

# COMPARAÇÃO TÉCNICA CONTROLADORES PLC

Arduino Opta vs Siemens LOGO! 8

Sistema Automação Hidroponia NFT + Comunicação Celular

CRITÉRIO	ARDUINO OPTA	SIEMENS LOGO! 8
Custo Total Sistema	€1.850-2.200	€2.400-2.800
Facilidade Programação	■■■■■	■■■
Conectividade IoT	■■■■■	■■■
Robustez Industrial	■■■■	■■■■■
Certificação CE	✓ Incluída	✓ Incluída
Recomendação Fase 2	✓ RECOMENDADO	Alternativa premium

**RESUMO EXECUTIVO:** Para Fase 2 do projeto, **Arduino Opta** oferece melhor relação custo-benefício, programação mais acessível, e conectividade IoT superior. Siemens LOGO! 8 é alternativa se priorizar máxima robustez e suporte técnico estabelecido.

**Versão 1.0**  
February 2026  
Porto, Portugal

# COMPARAÇÃO CONTROLADORES PLC

Esta comparação analisa as duas principais opções de controlador para o sistema Fase 2, considerando custos, capacidades técnicas, facilidade uso, e adequação ao projeto.

## OPÇÃO A: ARDUINO OPTA WiFi

COMPONENTE	ESPECIFICAÇÃO	FORNECEDOR	CUSTO (€)
<b>Arduino Opta WiFi</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• STM32H7 Dual Core</li><li>• 8 entradas digitais</li><li>• 4 saídas relé</li><li>• 4 saídas analógicas</li><li>• WiFi + Bluetooth + Ethernet</li><li>• Programação Arduino IDE/PLC</li><li>• DIN rail mount</li><li>• CE, FCC certified</li></ul>	Arduino.cc RS Components MotaElectronics.pt	110
Módulo Expansão I/O	<ul style="list-style-type: none"><li>• 8 entradas digitais adicionais</li><li>• 4 saídas relé adicionais</li><li>• Stackable (até 5 módulos)</li></ul>	Arduino.cc RS Components	80
Sensores Analógicos (4x)	<ul style="list-style-type: none"><li>• pH sensor 0-14 (analog)</li><li>• EC sensor 0-5000µS (analog)</li><li>• 2x Temp DS18B20</li></ul>	Atlas Scientific DFRobot Amazon	240
Sensores Digitais (3x)	<ul style="list-style-type: none"><li>• DHT22 (temp/humidade ar)</li><li>• Float switches (2x nível)</li></ul>	Amazon RS Components	50
<b>Módulo SIM800L GSM</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Quad-band 850/900/1800/1900MHz</li><li>• GPRS Class 10</li><li>• SMS + Data</li><li>• Antena incluída</li><li>• Consumo: 2A peak</li></ul>	Amazon AliExpress	15
SIM Card M2M IoT	<ul style="list-style-type: none"><li>• 500MB/mês dados</li><li>• SMS incluído</li><li>• Sem contrato (pré-pago)</li></ul>	Vodafone IoT NOS M2M MEO	5/mês
Fonte Alimentação 24V	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mean Well HDR-150-24</li><li>• 24V 6.5A (150W)</li><li>• DIN rail, CE certified</li></ul>	RS Components Mean Well direct	45
Fonte 5V para GSM	<ul style="list-style-type: none"><li>• Step-down 24V→5V 3A</li><li>• Para módulo GSM</li></ul>	Amazon RS Components	12
Enclosure IP65	<ul style="list-style-type: none"><li>• 400x300x200mm</li><li>• Policarbonato</li><li>• DIN rail interno</li><li>• Cable glands</li></ul>	Schneider Rittal Fibox	80
Cablagem & Conectores	<ul style="list-style-type: none"><li>• Shielded cables sensores</li><li>• Terminal blocks</li><li>• Fuses, breakers</li></ul>	RS Components	100
	<b>SUBTOTAL ARDUINO OPTA</b>		<b>€737</b>

	SIM card mensal (12 meses)		<b>€60/ano</b>
	<b>TOTAL ANO 1</b>		<b>€797</b>

#### ✓ VANTAGENS ARDUINO OPTA:

- **Programação familiar:** Arduino IDE + PLC languages (Ladder, FBD, ST)
- **IoT nativo:** WiFi, BLE, Ethernet built-in - ideal para cloud
- **Comunidade ativa:** Milhões utilizadores Arduino, muito suporte online
- **Custo baixo:** €350-400 menos que Siemens para sistema equivalente
- **Flexibilidade:** Fácil adicionar features custom (web server, APIs, etc)
- **Certificado CE:** Pronto para comercialização
- **GSM simples:** Módulo SIM800L €15 vs €300+ Siemens

#### ■ CONSIDERAÇÕES ARDUINO OPTA:

- Menos track record industrial que Siemens (lançado 2022)
- Suporte técnico via comunidade, não call center dedicado
- Sensores analógicos básicos (não 4-20mA industrial padrão)

## OPÇÃO B: SIEMENS LOGO! 8.3

COMPONENTE	ESPECIFICAÇÃO	FORNECEDOR	CUSTO (€)
<b>Siemens LOGO! 8.3</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 12/24 RCE</li> <li>• 8 entradas digitais (4 analógicas)</li> <li>• 4 saídas relé</li> <li>• Display LCD integrado</li> <li>• Ethernet</li> <li>• Programação LOGO! Soft Comfort</li> <li>• CE, UL, CSA certified</li> </ul>	RS Components Siemens Direct Barata & Ramilo	350
Módulo Analógico AM2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 entradas analógicas 0-10V / 4-20mA</li> <li>• Necessário para sensores industriais</li> </ul>	RS Components Siemens	180
<b>Módulo CMR2020 GSM</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quad-band GSM/GPRS</li> <li>• SMS + Email alerts</li> <li>• Remote monitoring</li> <li>• Certificado Siemens</li> </ul>	RS Components Siemens	320
Sensores Industriais 4-20mA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pH sensor industrial 4-20mA</li> <li>• EC sensor industrial 4-20mA</li> <li>• 2x PT100 RTD temp</li> </ul>	Omega Endress+Hauser RS Components	600
Sensores Digitais	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensor humidade 4-20mA</li> <li>• Float switches (2x)</li> </ul>	E+E Elektronik Omron	180
SIM Card M2M	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Igual Arduino Opta</li> <li>• 500MB/mês</li> </ul>	Vodafone/NOS/MEO	5/mês
Fonte Mean Well	<ul style="list-style-type: none"> <li>• HDR-150-24 (mesma)</li> </ul>	RS Components	45
Enclosure + DIN Rail	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schneider ou similar</li> <li>• IP65</li> </ul>	RS Components	80
Cablagem Shielded	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para sensores 4-20mA</li> <li>• Mais exigente que analog</li> </ul>	RS Components	120
	<b>SUBTOTAL SIEMENS</b>		<b>€1.880</b>
	SIM card mensal (12 meses)		<b>€60/ano</b>
	<b>TOTAL ANO 1</b>		<b>€1.940</b>

### ✓ VANTAGENS SIEMENS LOGO! 8:

- **Robustez máxima:** Décadas mercado, extremamente fiável
- **Suporte técnico:** Siemens call center, representantes Portugal
- **Certificações completas:** CE, UL, CSA, ATEX (se necessário)
- **Display integrado:** LCD para debug local sem computador
- **Sensores 4-20mA:** Padrão industrial, imunes a ruído
- **Credibilidade comercial:** Clientes reconhecem marca Siemens

### ■ CONSIDERAÇÕES SIEMENS:

- **Custo significativamente superior:** €1.140 mais caro que Arduino Opta
- **Programação menos intuitiva:** LOGO! Soft Comfort, curva aprendizagem
- **IoT limitado:** Ethernet básico, cloud requer setup adicional
- **GSM module caro:** CMR2020 €320 vs SIM800L €15

## COMPARAÇÃO CRITÉRIO POR CRITÉRIO

CRITÉRIO	ARDUINO OPTA	SIEMENS LOGO! 8	VENCEDOR
<b>Custo Inicial</b>	€737 (€1.140 menos)	€1.880	■ Arduino
<b>Custo GSM</b>	€15 módulo SIM800L + €5/mês SIM	€320 módulo CMR2020 + €5/mês SIM	■ Arduino
<b>Programação</b>	Arduino IDE (C++) OU Ladder/FBD/ST MUITO intuitivo	LOGO! Soft Comfort Ladder/FBD Curva aprendizagem	■ Arduino
<b>Conectividade IoT</b>	WiFi + BLE + Ethernet Nativo Arduino IoT Cloud MQTT, HTTP, WebSocket	Ethernet básico Cloud requer gateway Menos flexível	■ Arduino
<b>Robustez Hardware</b>	Industrial grade CE certified Testado mas recente	Máxima robustez Décadas track record Todos ambientes	■ Siemens
<b>Certificações</b>	CE, FCC, RoHS Suficiente EU	CE, UL, CSA, ATEX Todas certificações	■ Empate
<b>Suporte Técnico</b>	Comunidade Arduino Forums, GitHub Rápido mas informal	Siemens call center Representantes PT Formal e garantido	■ Siemens
<b>Sensores</b>	Analog 0-5V/0-10V Mais baratos Suficiente para uso	4-20mA industrial Mais caros Maior imunidade ruído	■ Depende
<b>Expansibilidade</b>	Até 5 módulos stack Muito fácil expandir USB, I2C, SPI livre	Módulos expansão Mais limitado Protocolo proprietário	■ Arduino
<b>Debugging</b>	USB serial monitor Remoto via WiFi Sem display físico	LCD display integrado Debug local fácil Sem PC necessário	■ Siemens
<b>Credibilidade Comercial</b>	Arduino = hobbyist? Precisa provar valor Menos reconhecido B2B	Siemens = industrial Reconhecido clientes Facilita vendas	■ Siemens
<b>Facilidade Manutenção</b>	Código open source Qualquer dev pode ajudar Peças fáceis substituir	Software proprietário Requer técnico Siemens Peças oficiais	■ Arduino
<b>Velocidade Desenvolvimento</b>	Muito rápido Libraries prontas Prototyping ágil	Mais lento Mais estruturado Menos libraries	■ Arduino
<b>CUSTO TOTAL 3 ANOS</b>	€737 + €180 SIM = <b>€917</b>	€1.880 + €180 SIM = <b>€2.060</b>	■ Arduino

---

## PLACAR FINAL

SISTEMA	VITÓRIAS	TOTAL CUSTO 3 ANOS
■ Arduino Opta	9 critérios	€917
Siemens LOGO! 8	4 critérios	€2.060
Empate	2 critérios	Diferença: €1.143

## COMUNICAÇÃO CELULAR (GSM/4G)

Para instalações em quintas sem WiFi confiável ou longe da tenda demo, comunicação celular é essencial. Comparação das opções:

### OPÇÕES MÓDULOS GSM/4G

MÓDULO	COMPATIBILIDADE	CARACTERÍSTICAS	CUSTO	RECOMENDAÇÃO
<b>SIM800L</b> (2G GSM)	✓ Arduino Opta ✗ Siemens (adaptador)	• Quad-band GSM/GPRS • SMS + HTTP • Antena incluída • 3.7-4.2V (precisa regulator) • Fácil integrar Arduino	€15	■ MELHOR Arduino
<b>SIM7600E</b> (4G LTE)	✓ Arduino Opta ✗ Siemens	• 4G LTE Cat-1 • Mais rápido que 2G • GPS integrado • UART/USB • Consumo maior	€40	■ Premium Arduino
<b>Siemens CMR2020</b> (2G GSM)	✗ Arduino ✓ Siemens LOGO!	• Específico LOGO! • SMS + Email • Certificado Siemens • Plug & play LOGO! • Muito caro	€320	■ Caro Só Siemens
<b>Modem 4G USB</b> (qualquer)	✓ Raspberry Pi ✗ PLCs direto	• 4G LTE rápido • Via Raspberry Pi gateway • Qualquer operador • Não liga direto PLC	€30	■ Complexo Setup extra

### OPERADORAS M2M/IoT PORTUGAL

OPERADORA	PLANO M2M	DADOS/MÊS	CUSTO	COBERTURA
<b>Vodafone IoT</b>	IoT Starter	500MB 100 SMS	€5/mês Sem contrato	■■■■■ Melhor nacional
<b>NOS M2M</b>	NOS Connect IoT	500MB 50 SMS	€4.50/mês 12 meses mín.	■■■■■ Boa cobertura
<b>MEO M2M</b>	MEO Machine	1GB 100 SMS	€6/mês Sem contrato	■■■■■ Boa cobertura
<b>1NCE</b> (Internacional)	IoT Lifetime	500MB total (10 anos)	€10 único (€1/ano)	■■■■ Roaming EU

#### ■ RECOMENDAÇÃO SIM CARD:

- **Fase 2 (demo):** Vodafone IoT €5/mês - melhor cobertura Portugal
- **Fase 3-4 (múltiplos clientes):** Negociar volume com Vodafone/NOS
- **Alternativa budget:** 1NCE €10 lifetime se consumo dados baixo (<50MB/mês)

---

## CONSUMO DADOS TÍPICO

ATIVIDADE	FREQUÊNCIA	DADOS/EVENTO	TOTAL/MÊS
Envio leituras sensores (JSON)	A cada 10 min	~500 bytes	~2.2 MB
Alertas SMS	5-10/mês	160 bytes	<1 KB
Sync comandos remotos	A cada 30 min	~200 bytes	~0.3 MB
Upload logs diários	1x/dia	~50 KB	1.5 MB
		<b>&lt;b&gt;TOTAL&lt;/b&gt;</b>	<b>&lt;b&gt;~4 MB/mês&lt;/b&gt;</b>

**NOTA:** 4 MB/mês está muito abaixo de qualquer plano M2M (mínimo 500MB). Mesmo com margem erro 10x, consome apenas 40MB/mês. Planos M2M são mais que suficientes.



# DIAGRAMAS LIGAÇÃO

## ARDUINO OPTA + SIM800L - Ligações

### CONEXÕES PRINCIPAIS:

#### 1. Arduino Opta → Sensores Analógicos:

- pH Sensor: Analog In 1 (0-5V)
- EC Sensor: Analog In 2 (0-5V)
- Temp DS18B20 (2x): Digital pins via OneWire

#### 2. Arduino Opta → Sensores Digitais:

- DHT22: Digital In 1
- Float Switch High: Digital In 2
- Float Switch Low: Digital In 3

#### 3. Arduino Opta → Atuadores:

- Relay 1: Bomba circulação NFT
- Relay 2: Bomba doseadora nutriente A
- Relay 3: Bomba doseadora nutriente B
- Relay 4: Bomba doseadora pH

#### 4. Arduino Opta → SIM800L GSM:

- Opta TX → SIM800L RX
- Opta RX → SIM800L TX
- GND → GND (comum)
- VCC SIM800L ← Step-down 24V→5V 3A (isolado!)

#### 5. Alimentação:

- Mean Well 24V → Arduino Opta (24V in)
- Mean Well 24V → Step-down → SIM800L (5V 2A)
- Mean Well 24V → Sensores 24V

#### ■ CRÍTICO SIM800L:

- Precisa 5V @ 2A (picos transmissão)
- Fonte separada do Arduino (ruído)
- Capacitor 1000µF paralelo VCC para picos corrente

## CÓDIGO EXEMPLO - Arduino Opta + SIM800L

### Envio dados via GPRS:

```
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial sim800(RX_PIN, TX_PIN);

void sendDataGPRS(float pH, float ec, float temp) {
    // Conectar GPRS
    sim800.println("AT+SAPBR=1,1");
    delay(2000);

    // HTTP POST
    sim800.println("AT+HTTPIPINIT");
    sim800.println("AT+HTTPPARA=\"URL\", \"http://api.seuservidor.com/data\"");

    String json = "{\"pH\":\"" + String(pH) + "\", \"ec\":\"" + String(ec) + "\"}";
    sim800.println("AT+HTTPDATA=" + String(json.length()) + ",10000");
```

---

```
    delay(100);
    sim800.println(json);

    sim800.println("AT+HTTPACTION=1"); // POST
    delay(5000);
    sim800.println("AT+HTTPTERM");
}

void loop() {
    float pH = readpH();
    float ec = readEC();
    float temp = readTemp();

    sendDataGPRS(pH, ec, temp);
    delay(600000); // 10 minutos
}
```

# RECOMENDAÇÕES FINAIS

## MATRIZ DE DECISÃO

SITUAÇÃO	ESCOLHER ARDUINO OPTA	ESCOLHER SIEMENS LOGO! 8
<b>Orçamento</b>	SE: Budget limitado (€1.140 diferença)	SE: Budget confortável Prioriza premium
<b>Skills Técnicas</b>	SE: Confortável programação Gosta flexibilidade código	SE: Prefere visual programming Menos experiência coding
<b>Fase Projeto</b>	✓ Fase 2 (demo pessoal) ✓ Primeiros 2-3 clientes Fase 3	✓ Fase 4 (escala comercial) ✓ Clientes enterprise
<b>Localização</b>	SE: Instalações próximas Pode dar suporte rápido	SE: Instalações remotas Precisa máxima fiabilidade
<b>Conectividade</b>	SE: Precisa IoT avançado Cloud integration essencial	SE: Local primário Cloud secundário
<b>Certificação</b>	SE: CE suficiente Mercado EU apenas	SE: Precisa UL/CSA Exportação EUA/Canadá
<b>Velocidade Dev</b>	SE: Quer iterar rápido Prototyping ágil	SE: Desenvolvimento estruturado Mudanças lentas
<b>Imagem Comercial</b>	SE: Clientes tech-savvy Startups, jovens agricultores	SE: Clientes tradicionais Grandes explorações

## RECOMENDAÇÃO DEFINITIVA

### ■ PARA FASE 2 (DEMO + APRENDIZAGEM): ARDUINO OPTA

#### Razões:

1. **Custo:** Poupa €1.140 que pode usar noutros equipamentos
2. **Aprendizagem:** Programa em Arduino durante Fase 2, domina tecnologia
3. **Flexibilidade:** Fácil adicionar features conforme aprende necessidades
4. **IoT:** Conectividade nativa essencial para demonstrações clientes
5. **Comunidade:** Durante ATEC, colegas podem ajudar (Arduino mais conhecido)
6. **GSM barato:** SIM800L €15 vs CMR2020 €320 - diferença absurda

### ■ TRANSIÇÃO FASE 4 (SE NECESSÁRIO):

- Se escalar >10 clientes e precisar máxima robustez
- Pode migrar para Siemens mantendo arquitetura sensores
- Nessa altura já tem revenue para investir
- MAS muitos não precisarão migrar - Arduino Opta suficiente maioria casos

### ■ ABORDAGEM HÍBRIDA (COMPROMISSO):

SE orçamento permite e quer "melhor dos dois mundos":

- **Fase 2 (demo):** Arduino Opta - aprende, desenvolve, testa
- **Fase 3 (primeiros clientes):** Arduino Opta - sistemas 1-3

• **Fase 4 (escalamento):** Siemens LOGO! 8 - novos clientes enterprise

Mantém ambos portfolios:

- Arduino Opta: Clientes SMB, tech-savvy, budget-conscious (€2.500-3.500 instalação)
- Siemens LOGO! 8: Clientes enterprise, premium, risk-averse (€4.500-6.000 instalação)

**Vantagem:** Diferenciação mercado, atende diferentes segmentos

**Desvantagem:** Mantém 2 code bases, 2 stocks peças

## LISTA COMPRAS RECOMENDADA (ARDUINO OPTA)

ITEM	QTD	FORNECEDOR	LINK/CONTACTO	CUSTO
Arduino Opta WiFi	1	RS Components PT	pt.rs-online.com	€110
Expansão I/O (se precisar)	1	RS Components PT	pt.rs-online.com	€80
SIM800L GSM Module	1	Amazon / AliExpress	Procurar "SIM800L"	€15
Step-down 24V→5V 3A	1	Amazon	LM2596 ou similar	€8
SIM Card Vodafone IoT	1	Vodafone Business	iot.vodafone.pt	€5/mês
Sensores pH/EC	1 cada	Atlas Scientific	atlas-scientific.com	€160
DS18B20 Temp (2x)	2	Amazon	Waterproof version	€20
DHT22	1	Amazon	AM2302	€12
Float Switches (2x)	2	RS Components	Omron ou similar	€40
Mean Well HDR-150-24	1	RS Components	Mean Well oficial	€45
Enclosure IP65	1	RS / Leroy Merlin	400x300x200mm mín.	€80
Cablagem & Conectores	Vários	RS Components	Shielded cables	€100
			<b>&lt;b&gt;TOTAL&lt;/b&gt;</b>	<b>&lt;b&gt;€670+€5/mês&lt;/b&gt;</b>

### ■ NOTAS FINAIS IMPORTANTES:

- 1. SIM800L:** Versão 2G está a ser descontinuada algumas redes EU. Em Portugal, Vodafone/NOS ainda suportam até 2026+. Para futuro-proof, considere SIM7600E 4G (€40).
- 2. Certificação CE:** Arduino Opta JÁ tem CE. Seu sistema final precisa auto-declaração baseada em componentes certificados. Consultoria €1.500 ajuda (ver Parte 1 PDF).
- 3. Fornecedores PT:** RS Components entrega 24-48h Portugal. Amazon 2-5 dias. AliExpress 2-4 semanas (planear antecipado).
- 4. Suporte Técnico:** Arduino forum (forum.arduino.cc) + Discord Arduino + Stack Overflow extremamente ativos. Respostas <24h geralmente.
- 5. Upgrade Path:** Se decidir migrar Siemens depois, sensores e atuadores são compatíveis - só muda controlador central. Investimento não perdido.

---

**PRÓXIMO PASSO:** Encomendar Arduino Opta + SIM800L esta semana. Enquanto espera entrega (1-2 semanas), começar tutoriais Arduino online e estudar datasheets sensores.