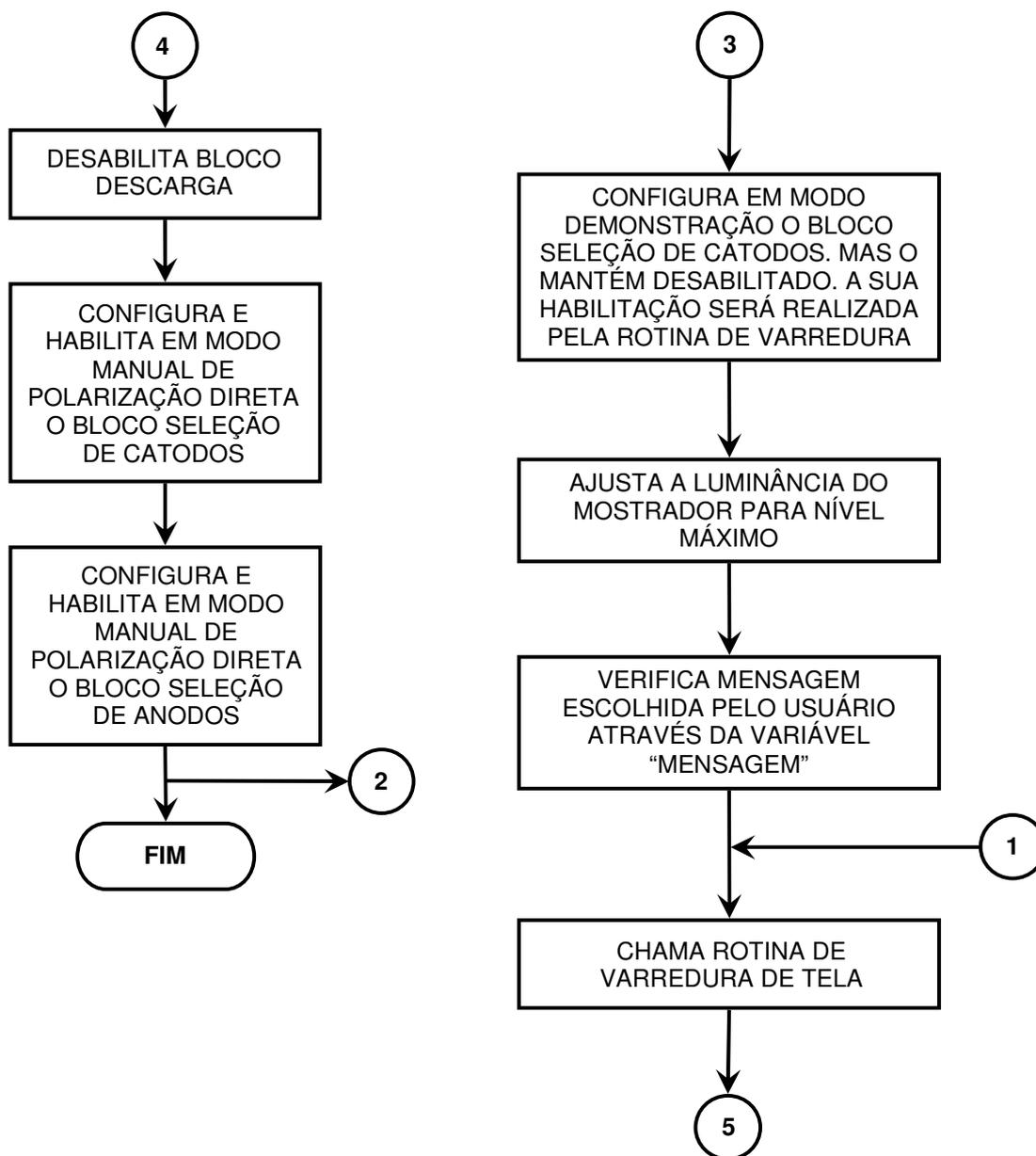
É importante frisar que, para realizar esta mudança, é necessária a reconfiguração do programa no ambiente de desenvolvimento da Microchip, o MPLab IDE, juntamente com a sua re-compilação no compilador CCS de linguagem C, que foram os programas base para a programação dos microcontroladores deste projeto. Após essas etapas, U_1 deve ser removido do equipamento e colocado no gravador para gravação do novo programa.

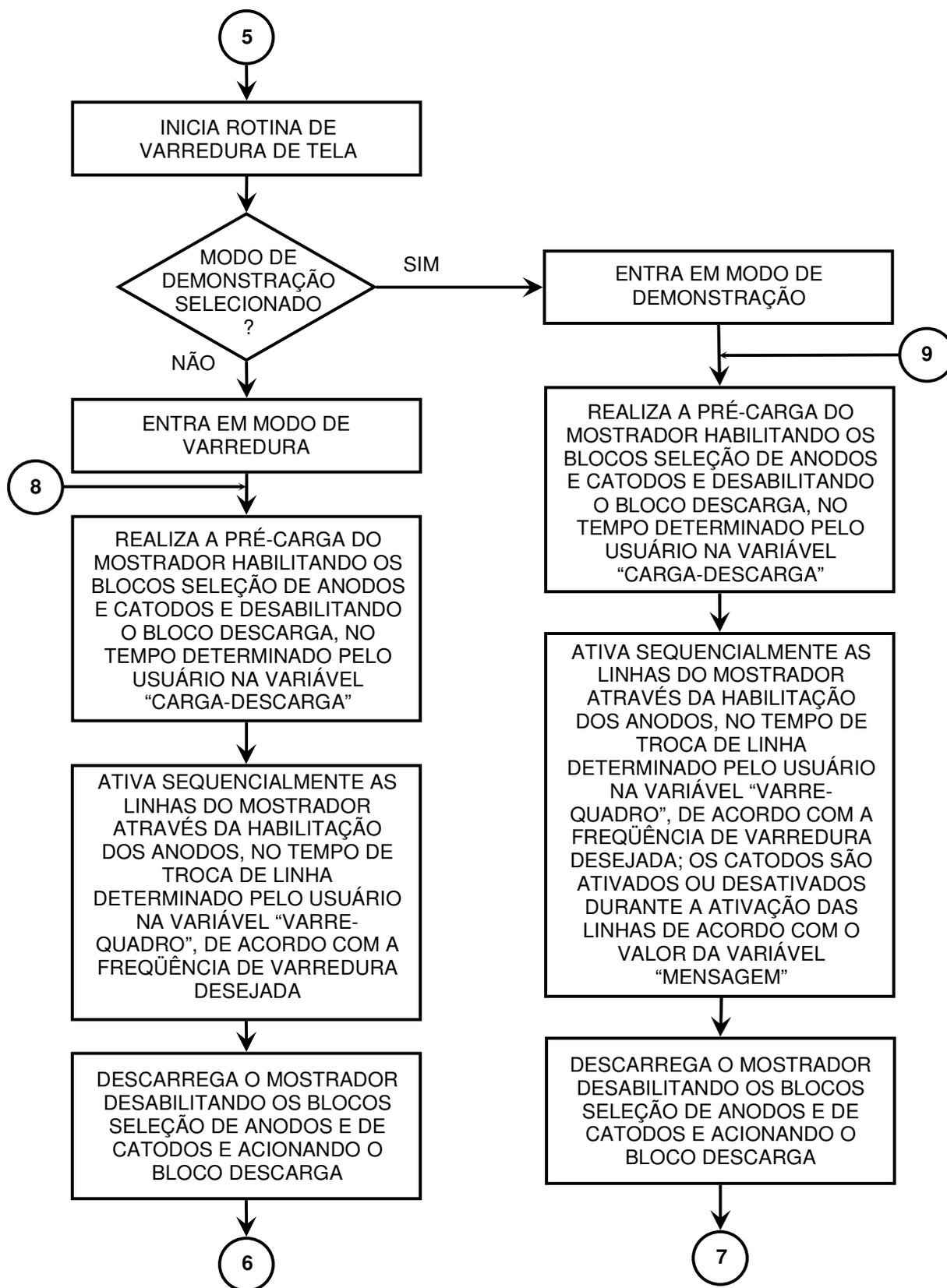
APÊNDICE B: FLUXOGRAMA DOS PROGRAMAS DO SET^e

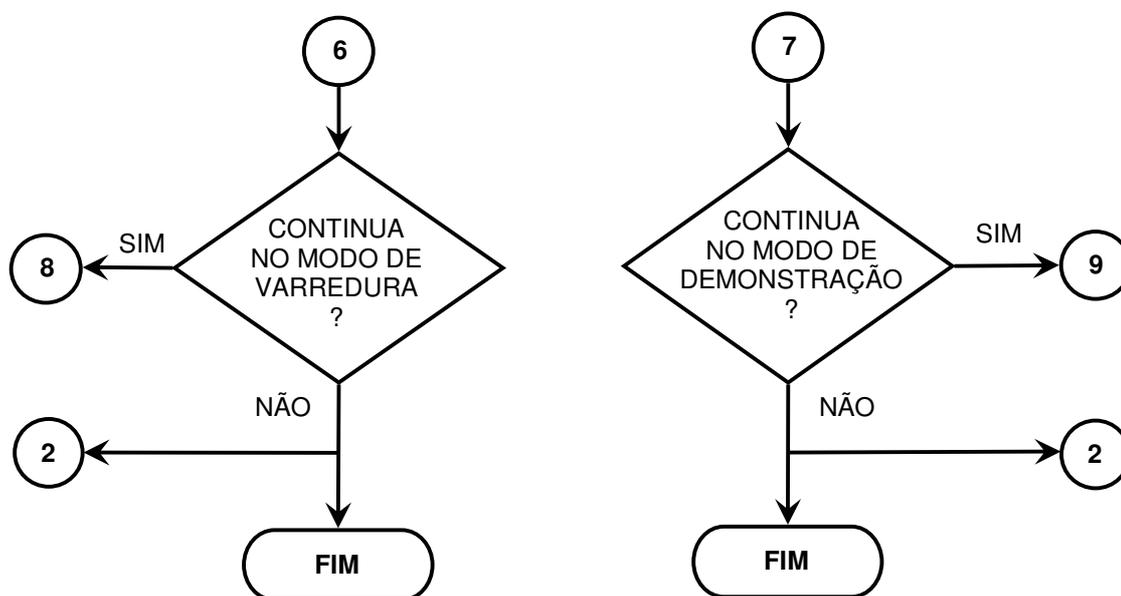
a) CENTRAL DE CONTROLE



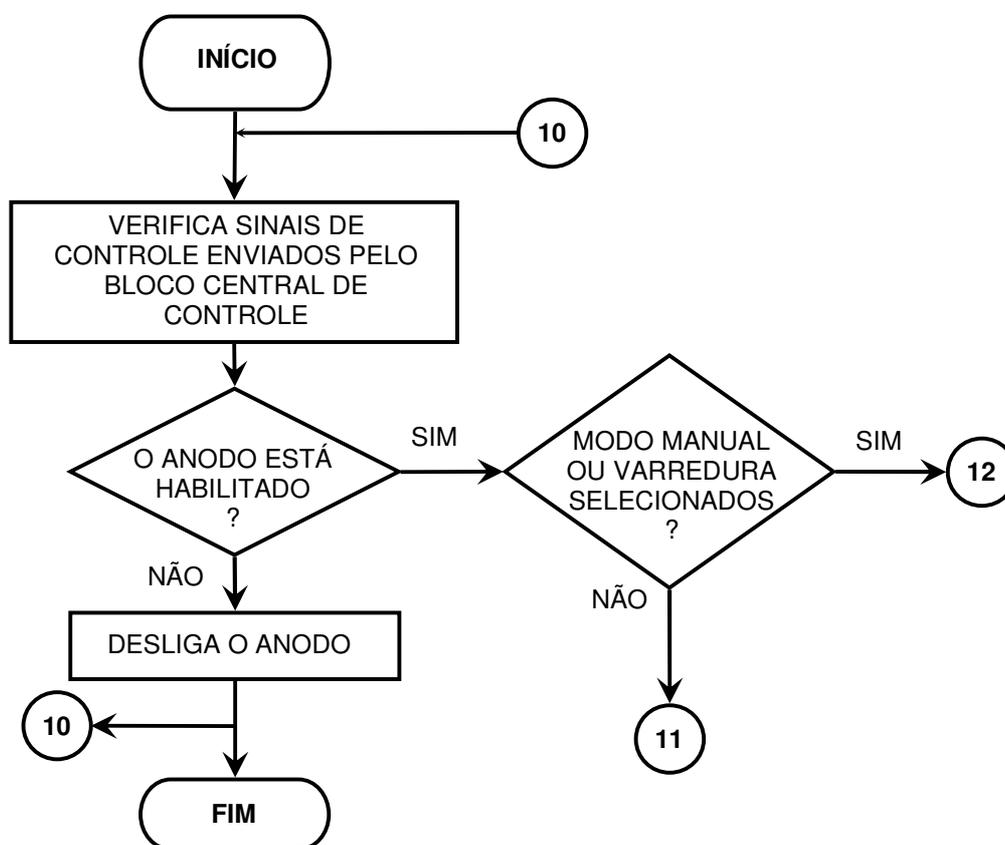
^e Para maiores informações sobre o SET, contate o autor: pimentel_fabio@yahoo.com.br
Tel.: (11) 6231-5712 ou (11) 9691-2053

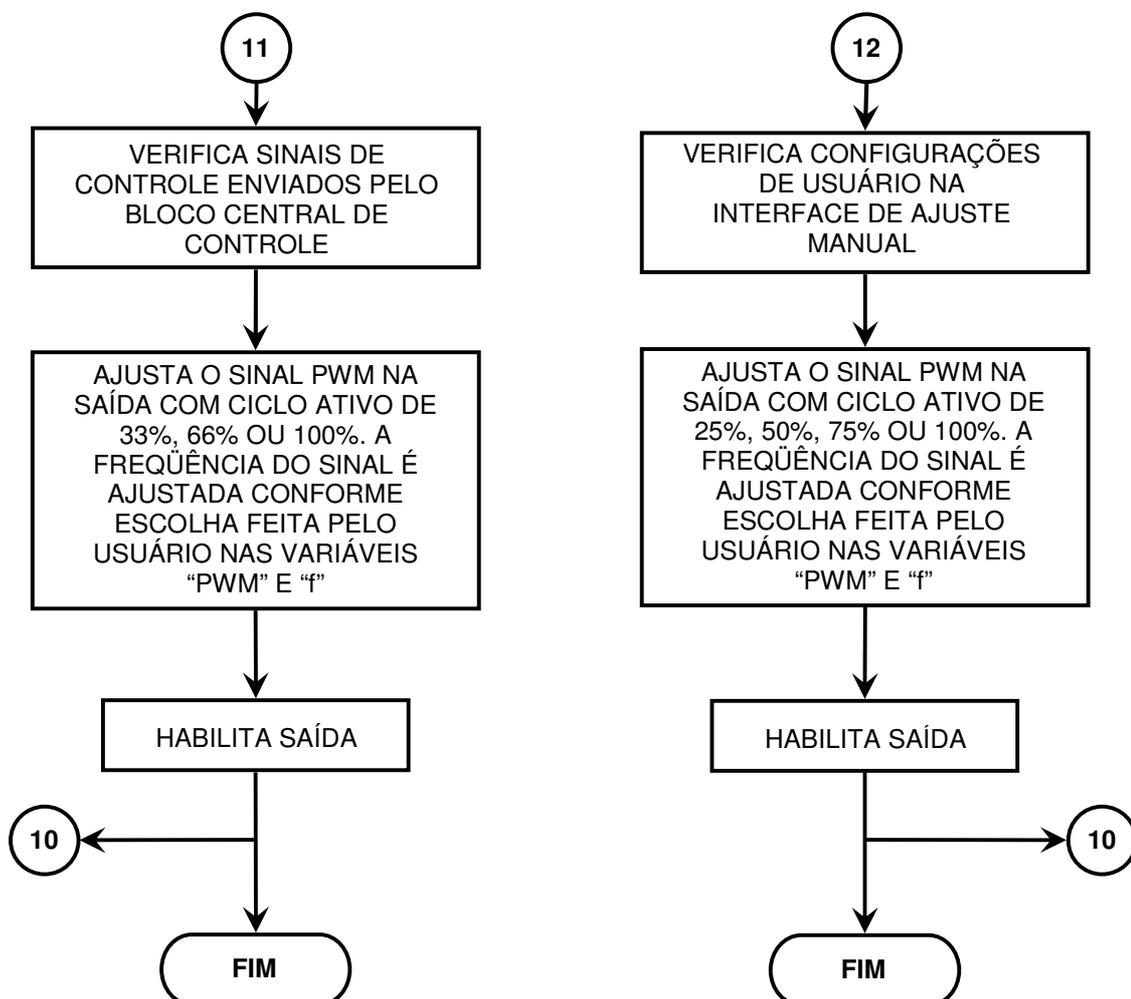






b) SELEÇÃO DE ANODOS





APÊNDICE C

GRÁFICOS DE CAPACITÂNCIA EM FUNÇÃO DA FREQUÊNCIA

a) CATODO (COLUNA) 2

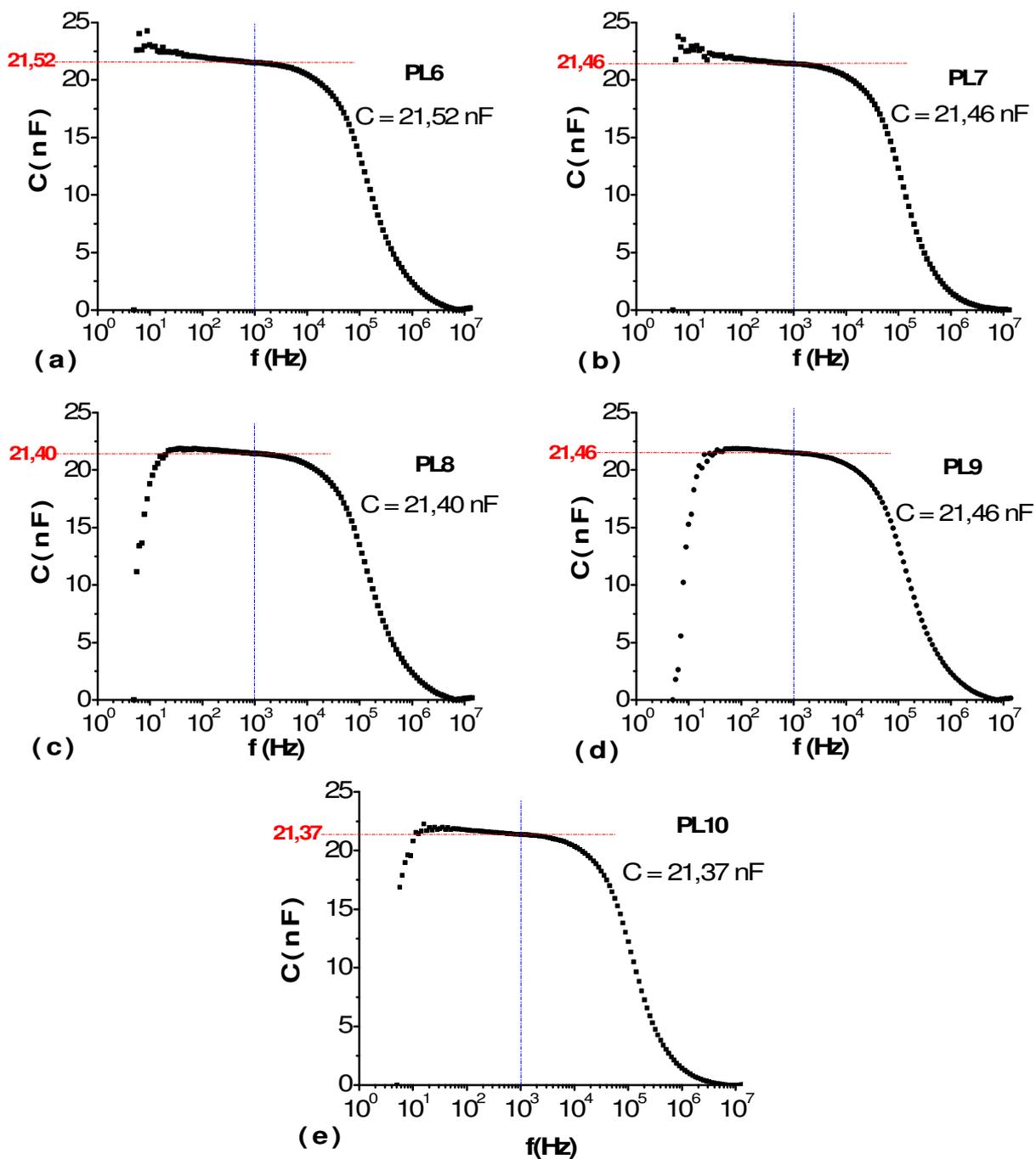


Figura 87 – Capacitância em função da frequência nos pontos luminosos do segundo catodo (coluna) do mostrador: (a) PL₆, (b) PL₇, (c) PL₈, (d) PL₉ e (e) PL₁₀; em destaque é indicada a capacitância encontrada na frequência de 1kHz, adotada para o sinal PWM

b) CATODO (COLUNA) 3

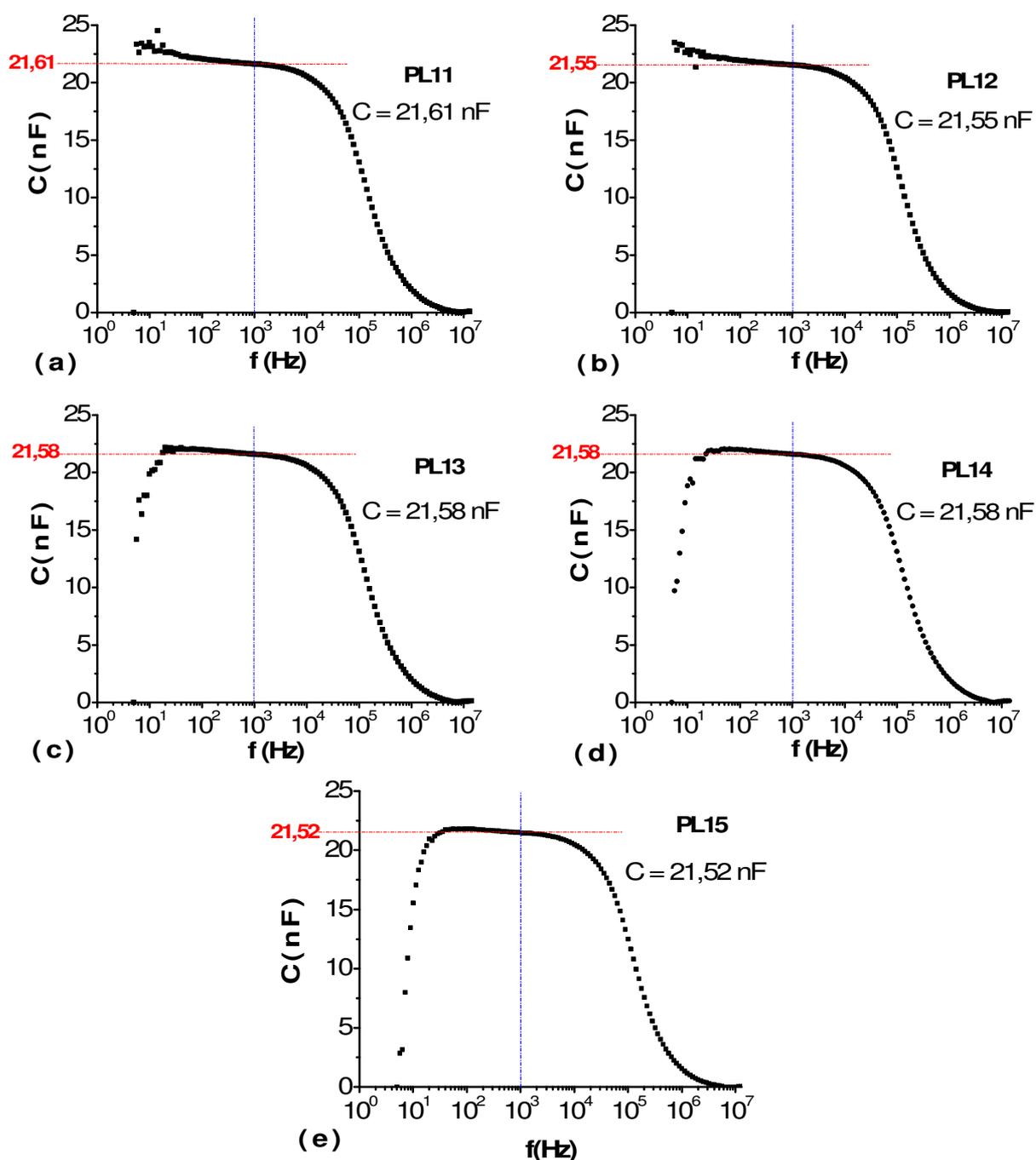


Figura 88 – Capacitância em função da frequência nos pontos luminosos do terceiro catodo (coluna) do mostrador: (a) PL₁₁, (b) PL₁₂, (c) PL₁₃, (d) PL₁₄ e (e) PL₁₅; em destaque é indicada a capacitância encontrada na frequência de 1kHz, adotada para o sinal PWM

c) CATODO (COLUNA) 4

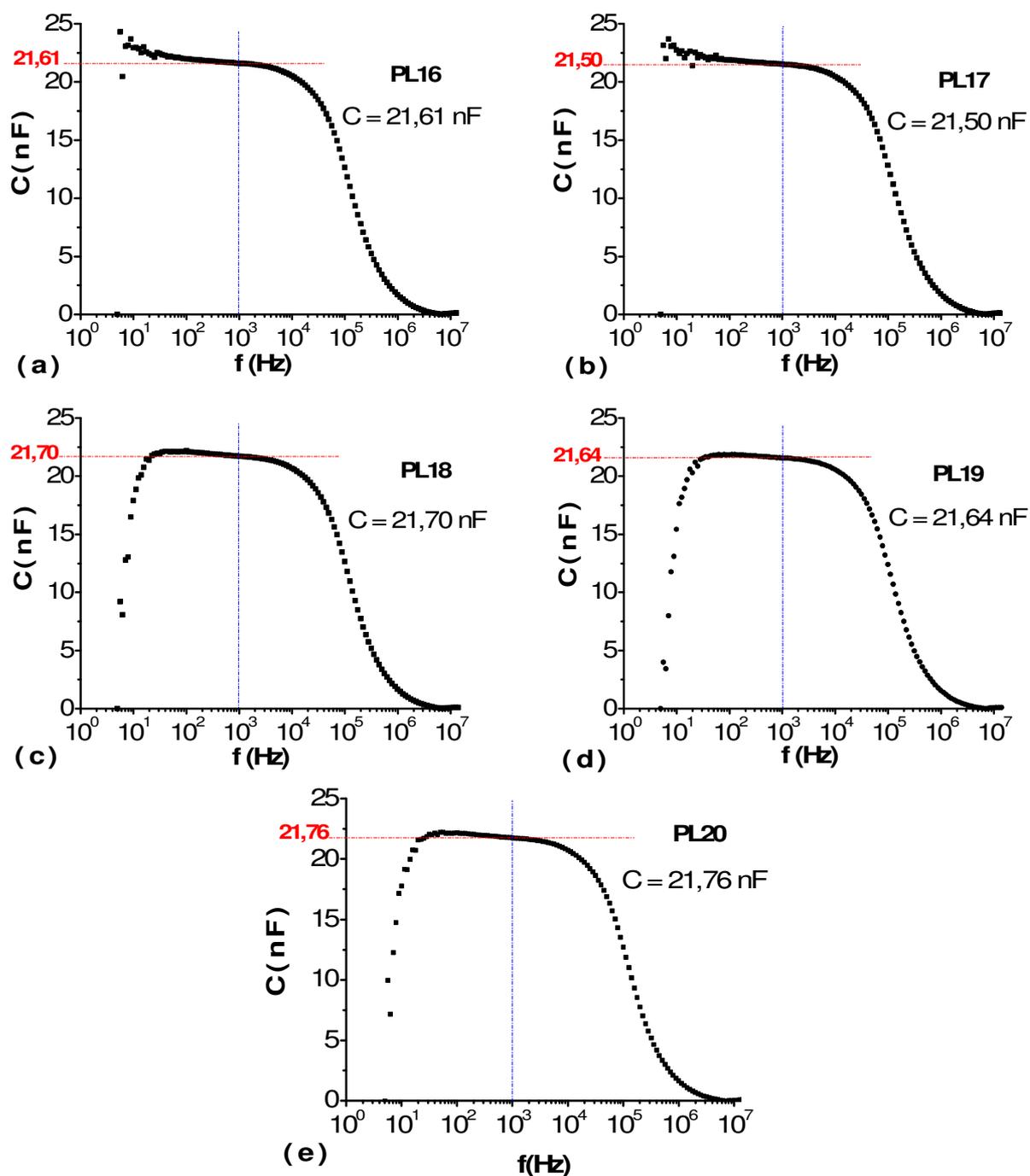


Figura 89 – Capacitância em função da frequência nos pontos luminosos do quarto catodo (coluna) do mostrador: (a) PL₁₆, (b) PL₁₇, (c) PL₁₈, (d) PL₁₉ e (e) PL₂₀; em destaque é indicada a capacitância encontrada na frequência de 1kHz, adotada para o sinal PWM

d) CATODO (COLUNA) 5

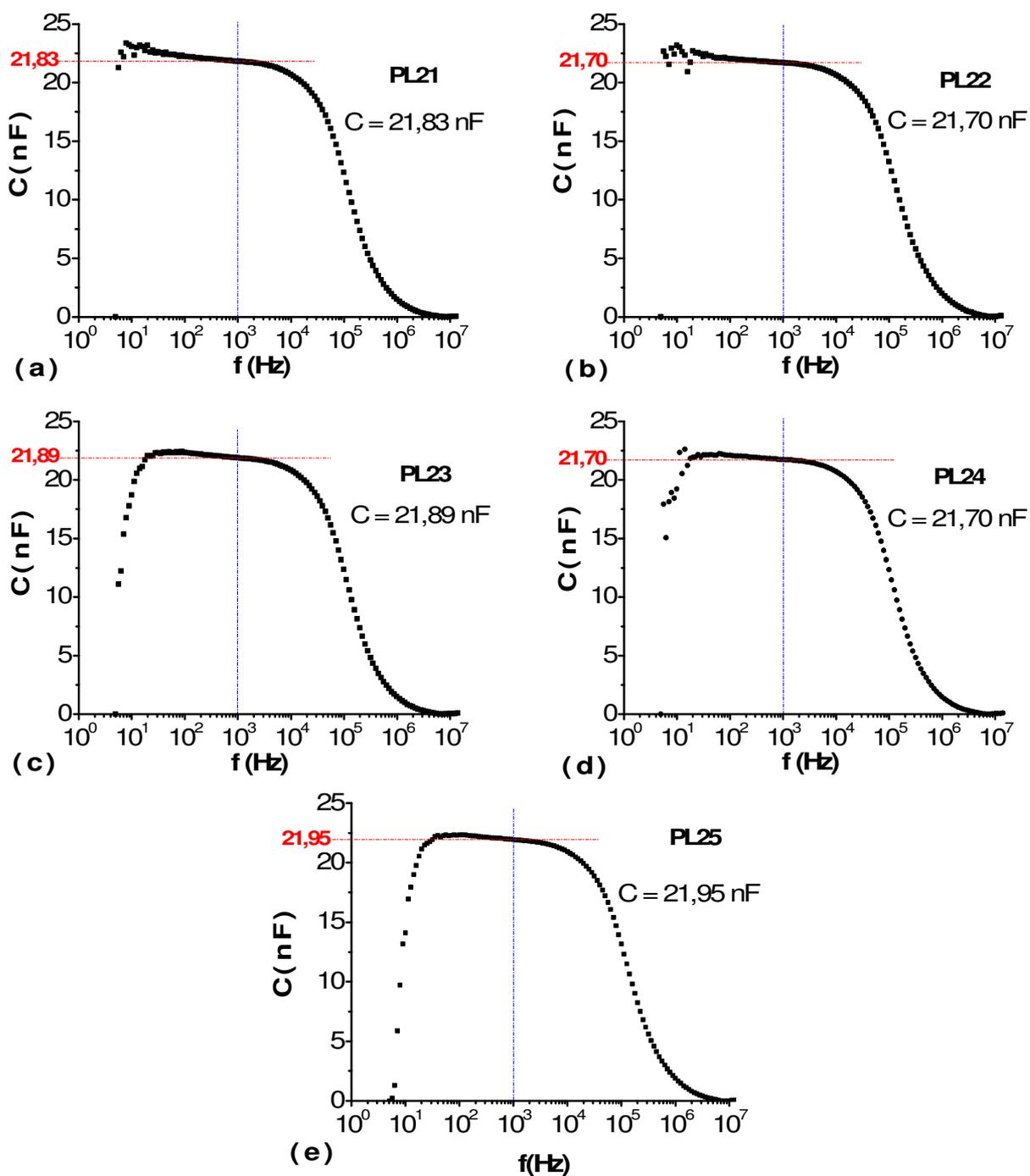


Figura 90 – Capacitância em função da frequência nos pontos luminosos do quinto catodo (coluna) do mostrador: (a) PL₂₁, (b) PL₂₂, (c) PL₂₃, (d) PL₂₄ e (e) PL₂₅; em destaque é indicada a capacitância encontrada na frequência de 1kHz, adotada para o sinal PWM

e) CATODO (COLUNA) 6

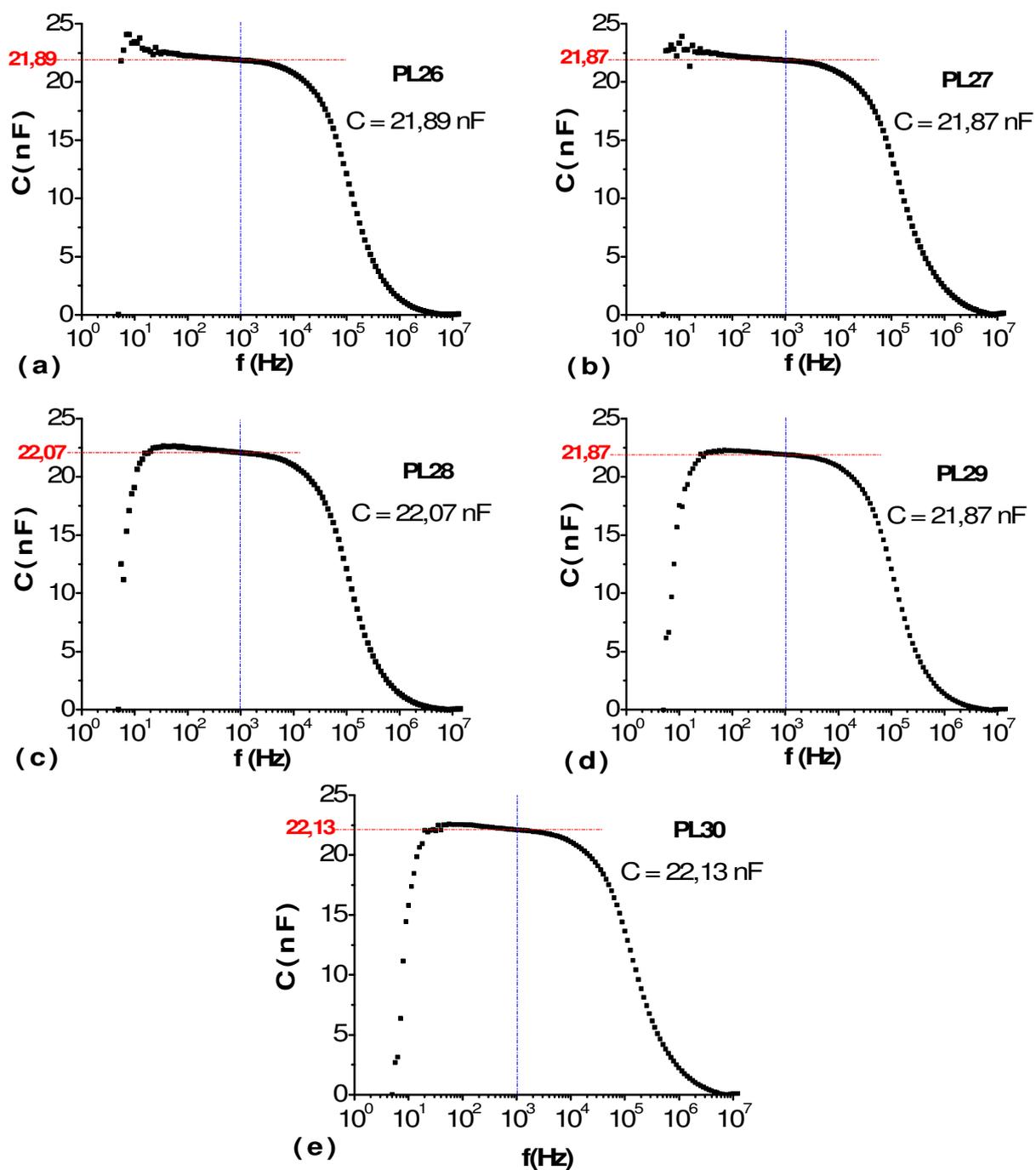


Figura 91 – Capacitância em função da frequência nos pontos luminosos do sexto catodo (coluna) do mostrador: (a) PL₂₆, (b) PL₂₇, (c) PL₂₈, (d) PL₂₉ e (e) PL₃₀; em destaque é indicada a capacitância encontrada na frequência de 1kHz, adotada para o sinal PWM

f) CATODO (COLUNA) 7

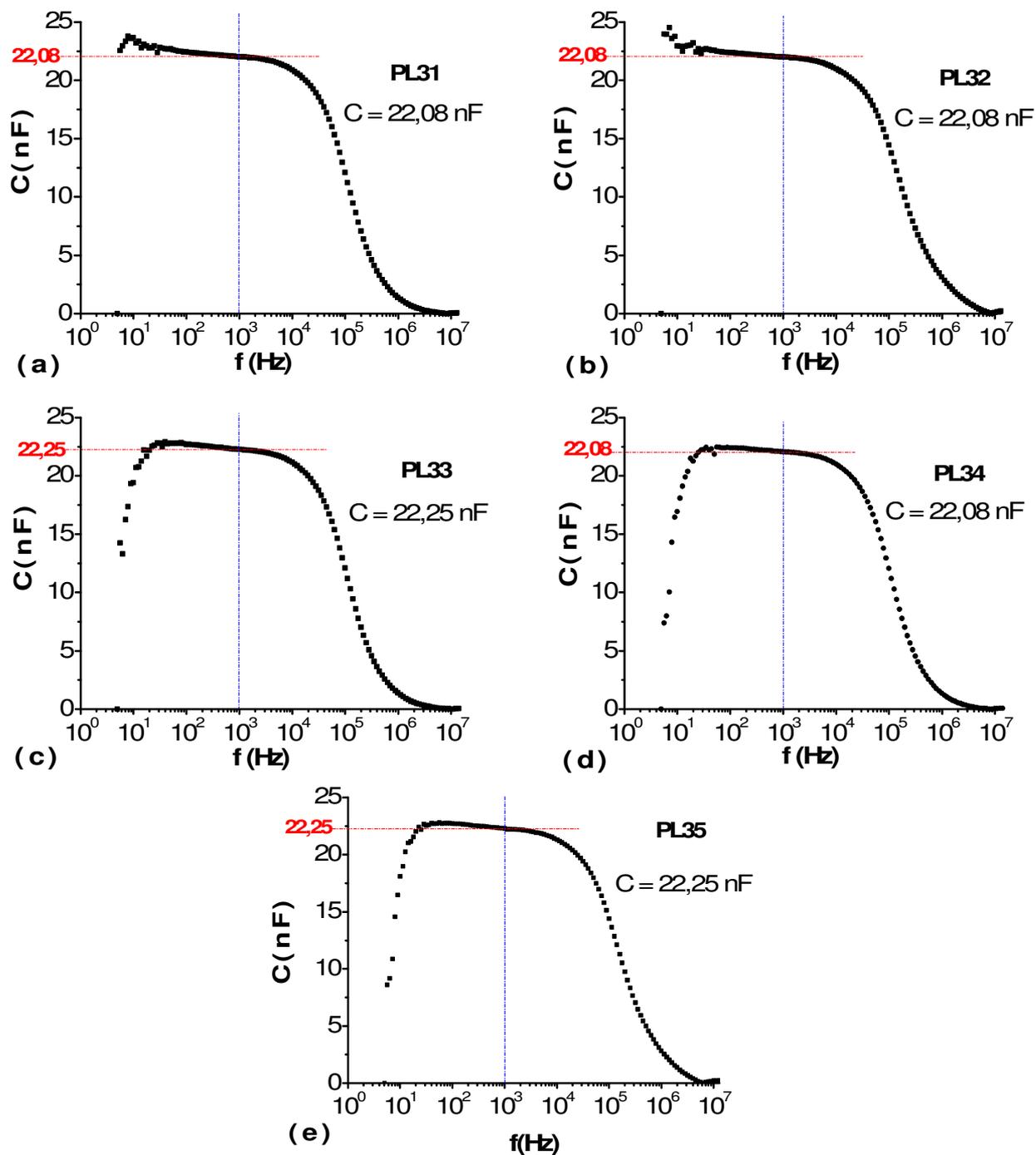


Figura 92 – Capacitância em função da frequência nos pontos luminosos do sétimo catodo (coluna) do mostrador: (a) PL₃₁, (b) PL₃₂, (c) PL₃₃, (d) PL₃₄ e (e) PL₃₅; em destaque é indicada a capacitância encontrada na frequência de 1kHz, adotada para o sinal PWM

APÊNDICE D

GRÁFICOS DE CONDUTIVIDADE E RESISTÊNCIA ELÉTRICA CC

a) CATODO (COLUNA) 2

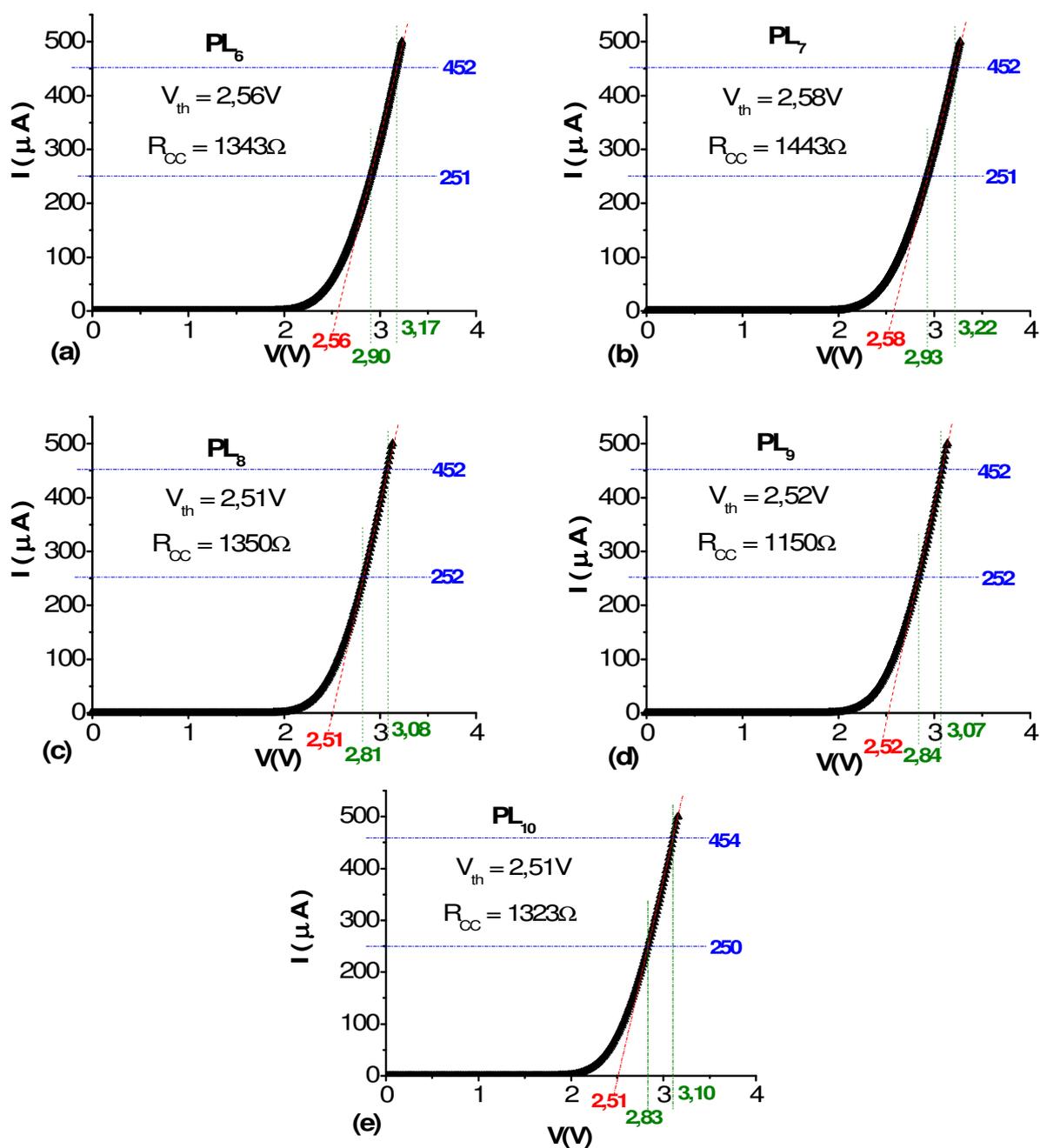


Figura 93 – Corrente elétrica em função da tensão elétrica no segundo cátodo (coluna) do mostrador: (a) PL_6 , (b) PL_7 , (c) PL_8 , (d) PL_9 e (e) PL_{10} ; em destaque são indicadas a tensão elétrica de ativação (V_{th}) e a resistência elétrica CC (R_{cc})

b) CATODO (COLUNA) 3

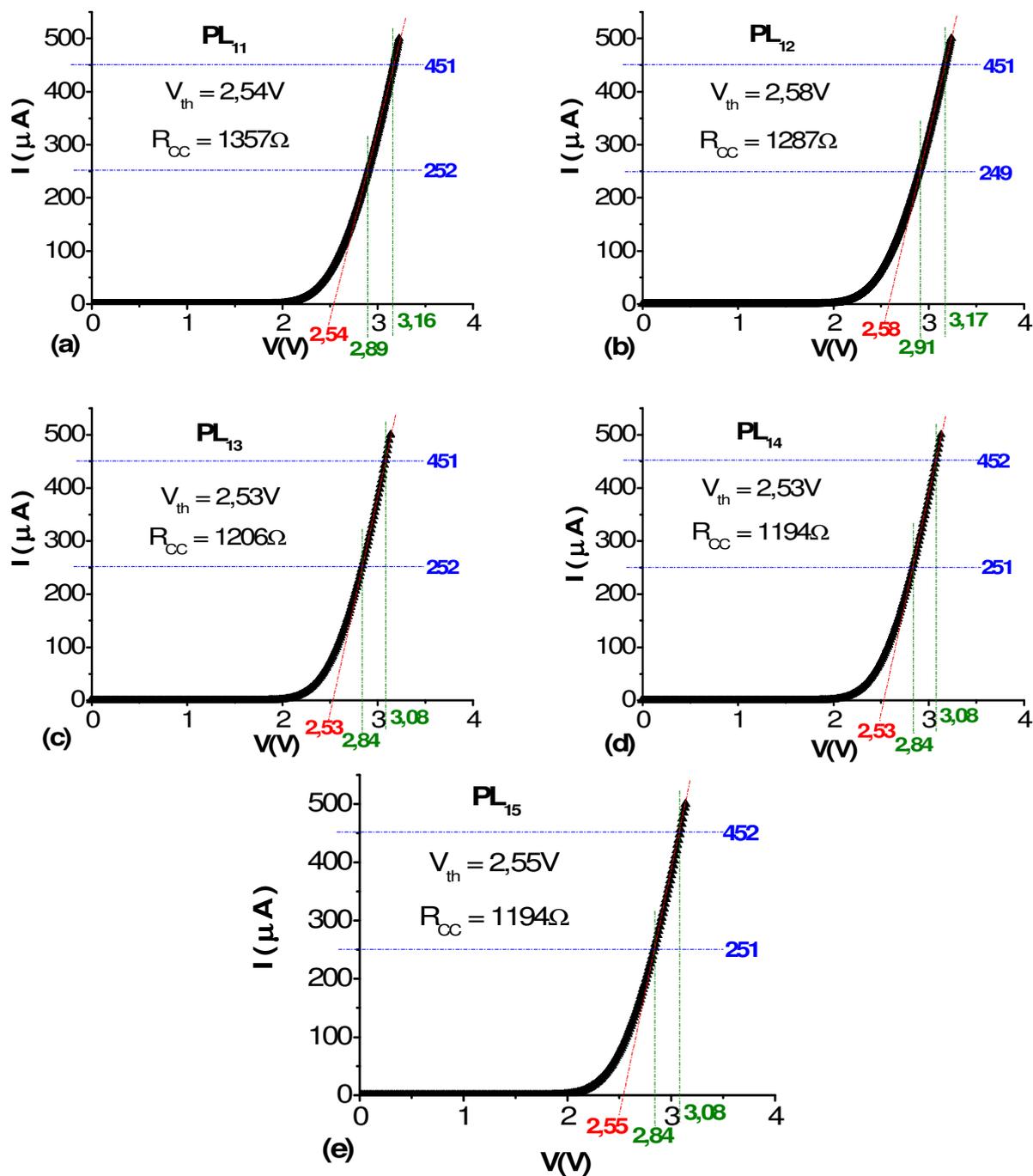


Figura 94 – Corrente elétrica em função da tensão elétrica no terceiro cátodo (coluna) do mostrador: (a) PL₁₁, (b) PL₁₂, (c) PL₁₃, (d) PL₁₄ e (e) PL₁₅; em destaque são indicadas a tensão elétrica de ativação (V_{th}) e a resistência elétrica CC (R_{cc})

c) CATODO (COLUNA) 4

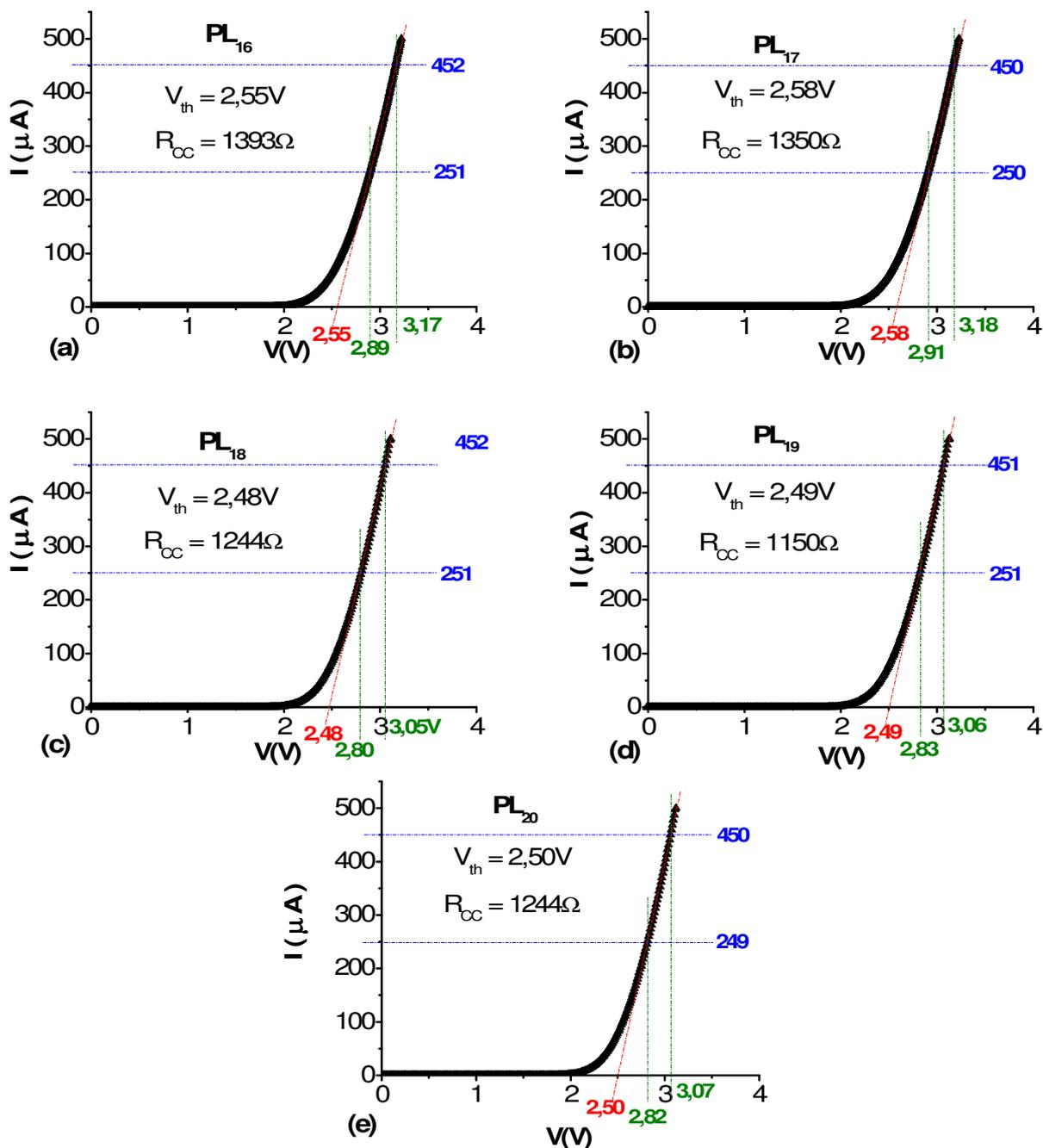


Figura 95 – Corrente elétrica em função da tensão elétrica no quarto catodo (coluna) do mostrador: (a) PL₁₆, (b) PL₁₇, (c) PL₁₈, (d) PL₁₉ e (e) PL₂₀; em destaque são indicadas a tensão elétrica de ativação (V_{th}) e a resistência elétrica CC (R_{cc})

d) CATODO (COLUNA) 5

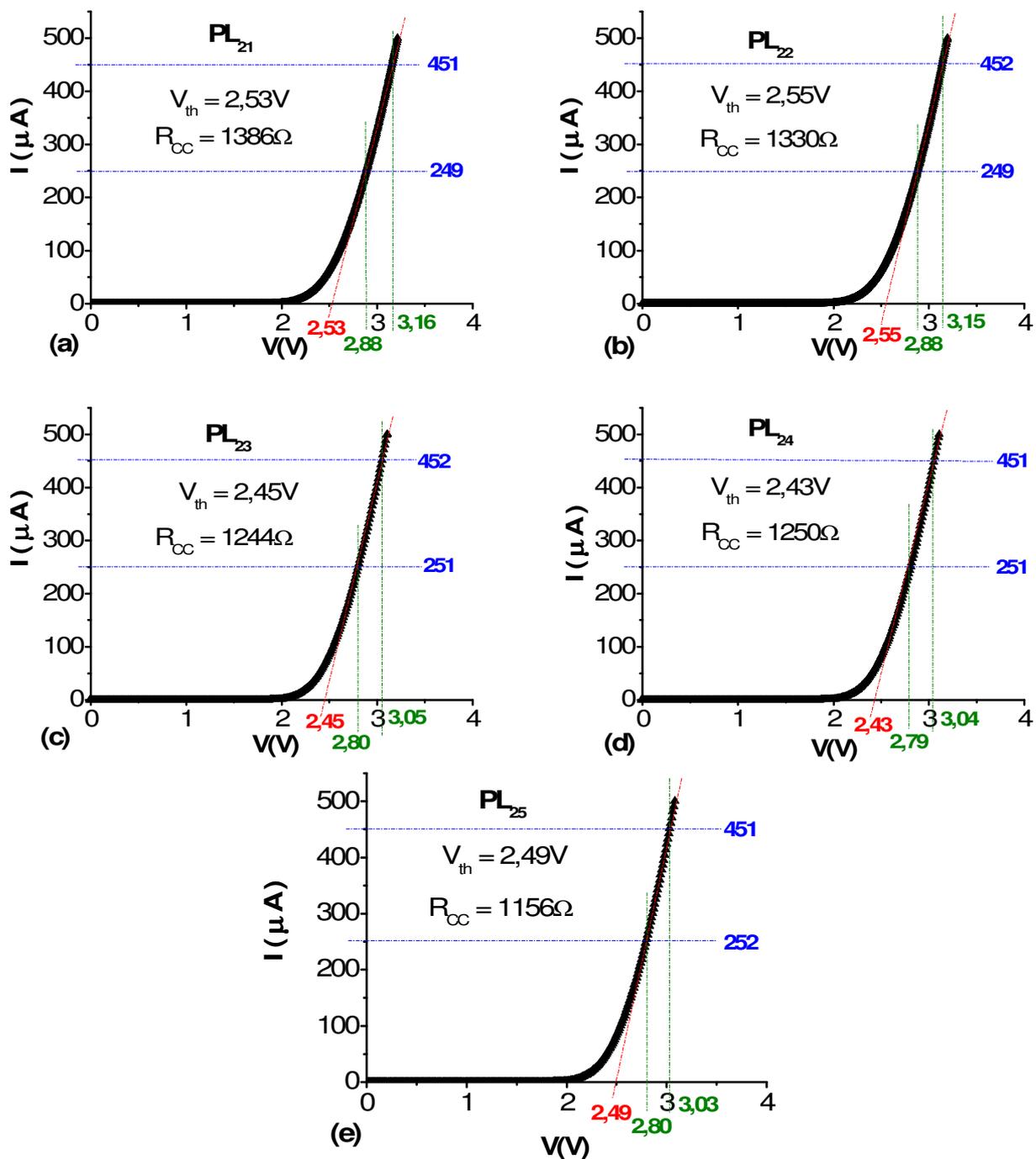


Figura 96 – Corrente elétrica em função da tensão elétrica no quinto catodo (coluna) do mostrador: (a) PL₂₁, (b) PL₂₂, (c) PL₂₃, (d) PL₂₄ e (e) PL₂₅; em destaque são indicadas a tensão elétrica de ativação (V_{th}) e a resistência elétrica CC (R_{cc})

e) CATODO (COLUNA) 6

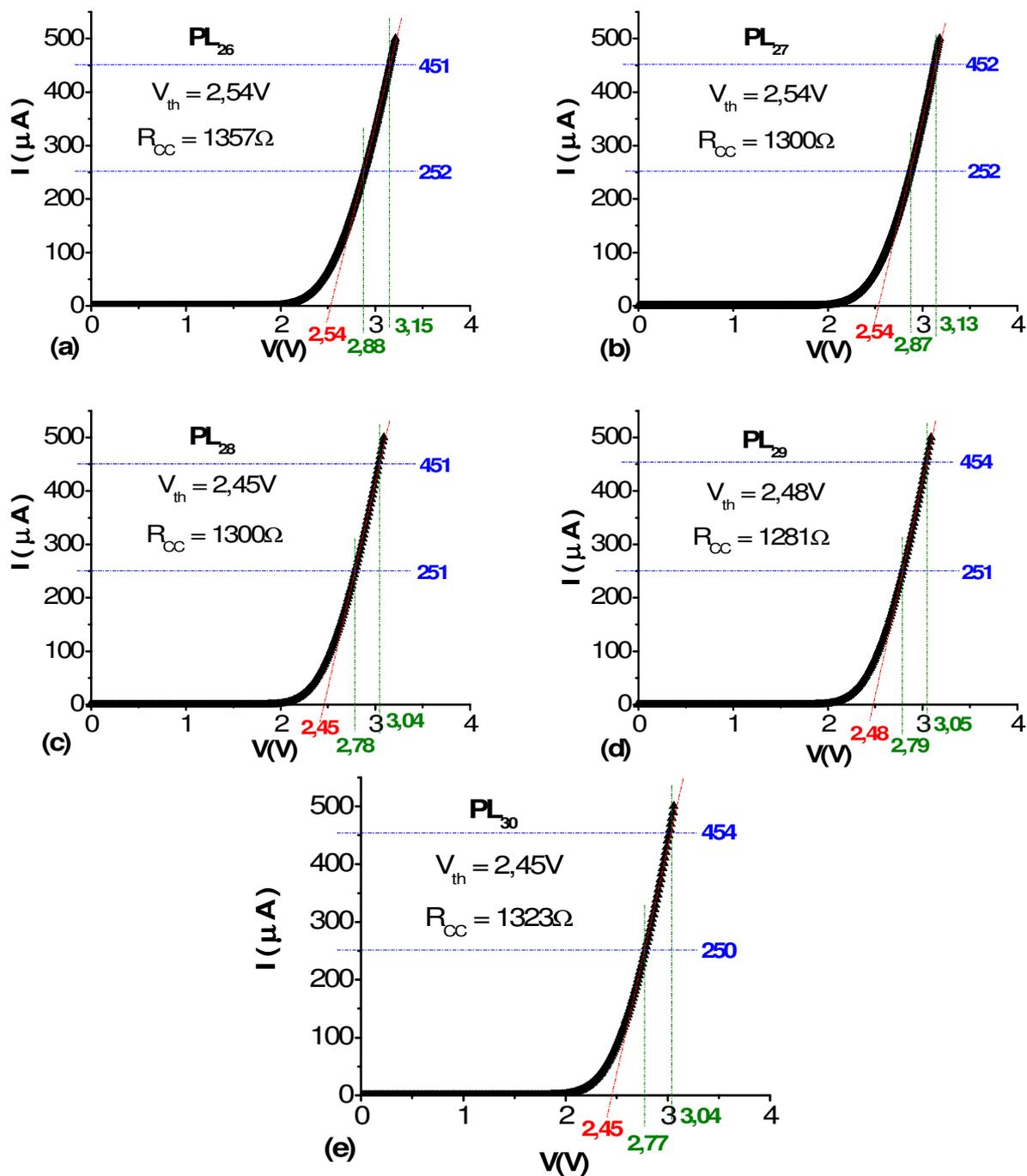


Figura 97 – Corrente elétrica em função da tensão elétrica no sexto catodo (coluna) do mostrador: (a) PL₂₆, (b) PL₂₇, (c) PL₂₈, (d) PL₂₉ e (e) PL₃₀; em destaque são indicadas a tensão elétrica de ativação (V_{th}) e a resistência elétrica CC (R_{cc})

f) CATODO (COLUNA) 7

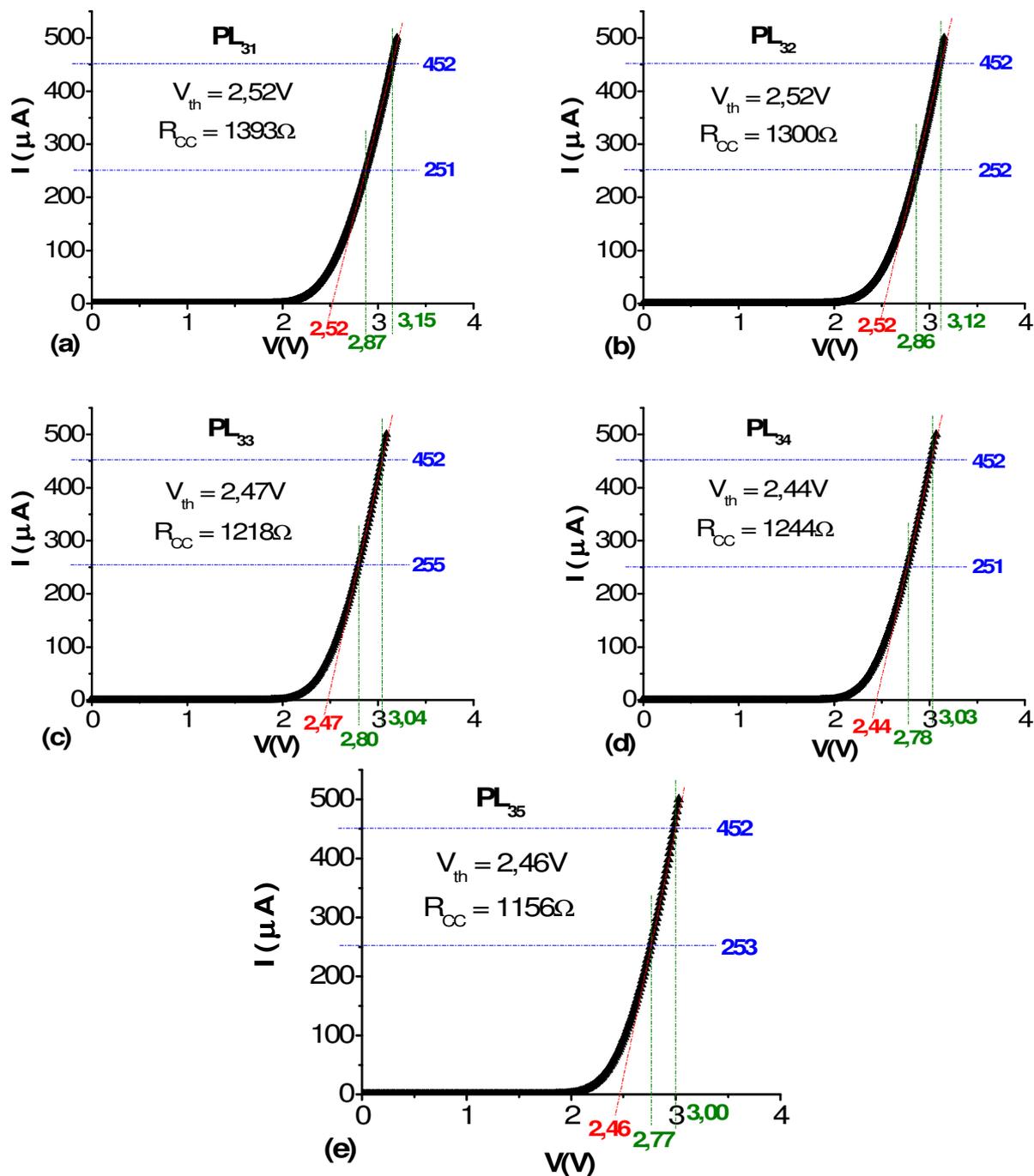


Figura 98 – Corrente elétrica em função da tensão elétrica no sétimo cátodo (coluna) do mostrador: (a) PL₃₁, (b) PL₃₂, (c) PL₃₃, (d) PL₃₄ e (e) PL₃₅; em destaque são indicadas a tensão elétrica de ativação (V_{th}) e a resistência elétrica CC (R_{cc})

APÊNDICE E

TABELAS DE CAPACITÂNCIA, CONDUTIVIDADE E RESISTÊNCIA ELÉTRICA CC

Tabela 8 – Análise de capacitância em 1kHz, tensão elétrica de ativação e resistência elétrica CC nos pontos luminosos dos catodos 2, 3, 4, 5, 6 e 7 do mostrador de informações

PONTO LUMINOSO	Capacitâncias em 1kHz (nF)	V_{th} (V)	R_{CC} (Ω)
PL ₆	21,52	2,56	1343
PL ₇	21,46	2,58	1443
PL ₈	21,40	2,51	1350
PL ₉	21,46	2,52	1150
PL ₁₀	21,37	2,51	1323
PL ₁₁	21,61	2,54	1357
PL ₁₂	21,55	2,58	1287
PL ₁₃	21,58	2,53	1206
PL ₁₄	21,58	2,53	1194
PL ₁₅	21,52	2,55	1194
PL ₁₆	21,61	2,55	1393
PL ₁₇	21,50	2,58	1350
PL ₁₈	21,70	2,48	1244
PL ₁₉	21,64	2,49	1150
PL ₂₀	21,76	2,50	1244
PL ₂₁	21,83	2,53	1386
PL ₂₂	21,70	2,55	1330
PL ₂₃	21,89	2,45	1244
PL ₂₄	21,70	2,43	1250
PL ₂₅	21,95	2,49	1156
PL ₂₆	21,89	2,54	1357
PL ₂₇	21,87	2,54	1300
PL ₂₈	22,07	2,45	1300
PL ₂₉	21,87	2,48	1281
PL ₃₀	22,13	2,45	1323
PL ₃₁	22,08	2,52	1393
PL ₃₂	22,08	2,52	1300
PL ₃₃	22,25	2,47	1218
PL ₃₄	22,08	2,44	1244
PL ₃₅	22,25	2,46	1156

APÊNDICE F

GRÁFICOS DE RADIOMETRIA

a) PONTO LUMINOSO 2

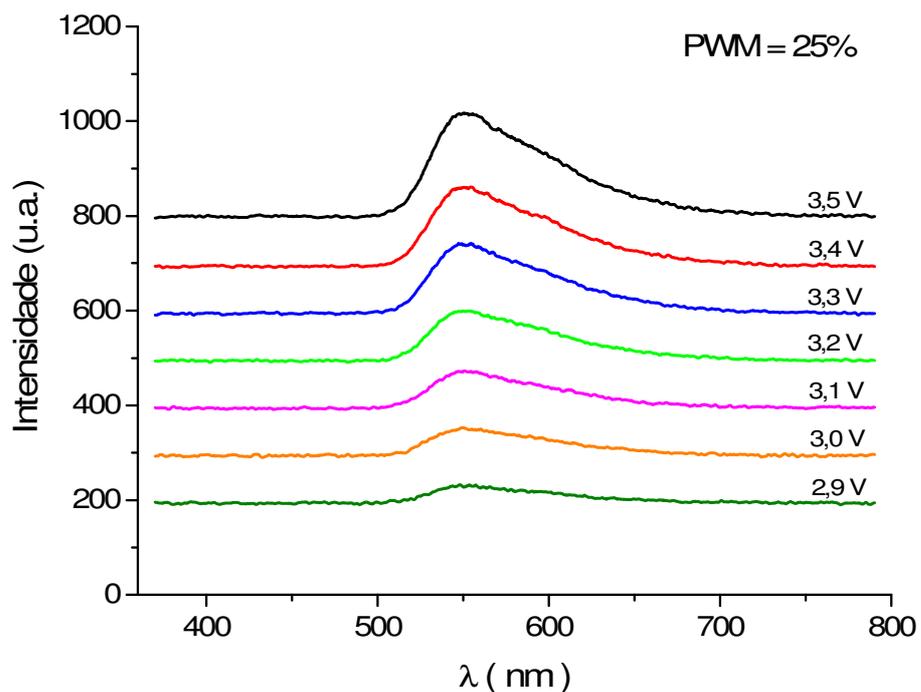


Figura 99 - Espectros de emissão de luz no PL₂ com PWM de 25% e tensões diretas entre 2,9V e 3,5V: com o aumento da V_D o pico de intensidade aumenta ao mesmo tempo em que ocorre um discreto alargamento da resposta no espectro, mas sempre centrado em 550nm

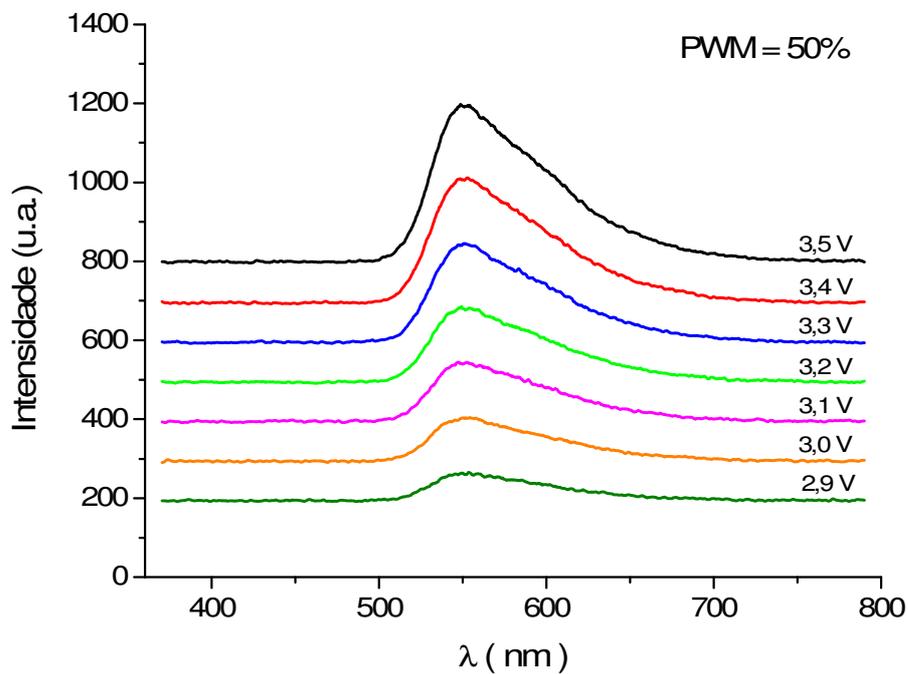


Figura 100 - Espectros de emissão de luz no PL₂ com PWM de 50% e tensões diretas entre 2,9V e 3,5V: com o aumento da V_D o pico de intensidade aumenta ao mesmo tempo em que ocorre um discreto alargamento da resposta no espectro, mas sempre centrado em 550nm

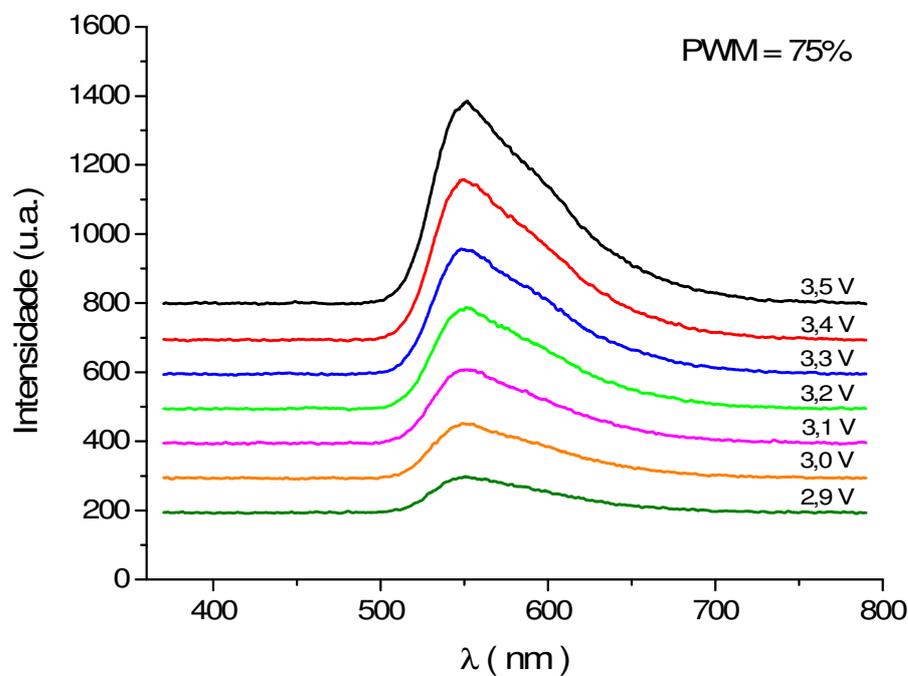


Figura 101 - Espectros de emissão de luz no PL₂ com PWM de 75% e tensões diretas entre 2,9V e 3,5V: com o aumento da V_D o pico de intensidade aumenta ao mesmo tempo em que ocorre um discreto alargamento da resposta no espectro, mas sempre centrado em 550nm

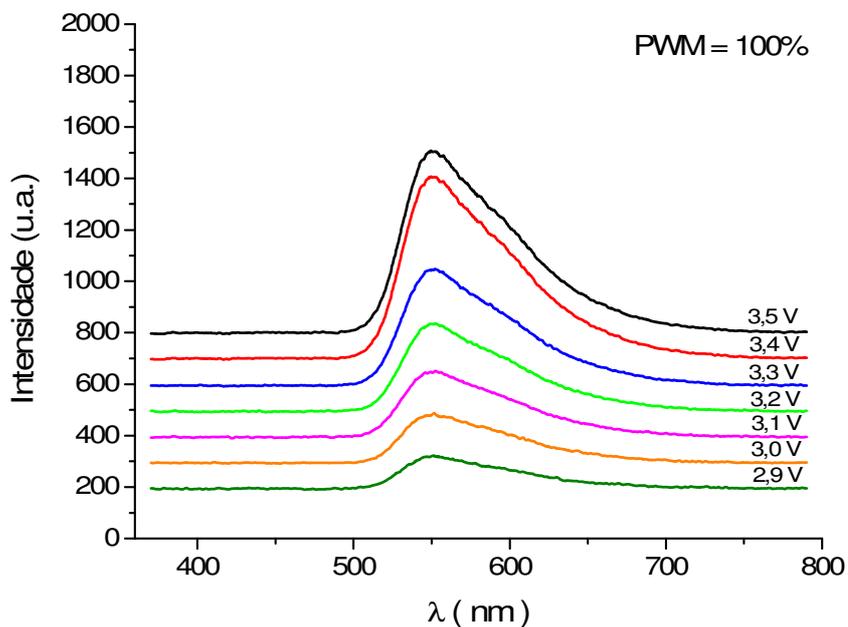


Figura 102 - Espectros de emissão de luz no PL₂ com PWM de 100% e tensões diretas entre 2,9V e 3,5V: com o aumento da V_D o pico de intensidade aumenta ao mesmo tempo em que ocorre um discreto alargamento da resposta no espectro, mas sempre centrado em 550nm

b) PONTO LUMINOSO 3

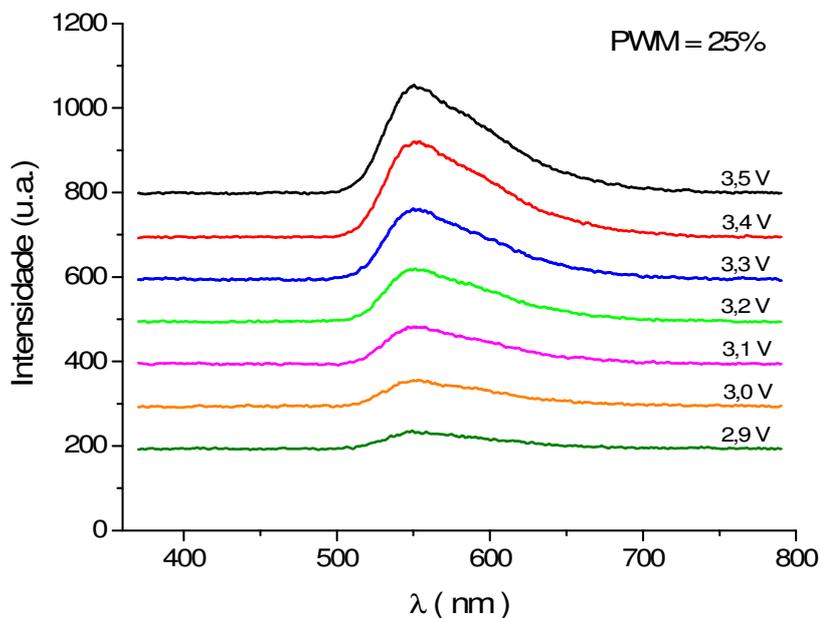


Figura 103 - Espectros de emissão de luz no PL₃ com PWM de 25% e tensões diretas entre 2,9V e 3,5V: com o aumento da V_D o pico de intensidade aumenta ao mesmo tempo em que ocorre um discreto alargamento da resposta no espectro, mas sempre centrado em 550nm

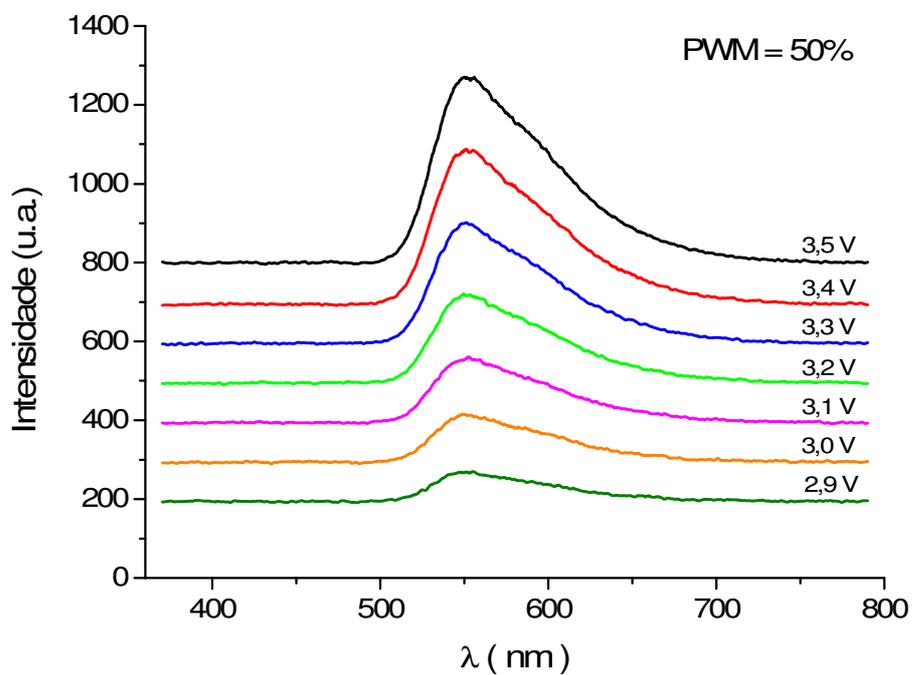


Figura 104 - Espectros de emissão de luz no PL₃ com PWM de 50% e tensões diretas entre 2,9V e 3,5V: com o aumento da V_o o pico de intensidade aumenta ao mesmo tempo em que ocorre um discreto alargamento da resposta no espectro, mas sempre centrado em 550nm

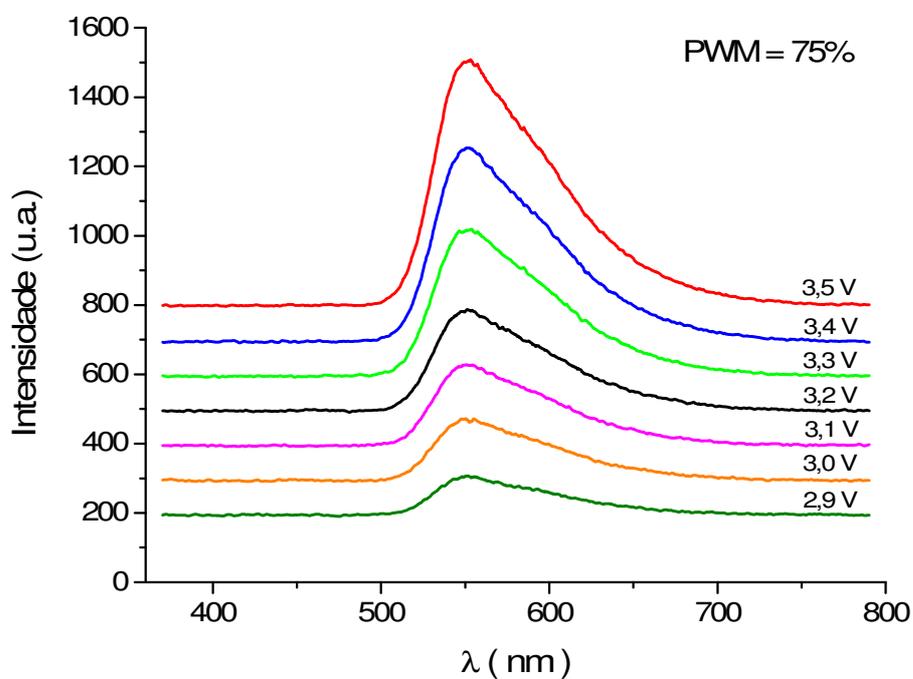


Figura 105 - Espectros de emissão de luz no PL₃ com PWM de 75% e tensões diretas entre 2,9V e 3,5V: com o aumento da V_o o pico de intensidade aumenta ao mesmo tempo em que ocorre um discreto alargamento da resposta no espectro, mas sempre centrado em 550nm

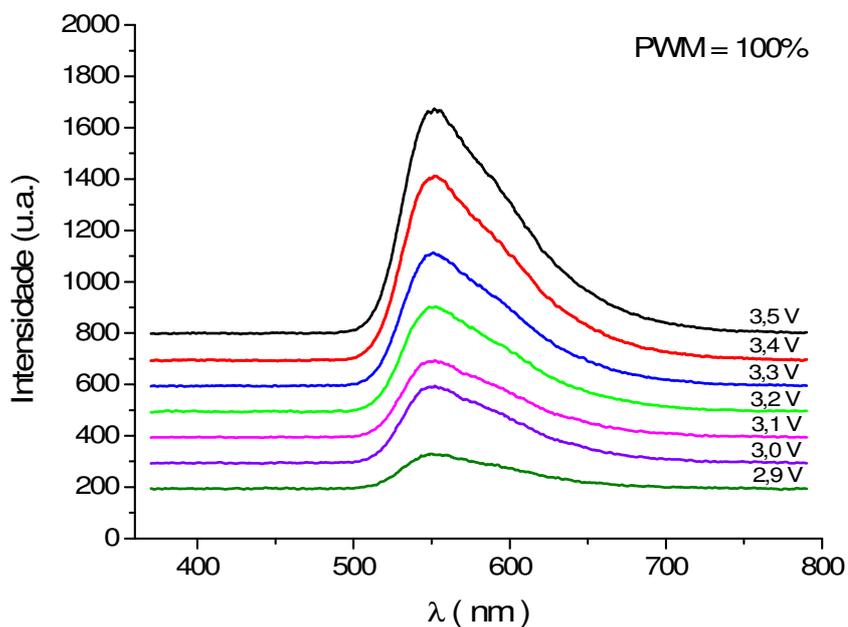


Figura 106 - Espectros de emissão de luz no PL₃ com PWM de 100% e tensões diretas entre 2,9V e 3,5V: com o aumento da V_o o pico de intensidade aumenta ao mesmo tempo em que ocorre um discreto alargamento da resposta no espectro, mas sempre centrado em 550nm

c) PONTO LUMINOSO 4

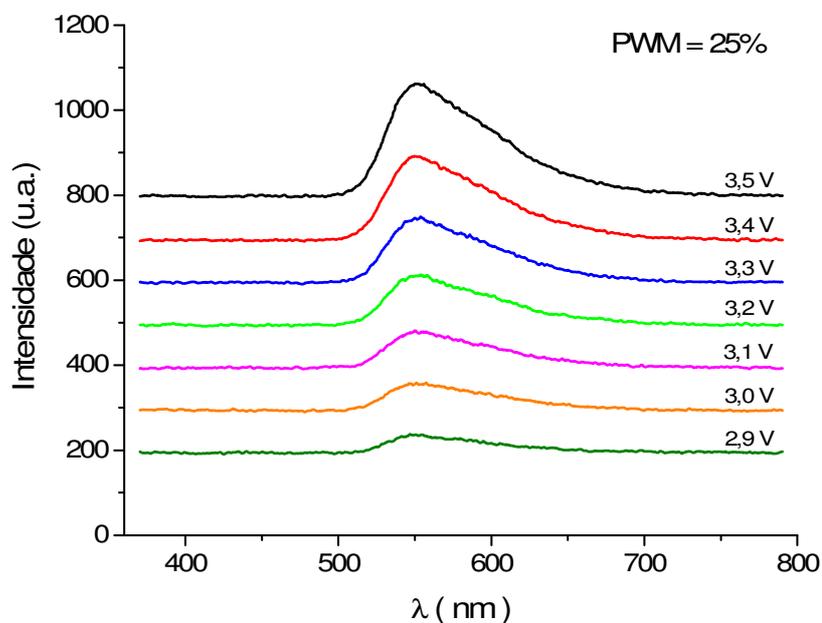


Figura 107 - Espectros de emissão de luz no PL₄ com PWM de 25% e tensões diretas entre 2,9V e 3,5V: com o aumento da V_o o pico de intensidade aumenta ao mesmo tempo em que ocorre um discreto alargamento da resposta no espectro, mas sempre centrado em 550nm

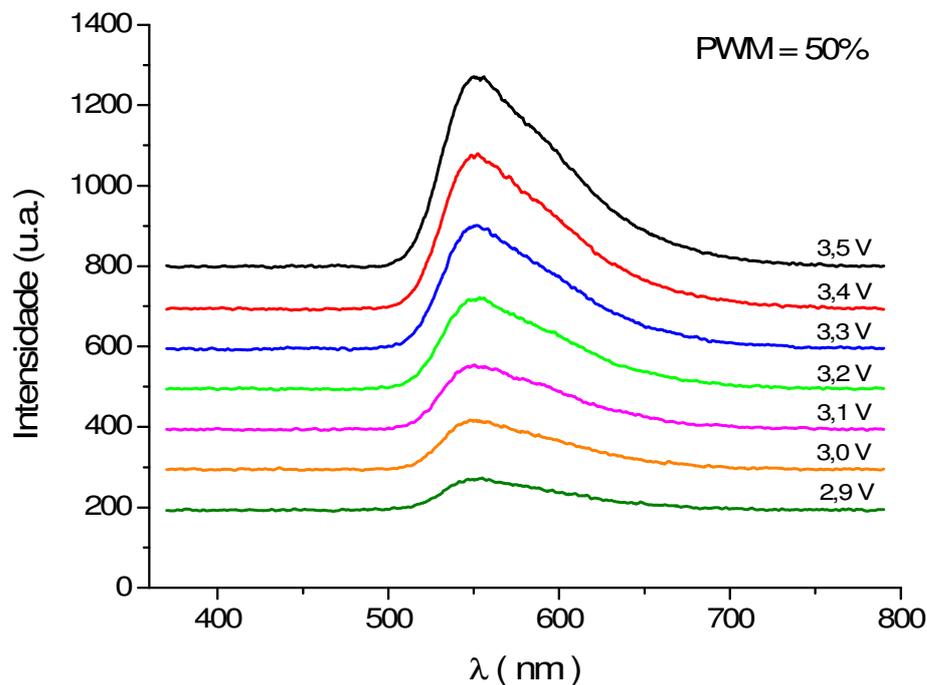


Figura 108 - Espectros de emissão de luz no PL₄ com PWM de 50% e tensões diretas entre 2,9V e 3,5V: com o aumento da V_o o pico de intensidade aumenta ao mesmo tempo em que ocorre um discreto alargamento da resposta no espectro, mas sempre centrado em 550nm

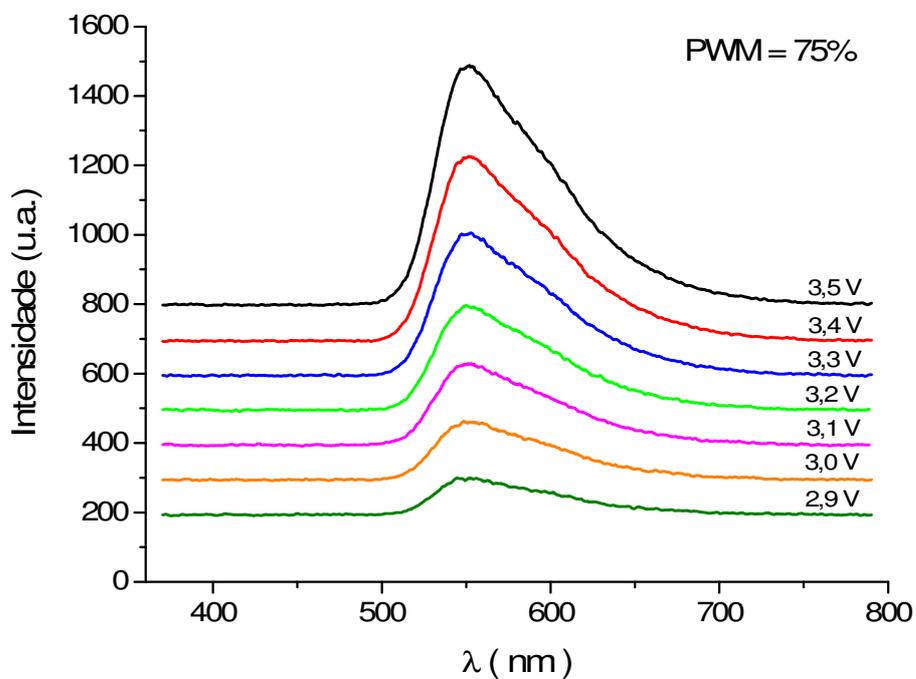


Figura 109 - Espectros de emissão de luz no PL₄ com PWM de 75% e tensões diretas entre 2,9V e 3,5V: com o aumento da V_o o pico de intensidade aumenta ao mesmo tempo em que ocorre um discreto alargamento da resposta no espectro, mas sempre centrado em 550nm

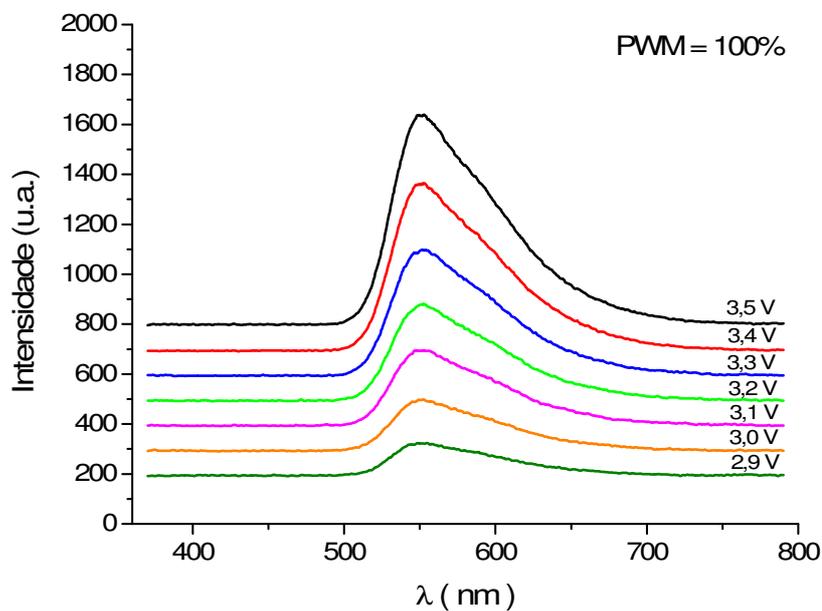


Figura 110 - Espectros de emissão de luz no PL₄ com PWM de 100% e tensões diretas entre 2,9V e 3,5V: com o aumento da V_D o pico de intensidade aumenta ao mesmo tempo em que ocorre um discreto alargamento da resposta no espectro, mas sempre centrado em 550nm

d) PONTO LUMINOSO 5

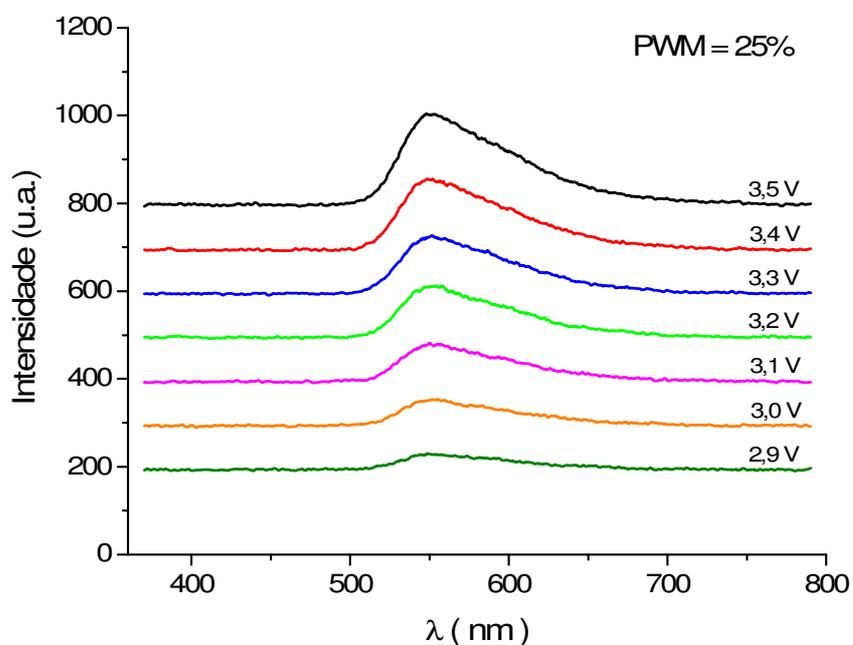


Figura 111 - Espectros de emissão de luz no PL₅ com PWM de 25% e tensões diretas entre 2,9V e 3,5V: com o aumento da V_D o pico de intensidade aumenta ao mesmo tempo em que ocorre um discreto alargamento da resposta no espectro, mas sempre centrado em 550nm

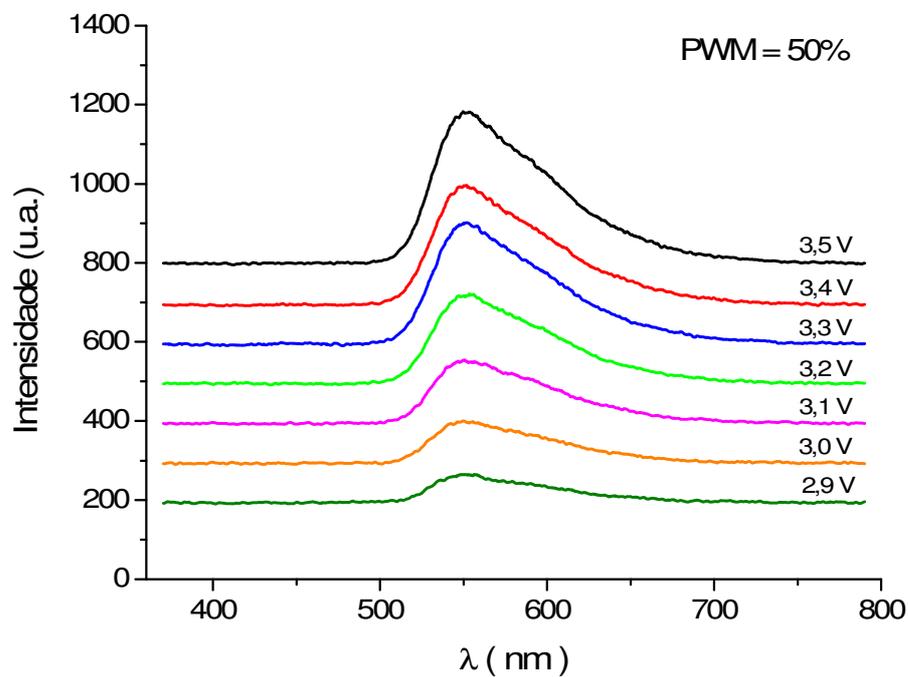


Figura 112 - Espectros de emissão de luz no PL₅ com PWM de 50% e tensões diretas entre 2,9V e 3,5V: com o aumento da V_D o pico de intensidade aumenta ao mesmo tempo em que ocorre um discreto alargamento da resposta no espectro, mas sempre centrado em 550nm

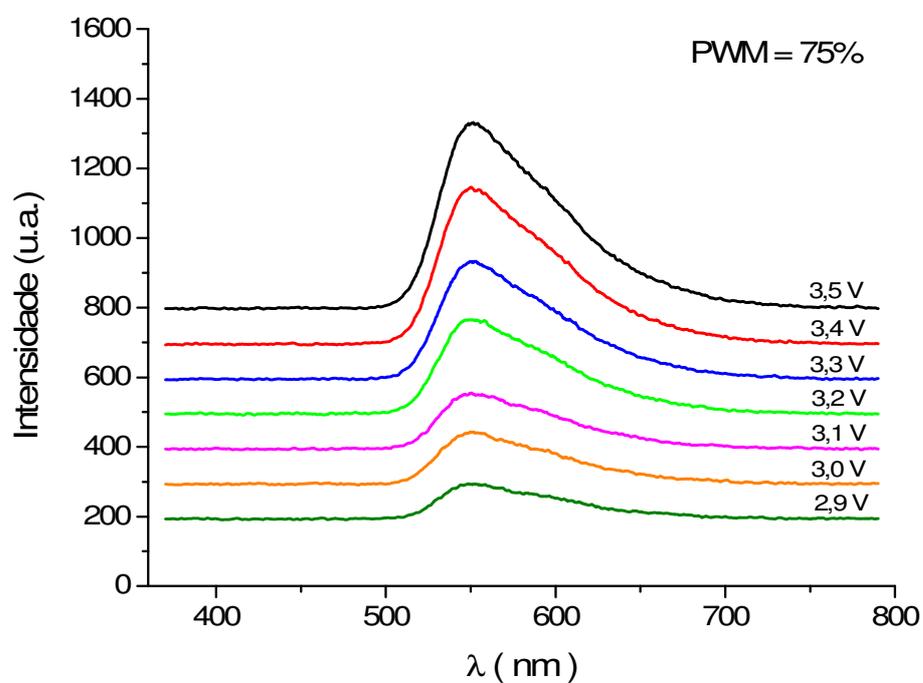


Figura 113 - Espectros de emissão de luz no PL₅ com PWM de 75% e tensões diretas entre 2,9V e 3,5V: com o aumento da V_D o pico de intensidade aumenta ao mesmo tempo em que ocorre um discreto alargamento da resposta no espectro, mas sempre centrado em 550nm

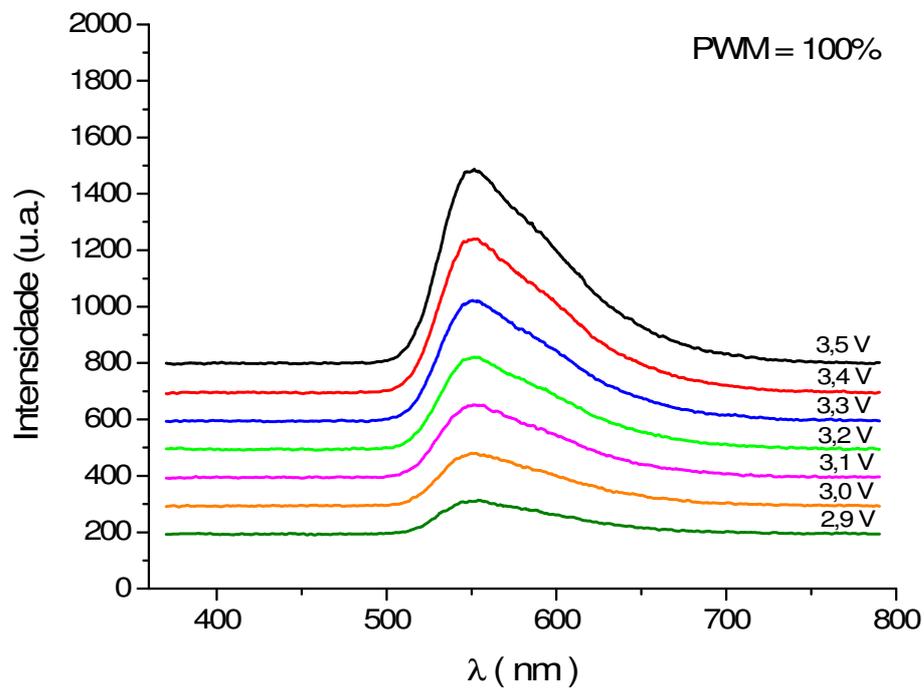


Figura 114 - Espectros de emissão de luz no PL₅ com PWM de 100% e tensões diretas entre 2,9V e 3,5V: com o aumento da V_D o pico de intensidade aumenta ao mesmo tempo em que ocorre um discreto alargamento da resposta no espectro, mas sempre centrado em 550nm

APÊNDICE G

RESULTADOS DE CROMATICIDADE

Tabela 9 - Coordenadas de cromaticidade no PL₂

PWM	V _D (V)	CROMATICIDADE		PWM	V _D (V)	CROMATICIDADE	
		x	y			x	y
25%	2,5	NC	NC	75%	2,5	0,461	0,505
	2,6	NC	NC		2,6	0,456	0,511
	2,7	0,457	0,505		2,7	0,456	0,509
	2,8	0,459	0,509		2,8	0,451	0,520
	2,9	0,445	0,553		2,9	0,444	0,553
	3,0	0,444	0,551		3,0	0,443	0,553
	3,1	0,443	0,552		3,1	0,443	0,551
	3,2	0,445	0,549		3,2	0,445	0,550
	3,3	0,447	0,541		3,3	0,444	0,550
	3,4	0,446	0,546		3,4	0,445	0,547
50%	3,5	0,447	0,547	3,5	0,445	0,549	
	2,5	NC	NC	100%	2,5	0,457	0,508
	2,6	0,457	0,509		2,6	0,456	0,511
	2,7	0,456	0,507		2,7	0,456	0,510
	2,8	0,453	0,517		2,8	0,452	0,523
	2,9	0,444	0,553		2,9	0,443	0,552
	3,0	0,444	0,552		3,0	0,442	0,553
	3,1	0,444	0,551		3,1	0,444	0,551
	3,2	0,446	0,547		3,2	0,442	0,552
	3,3	0,445	0,549		3,3	0,444	0,550
3,4	0,445	0,549	3,4		0,445	0,550	
3,5	0,446	0,548	3,5	0,446	0,549		

Tabela 10 - Coordenadas de cromaticidade no PL₃

PWM	V _D (V)	CROMATICIDADE		PWM	V _D (V)	CROMATICIDADE	
		x	y			x	y
25%	2,5	NC	NC	75%	2,5	NC	NC
	2,6	0,458	0,505		2,6	0,456	0,510
	2,7	0,456	0,505		2,7	0,455	0,509
	2,8	0,457	0,507		2,8	0,455	0,514
	2,9	0,439	0,558		2,9	0,443	0,554
	3,0	0,443	0,552		3,0	0,440	0,555
	3,1	0,444	0,550		3,1	0,440	0,554
	3,2	0,445	0,540		3,2	0,443	0,551
	3,3	0,444	0,543		3,3	0,444	0,549
	3,4	0,446	0,546		3,4	0,443	0,551
50%	3,5	0,447	0,547	3,5	0,445	0,550	
	2,5	NC	NC	100%	2,5	0,458	0,507
	2,6	0,457	0,508		2,6	0,456	0,512
	2,7	0,456	0,507		2,7	0,455	0,510
	2,8	0,456	0,510		2,8	0,455	0,515
	2,9	0,440	0,557		2,9	0,443	0,553
	3,0	0,444	0,551		3,0	0,444	0,551
	3,1	0,444	0,551		3,1	0,443	0,552
	3,2	0,446	0,549		3,2	0,443	0,551
	3,3	0,444	0,549		3,3	0,443	0,551
3,4	0,445	0,548	3,4		0,443	0,551	
3,5	0,446	0,549	3,5	0,445	0,550		

Tabela 11 - Coordenadas de cromaticidade no PL₄

PWM	V _D (V)	CROMATICIDADE		PWM	V _D (V)	CROMATICIDADE	
		x	y			x	y
25%	2,5	NC	NC	75%	2,5	NC	NC
	2,6	0,457	0,505		2,6	0,457	0,508
	2,7	0,457	0,505		2,7	0,456	0,508
	2,8	0,456	0,506		2,8	0,455	0,512
	2,9	0,444	0,554		2,9	0,443	0,553
	3,0	0,445	0,550		3,0	0,443	0,551
	3,1	0,444	0,551		3,1	0,443	0,551
	3,2	0,444	0,546		3,2	0,444	0,550
	3,3	0,445	0,546		3,3	0,443	0,550
	3,4	0,445	0,547		3,4	0,444	0,551
50%	3,5	0,446	0,548	3,5	0,445	0,549	
	2,5	NC	NC	100%	2,5	0,457	0,505
	2,6	0,457	0,506		2,6	0,456	0,509
	2,7	0,457	0,506		2,7	0,454	0,510
	2,8	0,456	0,509		2,8	0,454	0,513
	2,9	0,443	0,554		2,9	0,443	0,553
	3,0	0,443	0,552		3,0	0,444	0,552
	3,1	0,443	0,552		3,1	0,444	0,551
	3,2	0,444	0,549		3,2	0,444	0,550
	3,3	0,444	0,549		3,3	0,444	0,551
3,4	0,444	0,550	3,4		0,443	0,550	
3,5	0,445	0,549	3,5	0,445	0,550		

Tabela 12 - Coordenadas de cromaticidade no PL₅

PWM	V _D (V)	CROMATICIDADE		PWM	V _D (V)	CROMATICIDADE	
		x	y			x	y
25%	2,5	NC	NC	75%	2,5	NC	NC
	2,6	NC	NC		2,6	0,456	0,506
	2,7	0,457	0,504		2,7	0,456	0,508
	2,8	0,453	0,505		2,8	0,454	0,510
	2,9	0,444	0,554		2,9	0,443	0,553
	3,0	0,444	0,548		3,0	0,443	0,550
	3,1	0,440	0,553		3,1	0,442	0,553
	3,2	0,444	0,544		3,2	0,444	0,551
	3,3	0,443	0,543		3,3	0,444	0,550
	3,4	0,444	0,542		3,4	0,444	0,548
50%	3,5	0,446	0,545	3,5	0,444	0,549	
	2,5	NC	NC	100%	2,5	0,456	0,505
	2,6	0,456	0,506		2,6	0,455	0,506
	2,7	0,457	0,506		2,7	0,455	0,507
	2,8	0,455	0,507		2,8	0,454	0,511
	2,9	0,443	0,553		2,9	0,444	0,553
	3,0	0,443	0,550		3,0	0,443	0,552
	3,1	0,442	0,553		3,1	0,444	0,551
	3,2	0,443	0,549		3,2	0,443	0,550
	3,3	0,444	0,548		3,3	0,444	0,550
3,4	0,444	0,546	3,4		0,444	0,550	
3,5	0,444	0,549	3,5	0,444	0,549		

PARA MAIORES INFORMAÇÕES SOBRE O SET, CONTATE O AUTOR:

pimentel_fabio@yahoo.com.br

Tel.: (11) 6231-5712

Cel.: (11) 9691-2053