

# Guia da API REST

[← Voltar para a Documentação Principal](#)

Este guia fornece documentação abrangente para a **API REST** e **Swagger UI** do OmniSS7.

## Índice

1. Visão Geral
2. Configuração do Servidor HTTP
3. Swagger UI
4. Endpoints da API
5. Autenticação
6. Formatos de Resposta
7. Tratamento de Erros
8. Métricas (Prometheus)
9. Exemplos de Requisições

## Visão Geral

O OmniSS7 fornece uma API REST para acesso programático às operações MAP (Mobile Application Part). A API permite que você:

- Envie requisições MAP (SRI, SRI-for-SM, UpdateLocation, etc.)
- Recupere respostas MAP
- Monitore métricas do sistema via Prometheus

## Arquitetura da API



# Configuração do Servidor HTTP

## Detalhes do Servidor

Parâmetro	Valor	Configurável
Protocolo	HTTP	Não
Endereço IP	0.0.0.0 (todas as interfaces)	Apenas via código
Porta	8080	Apenas via código
Transporte	Plug.Cowboy	Não

**URL de Acesso:** `http://[server-ip]:8080`

## Habilitando/Desabilitando o Servidor HTTP

Controle se o servidor HTTP inicia:

```
config :omniss7,  
  start_http_server: true # Defina como false para desabilitar
```

**Padrão:** `true` (habilitado)

**Quando Desabilitado:** O servidor HTTP não iniciará, e a API REST/Swagger UI estarão indisponíveis.

## Swagger UI

A API inclui um **Swagger UI** para documentação interativa da API e testes.

# Acessando o Swagger UI

**URL:** `http://[server-ip]:8080/swagger`

## Recursos:

- Documentação interativa da API
- Funcionalidade de teste para endpoints
- Esquemas de requisição/resposta
- Exemplos de payloads

# Swagger JSON

A especificação OpenAPI está disponível em:

**URL:** `http://[server-ip]:8080/swagger.json`

## Casos de Uso:

- Importar para Postman ou outros clientes de API
- Gerar bibliotecas de cliente
- Automação da documentação da API

---

# Endpoints da API

Todos os endpoints de operação MAP seguem o padrão: `POST /api/{operation}`

# Resumo dos Endpoints

Endpoint	Método	Propósito	Timeout
/api/sri	POST	Enviar Informações de Roteamento	10s
/api/sri-for-sm	POST	Enviar Informações de Roteamento para SM	10s
/api/send-auth-info	POST	Enviar Informações de Autenticação	10s
/api/MT-forwardSM	POST	Encaminhar SM Terminado Móvel	10s
/api/forwardSM	POST	Encaminhar SM	10s
/api/updateLocation	POST	Atualizar Localização	10s
/api/prn	POST	Fornecer Número de Roaming	10s
/metrics	GET	Métricas Prometheus	N/A
/swagger	GET	Swagger UI	N/A
/swagger.json	GET	Especificação OpenAPI	N/A

**Nota:** Todas as requisições MAP têm um **timeout fixo de 10 segundos**.

## SendRoutingInfo (SRI)

Recupere informações de roteamento para estabelecer uma chamada a um assinante móvel.

**Endpoint:** POST /api/sri

**Corpo da Requisição:**

```
{  
    "msisdn": "1234567890",  
    "gmsc": "5551234567"  
}
```

**Parâmetros:**

Campo	Tipo	Obrigatório	Descrição
msisdn	String	Sim	MSISDN da parte chamada
gmsc	String	Sim	Título Global do MSC Gateway

**Resposta (200 OK):**

```
{  
    "result": {  
        "imsi": "001001234567890",  
        "msrn": "5551234999",  
        "vlr_number": "5551234800",  
        ...  
    }  
}
```

**Erro (504 Gateway Timeout):**

```
{  
    "error": "timeout"  
}
```

**Exemplo de cURL:**

```
curl -X POST http://localhost:8080/api/sri \
-H "Content-Type: application/json" \
-d '{
    "msisdn": "1234567890",
    "gmsc": "5551234567"
}'
```

## SendRoutingInfoForSM (SRI-for-SM)

Recupere informações de roteamento para entregar um SMS a um assinante móvel.

**Endpoint:** POST /api/sri-for-sm

**Corpo da Requisição:**

```
{
    "msisdn": "1234567890",
    "service_center": "5551234567"
}
```

**Parâmetros:**

Campo	Tipo	Obrigatório	Descrição
msisdn	String	Sim	MSISDN de destino
service_center	String	Sim	Título Global do Centro de Serviço

**Resposta (200 OK):**

```
{  
  "result": {  
    "imsi": "001001234567890",  
    "msc_number": "5551234800",  
    "location_info": {...},  
    ...  
  }  
}
```

### Exemplo de cURL:

```
curl -X POST http://localhost:8080/api/sri-for-sm \  
-H "Content-Type: application/json" \  
-d '{  
  "msisdn": "1234567890",  
  "service_center": "5551234567"  
}'
```

## SendAuthenticationInfo

Solicite vetores de autenticação para um assinante.

**Endpoint:** POST /api/send-auth-info

### Corpo da Requisição:

```
{  
  "imsi": "001001234567890",  
  "vectors": 3  
}
```

### Parâmetros:

Campo	Tipo	Obrigatório	Descrição
imsi	String	Sim	IMSI do assinante
vectors	Integer	Sim	Número de vetores de autenticação a serem gerados

**Resposta** (200 OK):

```
{
  "result": {
    "authentication_sets": [
      {
        "rand": "0123456789ABCDEF...",
        "xres": "...",
        "ck": "...",
        "ik": "...",
        "autn": "..."
      }
    ],
    ...
  }
}
```

**Exemplo de cURL:**

```
curl -X POST http://localhost:8080/api/send-auth-info \
-H "Content-Type: application/json" \
-d '{
  "imsi": "001001234567890",
  "vectors": 3
}'
```

## MT-ForwardSM

Entregue um SMS Terminado Móvel a um assinante.

**Endpoint:** POST /api/MT-forwardSM

**Corpo da Requisição:**

```
{  
    "imsi": "001001234567890",  
    "destination_service_centre": "5551234567",  
    "originating_service_center": "5551234568",  
    "smsPDU": "0001000A8121436587F900001C48656C6C6F20576F726C64"  
}
```

**Parâmetros:**

Campo	Tipo	Obrigatório	Descrição
imsi	String	Sim	IMSI do assinante de destino
destination_service_centre	String	Sim	GT do centro de serviço de destino
originating_service_center	String	Sim	GT do centro de serviço de origem
smsPDU	String	Sim	SMS TPDU em formato hexadecimal

**Nota:** smsPDU deve ser uma string codificada em hex (maiúscula ou minúscula).

**Resposta (200 OK):**

```
{  
  "result": {  
    "delivery_status": "success",  
    ...  
  }  
}
```

### Exemplo de cURL:

```
curl -X POST http://localhost:8080/api/MT-forwardSM \  
-H "Content-Type: application/json" \  
-d '{  
  "imsi": "001001234567890",  
  "destination_service_centre": "5551234567",  
  "originating_service_center": "5551234568",  
  "smsPDU": "0001000A8121436587F900001C48656C6C6F20576F726C64"  
}'
```

## ForwardSM

Encaminhe uma mensagem SMS (MO-SMS do assinante).

**Endpoint:** POST /api/forwardSM

**Corpo da Requisição:** Mesmo que MT-ForwardSM

### Exemplo de cURL:

```
curl -X POST http://localhost:8080/api/forwardSM \  
-H "Content-Type: application/json" \  
-d '{  
  "imsi": "001001234567890",  
  "destination_service_centre": "5551234567",  
  "originating_service_center": "5551234568",  
  "smsPDU": "0001000A8121436587F900001C48656C6C6F20576F726C64"  
}'
```

# UpdateLocation

Notifique o HLR sobre a mudança de localização do assinante (registro VLR).

**Endpoint:** POST /api/updateLocation

**Corpo da Requisição:**

```
{  
    "imsi": "001001234567890",  
    "vlr": "5551234800"  
}
```

**Parâmetros:**

Campo	Tipo	Obrigatório	Descrição
imsi	String	Sim	IMSI do assinante
vlr	String	Sim	Endereço do Título Global do VLR

**Resposta** (200 OK):

```
{  
    "result": {  
        "hlr_number": "5551234567",  
        "subscriber_data": {...},  
        ...  
    }  
}
```

**Nota:** No modo HLR, isso aciona a sequência InsertSubscriberData (ISD) com timeout de 10 segundos por ISD.

**Exemplo de cURL:**

```
curl -X POST http://localhost:8080/api/updateLocation \
-H "Content-Type: application/json" \
-d '{
    "imsi": "001001234567890",
    "vlr": "5551234800"
}'
```

## ProvideRoamingNumber (PRN)

Solicite MSRN (Número de Roaming da Estação Móvel) para roteamento de chamadas para assinantes em roaming.

**Endpoint:** POST /api/prn

**Corpo da Requisição:**

```
{
    "msisdn": "1234567890",
    "gmsc": "5551234567",
    "msc_number": "5551234800",
    "imsi": "001001234567890"
}
```

**Parâmetros:**

Campo	Tipo	Obrigatório	Descrição
msisdn	String	Sim	MSISDN do assinante
gmsc	String	Sim	GT do MSC Gateway
msc_number	String	Sim	Número do MSC para o assinante
imsi	String	Sim	IMSI do assinante

**Resposta (200 OK):**

```
{  
  "result": {  
    "msrn": "5551234999",  
    ...  
  }  
}
```

### Exemplo de cURL:

```
curl -X POST http://localhost:8080/api/prn \  
  -H "Content-Type: application/json" \  
  -d '{  
    "msisdn": "1234567890",  
    "gmsc": "5551234567",  
    "msc_number": "5551234800",  
    "imsi": "001001234567890"  
  }'
```

## Autenticação

**Status Atual:** A API **não requer autenticação**.

### Considerações de Segurança:

- A API é destinada ao uso em redes internas/confiáveis
- Considere usar regras de firewall para restringir o acesso
- Para implantações em produção, considere implementar middleware de autenticação

## Formatos de Resposta

Todas as respostas usam o formato **JSON**.

# Resposta de Sucesso

**Status HTTP:** 200 OK

**Estrutura:**

```
{  
  "result": {  
    // Dados de resposta específicos da operação  
  }  
}
```

# Resposta de Erro

**Status HTTP:**

- 400 Bad Request - Corpo da requisição inválido
- 504 Gateway Timeout - Timeout da requisição MAP (10 segundos)
- 404 Not Found - Endpoint inválido

**Estrutura:**

```
{  
  "error": "timeout"  
}
```

ou

```
{  
  "error": "invalid request"  
}
```

# Tratamento de Erros

## Erros Comuns

Erro	Código HTTP	Descrição	Solução
JSON Inválido	400	O corpo da requisição não é um JSON válido	Verifique a sintaxe do JSON
Campos ausentes	400	Campos obrigatórios ausentes	Inclua todos os parâmetros obrigatórios
Timeout	504	A requisição MAP excedeu o timeout de 10s	Verifique a conectividade M3UA, disponibilidade do HLR/VLR
Não Encontrado	404	Endpoint inválido	Verifique a URL do endpoint

## Comportamento de Timeout

Todas as requisições MAP têm um **timeout fixo de 10 segundos**:

1. Requisição enviada ao MapClient GenServer
2. Aguarda resposta por até 10 segundos
3. Se não houver resposta → retorna 504 Gateway Timeout
4. Se a resposta for recebida → retorna 200 OK com o resultado

### Solução de Problemas de Timeout:

- Verifique o status da conexão M3UA (Web UI → página M3UA)
- Verifique se o elemento de rede (HLR/VLR/MSC) é acessível
- Verifique a configuração de roteamento

- Revise os logs de eventos SS7 em busca de erros
- 

## Métricas (Prometheus)

A API expõe métricas Prometheus para monitoramento.

### Endpoint de Métricas

**URL:** `http://[server-ip]:8080/metrics`

**Formato:** Formato de texto Prometheus

**Exemplo de Saída:**

```
# HELP map_requests_total Total de requisições MAP
# TYPE map_requests_total counter
map_requests_total{operation="sri"} 42
map_requests_total{operation="sri_for_sm"} 158
map_requests_total{operation="updateLocation"} 23

# HELP cap_requests_total Total de requisições CAP
# TYPE cap_requests_total counter
cap_requests_total{operation="initialDP"} 87
cap_requests_total{operation="requestReportBCSMEvent"} 91

# HELP map_request_duration_milliseconds Duração das
requisições/respostas MAP em ms
# TYPE map_request_duration_milliseconds histogram
map_request_duration_milliseconds_bucket{operation="sri",le="10"}
5
map_request_duration_milliseconds_bucket{operation="sri",le="50"}
12
map_request_duration_milliseconds_bucket{operation="sri",le="100"}
35
...
.

# HELP map_pending_requests Número de requisições MAP TID
pendentes
# TYPE map_pending_requests gauge
map_pending_requests 3
```

# Métricas Disponíveis

Métrica	Tipo	Rótulos	Descrição
map_requests_total	Contador	operation	Total de requisições MAP por de operação
cap_requests_total	Contador	operation	Total de requisições CAP por de operação
map_request_duration_milliseconds	Histograma	operation	Duração das requisições em milissegundos
map_pending_requests	Gauge	-	Número de transações MAP pendentes

## Configuração do Prometheus

Adicione ao seu `prometheus.yml`:

```
scrape_configs:  
  - job_name: 'omniss7'  
    static_configs:  
      - targets: ['server-ip:8080']  
    metrics_path: '/metrics'  
    scrape_interval: 15s
```

# Exemplos de Requisições

## Exemplo em Python

```
import requests
import json

# Requisição SRI-for-SM
url = "http://localhost:8080/api/sri-for-sm"
payload = {
    "msisdn": "1234567890",
    "service_center": "5551234567"
}

response = requests.post(url, json=payload, timeout=15)

if response.status_code == 200:
    result = response.json()
    print(f"Sucesso: {result}")
elif response.status_code == 504:
    print("Timeout - sem resposta da rede")
else:
    print(f"Erro: {response.status_code} - {response.text}")
```

## Exemplo em JavaScript

```
const axios = require('axios');

async function sendSRI() {
  try {
    const response = await
    axios.post('http://localhost:8080/api/sri', {
      msisdn: '1234567890',
      gmsc: '5551234567'
    }, {
      timeout: 15000
    });

    console.log('Sucesso:', response.data);
  } catch (error) {
    if (error.code === 'ECONNABORTED') {
      console.error('Timeout - sem resposta da rede');
    } else {
      console.error('Erro:', error.response?.data ||
error.message);
    }
  }
}

sendSRI();
```

## Exemplo em Bash/cURL

```
#!/bin/bash

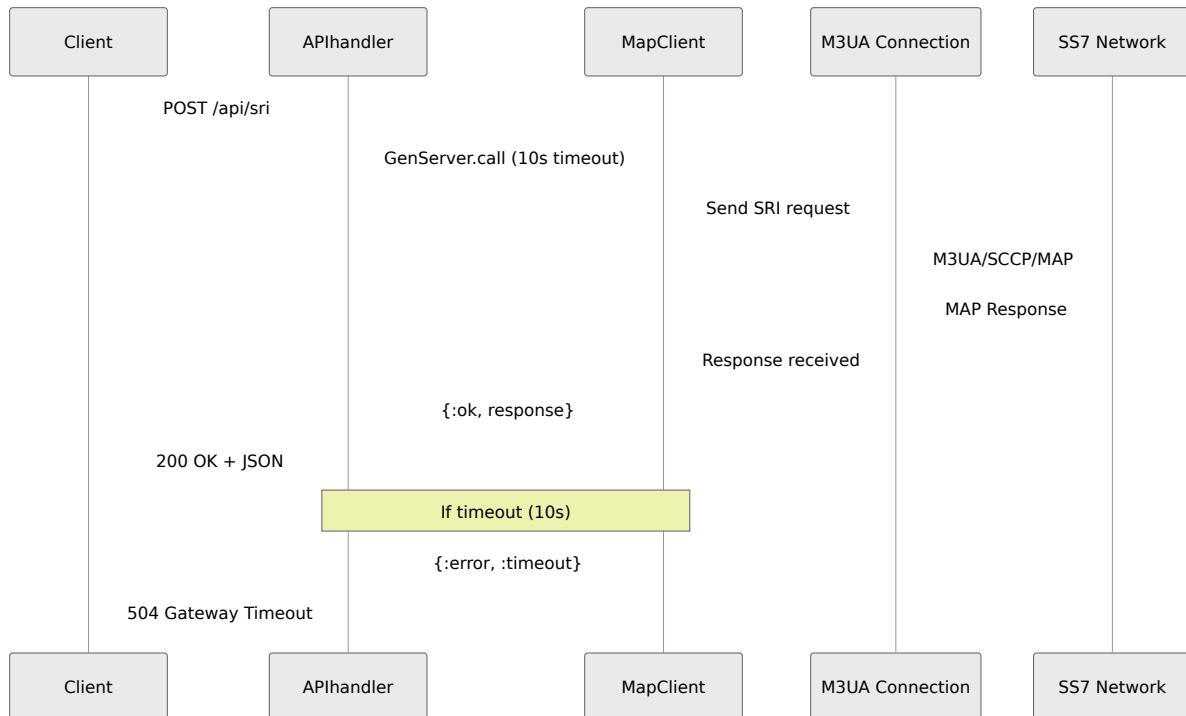
# Requisição UpdateLocation
response=$(curl -s -w "\n%{http_code}" -X POST
http://localhost:8080/api/updateLocation \
-H "Content-Type: application/json" \
-d '{
    "imsi": "001001234567890",
    "vlr": "5551234800"
}')

http_code=$(echo "$response" | tail -n 1)
body=$(echo "$response" | sed '$d')

if [ "$http_code" -eq 200 ]; then
    echo "Sucesso: $body"
elif [ "$http_code" -eq 504 ]; then
    echo "Timeout - sem resposta da rede"
else
    echo "Erro $http_code: $body"
fi
```

# Diagramas de Fluxo

## Fluxo de Requisição da API



## Resumo

A API REST do OmniSS7 fornece:

- ☐ **Operações MAP** - Suporte total para SRI, SRI-for-SM, UpdateLocation, entrega de SMS, autenticação
- ☐ **Swagger UI** - Documentação interativa da API e testes
- ☐ **Métricas Prometheus** - Monitoramento e observabilidade
- ☐ **Timeouts Fixos** - Timeout de 10 segundos para todas as requisições MAP
- ☐ **Servidor HTTP** - Executa na porta 8080 (configurável via `start_http_server`)

Para acesso à Web UI, consulte o [Guia da Web UI](#).

Para detalhes de configuração, consulte a [Referência de Configuração](#).

# Referência Técnica (Apêndice)

[← Voltar para a Documentação Principal](#)

Referência técnica para protocolos SS7 e implementação do OmniSS7.

## Pilha de Protocolos SS7



## Códigos de Operação MAP

Operação	Opcode	Propósito
updateLocation	2	Registrar localização do assinante
cancelLocation	3	Cancelar registro no VLR
provideRoamingNumber	4	Solicitar MSRN
sendRoutingInfo	22	Consultar roteamento de chamadas
mt-forwardSM	44	Entregar SMS ao assinante
sendRoutingInfoForSM	45	Consultar roteamento de SMS
mo-forwardSM	46	Encaminhar SMS do assinante
sendAuthenticationInfo	56	Solicitar vetores de autenticação

---

# Tipos de Mensagens TCAP

- **BEGIN** - Iniciar transação
  - **CONTINUE** - Meio da transação
  - **END** - Resposta final
  - **ABORT** - Cancelar transação
- 

# Endereçamento SCCP

## Formatos de Título Global

- **E.164** - Número de telefone internacional (ex.: 447712345678)
- **E.212** - Formato IMSI (ex.: 234509876543210)
- **E.214** - Formato de código de ponto

## Números de Subsistema (SSN)

- **SSN 6:** HLR
  - **SSN 7:** VLR
  - **SSN 8:** MSC/SMSC
  - **SSN 9:** GMLC
  - **SSN 10:** SGSN
- 

# SMS TPDU

## Tipos de Mensagens

- **SMS-DELIVER** (MT) - Rede para móvel
- **SMS-SUBMIT** (MO) - Móvel para rede

- **SMS-STATUS-REPORT** - Status de entrega
- **SMS-COMMAND** - Comando remoto

## Codificações de Caracteres

- **GSM7** - Alfabeto GSM de 7 bits (160 caracteres por SMS)
  - **UCS2** - Unicode de 16 bits (70 caracteres por SMS)
  - **8-bit** - Dados binários (140 bytes por SMS)
- 

## Estados M3UA

- **DOWN** - Sem conexão SCTP
  - **CONNECTING** - SCTP conectando
  - **ASPUP\_SENT** - Aguardando ACK de ASPUP
  - **INACTIVE** - ASP ativo, mas não em uso
  - **ASPAC\_SENT** - Aguardando ACK de ASPAC
  - **ACTIVE** - Pronto para tráfego
- 

## Códigos de Ponto Comum SS7

Os códigos de ponto são tipicamente valores de 14 bits (ITU) ou 24 bits (ANSI).

### Formato de Exemplo (ITU):

- Rede: 3 bits
  - Cluster: 8 bits
  - Membro: 3 bits
- 

## Códigos de Erro SCCP

- **0** - Sem tradução para o endereço

- **1** - Sem tradução para endereço específico
  - **2** - Congestionamento do subsistema
  - **3** - Falha do subsistema
  - **4** - Usuário não equipado
  - **5** - Falha do MTP
  - **6** - Congestionamento da rede
  - **7** - Não qualificado
  - **8** - Erro no transporte da mensagem
- 

## Códigos de Erro MAP

Código	Erro	Descrição
1	unknownSubscriber	Assinante não encontrado no HLR
27	absentSubscriber	Assinante não acessível
34	systemFailure	Falha na rede
35	dataMissing	Dados necessários não disponíveis
36	unexpectedDataValue	Valor de parâmetro inválido

---

## Documentação Relacionada

- ← Voltar para a Documentação Principal
- [Guia STP](#)
- [Guia do Cliente MAP](#)
- [Guia do Centro de SMS](#)
- [Guia HLR](#)
- [Recursos Comuns](#)

---

**OmniSS7** por Omnitouch Network Services

# **CAMEL Request Builder**

## **- Resumo da Implementação**

### **Visão Geral**

Um novo componente LiveView foi criado para construir e enviar solicitações CAMEL/CAP para fins de teste. Isso fornece uma interface de usuário interativa para criar InitialDP e outras operações CAMEL.

# Novos Componentes

## 1. CAMEL Request Builder LiveView

### Recursos:

- Interface de usuário interativa baseada em formulário para construir solicitações CAMEL
- Suporte para múltiplos tipos de solicitação:
  - **InitialDP** - Ponto de Detecção Inicial (notificação de configuração de chamada)
  - **Connect** - Conectar chamada ao destino
  - **ReleaseCall** - Liberar/terminar chamada
  - **RequestReportBCSMEEvent** - Solicitar notificações de eventos
  - **Continue** - Continuar o processamento da chamada
  - **ApplyCharging** - Aplicar limites de cobrança/duração às chamadas

### Principais Capacidades:

- Menu suspenso para seleção do tipo de solicitação
- Campos de formulário dinâmicos com base no tipo de solicitação selecionado
- Opções avançadas de SCCP/M3UA (seção colapsável)
  - Títulos Globais da Parte Chamadora/Chamado
  - Configuração de SSN (Número do Subsistema)
  - Configurações de OPC/DPC (Código de Ponto)
- Histórico de solicitações em tempo real (últimas 20 solicitações)
- Rastreamento de sessão via OTID
- Feedback de sucesso/erro
- Rastreamento do tamanho da solicitação

Rota: /camel\_request

## 2. EventLog Aprimorado com Suporte a CAMEL

### Novas Funções:

- `paklog_camel/2` - Registro dedicado de mensagens CAMEL/CAP
- `lookup_cap_opcode_name/1` - Pesquisa de código de operação CAP
- `find_cap_opcode/1` - Extrair opcode CAP de JSON
- `extract_cap_tids/1` - Extrair OTID/DTID de mensagens CAP
- `format_cap_to_json/1` - Converter PDUs CAP para formato JSON

### Códigos de Operação CAP Suportados:

```
0 => "initialDP"
5 => "connect"
6 => "releaseCall"
7 => "requestReportBCSMEvent"
8 => "eventReportBCSM"
10 => "continue"
13 => "furnishChargingInformation"
35 => "applyCharging"
... (47 operações no total)
```

### Recursos:

- Registro em JSON de todas as solicitações/respostas CAMEL
- Detecção automática de ação TCAP (Begin/Continue/End/Abort)
- Extração de endereçamento SCCP
- Tratamento de erros para mensagens malformadas
- Processamento de tarefas em segundo plano (não bloqueante)
- Evento prefixado com "CAP:" para fácil filtragem

## 3. CapClient Atualizado

### Mudanças:

- Chamadas `paklog_camel/2` adicionadas para mensagens de entrada e saída

- Registro duplo: Tanto MAP (`paklog`) quanto CAP (`paklog_camel`) para compatibilidade
- Mensagens de saída registradas em `sccp_m3ua_maker/2`
- Mensagens de entrada registradas em `handle_payload/1`

## Configuração

As novas páginas LiveView foram adicionadas à configuração em tempo de execução:

```
# Arquivo: config/runtime.exs

config :control_panel,
  use_additional_pages: [
    {SS7.Web.EventsLive, "/events", "SS7 Events"},
    {SS7.Web.TestClientLive, "/client", "SS7 Client"},
    {SS7.Web.M3UAStatusLive, "/m3ua", "M3UA"},
    {SS7.Web.HlrLinksLive, "/hlr_links", "HLR Links"},
    {SS7.Web.CAMELSessionsLive, "/camel_sessions", "CAMEL Sessions"},
    {SS7.Web.CAMELRequestLive, "/camel_request", "CAMEL Request Builder"}
  ],
  page_order: ["/events", "/client", "/m3ua", "/hlr_links",
    "/camel_sessions", "/camel_request",
    "/application", "/configuration"]
```

## Uso

### Acessando o Construtor de Solicitações

1. Navegue até: [https://your-server:8087/camel\\_request](https://your-server:8087/camel_request)
2. Selecione o tipo de solicitação no menu suspenso
3. Preencha os parâmetros obrigatórios
4. Opcionalmente, expanda "Opções Avançadas de SCCP/M3UA" para ajustes finos

5. Clique em "Enviar Solicitação [RequestType]"

## Fluxo de Solicitação

### InitialDP (Nova Chamada)

1. Defina a Chave de Serviço (por exemplo, 100)
2. Defina o Número Chamador (A-Party)
3. Defina o Número Chamado (B-Party)
4. Envie a solicitação → Gera novo OTID
5. OTID armazenado na sessão para solicitações de acompanhamento

### Solicitações de Acompanhamento (Connect, ReleaseCall, etc.)

1. Deve ter um OTID ativo do InitialDP
2. A solicitação usa automaticamente o OTID armazenado
3. Aviso exibido se não houver OTID ativo

## Parâmetros da Solicitação

### InitialDP:

- Chave de Serviço (inteiro)
- Número Chamador (formato ISDN)
- Número Chamado (formato ISDN)

### Connect:

- Número de Destino (para onde direcionar a chamada)

### ReleaseCall:

- Código de Causa (16 = Normal, 17 = Ocupado, 31 = Não Especificado)

### RequestReportBCSMEvent:

- Eventos BCSM (separados por vírgula: oAnswer, oDisconnect, etc.)

### Continue:

- Sem parâmetros (usa OTID ativo)

### **ApplyCharging:**

- Duração (segundos, 1-864000) - Duração máxima da chamada antes da ação
- Liberar em Timeout (booleano) - Se deve liberar a chamada quando a duração expirar

## **Opções Avançadas**

### **Endereçamento SCCP:**

- GT da Parte Chamadora (Título Global)
- GT da Parte Chamado
- SSN Chamado (padrão 146 = gsmSSF)
- SSN Chamador (padrão 146)

### **Códigos de Ponto M3UA:**

- OPC (Código de Ponto de Origem, padrão 5013)
- DPC (Código de Ponto de Destino, padrão 5011)

## **Registro em JSON**

Todas as mensagens CAMEL agora são registradas em formato JSON no log de eventos com:

- **Direção:** entrada/saída
- **Ação TCAP:** Begin/Continue/End/Abort
- **Operação CAP:** e.g., "CAP:initialDP", "CAP:connect"
- **Endereçamento SCCP:** Informações da Parte Chamadora/Chamado
- **TIDs:** OTID/DTID para correlação
- **Mensagem Completa:** PDU CAP codificado em JSON

## Exemplo de Entrada de Log

```
{  
    "map_event": "CAP:initialDP",  
    "direction": "outgoing",  
    "tcap_action": "Begin",  
    "otid": "A1B2C3D4",  
    "sccp_called": {  
        "SSN": 146,  
        "GlobalTitle": {  
            "Digits": "55512341234",  
            "NumberingPlan": "isdn_tele",  
            "NatureOfAddress_Indicator": "international"  
        }  
    },  
    "event_message": "{ ... full CAP PDU ... }"  
}
```

## Histórico de Solicitações

A interface exibe as últimas 20 solicitações com:

- Timestamp
- Tipo de solicitação (com badge colorido)
- OTID (primeiros 8 caracteres hexadecimais)
- Status (enviado/erro)
- Tamanho da mensagem em bytes

## Rastreamento de Sessão

### Painel de Informações da Sessão Atual:

- Exibe OTID ativo
- Mostra o tamanho da última solicitação em bytes
- Visível apenas quando a sessão está ativa

# Fluxo de Trabalho de Teste

## 1. Iniciar Nova Chamada:

- Enviar InitialDP → Obter OTID
- O sistema cria a sessão

## 2. Controlar Chamada:

- Enviar RequestReportBCSMEvent → Solicitar notificações
- Enviar ApplyCharging → Definir limite de duração da chamada (por exemplo, 290 segundos)
- Enviar Connect → Roteamento para o destino
- OU Enviar ReleaseCall → Terminar

## 3. Ver Resultados:

- Verificar histórico de solicitações
- Monitorar a página de Sessões CAMEL
- Revisar logs de eventos com prefixo "CAP:"

## ApplyCharging - Controle de Duração da Chamada

### Visão Geral

A operação ApplyCharging permite definir uma duração máxima da chamada e, opcionalmente, liberar a chamada quando essa duração expirar. Isso é tipicamente usado para cenários de cobrança pré-paga ou para impor limites de tempo em chamadas.

### Casos de Uso

- **Cobrança Pré-Paga:** Limitar a duração da chamada com base no saldo do assinante
- **Cobrança Baseada em Tempo:** Impor intervalos de cobrança periódicos

- **Gerenciamento de Recursos:** Impedir que chamadas sejam executadas indefinidamente
- **Integração OCS:** Coordenar com Sistemas de Cobrança Online para controle de crédito em tempo real

## Parâmetros

### Duração (maxCallPeriodDuration)

- **Tipo:** Inteiro (1-864000 segundos)
- **Descrição:** Número máximo de segundos que a chamada pode durar antes que o temporizador expire
- **Exemplos:**
  - 60 = 1 minuto
  - 290 = 4 minutos e 50 segundos (valor de teste comum)
  - 3600 = 1 hora
  - 86400 = 24 horas

### Liberar em Timeout (releaseIfDurationExceeded)

- **Tipo:** Booleano (true/false)
- **Padrão:** true
- **Descrição:** O que acontece quando a duração expira:
  - true: Liberar/desconectar automaticamente a chamada
  - false: Enviar notificação, mas manter a chamada ativa (permite que gsmSCF tome uma ação)

## Estrutura da Mensagem

A mensagem ApplyCharging é codificada como um TCAP Continue com:

- **TCAP:** Mensagem Continue (usa a transação existente)
- **Opcode:** 35 (applyCharging)
- **Parâmetros:** ApplyChargingArg contendo:
  - aChBillingChargingCharacteristics: Informações de cobrança baseadas em tempo

- `timeDurationCharging`: Duração máxima e sinalizador de liberação
- `partyToCharge`: Qual parte é cobrada (padrão: `sendingSideID`)

## Exemplo de Uso

**Cenário:** Chamada pré-paga com limite de 5 minutos

1. Enviar **InitialDP** para iniciar o monitoramento da chamada

```
Chave de Serviço: 100  
Chamador: 447700900123  
Chamado: 447700900456  
→ OTID: A1B2C3D4
```

2. Enviar **ApplyCharging** para definir o limite de 5 minutos

```
Duração: 300 (segundos)  
Liberar em Timeout: true  
→ Usa OTID: A1B2C3D4
```

3. Enviar **Connect** para completar a chamada

```
Destino: 447700900456  
→ Usa OTID: A1B2C3D4
```

4. Após 5 minutos (300 segundos):

- Chamada liberada automaticamente pela rede
- gsmSCF recebe notificação de desconexão

## Melhores Práticas

1. **Sempre envie ApplyCharging ANTES de Connect**

- Garante que a cobrança esteja ativa quando a chamada se conecta
- Impede segmentos de chamadas não cobrados

## 2. Use com RequestReportBCSMEEvent

- Solicitar eventos `oAnswer` e `oDisconnect`
- Permite rastrear a duração real da chamada
- Permite reaplicação da cobrança, se necessário

## 3. Defina durações razoáveis

- Muito curtas: Operações de cobrança frequentes, má experiência do usuário
- Muito longas: Risco de perda de receita em chamadas pré-pagas
- Típico: 60-300 segundos para pré-pago, mais longo para pós-pago

## 4. Lide com o timeout de forma elegante

- Se `release=false`, esteja preparado para lidar com notificações de expiração do temporizador
- Implemente lógica para estender a duração ou liberar a chamada

# Tratamento de Erros

Problemas comuns:

- **Nenhum OTID ativo:** Deve enviar InitialDP primeiro
- **Duração inválida:** Deve ser de 1-864000 segundos
- **Suporte da rede:** Algumas implementações de SSF podem não suportar ApplyCharging
- **Precisão do temporizador:** A resolução do temporizador da rede é tipicamente de 1 segundo, mas pode variar

# Monitoramento

Rastreie operações ApplyCharging via:

- **Histórico de Solicitações:** Mostra solicitações ApplyCharging enviadas
- **Log de Eventos:** Pesquisar por "CAP:applyCharging"
- **Sessões CAMEL:** Monitorar sessões ativas com cobrança aplicada

- **Trace TCAP:** Depurar problemas de codificação/decodificação

# Detalhes da Implementação

## Gerenciamento de Estado

- LiveView atribui o estado do formulário de rastreamento
- OTID armazenado no socket atribui
- Histórico de solicitações limitado a 20 entradas
- Atualização automática desativada (somente envio manual)

## Geração de Solicitações

- Usa o módulo existente `CapRequestGenerator`
- Constrói estruturas TCAP/CAP apropriadas
- Codifica com o codec `:TCAPMessages`
- Envolve em SCCP via `CapClient.sccp_m3ua_maker/2`

## Mecanismo de Envio

- Envia via M3UA para `:camelgw_client_asp`
- Usa contexto de roteamento 1
- Encapsulamento automático SCCP/M3UA

## Tratamento de Erros

- Validação de formulário com feedback ao usuário
- Tratamento elegante de OTID ausente
- Erros de análise exibidos na interface
- Falhas de codificação registradas

# Melhorias Futuras

Adições potenciais:

1. Modelos/presets de solicitação
2. Correlação e exibição de respostas
3. Visualização do fluxo de chamadas
4. Detalhamento de sessões
5. Exportar histórico de solicitações
6. Teste de carga (solicitações em massa)
7. Exportação PCAP de mensagens geradas
8. Validação de parâmetros CAP

# Notas de Integração

- Compatível com registro MAP existente (`paklog`)
- Compartilha banco de dados de log de eventos com eventos MAP
- Usa a mesma infraestrutura SCCP/M3UA
- Funciona com CAMELSessionsLive para monitoramento
- Integra-se com roteamento M3UA existente

# Arquivos Modificados

- `config/runtime.exs` - ATUALIZADO

# Dependências

- CapRequestGenerator existente
- CapClient para envio M3UA
- M3UA.Server para transmissão de pacotes
- EventLog para registro de mensagens
- Framework Phoenix LiveView

- Painel de Controle para infraestrutura da interface

# Guia de Configuração do CAMEL Gateway

## Visão Geral

O **modo CAMEL Gateway (CAMELGW)** transforma o OmniSS7 em uma plataforma de Rede Inteligente (IN) que fornece serviços de controle de chamadas e cobrança em tempo real usando o protocolo CAMEL Application Part (CAP).

## O que é CAMEL?

**CAMEL** (Aplicações Personalizadas para Lógica Aprimorada de Redes Móveis) é um conjunto de padrões projetados para funcionar em uma rede central GSM ou rede UMTS. Ele permite que os operadores forneçam serviços que requerem controle em tempo real das chamadas, como:

- **Chamadas pré-pagas** - Verificação e cobrança de saldo em tempo real
- **Serviços de tarifa premium** - Cobrança especial para serviços de valor agregado
- **Controle de roteamento de chamadas** - Roteamento dinâmico de destinos com base em tempo/localização
- **Redes privadas virtuais** - Planos de numeração corporativa
- **Filtragem de chamadas** - Permitir/bloquear chamadas com base em critérios

## Versões do Protocolo CAP

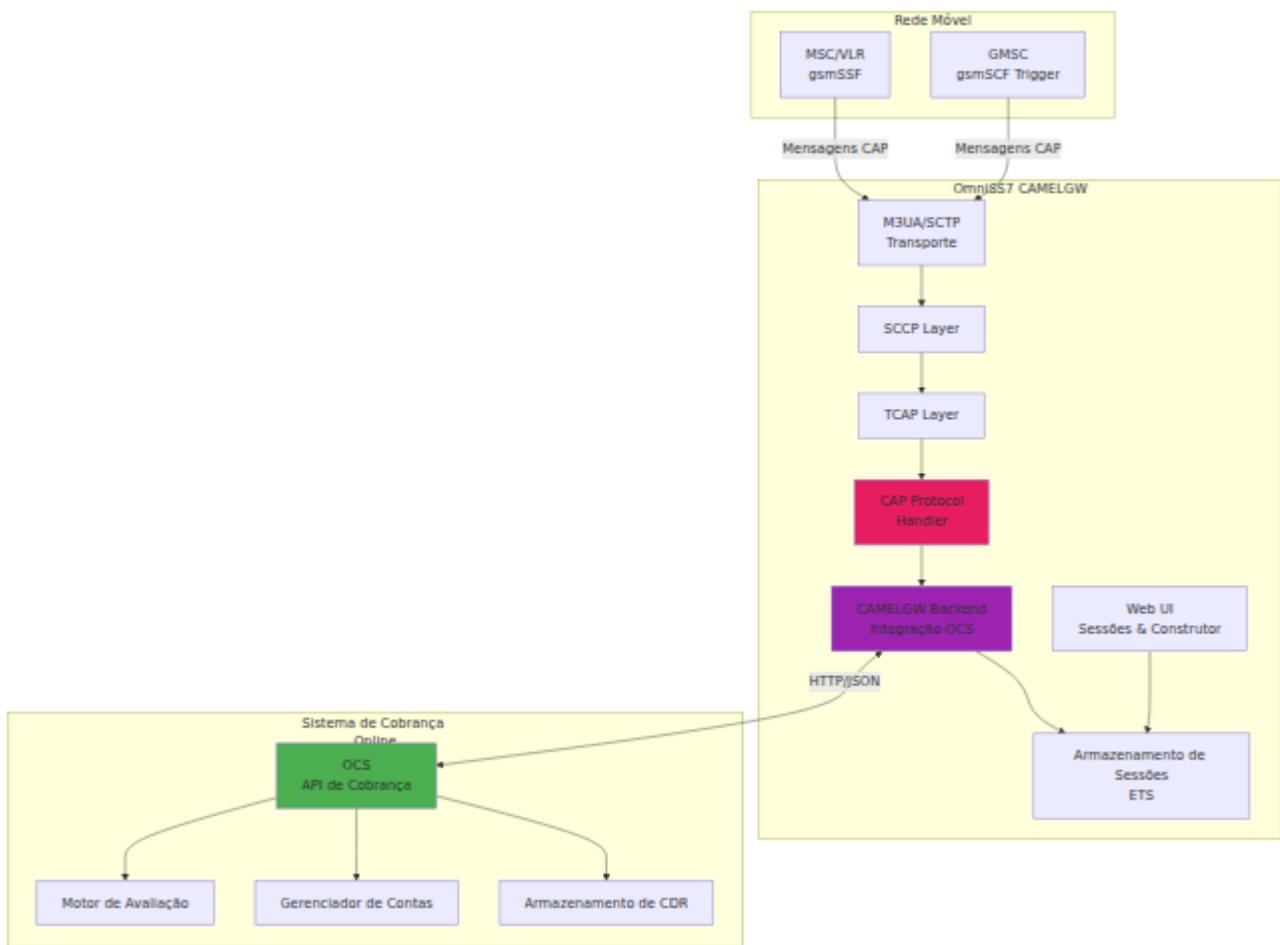
O OmniSS7 CAMELGW suporta várias versões do CAP:

Versão	Fase	Recursos
<b>CAP v1</b>	CAMEL Fase 1	Controle básico de chamadas, operações limitadas
<b>CAP v2</b>	CAMEL Fase 2	Operações aprimoradas, suporte a SMS
<b>CAP v3</b>	CAMEL Fase 3	Suporte a GPRS, operações adicionais
<b>CAP v4</b>	CAMEL Fase 4	Recursos avançados, suporte a multimídia

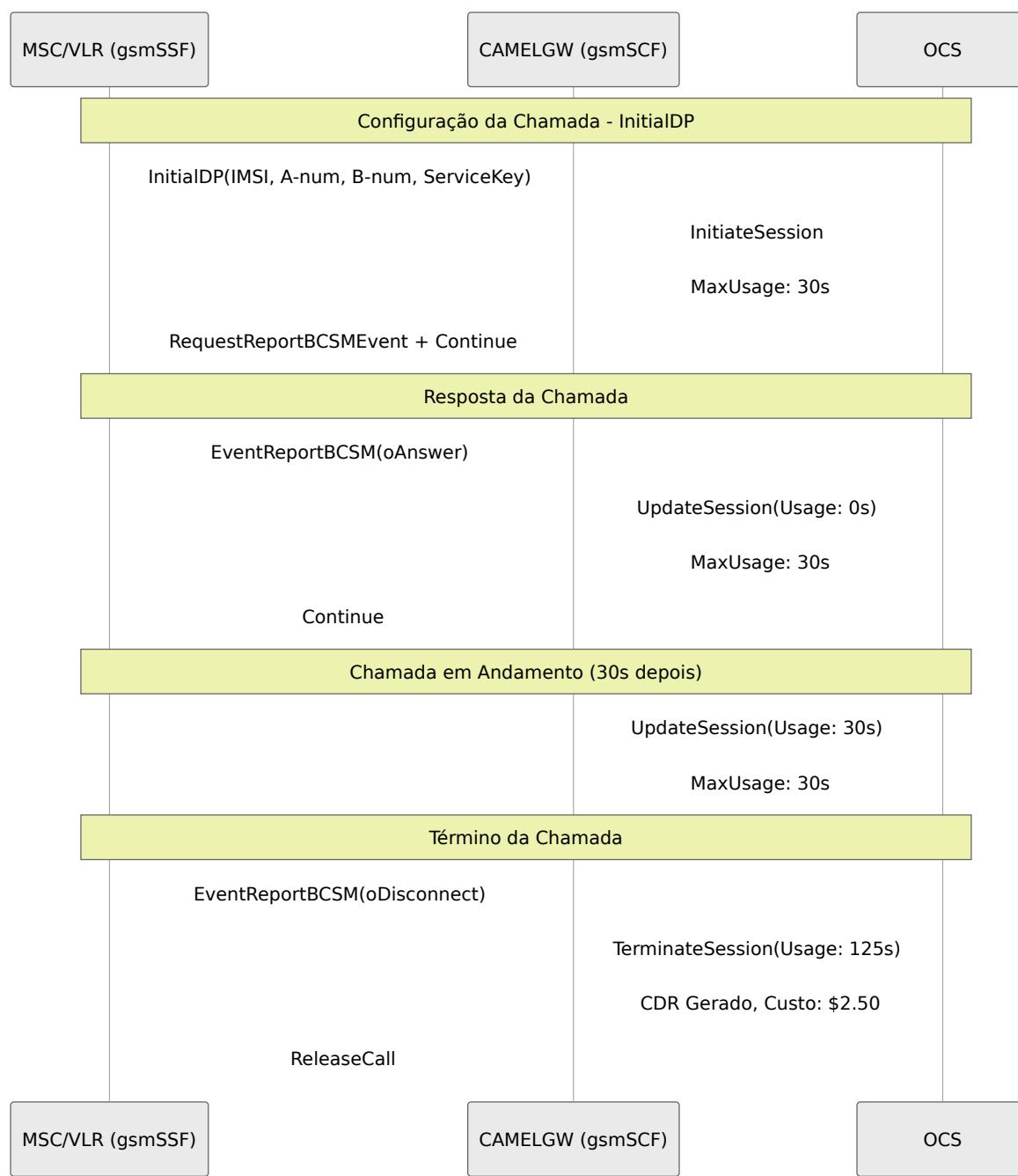
**Padrão:** CAP v2 (mais amplamente implantado)

---

# Arquitetura



# Exemplo de Fluxo de Chamadas



## Configuração

### Pré-requisitos

- OmniSS7 instalado e em execução
- Conectividade M3UA com MSC/GMSC (gsmSSF)

- Sistema de Cobrança Online (OCS) com endpoint API (opcional, para cobrança em tempo real)

## Habilitar o Modo CAMEL Gateway

Edite `config/runtime.exs` e configure a seção do CAMEL Gateway:

```
config :omniss7,
  # Flags de modo - Habilitar recursos CAP/CAMEL
  cap_client_enabled: true,
  camelgw_mode_enabled: true,

  # Desabilitar outros modos
  map_client_enabled: false,
  hlr_mode_enabled: false,
  smsc_mode_enabled: false,

  # Configuração da Versão CAP/CAMEL
  # Determina qual versão CAP usar para solicitações e diálogos de saída
  # Opções: :v1, :v2, :v3, :v4
  cap_version: :v2,

  # Integração OCS (para cobrança em tempo real)
  ocs_enabled: true,
  ocs_url: "http://your-ocs-server/api/charging",
  ocs_timeout: 5000, # milissegundos
  ocs_auth_token: "your-api-token" # Opcional, se OCS requer autenticação

  # Configuração de Conexão M3UA para CAMEL
  # Conectar como ASP (Application Server Process) para operações CAP
  cap_client_m3ua: %{
    mode: "ASP",
    callback: {CapClient, :handle_payload, []},
    process_name: :camelgw_client_asp,

    # Endpoint local (sistema CAMELGW)
    local_ip: {10, 179, 4, 13},
    local_port: 2905,

    # Endpoint remoto (MSC/GMSC - gsmSSF)
    remote_ip: {10, 179, 4, 10},
    remote_port: 2905,

    # Parâmetros M3UA
    routing_context: 1,
    network_appearance: 0,
```

```
    asp_identifier: 13
}
```

## Configurar Páginas da Web UI

A Web UI inclui páginas especializadas para operações CAMEL:

```
config :control_panel,
  use_additional_pages: [
    {SS7.Web.EventsLive, "/events", "Eventos SS7"},
    {SS7.Web.TestClientLive, "/client", "Cliente SS7"},
    {SS7.Web.M3UAStatusLive, "/m3ua", "M3UA"},
    {SS7.Web.CAMELSessionsLive, "/camel_sessions", "Sessões CAP"},
    {SS7.Web.CAMELRequestLive, "/camel_request", "Solicitações
CAP"}
  ],
  page_order: ["/events", "/client", "/m3ua", "/camel_sessions",
  "/camel_request", "/application", "/configuration"]
```

# Operações CAP Suportadas

## Operações de Entrada (de gsmSSF → gsmSCF)

Operação	Opcode	Descrição	Man
<b>InitialDP</b>	0	Ponto de Detecção Inicial - notificação de configuração de chamada	<code>handle_initial_d</code>
<b>EventReportBCSM</b>	6	Evento do Modelo de Estado de Chamada básico (resposta, desconexão, etc.)	<code>handle_event_rep</code>
<b>ApplyChargingReport</b>	71	Relatório de cobrança do gsmSSF	<code>handle_apply_cha</code>
<b>AssistRequestInstructions</b>	16	Solicitação de assistência do gsmSRF	<code>handle_assist_re</code>

## Operações de Saída (de gsmSCF → gsmSSF)

Operação	Opcode	Descrição	
<b>Connect</b>	20	Conectar chamada ao número de destino	CapRequestGer
<b>Continue</b>	31	Continuar o processamento da chamada sem modificação	CapRequestGer
<b>ReleaseCall</b>	22	Liberar/terminar a chamada	CapRequestGer
<b>RequestReportBCSMEvent</b>	23	Solicitar notificação de eventos de chamada	CapRequestGer
<b>ApplyCharging</b>	35	Aplicar cobrança à chamada	CapRequestGer

## Recursos da Web UI

### Página de Sessões CAMEL

URL: [http://localhost/camel\\_sessions](http://localhost/camel_sessions)

Monitoramento em tempo real de sessões de chamadas CAMEL ativas:

## **Recursos:**

- **Lista de sessões ao vivo** - Atualiza automaticamente a cada 2 segundos
- **Detalhes da sessão** - OTID, ID da Chamada, Estado, Duração
- **Versão CAP** - Exibe a versão do protocolo (CAP v1/v2/v3/v4) detectada a partir do InitialDP
- **Informações da chamada** - IMSI, A-número, B-número, Chave de Serviço
- **Rastreamento de estado** - Iniciada, Respondida, Terminada
- **Cronômetro de duração** - Exibição em tempo real da duração da chamada

## **Colunas da Tabela:**

- ID da Chamada, Estado, Versão, IMSI, Número Chamante, Número Chamado, Chave de Serviço, Duração, Hora de Início, OTID

## **Estados da Sessão:**

- **Iniciada** - InitialDP recebido, aguardando resposta
- **Respondida** - Chamada respondida, cobrança em andamento
- **Terminada** - Chamada encerrada, CDR gerado

**Detecção da Versão CAP:** O sistema detecta automaticamente a versão do protocolo CAP a partir da parte do diálogo do InitialDP e a exibe na coluna Versão. Isso ajuda a identificar qual versão CAP cada MSC está usando.

## **Construtor de Solicitações CAMEL**

**URL:** [http://localhost/camel\\_request](http://localhost/camel_request)

Ferramenta interativa para construir e enviar solicitações CAP:

## **Recursos:**

- **Selector de tipo de solicitação** - InitialDP, Connect, ReleaseCall, etc.
- **Campos de formulário dinâmicos** - Adapta-se ao tipo de solicitação selecionado
- **Opções SCCP/M3UA** - Configuração avançada de endereçamento

- **Histórico de solicitações** - Últimas 20 solicitações com status
- **Rastreamento de sessão** - Mantém OTID para solicitações de acompanhamento
- **Feedback em tempo real** - Mensagens de sucesso/erro

### **Tipos de Solicitações:**

1. **InitialDP** - Iniciar nova sessão de chamada
  - Chave de Serviço (inteiro)
  - Número Chamante (A-party)
  - Número Chamado (B-party)
2. **Connect** - Roteamento da chamada para o destino
  - Número de Destino
3. **ReleaseCall** - Terminar chamada
  - Código de Causa (16=Normal, 17=Ocupado, 31=Não Especificado)
4. **RequestReportBCSMEvent** - Solicitar notificações de eventos
  - Eventos: oAnswer, oDisconnect, tAnswer, tDisconnect
5. **Continue** - Continuar chamada sem modificação
  - Nenhum parâmetro necessário
6. **ApplyCharging** - Aplicar limites de duração da chamada
  - Duração (segundos, 1-864000)
  - Liberar em Timeout (booleano)
  - Veja [Guia do Construtor de Solicitações CAMEL](#) para uso detalhado

### **Opções SCCP Avançadas:**

- Título Global da Parte Chamado
- Título Global da Parte Chamante
- SSN Chamado (padrão: 146 = gsmSSF)

- SSN Chamante (padrão: 146)

#### **Opções M3UA:**

- OPC (Código de Ponto de Origem, padrão: 5013)
  - DPC (Código de Ponto de Destino, padrão: 5011)
- 

## **Integração com OCS**

### **Ciclo de Vida da Chamada com Cobrança**

#### **1. Iniciação da Chamada (InitialDP)**

Quando o MSC envia o InitialDP, o CAMELGW:

1. **Detecta a versão CAP** - Examina a parte do diálogo para identificar CAP v1/v2/v3/v4
2. **Decodifica a mensagem CAP** - Extrai IMSI, números chamantes/chamados
3. **Chama o OCS** - API `InitiateSession`
4. **Recebe autorização** - MaxUsage (por exemplo, 30 segundos)
5. **Armazena a sessão** - No SessionStore (tabela ETS) com a versão CAP
6. **Responde ao MSC** - RequestReportBCSMEvent + Continue (usando a mesma versão CAP)

#### **Exemplo:**

```

# Dados decodificados do InitialDP
%{
    imsi: "310150123456789",
    calling_party_number: "14155551234",
    called_party_number: "14155556789",
    service_key: 1,
    msc_address: "19216800123",
    cap_version: :v2 # Detectado a partir do diálogo
}

# Resposta do OCS
{:ok, %{max_usage: 30}} # 30 segundos autorizados

# Entrada no SessionStore
%{
    call_id: "CAMEL-4B000173",
    initial_dp_data: %{...},
    cap_version: :v2, # Armazenado para geração de resposta
    start_time: 1730246400,
    state: :initiated
}

```

## 2. Resposta da Chamada (EventReportBCSM - oAnswer)

Quando a chamada é respondida:

- 1. Recebe o evento oAnswer - Do MSC**
- 2. Atualiza o OCS - `UpdateSession` com uso=0**
- 3. Inicia o loop de débito** - OCS começa a cobrança
- 4. Atualiza o estado da sessão - `:answered` no SessionStore**
- 5. Continua a chamada** - Envia Continue para o MSC

## 3. Atualizações Periódicas (Opcional)

Para chamadas longas, solicitar crédito adicional:

```

# A cada 30 segundos
OCS.Client.update_session(call_id, {}, current_usage)

```

Se MaxUsage retornar 0, o assinante não tem crédito → Enviar ReleaseCall

#### 4. Término da Chamada (EventReportBCSM - oDisconnect)

Quando a chamada termina:

1. **Recebe o evento oDisconnect** - Do MSC
2. **Calcula a duração total** - A partir da hora de início da sessão
3. **Termina a sessão OCS** - API `TerminateSession`
4. **CDR gerado** - Pelo OCS com custo final
5. **Limpa a sessão** - Remove do SessionStore
6. **Envia ReleaseCall** - Confirma a terminação para o MSC

## Análise de CDR

Os CDRs são gerados pelo seu OCS e normalmente incluem:

### Campos de CDR do CAMEL:

- `Account` - IMSI ou número chamante
  - `Destination` - Número da parte chamada
  - `OriginID` - Identificador único da chamada (CAMEL-OTID)
  - `Usage` - Duração total da chamada (segundos)
  - `Cost` - Custo calculado
  - `IMSI` - IMSI do assinante
  - `CallingPartyNumber` - A-party
  - `CalledPartyNumber` - B-party
  - `MSCAddress` - Código de ponto MSC atendente
  - `ServiceKey` - Chave de serviço CAMEL
-

# Testes

## Teste Manual com o Construtor de Solicitações

### 1. Navegue até o Construtor de Solicitações:

[http://localhost/camel\\_request](http://localhost/camel_request)

### 2. Envie InitialDP:

- Selecione "InitialDP" no dropdown
- Chave de Serviço: 100
- Número Chamante: 14155551234
- Número Chamado: 14155556789
- Clique em "Enviar Solicitação InitialDP"
- Anote o OTID gerado

### 3. Monitore a Sessão:

- Abra uma nova aba: [http://localhost/camel\\_sessions](http://localhost/camel_sessions)
- Veja a sessão ativa com estado "Iniciada"

### 4. Simule a Resposta da Chamada:

- Volte ao Construtor de Solicitações
- Selecione "EventReportBCSM"
- Tipo de Evento: oAnswer
- Clique em "Enviar Solicitação EventReportBCSM"
- O estado da sessão muda para "Respondida"

### 5. Finalizar Chamada:

- Selecione "ReleaseCall"
- Código de Causa: 16 (Normal)
- Clique em "Enviar Solicitação ReleaseCall"
- O estado da sessão muda para "Terminada"

# Teste com MSC Real

## Configure o Serviço CAMEL no MSC

No seu MSC/VLR, configure o serviço CAMEL:

```
# Exemplo de configuração do MSC Huawei
ADD CAMELSERVICE:
    SERVICEID=1,
    SERVICEKEY=100,
    GSMSCFADDR="55512341234", # Título Global do CAMELGW
    DEFAULTCALLHANDLING=CONTINUE;

ADD CAMELSUBSCRIBER:
    IMSI="310150123456789",
    SERVICEID=1,
    TRIGGERTYPE=TERMCALL;
```

## Monitorar Logs

Assista aos logs do CAMELGW para mensagens CAP recebidas:

```
# Ver logs em tempo real
tail -f /var/log/omniss7/omniss7.log

# Filtrar eventos CAP
grep "CAP:" /var/log/omniss7/omniss7.log

# Ver log de eventos (formatado em JSON)
curl http://localhost/api/events | jq '.[] | select(.map_event | startsWith("CAP:"))'
```

# Teste de Carga

Use o Construtor de Solicitações em um loop para teste de carga:

```

# Enviar 100 solicitações InitialDP
for i in {1..100}; do
    curl -X POST http://localhost/api/camel/initial_dp \
        -H "Content-Type: application/json" \
        -d '{
            "service_key": 100,
            "calling_number": "1415555'$i '',
            "called_number": "14155556789"
        }'
    sleep 0.1
done

```

# Monitoramento & Operações

## Métricas do Prometheus

O CAMELGW expõe métricas em <http://localhost:8080/metrics>:

### Métricas específicas do CAP:

- `cap_requests_total{operation}` - Total de solicitações CAP por tipo de operação (por exemplo, initialDP, requestReportBCSMEvent)

### Métricas adicionais de MAP/API:

- `map_requests_total{operation}` - Total de solicitações MAP por tipo de operação
- `map_request_duration_milliseconds{operation}` - Histograma de duração das solicitações
- `map_pending_requests` - Número de transações MAP pendentes

### Métricas STP do M3UA (se o modo STP estiver habilitado):

- `m3ua_stp_messages_received_total{peer_name,point_code}` - Mensagens recebidas de pares

- `m3ua_stp_messages_sent_total{peer_name,point_code}` - Mensagens enviadas para pares
- `m3ua_stp_routing_failures_total{reason}` - Falhas de roteamento por motivo

## Consultas de exemplo:

```
# Solicitações CAP
curl http://localhost:8080/metrics | grep cap_requests_total

# Total de InitialDP recebidos
curl http://localhost:8080/metrics | grep
'cap_requests_total{operation="initialDP"}'

# Solicitações MAP pendentes
curl http://localhost:8080/metrics | grep map_pending_requests
```

## Verificações de Saúde

```
# Verificar conectividade M3UA
curl http://localhost/api/m3ua-status

# Verificar conectividade OCS
curl http://localhost/api/ocs-status

# Verificar sessões ativas
curl http://localhost/api/camel/sessions/count
```

## Configuração de Logs

Ajuste o nível de log em `config/runtime.exs`:

```
config :logger,  
  level: :info # Opções: :debug, :info, :warning, :error  
  
# Habilitar log de depuração CAP  
config :logger, :console,  
  metadata: [:cap_operation, :otid, :call_id]
```

## Solução de Problemas

### Problema: Nenhuma mensagem CAP recebida

**Sintomas:** O Construtor de Solicitações funciona, mas o MSC não envia InitialDP

#### Verifique:

1. Status do link M3UA: `curl http://localhost/api/m3ua-status`
2. Configuração do serviço CAMEL no MSC (Chave de Serviço, endereço gsmSCF)
3. Roteamento SCCP (Título Global deve roteá para o CAMELGW)
4. Regras de firewall (permitir porta SCTP 2905)

#### Solução:

```
# Verificar conectividade M3UA  
tcpdump -i eth0 sctp  
  
# Verificar se o MSC pode alcançar o CAMELGW  
ss -tuln | grep 2905
```

### Problema: Erros no OCS

**Sintomas:** `INSUFFICIENT_CREDIT` ou erros de timeout

#### Verifique:

1. O OCS é acessível: `curl http://your-ocs-server/api/health`
2. A conta tem saldo no OCS
3. Plano de avaliação configurado no OCS
4. Conectividade de rede com o OCS
5. O token de autenticação é válido (se necessário)

#### **Solução:**

- Verifique a configuração da URL do OCS em `runtime.exs`
- Verifique os logs do OCS para erros
- Teste a API do OCS manualmente com curl
- Verifique se as regras de firewall permitem conectividade

## **Problema: Sessão não encontrada**

**Sintomas:** EventReportBCSM falha com "Sessão não encontrada"

**Causa:** Desvio de OTID ou sessão expirada

#### **Solução:**

1. Verifique o OTID nos logs
2. Verifique o tempo limite da sessão (padrão: sem expiração)
3. Certifique-se de que o DTID corresponda ao OTID nas mensagens  
Continue/End

```
# Verificar sessões ativas
iex> CAMELGW.SessionStore.list_sessions()
```

## **Problema: Erros de decodificação**

**Sintomas:** Falha ao decodificar InitialDP nos logs

**Causa:** Desvio de versão CAP ou mensagem malformada

#### **Solução:**

1. Verifique se a configuração da versão CAP corresponde ao MSC
2. Verifique se a codificação ASN.1 está correta
3. Capture PCAP e analise com Wireshark

```
# Capturar mensagens CAP
tcpdump -i eth0 -w cap_trace.pcap sctp port 2905

# Analisar com Wireshark (filtro: m3ua)
wireshark cap_trace.pcap
```

## Configuração Avançada

### Múltiplas Versões CAP

Suporte a diferentes versões CAP por chave de serviço:

```
config :omniss7,
    cap_version_map: %{
        100 => :v2, # Chave de Serviço 100 usa CAP v2
        200 => :v3, # Chave de Serviço 200 usa CAP v3
        300 => :v4   # Chave de Serviço 300 usa CAP v4
    },
    cap_version: :v2 # Padrão
```

## Resumo

O modo CAMEL Gateway permite que o OmniSS7 funcione como uma plataforma completa de Rede Inteligente com:

- **Suporte completo ao protocolo CAP (v1/v2/v3/v4)**
- **Cobrança em tempo real** via integração OCS
- **Operações de controle de chamadas** (Conectar, Liberar, Continuar)
- **Gerenciamento de sessões** com armazenamento ETS

- **Teste interativo** via Construtor de Solicitações da Web UI
- **Monitoramento ao vivo** de sessões de chamadas ativas
- **Geração de CDR** para faturamento e análises
- **Desempenho e confiabilidade prontos para produção**

Para informações adicionais:

- Documentação do Construtor de Solicitações CAMEL
  - Referência Técnica - Operações CAP
- 

**Produto:** OmniSS7 CAMEL Gateway

**Versão da Documentação:** 1.0

**Última Atualização:** 2025-10-26

# Guia de Recursos Comuns

[← Voltar à Documentação Principal](#)

Este guia cobre recursos comuns a todos os modos de operação do OmniSS7.

## Índice

1. Visão Geral da Interface Web
  2. Documentação da API
  3. Monitoramento e Métricas
  4. Melhores Práticas
  5. Multihoming SCTP para Redundância de Rede
- 

## Visão Geral da Interface Web

A Interface Web é acessível através do endereço do seu servidor web configurado.

## Navegação Principal

- **Eventos** - Eventos de sinalização SS7 em tempo real e logs de mensagens
- **Aplicação** - Status da aplicação e informações de tempo de execução
- **Configuração** - Visualizador de configuração do sistema
- **Status M3UA** - Conexões de peer M3UA (modo STP)
- **Fila de SMS** - Mensagens SMS de saída (modo SMSc)

## Acessando a Interface Web

1. Abra seu navegador web
2. Navegue até o hostname configurado (por exemplo, `http://localhost`)
3. Veja o painel de status do sistema

## Documentação da API Swagger

Documentação interativa da API:

`http://your-server/swagger`

## Configuração da Interface Web

Configure em `config/runtime.exs`:

```
config :control_panel,
  # Ordem das páginas no menu de navegação
  page_order: ["/events", "/application", "/configuration"],

  # Configurações do servidor web
  web: %{
    listen_ip: "0.0.0.0",      # IP para vincular (0.0.0.0 para
    todas as interfaces)
    port: 80,                  # Porta HTTP (443 para HTTPS)
    hostname: "localhost",     # Nome do servidor para geração de
    URL
    enable_tls: false,         # Defina como verdadeiro para
    habilitar HTTPS
    tls_cert: "cert.pem",      # Caminho para o arquivo de
    certificado TLS
    tls_key: "key.pem"         # Caminho para o arquivo de chave
    privada TLS
  }
```

### Parâmetros de Configuração:

Parâmetro	Tipo	Padrão	Descrição
page_order	Lista	[ "/events", "/application", "/configuration" ]	Ordem das páginas no menu de navegação
listen_ip	String	"0.0.0.0"	Endereço IP para vincular o servidor web
port	Inteiro	80	Porta HTTP (use 443 para HTTPS)
hostname	String	"localhost"	Nome do servidor para geração de URL
enable_tls	Booleano	false	Habilitar HTTPS com TLS
tls_cert	String	"cert.pem"	Caminho para o certificado TLS (quando TLS habilitado)
tls_key	String	"key.pem"	Caminho para a chave privada TLS (quando TLS habilitado)

## Configuração do Logger

Configure o nível de log em `config/runtime.exs`:

```
config :logger,  
  level: :debug # Opções: :debug, :info, :warning, :error
```

## Níveis de Log:

- `:debug` - Informações detalhadas de depuração
  - `:info` - Mensagens informativas gerais
  - `:warning` - Mensagens de aviso para problemas potenciais
  - `:error` - Apenas mensagens de erro
- 

# Documentação da API

## URL Base da API

`http://your-server/api`

## Códigos de Resposta

- **200** - Sucesso
- **400** - Solicitação Inválida
- **504** - Tempo Limite do Gateway

## Especificação OpenAPI

`http://your-server/swagger.json`

# Monitoramento e Métricas

## Endpoint de Métricas Prometheus

`http://your-server/metrics`

# **Principais Categorias de Métricas**

## **Métricas M3UA/SCTP:**

- Mudanças de estado de associação SCTP
- Transições de estado ASP M3UA
- Unidades de dados de protocolo enviadas/recebidas

## **Métricas M2PA:**

- Transições de estado de link (DOWN → ALIGNMENT → PROVING → READY)
- Mensagens e bytes enviados/recebidos por link
- Erros específicos de link (decodificar, codificar, SCTP)

## **Métricas STP:**

- Mensagens recebidas/enviadas por peer
- Falhas de roteamento por motivo
- Distribuição de tráfego entre peers

## **Métricas do Cliente MAP:**

- Solicitações MAP por tipo de operação
- Histogramas de duração de solicitações
- Medidor de transações pendentes

## **Métricas CAP:**

- Solicitações CAP por tipo de operação
- Operações de gateway CAMEL

## **Métricas SMSc:**

- Profundidade da fila
- Taxas de entrega
- Mensagens falhadas

# Integração com Grafana

As métricas do OmniSS7 são compatíveis com Prometheus e Grafana.

---

# Melhores Práticas

## Recomendações de Segurança

### 1. Isolamento de Rede

- Implantar em VLAN dedicada
- Regras de firewall para restringir acesso
- Permitir SCTP apenas de endereços conhecidos

### 2. Segurança da Interface Web

- Habilitar TLS para produção
- Usar proxy reverso com autenticação
- Restringir a IPs de gerenciamento

### 3. Segurança da API

- Implementar limitação de taxa
- Usar chaves de API ou OAuth
- Registrar todas as solicitações para auditoria

# Ajuste de Desempenho

### 1. Limites de TPS

- Configurar TPS apropriado
- Monitorar carga do sistema
- Ajustar buffers SCTP

### 2. Otimização de Banco de Dados

- Adicionar índices
- Arquivar mensagens antigas
- Monitorar pool de conexões

### 3. Ajuste M3UA

- Ajustar intervalos de heartbeat SCTP
  - Configurar valores de tempo limite
  - Usar múltiplos links para redundância
- 

## Multihoming SCTP para Redundância de Rede

### O que é Multihoming SCTP?

**Multihoming SCTP** é um recurso embutido do protocolo SCTP que permite que uma única conexão M3UA se vincule a múltiplos endereços IP na mesma interface de rede ou em diferentes interfaces de rede. Isso fornece failover automático e redundância na camada de transporte.

#### Principais Benefícios:

- **Failover Automático:** Se um caminho de rede falhar, o SCTP muda automaticamente para um caminho alternativo sem interromper a conexão
- **Failover Sem Configuração:** Nenhuma lógica em nível de aplicação necessária - o SCTP gerencia o monitoramento de caminhos e o failover
- **Confiabilidade Aprimorada:** Sobrevive a falhas de rede, falhas de switch ou falhas de NIC
- **Balanceamento de Carga:** O SCTP pode distribuir tráfego entre múltiplos caminhos (dependente da implementação)

## Como Funciona

Quando você configura múltiplos endereços IP para uma conexão M3UA, o SCTP:

- Vincula a todos os IPs:** O socket se vincula a todos os endereços IP configurados simultaneamente
- Monitora caminhos:** O SCTP envia continuamente pacotes de heartbeat em todos os caminhos para monitorar sua saúde
- Detecta falhas:** Se os heartbeats falharem no caminho primário, o SCTP o marca como inatingível
- Failover automático:** O tráfego muda imediatamente para um caminho de backup sem intervenção da aplicação
- Recuperação de caminho:** Quando o caminho falhado se recupera, o SCTP o detecta e o marca como disponível novamente

## Configuração

O multihoming SCTP é configurado fornecendo uma **lista de endereços IP** em vez de uma única tupla IP.

### IP Único (Tradicional)

```
# IP único - sem multihoming
local_ip: {10, 179, 4, 10}
```

### Múltiplos IPs (Multihoming Habilitado)

```
# Múltiplos IPs - multihoming habilitado
# O primeiro IP é primário, os IPs subsequentes são caminhos de
# backup
local_ip: [{10, 179, 4, 10}, {10, 179, 4, 11}]
```

## Exemplos de Configuração

### Exemplo 1: Peer STP com Multihoming

```

# Configuração de peer em modo STP
config :omniss7,
  m3ua_peers: [
    %{
      peer_id: 1,
      name: "Partner_STP_Redundant",
      role: :client,
      # Multihoming: vincular a dois IPs locais para redundância
      local_ip: [{213, 57, 23, 200}, {213, 57, 23, 201}],
      local_port: 0,
      # Peer remoto também suporta multihoming
      remote_ip: [{213, 57, 23, 100}, {213, 57, 23, 101}],
      remote_port: 2905,
      routing_context: 1,
      point_code: 100,
      network_indicator: :international
    }
  ]

```

## **Exemplo 2: Cliente MAP com Multihoming**

```

# Modo cliente MAP com multihoming
config :omniss7,
  map_client_enabled: true,
  map_client_m3ua: %{
    mode: "ASP",
    callback: {MapClient, :handle_payload, []},
    process_name: :hlr_client_asp,
    # Multihoming: dois IPs locais para failover
    local_ip: [{10, 0, 0, 100}, {10, 0, 0, 101}],
    local_port: 2905,
    # STP remoto com suporte a multihoming
    remote_ip: [{10, 0, 0, 1}, {10, 0, 0, 2}],
    remote_port: 2905,
    routing_context: 1
  }

```

## **Exemplo 3: Listener STP com Multihoming**

```

# Servidor STP autônomo com multihoming
config :omniss7,
  m3ua_stp: %{
    enabled: true,
    # Ouvir em múltiplos IPs para conexões de entrada
    local_ip: [{172, 16, 0, 10}, {172, 16, 0, 11}],
    local_port: 2905,
    point_code: 100
  }
}

```

#### **Exemplo 4: Configuração Mista (Compatível com Versões Anteriores)**

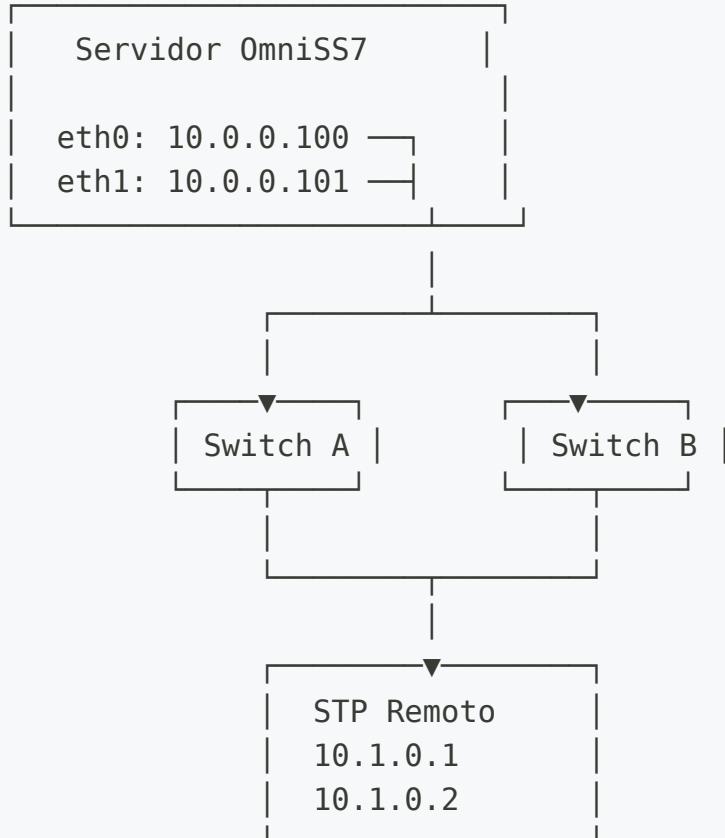
```

# Mistura de peers de IP único e multihomed
config :omniss7,
  m3ua_peers: [
    # Peer legado - IP único
    %{
      peer_id: 1,
      name: "Legacy_STP",
      role: :client,
      local_ip: {10, 0, 0, 1},      # Tupla de IP único
      local_port: 0,
      remote_ip: {10, 0, 0, 10},
      remote_port: 2905,
      routing_context: 1,
      point_code: 100
    },
    # Novo peer - multihoming
    %{
      peer_id: 2,
      name: "Redundant_STP",
      role: :client,
      local_ip: [{10, 0, 0, 2}, {10, 0, 0, 3}],  # Lista de IPs
      local_port: 0,
      remote_ip: [{10, 0, 0, 20}, {10, 0, 0, 21}],
      remote_port: 2905,
      routing_context: 2,
      point_code: 200
    }
  ]
}

```

# Cenários de Topologia de Rede

## Cenário 1: Dual NICs (Implantação Comum)



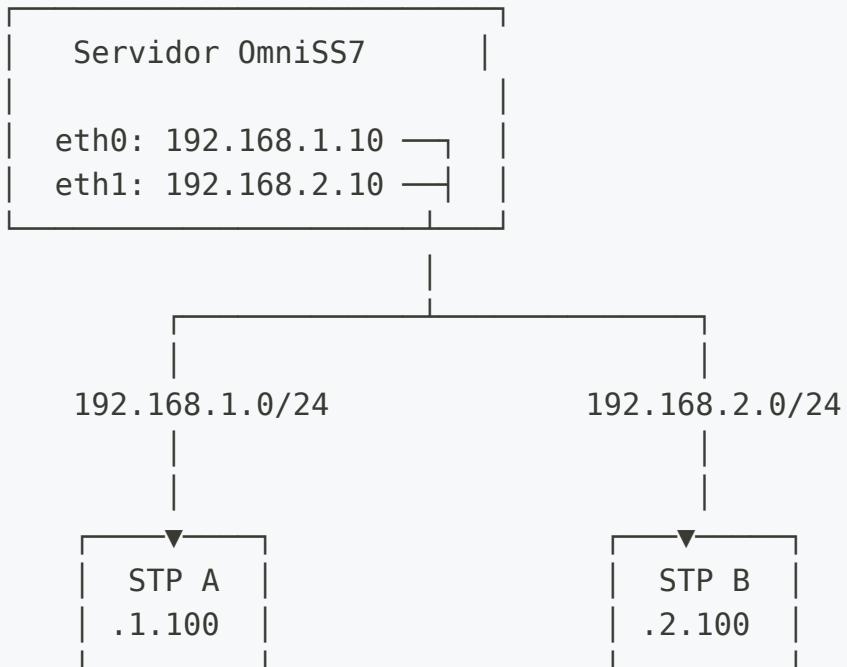
### Configuração:

```
local_ip: [{10, 0, 0, 100}, {10, 0, 0, 101}]      # Ambos os NICs
remote_ip: [{10, 1, 0, 1}, {10, 1, 0, 2}]        # Peer remoto
```

### Benefícios:

- Sobrevive à falha de um NIC
- Sobrevive à falha de um switch
- Failover automático em <1 segundo

## Cenário 2: Múltiplas Sub-redes



## Configuração:

```

local_ip: [{192, 168, 1, 10}, {192, 168, 2, 10}]
remote_ip: [{192, 168, 1, 100}, {192, 168, 2, 100}]
  
```

## Benefícios:

- Sobrevive à falha de sub-rede
- Redundância geográfica possível
- Caminhos de roteamento independentes

## Monitoramento e Registro

Quando o multihoming está habilitado, você verá mensagens de log indicando a configuração:

### Multihoming Bem-Sucedido

```

[info] Cliente SCTP multihoming: vinculado a 2 IPs locais
[info] Multihoming do listener STP habilitado: 2 IPs locais
vinculados
  
```

## Eventos de Failover de Caminho

```
[warning] [MULTIHOMING] Caminho 10.0.0.100 está INATINGÍVEL para o  
peer Partner_STP (assoc_id=1)  
[info] [MULTIHOMING] Caminho 10.0.0.101 agora é o PRIMÁRIO para o  
peer Partner_STP (assoc_id=1)  
[info] [MULTIHOMING] Caminho 10.0.0.100 agora está DISPONÍVEL para  
o peer Partner_STP (assoc_id=1)
```

## Exibição da Interface Web

A Interface Web exibe automaticamente informações de multihoming:

### Página de Status M3UA:

- **IP Único:** Aparece como `10.0.0.100`
- **Múltiplos IPs:** Aparece como `10.0.0.100 (+1)` ou `10.0.0.100 (+2)`
- **Visualização de Detalhes:** Mostra todos os IPs com rótulos primário/backup

## Melhores Práticas

### 1. Design de Rede

- **Use NICs diferentes** para máxima redundância
- **Switches diferentes** para sobreviver a falhas de switch
- **Sub-redes diferentes** se possível para diversidade de roteamento
- **Mesmo datacenter inicialmente** - teste antes da separação geográfica

### 2. Planejamento de Endereço IP

- **Primeiro IP é primário** - garanta que esteja no caminho mais confiável
- **A ordem importa** - liste os IPs na ordem de preferência
- **Endereçamento consistente** - use esquemas de endereçamento semelhantes para solução de problemas

### 3. Testando Failover

```
# Desabilitar a interface primária para testar o failover  
sudo ip link set eth0 down  
  
# Monitorar logs para failover  
tail -f /var/log/omniss7.log | grep MULTIHOMEING  
  
# Reabilitar a interface  
sudo ip link set eth0 up
```

## 4. Ambos os Lados Devem Suportar Multihoming

- **Ótimo:** Tanto o local quanto o remoto usam múltiplos IPs
- **Aceitável:** Apenas um lado usa multihoming
- **Nota:** A redundância é melhor quando ambos os pontos finais suportam

## 5. Configuração de Firewall

```
# Permitir SCTP em todos os IPs de multihoming  
iptables -A INPUT -p sctp --dport 2905 -s 10.0.0.0/24 -j ACCEPT  
iptables -A INPUT -p sctp --dport 2905 -s 10.1.0.0/24 -j ACCEPT
```

# Solução de Problemas

## Problema: Multihoming Não Funciona

**Sintomas:** Apenas o IP primário é usado, sem failover

### Verificações:

1. Verifique o suporte SCTP do Erlang: `erl -eval 'gen_sctp:open(9999, [binary, {ip, {127,0,0,1}}]).'`
2. Verifique o módulo SCTP do kernel: `lsmod | grep sctp`
3. Carregue o SCTP se necessário: `sudo modprobe sctp`
4. Verifique se ambos os IPs estão configurados no sistema: `ip addr show`

## Problema: Caminho Não Falhando

**Sintomas:** Caminho primário marcado como inativo, mas o tráfego não muda

## **Verificações:**

1. Verifique as configurações de heartbeat SCTP
2. Verifique se a tabela de roteamento tem rotas para todos os caminhos
3. Verifique se o firewall permite SCTP em todos os IPs
4. Revise os logs de monitoramento de caminho SCTP

## **Problema: Flutuação Frequentes de Caminho**

**Sintomas:** Caminhos constantemente mudando entre ATIVO e INATIVO

## **Verificações:**

1. Instabilidade na rede - verifique links físicos
2. Heartbeat SCTP muito agressivo - pode precisar de ajuste
3. Firewall bloqueando heartbeats SCTP
4. Problemas de MTU em um caminho

## **Considerações de Desempenho**

- **Sobrecarga mínima:** Os heartbeats SCTP são pequenos e infreqüentes
- **Sem mudanças na aplicação:** O multihoming é transparente para a camada de aplicação
- **Failover rápido:** Tipicamente <1 segundo de detecção e failover
- **Recuperação automática:** Nenhuma intervenção manual necessária

## **Compatibilidade**

- **Compatível com versões anteriores:** O formato de tupla de IP único ainda funciona
- **Implantações mistas:** Pode misturar peers de IP único e múltiplos IPs
- **Todos os modos suportados:** Funciona nos modos STP, HLR, SMSc e Cliente MAP
- **Requisito Erlang:** Requer Erlang com suporte SCTP compilado

# Monitoramento e Alerta

## Métricas Principais:

- Estado da conexão M3UA
- Taxa de sucesso de solicitações MAP
- Tempos de resposta da API
- Profundidade da fila de mensagens

## Limiares de Alerta:

- M3UA inativo > 1 minuto
  - Taxa de tempo limite MAP > 10%
  - Profundidade da fila > 1000
  - Taxa de erro da API > 5%
- 

# Referência Completa de Configuração

## Todos os Parâmetros de Configuração

Esta seção fornece uma referência completa de todos os parâmetros de configuração disponíveis em todos os modos de operação.

### Configuração do Logger (`:logger`)

```
config :logger,  
  level: :debug # :debug | :info | :warning | :error
```

### Configuração da Interface Web (`:control_panel`)

```
config :control_panel,
  page_order: ["/events", "/application", "/configuration"],
  web: %{
    listen_ip: "0.0.0.0",
    port: 80,
    hostname: "localhost",
    enable_tls: false,
    tls_cert: "cert.pem",
    tls_key: "key.pem"
  }
```

Parâmetro	Tipo	Obrigatório	Padrão	Descrição
page_order	Lista de Strings	Não	[ "/events", "/application", "/configuration" ]	Ordem das páginas no menu de navegação
web.listen_ip	String	Sim	"0.0.0.0"	Endereço para vincular ao servidor web
web.port	Inteiro	Sim	80	Número da porta HTTP/HTTPs
web.hostname	String	Sim	"localhost"	Nome do servidor
web.enable_tls	Booleano	Não	false	Habilitar HTTPS
web.tls_cert	String	Se TLS habilitado	"cert.pem"	Caminho do certificado TLS
web.tls_key	String	Se TLS habilitado	"key.pem"	Caminho da chave privada

## Configuração do STP M3UA (:omniss7)

```

config :omniss7,
  m3ua_stp: %{
    enabled: false,
    local_ip: {127, 0, 0, 1},
    local_port: 2905
  },
  enable_gt_routing: true,
  m3ua_peers: [...],
  m3ua_routes: [...],
  m3ua_gt_routes: [...]

```

<b>Parâmetro</b>	<b>Tipo</b>	<b>Obrigatório</b>	<b>Padrão</b>	<b>Descrição</b>
<code>m3ua_stp.enabled</code>	Booleano	Sim	<code>false</code>	Habilitar modo STP na inicialização
<code>m3ua_stp.local_ip</code>	Tupla	Sim	<code>{127, 0, 0, 1}</code>	IP para vincular para M3UA de entrada
<code>m3ua_stp.local_port</code>	Inteiro	Sim	<code>2905</code>	Porta SCTP para M3UA
<code>enable_gt_routing</code>	Booleano	Não	<code>false</code>	Habilitar roteamento de Título Global

### Parâmetros de Peer M3UA:

Parâmetro	Tipo	Obrigatório	Descrição
<code>peer_id</code>	Inteiro	Sim	Identificador único do peer
<code>name</code>	String	Sim	Nome descritivo do peer
<code>role</code>	Átomo	Sim	<code>:client</code> ou <code>:server</code>
<code>local_ip</code>	Tupla ou Lista	Se <code>:client</code>	IP(s) local(is) para vincular. Único: <code>{10, 0, 0, 1}</code> ou Lista: <code>[{10, 0, 0, 1}, {10, 0, 0, 2}]</code>
<code>local_port</code>	Inteiro	Se <code>:client</code>	Porta local (0 para dinâmica)
<code>remote_ip</code>	Tupla ou Lista	Sim	IP(s) do peer remoto. Único: <code>{10, 0, 0, 10}</code> ou Lista: <code>[{10, 0, 0, 10}, {10, 0, 0, 11}]</code>
<code>remote_port</code>	Inteiro	Se <code>:client</code>	Porta do peer remoto
<code>routing_context</code>	Inteiro	Sim	Contexto de roteamento M3UA
<code>point_code</code>	Inteiro	Sim	Código de ponto SS7
<code>network_indicator</code>	Átomo	Não	<code>:international</code> ou <code>:national</code>

### Parâmetros de Rota M3UA:

<b>Parâmetro</b>	<b>Tipo</b>	<b>Obrigatório</b>	<b>Descrição</b>
<code>dest_pc</code>	Inteiro	Sim	Código de ponto de destino
<code>peer_id</code>	Inteiro	Sim	Peer pelo qual rotear
<code>priority</code>	Inteiro	Sim	Prioridade da rota (menor = maior prioridade)
<code>network_indicator</code>	Átomo	Não	<code>:international</code> ou <code>:national</code>

### Parâmetros de Rota GT M3UA:

<b>Parâmetro</b>	<b>Tipo</b>	<b>Obrigatório</b>	<b>Descrição</b>
<code>gt_prefix</code>	String	Sim	Prefixo de Título Global a ser correspondido
<code>peer_id</code>	Inteiro	Sim	Peer de destino
<code>priority</code>	Inteiro	Sim	Prioridade da rota
<code>description</code>	String	Não	Descrição da rota para registro
<code>source_ssn</code>	Inteiro	Não	Correspondência apenas se o SSN de origem corresponder
<code>dest_ssn</code>	Inteiro	Não	Reescrever o SSN de destino para este valor

---

### Configuração do Cliente MAP (`:omniss7`)

```
config :omniss7,
  map_client_enabled: false,
  map_client_m3ua: %{
    mode: "ASP",
    callback: {MapClient, :handle_payload, []},
    process_name: :map_client_asp,
    local_ip: {10, 0, 0, 100},
    local_port: 2905,
    remote_ip: {10, 0, 0, 1},
    remote_port: 2905,
    routing_context: 1
  }
```

Parâmetro	Tipo	Obrigatório	Padrão
<code>map_client_enabled</code>	Booleano	Sim	<code>false</code>
<code>map_client_m3ua.mode</code>	String	Sim	<code>"ASP"</code>
<code>map_client_m3ua.callback</code>	Tupla	Sim	<code>{MapClient :handle_packets []}</code>
<code>map_client_m3ua.process_name</code>	Átomo	Sim	<code>:map_client</code>
<code>map_client_m3ua.local_ip</code>	Tupla	Sim	-
<code>map_client_m3ua.local_port</code>	Inteiro	Sim	<code>2905</code>
<code>map_client_m3ua.remote_ip</code>	Tupla	Sim	-
<code>map_client_m3ua.remote_port</code>	Inteiro	Sim	<code>2905</code>
<code>map_client_m3ua.routing_context</code>	Inteiro	Sim	-

## Configuração do Centro de SMS (`:omniss7`)

```
config :omniss7,
  auto_flush_enabled: false,
  auto_flush_interval: 10_000,
  auto_flush_dest_smsc: nil,
  auto_flush_tps: 10
```

Parâmetro	Tipo	Obrigatório	Padrão	Descrição
<code>auto_flush_enabled</code>	Booleano	Não	<code>false</code>	Habilitar auto flush da fila de SMS
<code>auto_flush_interval</code>	Inteiro	Não	<code>10000</code>	Intervalo de verificação da fila (milissegundos)
<code>auto_flush_dest_smsc</code>	String/nil	Não	<code>nil</code>	Filtrar por SMSC de destino (nil = todos)
<code>auto_flush_tps</code>	Inteiro	Não	<code>10</code>	Máximo de transações por segundo

## Configuração da API HTTP (`:omniss7`)

O backend de SMS agora usa a API HTTP em vez de conexões diretas ao banco de dados.

```

config :omniss7,
  smsc_api_base_url: "https://10.5.198.200:8443",
  frontend_name: "omni-smsc01" # Opcional: padrão para
  hostname_SMS

```

## Parâmetros da API:

Parâmetro	Tipo	Obrigatório	Padrão
<code>smsc_api_base_url</code>	String	Sim	"https://10.5.198.200:8443"
<code>frontend_name</code>	String	Não	"{hostname}_SMS"

## Endpoints da API Usados:

- `POST /api/frontends` - Registrar esta instância de frontend com o backend
- `POST /api/messages_raw` - Inserir novas mensagens SMS
- `GET /api/messages` - Recuperar fila de mensagens (com cabeçalho `smsc`)
- `PATCH /api/messages/{id}` - Marcar mensagem como entregue
- `PUT /api/messages/{id}` - Atualizar status da mensagem
- `POST /api/events` - Adicionar rastreamento de eventos
- `GET /api/status` - Endpoint de verificação de saúde

## Registro do Frontend:

O sistema registra automaticamente a si mesmo com a API do backend na inicialização e se re-registra a cada 5 minutos. O registro inclui:

- Nome e tipo do frontend (SMS)
- Nome do host

- Tempo de atividade em segundos
- Detalhes de configuração (formato JSON)

### **Notas de Configuração:**

- A verificação SSL está desativada por padrão para certificados autoassinados
  - As solicitações HTTP têm tempo limite após 5 segundos
  - Todos os timestamps estão no formato ISO 8601
  - A API usa JSON para corpos de solicitação/resposta
- 

## **Documentação Relacionada**

- [← Voltar à Documentação Principal](#)
  - [Guia STP](#)
  - [Guia do Cliente MAP](#)
  - [Guia do Centro de SMS](#)
  - [Guia HLR](#)
- 

**Omnis7** por Omnitouch Network Services

# Referência de Configuração

[← Voltar para a Documentação Principal](#)

Este documento fornece uma referência abrangente para todos os parâmetros de configuração do OmniSS7.

## Índice

1. Visão Geral
2. Flags de Modo Operacional
3. Parâmetros do Modo HLR
4. Parâmetros do Modo SMSc
5. Parâmetros do Modo STP
6. Parâmetros de NAT de Título Global
7. Parâmetros de Conexão M3UA
8. Parâmetros do Servidor HTTP
9. Parâmetros do Banco de Dados
10. Valores Hardcoded

---

## Visão Geral

A configuração do OmniSS7 é gerenciada através de `config/runtime.exs`. O sistema suporta três modos operacionais:

- **Modo STP** - Ponto de Transferência de Sinal para roteamento
- **Modo HLR** - Registro de Localização do Usuário para gerenciamento de assinantes
- **Modo SMSc** - Centro de SMS para entrega de mensagens

**Arquivo de Configuração:** config/runtime.exs

# Flags de Modo Operacional

Controle quais recursos estão habilitados.

Parâmetro	Tipo	Padrão	Descrição	Modos
map_client_enabled	Boolean	false	Habilitar cliente MAP e conectividade M3UA	Todos
hlr_mode_enabled	Boolean	false	Habilitar recursos específicos do HLR	HLR
smsc_mode_enabled	Boolean	false	Habilitar recursos específicos do SMSc	SMSc

**Exemplo:**

```
config :omniss7,
  map_client_enabled: true,
  hlr_mode_enabled: true,
  smsc_mode_enabled: false
```

# Parâmetros do Modo HLR

Configuração para o modo HLR (Registro de Localização do Usuário).

# Configuração da API HLR

Parâmetro	Tipo	Padrão	Obrigatório	Descrição
hlr_api_base_url	String	-	<b>Sim</b>	URL endpoint da API HLR. Padrão: back-end (verificada via SSL) para desativação.
hlr_service_center_gt_address	String	-	<b>Sim</b>	Endereço de Título do HLR nas interfaces de Update.
smsc_service_center_gt_address	String	-	<b>Sim</b>	Endereço de retorno da resposta de for-SMS.

## Exemplo:

```
config :omniss7,
  hlr_api_base_url: "https://10.180.2.140:8443",
  hlr_service_center_gt_address: "55512341111",
  smsc_service_center_gt_address: "55512341112"
```

# Mapeamento MSISDN ↔ IMSI

Configuração para geração sintética de IMSI a partir de MSISDNs. Para uma explicação técnica detalhada do algoritmo de mapeamento, consulte

## Mapeamento MSISDN ↔ IMSI no Guia HLR.

Parâmetro	Tipo	Padrão	Obrigatório	Descrição
hlr_imsi_plmn_prefix	String	"50557"	Não	Prefixo PLMN (MCC+MNC) para geração sintética de IMSI
hlr_msisdn_country_code	String	"61"	Não	Prefixo do código do país para mapeamento reverso IMSI→MSISDN
hlr_msisdn_nsn_offset	Integer	0	Não	Deslocamento no MSISDN onde NSN começa (tipicamente comprime o código país)
hlr_msisdn_nsn_length	Integer	9	Não	Comprimento do Número Nacional de Assinante ser extraído do MSISDN

**Exemplo** (código do país de 2 dígitos):

```

config :omniss7,
    hlr_imsi_plmn_prefix: "50557",      # MCC 505 + MNC 57
    hlr_msisdn_country_code: "99",       # Exemplo de código do país
de 2 dígitos
    hlr_msisdn_nsn_offset: 2,           # Ignorar código do país de
2 dígitos
    hlr_msisdn_nsn_length: 9           # Extrair NSN de 9 dígitos

```

**Exemplo** (código do país de 3 dígitos):

```

config :omniss7,
    hlr_imsi_plmn_prefix: "50557",      # MCC 505 + MNC 57
    hlr_msisdn_country_code: "999",       # Exemplo de código do país
de 3 dígitos
    hlr_msisdn_nsn_offset: 3,           # Ignorar código do país de
3 dígitos
    hlr_msisdn_nsn_length: 8           # Extrair NSN de 8 dígitos

```

**Importante:** Defina `nsn_offset` para o comprimento do seu código do país para extrair corretamente o NSN. Por exemplo:

- Código do país "9" (1 dígito) → `nsn_offset: 1`
- Código do país "99" (2 dígitos) → `nsn_offset: 2`
- Código do país "999" (3 dígitos) → `nsn_offset: 3`

## Configuração do InsertSubscriberData (ISD)

Configuração para dados de provisionamento de assinantes enviados aos VLRs durante UpdateLocation. Para uma explicação detalhada da sequência ISD e do fluxo de mensagens, consulte [Configuração do InsertSubscriberData no Guia HLR](#).

Parâmetro	Tipo	Padrão	Obrigatório
isd_network_access_mode	Atom	:packetAndCircuit	Não
isd_send_ss_data	Boolean	true	Não
isd_send_call_barring	Boolean	true	Não

### Exemplo:

```
config :omniss7,
  isd_network_access_mode: :packetAndCircuit,
  isd_send_ss_data: true,
  isd_send_call_barring: true
```

## Configuração CAMEL

Configuração para roteamento inteligente de chamadas baseado em CAMEL. Para uma explicação detalhada da integração CAMEL e chaves de serviço, consulte [Integração CAMEL no Guia HLR](#).

Parâmetro	Tipo	Padrão	Ot
camel_service_key	Integer	11_110	Nã
camel_trigger_detection_point	Atom	:termAttemptAuthorized	Nã
camel_gsmcf_gt_address	String	(usa GT chamado)	Nã

### Exemplo:

```
config :omniss7,
  camel_service_key: 11_110,
  camel_trigger_detection_point: :termAttemptAuthorized
```

## Prefixos do VLR Local

Configuração para distinguir assinantes locais de roaming. Para uma explicação detalhada da detecção de local/roaming e operações PRN, consulte [Tratamento de Assinantes em Roaming no Guia HLR](#).

Parâmetro	Tipo	Padrão	Obrigatório	Descrição
home_vlr_prefixes	List	[ "5551231" ]	Não	Prefixos GT do VLR considerados rede "local"

### Exemplo:

```
config :omniss7,  
  home_vlr_prefixes: ["5551231", "5551234"]
```

# Parâmetros do Modo SMS

Configuração para o modo Centro de SMS.

## Configuração da API SMS

Parâmetro	Tipo	Padrão	Obrigatório
<code>smsc_api_base_url</code>	String	-	<b>Sim</b>
<code>smsc_name</code>	String	<code>"{hostname}_SMS"</code>	Não
<code>smsc_service_center_gt_address</code>	String	-	<b>Sim</b>

**Exemplo:**

```

config :omniss7,
  smsc_api_base_url: "https://10.179.3.219:8443",
  smsc_name: "ipsmgw",
  smsc_service_center_gt_address: "55512341112"

```

**Nota:** O registro de frontend ocorre a cada **5 minutos** (hardcoded) via módulo `SMS.FrontendRegistry`.

## Configuração de Auto-Flush

Parâmetro	Tipo	Padrão	Obrigatório	Descrição
<code>auto_flush_enabled</code>	Boolean	<code>true</code>	Não	Habilitar processamento automático da SMS
<code>auto_flush_interval</code>	Integer	<code>10_000</code>	Não	Intervalo de processamento da fila em milissegundos
<code>auto_flush_dest_smsc</code>	String	-	<b>Sim</b>	Nome do SMS destino para o flush
<code>auto_flush_tps</code>	Integer	<code>10</code>	Não	Taxa de processamento das mensagens (transações/se

**Exemplo:**

```
config :omniss7,
  auto_flush_enabled: true,
  auto_flush_interval: 10_000,
  auto_flush_dest_smsc: "ipsmgw",
  auto_flush_tps: 10
```

---

## Parâmetros do Modo STP

Configuração para o modo Ponto de Transferência de Sinal M3UA. Para configuração de roteamento detalhada e exemplos, consulte o [Guia de Configuração STP](#).

# Servidor STP Autônomo

Parâmetro	Tipo	Padrão	Obrigatório	Descrição
m3ua_stp.enabled	Boolean	false	Não	Habilitar servidor STP M3UA autônomo
m3ua_stp.local_ip	Tuple ou List	{127, 0, 0, 1}	Não	Endereço(s) IP para escutar conexões. IP único: {10, 0, 0, 1} ou Múltiplos IPs para multihoming SCTP: [{10, 0, 0, 1}, {10, 0, 0, 2}]
m3ua_stp.local_port	Integer	2905	Não	Porta para escutar
m3ua_stp.point_code	Integer	-	Sim (se habilitado)	Código de ponto SS7 deste STP

**Exemplo (IP Único):**

```
config :omniss7,
  m3ua_stp: %{
    enabled: true,
    local_ip: {10, 179, 4, 10},
    local_port: 2905,
    point_code: 100
  }
```

### Exemplo (Multihoming SCTP):

```
config :omniss7,
  m3ua_stp: %{
    enabled: true,
    # Múltiplos IPs para redundância
    local_ip: [{10, 179, 4, 10}, {10, 179, 4, 11}],
    local_port: 2905,
    point_code: 100
  }
```

**Nota:** Para informações detalhadas sobre configuração de multihoming SCTP e benefícios, consulte [Multihoming SCTP no Guia Comum](#).

## Roteamento de Título Global

Parâmetro	Tipo	Padrão	Obrigatório	Descrição
enable_gt_routing	Boolean	false	Não	Habilitar roteamento GT além do roteamento PC

### Exemplo:

```
config :omniss7,
  enable_gt_routing: true
```

# Parâmetros de NAT de Título Global

A Tradução de Endereço de Rede de Título Global permite diferentes GTs de resposta com base no prefixo da parte chamadora. Para uma explicação detalhada e exemplos, consulte o [Guia de NAT de Título Global](#).

Parâmetro	Tipo	Padrão	Obrigatório	Descrição
<code>gt_nat_enabled</code>	Boolean	<code>false</code>	Não	Habilitar/desabilitar recurso de NAT GT
<code>gt_nat_rules</code>	Lista de Mapas	<code>[]</code>	<b>Sim</b> (se habilitado)	Lista de mapeamentos prefixo-para-GT

**Formato da Regra:** Cada regra em `gt_nat_rules` deve ser um mapa com:

- `calling_prefix`: Prefixo de string para corresponder ao GT chamador
- `response_gt`: Título Global a ser usado nas respostas

**Exemplo:**

```
config :omniss7,
  gt_nat_enabled: true,
  gt_nat_rules: [
    # Quando chamado de GT começando com "8772", responda com
    "55512341112"
    %{calling_prefix: "8772", response_gt: "55512341112"},
    # Quando chamado de GT começando com "8773", responda com
    "55512341111"
    %{calling_prefix: "8773", response_gt: "55512341111"},
    # Fallback padrão (prefixo vazio corresponde a todos)
    %{calling_prefix: "", response_gt: "55512311555"}
  ]
```

**Veja Também:** [Guia de NAT GT](#) para uso detalhado e exemplos.

---

# Parâmetros de Conexão M3UA

Configuração de conexão M3UA para modo cliente MAP. Para uso detalhado e exemplos, consulte o [Guia do Cliente MAP](#).

Parâmetro	Tipo	Padrão	Obrigatório	
<code>map_client_m3ua.mode</code>	String	-	<b>Sim</b>	Mo "A"
<code>map_client_m3ua.callback</code>	Tuple	-	<b>Sim</b>	Mo ca {M :h []}
<code>map_client_m3ua.process_name</code>	Atom	-	<b>Sim</b>	No pa
<code>map_client_m3ua.local_ip</code>	Tuple ou List	-	<b>Sim</b>	Er lo vi {} ou m SC 0, 0,
<code>map_client_m3ua.local_port</code>	Integer	2905	<b>Sim</b>	Po
<code>map_client_m3ua.remote_ip</code>	Tuple ou List	-	<b>Sim</b>	Er ST re {} ou [ {1
<code>map_client_m3ua.remote_port</code>	Integer	2905	<b>Sim</b>	Po re

Parâmetro	Tipo	Padrão	Obrigatório	
map_client_m3ua.routing_context	Integer	-	Sim	ID ro

### Exemplo (IP Único):

```
config :omniss7,
  map_client_m3ua: %{
    mode: "ASP",
    callback: {MapClient, :handle_payload, []},
    process_name: :hlr_client_asp,
    local_ip: {10, 179, 4, 11},
    local_port: 2905,
    remote_ip: {10, 179, 4, 10},
    remote_port: 2905,
    routing_context: 1
  }
```

### Exemplo (Multihoming SCTP):

```
config :omniss7,
  map_client_m3ua: %{
    mode: "ASP",
    callback: {MapClient, :handle_payload, []},
    process_name: :hlr_client_asp,
    # Múltiplos IPs locais para redundância
    local_ip: [{10, 179, 4, 11}, {10, 179, 4, 12}],
    local_port: 2905,
    # Múltiplos IPs remotos para redundância STP
    remote_ip: [{10, 179, 4, 10}, {10, 179, 4, 20}],
    remote_port: 2905,
    routing_context: 1
  }
```

**Nota:** Para informações detalhadas sobre configuração de multihoming SCTP e benefícios, consulte [Multihoming SCTP no Guia Comum](#).

# Parâmetros do Servidor HTTP

Configuração para o servidor HTTP da API REST.

Parâmetro	Tipo	Padrão	Obrigatório	Descrição
<code>start_http_server</code>	Boolean	<code>true</code>	Não	Habilitar/desabilitar servidor HTTP (porta 8080)

**Valores Hardcoded** (não configuráveis):

- **IP:** 0.0.0.0 (todas as interfaces)
- **Porta:** 8080
- **Transporte:** Plug.Cowboy

**Exemplo:**

```
config :omniss7,
  start_http_server: true # Defina como false para desabilitar
```

**Endpoints da API:**

- API REST: `http://[server-ip]:8080/api/*`
- Swagger UI: `http://[server-ip]:8080/swagger`
- Métricas Prometheus: `http://[server-ip]:8080/metrics`

Consulte o [Guia da API](#) para detalhes.

# Parâmetros do Banco de Dados

Configuração para persistência do banco de dados Mnesia.

Parâmetro	Tipo	Padrão	Obrigatório	Descrição
<code>mnesia_storage_type</code>	Atom	<code>:disc_copies</code>	Não	Tipo de armazenamento do Mnesia: <code>:disc_copies</code> ou <code>:ram_copies</code>

### Exemplo:

```
config :omniss7,
  mnesia_storage_type: :disc_copies # Produção
  # mnesia_storage_type: :ram_copies # Apenas para testes
```

### Tipos de Armazenamento:

- `:disc_copies` - Armazenamento em disco persistente (sobrevive a reinicializações) - **Recomendado para produção**
- `:ram_copies` - Somente em memória (perdido na reinicialização) - Apenas para testes

### Tabelas Mnesia:

- `m3ua_peer` - Conexões de pares M3UA
- `m3ua_route` - Rotas de Código de Ponto
- `m3ua_gt_route` - Rotas de Título Global

**Localização:** diretório `Mnesia.{node_name}/`

---

## Valores Hardcoded

Os seguintes valores são **hardcoded no código-fonte** e não podem ser alterados via configuração.

## Timeouts

Valor	Impacto	Solução Alternativa
Timeout de requisição MAP: <b>10 segundos</b>	Todas as operações MAP expiram após 10s	Modificar código-fonte
Timeout de ISD: <b>10 segundos</b>	Cada mensagem ISD expira após 10s	Modificar código-fonte

## Servidor HTTP

Valor	Impacto	Solução Alternativa
IP HTTP: <b>0.0.0.0</b>	O servidor escuta em todas as interfaces	Modificar código-fonte
Porta HTTP: <b>8080</b>	A API REST é executada na porta 8080	Modificar código-fonte

## Verificação SSL

Valor	Impacto	Solução Alternativa
API HLR SSL: <b>desativado</b>	A verificação SSL está sempre desativada	Modificar código-fonte
API SMSc SSL: <b>desativado</b>	A verificação SSL está sempre desativada	Modificar código-fonte

## Intervalos de Registro

Valor	Impacto	Solução Alternativa
Registro de frontend: <b>5 minutos</b>	O SMSc se registra com o backend a cada 5 min	Modificar código-fonte

## Atualização Automática da Interface Web

Página	Intervalo
Gerenciamento de Roteamento	5 segundos
Assinantes Ativos	2 segundos

---

# Exemplos de Configuração

## Configuração Mínima do HLR

```
config :omniss7,
  map_client_enabled: true,
  hlr_mode_enabled: true,
  smsc_mode_enabled: false,

  hlr_api_base_url: "https://10.180.2.140:8443",
  hlr_service_center_gt_address: "55512341111",
  smsc_service_center_gt_address: "55512341112",

  map_client_m3ua: %{
    mode: "ASP",
    callback: {MapClient, :handle_payload, []},
    process_name: :hlr_client_asp,
    local_ip: {10, 179, 4, 11},
    local_port: 2905,
    remote_ip: {10, 179, 4, 10},
    remote_port: 2905,
    routing_context: 1
  }
```

# Configuração Mínima do SMSc

```
config :omniss7,
  map_client_enabled: true,
  hlr_mode_enabled: false,
  smsc_mode_enabled: true,

  smsc_api_base_url: "https://10.179.3.219:8443",
  smsc_name: "ipsmgw",
  smsc_service_center_gt_address: "55512341112",

  auto_flush_enabled: true,
  auto_flush_interval: 10_000,
  auto_flush_dest_smsc: "ipsmgw",
  auto_flush_tps: 10,

  map_client_m3ua: %{
    mode: "ASP",
    callback: {MapClient, :handle_payload, []},
    process_name: :stp_client_asp,
    local_ip: {10, 179, 4, 12},
    local_port: 2905,
    remote_ip: {10, 179, 4, 10},
    remote_port: 2905,
    routing_context: 1
  }
```

# STP com Servidor Autônomo

```
config :omniss7,
  map_client_enabled: true,
  hlr_mode_enabled: false,
  smsc_mode_enabled: false,

  enable_gt_routing: true,
  mnesia_storage_type: :disc_copies,

  m3ua_stp: %{
    enabled: true,
    local_ip: {10, 179, 4, 10},
    local_port: 2905,
    point_code: 100
  },

  map_client_m3ua: %{
    mode: "ASP",
    callback: {MapClient, :handle_payload, []},
    process_name: :stp_client_asp,
    local_ip: {10, 179, 4, 10},
    local_port: 2906,
    remote_ip: {10, 179, 4, 11},
    remote_port: 2905,
    routing_context: 1
  }
}
```

---

## Resumo

**Total de Parâmetros de Configuração: 32**

**Por Categoria:**

- Modo Operacional: 3 parâmetros
- Modo HLR: 13 parâmetros
- Modo SMS: 7 parâmetros

- Modo STP: 5 parâmetros
- Conexão M3UA: 8 parâmetros
- Servidor HTTP: 1 parâmetro
- Banco de Dados: 1 parâmetro

### **Parâmetros Obrigatórios** (devem ser definidos):

- `hlr_api_base_url` (modo HLR)
  - `hlr_service_center_gt_address` (modo HLR)
  - `smsc_api_base_url` (modo SMSc)
  - `smsc_service_center_gt_address` (modo SMSc/HLR)
  - Todos os parâmetros `map_client_m3ua.*`
  - `m3ua_stp.point_code` (se STP habilitado)
- 

## **Documentação Relacionada**

- **Guia HLR** - Configuração específica do HLR
- **Guia SMSc** - Configuração específica do SMSc
- **Guia STP** - Configuração de roteamento STP
- **Guia da API** - Referência da API REST
- **Guia da Interface Web** - Documentação da interface web

# Guia de NAT de Título Global

## Visão Geral

A Tradução de Endereço de Título Global (GT NAT) é um recurso que permite que o OmniSS7 responda com diferentes endereços de Título Global com base no prefixo GT da parte chamadora, no prefixo GT da parte chamada ou em uma combinação de ambos. Isso é essencial ao operar com múltiplos Títulos Globais e precisar garantir que as respostas usem o GT correto com base em qual rede ou par está chamando e/ou qual GT eles chamaram.

## Novidades (GT NAT Aprimorado)

O recurso GT NAT foi aprimorado com novas capacidades poderosas:

### Novos Recursos

- Correspondência de Prefixo da Parte Chamado:** As regras agora podem corresponder ao `called_prefix` além do `calling_prefix`
- Correspondência Combinada:** As regras podem corresponder a ambos os prefixos chamadores E chamados simultaneamente
- Priorização Baseada em Peso:** As regras agora usam um campo `weight` (menor = maior prioridade) em vez de apenas o comprimento do prefixo
- Correspondência Flexível:** Agora você pode criar regras com:
  - Apenas prefixo chamador
  - Apenas prefixo chamado
  - Ambos os prefixos chamador e chamado
  - Nenhum (regra de curinga/fallback)

# Novo Formato de Regra

## Campos obrigatórios:

- `weight`: Prioridade inteira (menor = maior prioridade)
- `response_gt`: O GT para responder

## Campos opcionais (pelo menos um recomendado para correspondência específica):

- `calling_prefix`: Correspondência no prefixo GT da parte chamadora
- `called_prefix`: Correspondência no prefixo GT da parte chamada

## Exemplo:

```
gt_nat_rules: [
    # Regra específica com ambos os prefixos - maior prioridade
    %{calling_prefix: "8772", called_prefix: "555", weight: 1,
    response_gt: "111111"},

    # Regras específicas - prioridade média
    %{calling_prefix: "8772", weight: 10, response_gt: "222222"}, 
    %{called_prefix: "555", weight: 10, response_gt: "333333"},

    # Fallback de curinga - menor prioridade
    %{weight: 100, response_gt: "999999"}
]
```

# Casos de Uso

## Operação Multi-Rede

Quando você tem várias redes parceiras e cada uma espera respostas de um GT específico:

- **Rede A** chama seu GT `111111` e espera respostas de `111111`
- **Rede B** chama seu GT `222222` e espera respostas de `222222`

Sem o GT NAT, você precisaria de instâncias separadas ou roteamento complexo. Com o GT NAT, uma única instância do OmniSS7 pode lidar com isso de forma inteligente.

## Cenários de Roaming

Ao operar como um HLR ou SMSc com acordos de roaming:

- Assinantes da **rede doméstica** usam GT 555000
- **Parceiro de roaming 1** usa GT 555001
- **Parceiro de roaming 2** usa GT 555002

O GT NAT garante que cada parceiro receba respostas do GT correto para o qual estão configurados para rotear.

## Testes e Migração

Durante migrações de rede ou testes:

- Migrar gradualmente o tráfego do GT antigo para o GT novo
- Mantenha ambos os GTs durante o período de transição
- Roteie respostas com base em qual GT o chamador usou

## Como Funciona

### Fluxo de Tradução de Endereço

1. **Solicitação de Entrada:** O OmniSS7 recebe uma mensagem SCCP com:

- GT da Parte Chamado: 55512341112 (seu GT)
- GT da Parte Chamadora: 877234567 (seu GT)

2. **Consulta GT NAT:** O sistema verifica o GT chamador 877234567 em relação às regras de prefixo configuradas

3. **Correspondência de Prefixo:** Encontra o prefixo correspondente mais longo (por exemplo, 8772 corresponde a 877234567)

4. **Seleção do GT de Resposta:** Usa `response_gt` da regra correspondente (por exemplo, `55512341112`)

5. **Resposta Enviada:** A resposta SCCP usa:

- GT da Parte Chamado: `877234567` (invertido - seu GT)
- GT da Parte Chamadora: `55512341112` (GT NAT'd)

## Tipos de Resposta Afetados

O GT NAT se aplica a múltiplas camadas da pilha SS7:

### Camada SCCP (Todas as Respostas)

- Endereços GT Chamado/Chamador SCCP em todas as mensagens de resposta
- Reconhecimentos de ISD (`InsertSubscriberData`)
- Respostas de `UpdateLocation`
- Respostas de erro

### Camada MAP (Operação Específica)

- **Respostas SRI-for-SM:** `networkNode-Number` (endereço GT do SMSC)
- **UpdateLocation:** `hlr-Number` nas respostas
- **InsertSubscriberData:** GT HLR nas mensagens ISD

# Configuração

## Configuração Básica

Adicione ao `config/runtime.exs`:

```

config :omniss7,
    # Habilitar GT NAT
    gt_nat_enabled: true,

    # Definir regras de GT NAT
    gt_nat_rules: [
        # Regra 1: Chamadas do prefixo "8772" recebem resposta do
        "55512341112"
        %{calling_prefix: "8772", response_gt: "55512341112"},

        # Regra 2: Chamadas do prefixo "8773" recebem resposta do
        "55512341111"
        %{calling_prefix: "8773", response_gt: "55512341111"},

        # Regra padrão (prefixo vazio corresponde a tudo)
        %{calling_prefix: "", response_gt: "55512311555"}
    ]

```

## Parâmetros de Configuração

Para referência completa de configuração, consulte [Parâmetros de NAT de Título Global na Referência de Configuração](#).

Parâmetro	Tipo	Obrigatório	Descrição
<code>gt_nat_enabled</code>	Booleano	Sim	Habilitar/desabilitar recurso GT NAT
<code>gt_nat_rules</code>	Lista de Mapas	Sim (se habilitado)	Lista de regras de correspondência de prefixo

## Formato da Regra

Cada regra é um mapa com as seguintes chaves:

```

%{
    calling_prefix: "8772",      # (Opcional) Prefixo para
corresponder ao GT chamador
    called_prefix: "555",       # (Opcional) Prefixo para
corresponder ao GT chamado
    weight: 10,                 # (Obrigatório) Valor de prioridade
(menor = maior prioridade)
    response_gt: "55512341112" # (Obrigatório) GT a ser usado nas
respostas
}

```

## Campos da Regra:

- **calling\_prefix** (Opcional): Prefixo de string para corresponder ao GT chamador de entrada
  - A correspondência é feita por `String.startsWith?/2`
  - A string vazia `""` ou `nil` atua como curinga (corresponde a qualquer GT chamador)
  - Pode ser omitido para corresponder a qualquer GT chamador
- **called\_prefix** (Opcional): Prefixo de string para corresponder ao GT chamado de entrada
  - A correspondência é feita por `String.startsWith?/2`
  - A string vazia `""` ou `nil` atua como curinga (corresponde a qualquer GT chamado)
  - Pode ser omitido para corresponder a qualquer GT chamado
- **weight** (Obrigatório): Valor de prioridade inteiro
  - Peso menor = maior prioridade (processado primeiro)
  - Deve ser  $\geq 0$
  - Usado como critério de ordenação primário para regras de correspondência
- **response\_gt** (Obrigatório): O endereço de Título Global a ser usado nas respostas

- Deve ser uma string de número E.164 válida
- Deve corresponder a um dos seus GTs configurados

**Pelo menos um dos `calling_prefix` ou `called_prefix` deve ser especificado para roteamento específico. Ambos podem ser omitidos para uma regra de curinga/fallback.**

## Lógica de Correspondência de Regras

As regras são avaliadas por **peso primeiro (crescente), depois pela especificidade combinada do prefixo:**

### Algoritmo de Correspondência:

1. Filtrar regras onde todos os prefixos especificados correspondem
  - Se `calling_prefix` estiver definido, deve corresponder ao GT chamador
  - Se `called_prefix` estiver definido, deve corresponder ao GT chamado
  - Se ambos estiverem definidos, ambos devem corresponder
  - Se nenhum estiver definido, a regra atua como um curinga
2. Classificar regras correspondentes por:
  - **Primário:** Peso (crescente - valores menores primeiro)
  - **Secundário:** Comprimento combinado do prefixo (decrescente - mais longo = mais específico)
3. Retornar a primeira regra correspondente

### Exemplos:

```

# Regras de exemplo
gt_nat_rules: [
    # Peso 1: Maior prioridade - corresponde a ambos os prefixos
    %{calling_prefix: "8772", called_prefix: "555", weight: 1,
response_gt: "111111"},

    # Peso 10: Prioridade média - regras específicas
    %{calling_prefix: "8772", weight: 10, response_gt: "222222"}, # Apenas chamador
    %{called_prefix: "555", weight: 10, response_gt: "333333"},     # Apenas chamado

    # Peso 100: Menor prioridade - curinga fallback
    %{weight: 100, response_gt: "444444"} # Corresponde a tudo
]

# Exemplos de correspondência:
# Chamando: "877234567", Chamado: "555123" -> "111111" (peso 1, ambos correspondem)
# Chamando: "877234567", Chamado: "999999" -> "222222" (peso 10, apenas chamador)
# Chamando: "9999999999", Chamado: "555123" -> "333333" (peso 10, apenas chamado)
# Chamando: "9999999999", Chamado: "888888" -> "444444" (peso 100, curinga)

```

## Exemplos

### Exemplo 1: Dois Parceiros de Rede

**Cenário:** Você opera um SMS com dois parceiros de rede. Cada um espera respostas de um GT diferente.

```

config :omniss7,
  gt_nat_enabled: true,

  # GT padrão do SMSc (usado quando o GT NAT está desabilitado ou
  # nenhuma regra corresponde)
  smsc_service_center_gt_address: "5551000",

  # Regras de GT NAT para parceiros
  gt_nat_rules: [
    # Parceiro A (prefixo 4412) espera respostas do GT 5551001
    %{calling_prefix: "4412", weight: 10, response_gt: "5551001"},

    # Parceiro B (prefixo 4413) espera respostas do GT 5551002
    %{calling_prefix: "4413", weight: 10, response_gt: "5551002"},

    # Padrão: usar GT padrão do SMSc (fallback de curinga)
    %{weight: 100, response_gt: "5551000"}
  ]

```

## **Fluxo de Tráfego:**

SRI-for-SM de entrada de 44121234567:

GT Chamado: 5551001 (seu GT que o Parceiro A usa)  
 GT Chamador: 44121234567 (GT do Parceiro A)

Consulta GT NAT:

"44121234567" corresponde ao prefixo "4412"  
 GT de resposta selecionado: "5551001"

Resposta SRI-for-SM para 44121234567:

GT Chamado: 44121234567 (invertido)  
 GT Chamador: 5551001 (NAT'd)  
 networkNode-Number: 5551001 (na resposta MAP)

## **Exemplo 2: HLR com GTs Regionais**

**Cenário:** HLR nacional com diferentes GTs por região.

```

config :omniss7,
  gt_nat_enabled: true,
  hlr_service_center_gt_address: "555000", # GT padrão do HLR

  gt_nat_rules: [
    # VLRs da região Norte (prefixo 5551)
    %{calling_prefix: "5551", weight: 10, response_gt: "555100"},

    # VLRs da região Sul (prefixo 5552)
    %{calling_prefix: "5552", weight: 10, response_gt: "555200"},

    # VLRs da região Oeste (prefixo 5553)
    %{calling_prefix: "5553", weight: 10, response_gt: "555300"},

    # Padrão para outras regiões (curinga)
    %{weight: 100, response_gt: "555000"}
  ]

```

## Exemplo 3: Cenário de Migração

**Cenário:** Migrando gradualmente do GT antigo para o novo GT.

```

config :omniss7,
  gt_nat_enabled: true,
  hlr_service_center_gt_address: "123456789", # GT antigo
  (padrão)

  gt_nat_rules: [
    # Redes migradas (já atualizaram suas configurações)
    %{calling_prefix: "555", weight: 10, response_gt:
      "987654321"}, # Novo GT
    %{calling_prefix: "666", weight: 10, response_gt:
      "987654321"}, # Novo GT

    # Todos os outros ainda usam o GT antigo (curinga)
    %{weight: 100, response_gt: "123456789"} # GT antigo
  ]

```

## Exemplo 4: Correspondência de Prefixo da Parte Chamado (NOVO)

**Cenário:** Você tem múltiplos GTs para diferentes serviços e deseja responder com o GT correto com base em qual GT foi chamado.

```
config :omniss7,
  gt_nat_enabled: true,

  gt_nat_rules: [
    # Quando chamam seu GT de SMS (5551xxx), responda com esse GT
    %{called_prefix: "5551", weight: 10, response_gt: "555100"},

    # Quando chamam seu GT de Voz (5552xxx), responda com esse GT
    %{called_prefix: "5552", weight: 10, response_gt: "555200"},

    # Quando chamam seu GT de Dados (5553xxx), responda com esse
    GT
    %{called_prefix: "5553", weight: 10, response_gt: "555300"},

    # Fallback padrão
    %{weight: 100, response_gt: "555000"}
  ]
```

### Fluxo de Tráfego:

Solicitação de entrada para GT Chamado: 555100 (seu GT de SMS)  
GT Chamador: 441234567 (qualquer chamador)

Consulta GT NAT:

GT Chamado "555100" corresponde ao prefixo "5551"  
GT de resposta selecionado: "555100"

A resposta usa GT Chamador: 555100 (corresponde ao que eles  
chamaram)

## Exemplo 5: Correspondência Combinada de Chamador + Chamado (AVANÇADO)

**Cenário:** Diferentes parceiros chamam diferentes GTs, e você deseja controle detalhado.

```
config :omniss7,
  gt_nat_enabled: true,

  gt_nat_rules: [
    # Parceiro A chamando seu GT de SMS - maior prioridade (peso 1)
    %{calling_prefix: "4412", called_prefix: "5551", weight: 1,
    response_gt: "555101"},

    # Parceiro B chamando seu GT de SMS - maior prioridade (peso 1)
    %{calling_prefix: "4413", called_prefix: "5551", weight: 1,
    response_gt: "555102"},

    # Qualquer um chamando seu GT de SMS - prioridade média (peso 10)
    %{called_prefix: "5551", weight: 10, response_gt: "555100"},

    # Parceiro A chamando qualquer GT - prioridade média (peso 10)
    %{calling_prefix: "4412", weight: 10, response_gt: "555200"},

    # Fallback padrão - baixa prioridade (peso 100)
    %{weight: 100, response_gt: "555000"}
  ]
```

**Exemplos de Correspondência:**

```
# Parceiro A chama GT de SMS  
Chamando: "441234567", Chamado: "555100"  
→ Corresponde à regra de peso 1 (ambos os prefixos) → "555101"  
  
# Parceiro A chama GT de Voz  
Chamando: "441234567", Chamado: "555200"  
→ Corresponde à regra de peso 10 (apenas chamador) → "555200"  
  
# Chamador desconhecido chama GT de SMS  
Chamando: "999999999", Chamado: "555100"  
→ Corresponde à regra de peso 10 (apenas chamado) → "555100"  
  
# Chamador desconhecido chama GT de Voz  
Chamando: "999999999", Chamado: "555200"  
→ Corresponde ao curinga de peso 100 → "555000"
```

## Modos Operacionais

O GT NAT funciona em todos os modos operacionais do OmniSS7:

### Modo HLR

O GT NAT afeta:

- Respostas de UpdateLocation (GT HLR na resposta)
- Mensagens InsertSubscriberData (GT HLR como parte chamadora)
- Respostas de SendAuthenticationInfo
- Respostas de Cancel Location

Para mais informações sobre operações HLR, consulte o [Guia de Configuração do HLR](#).

### Configuração:

```
config :omniss7,
    hlr_mode_enabled: true,
    hlr_service_center_gt_address: "5551234567", # GT padrão do HLR

    gt_nat_enabled: true,
    gt_nat_rules: [
        %{calling_prefix: "331", weight: 10, response_gt:
"5551234568"}, # França
        %{calling_prefix: "44", weight: 10, response_gt:
"5551234569"}, # Reino Unido
        %{weight: 100, response_gt: "5551234567"} # Curinga padrão
    ]
```

## Modo SMSc

O GT NAT afeta:

- Respostas SRI-for-SM (campo `networkNode-Number`) - veja [Detalhes SRI-for-SM](#)
- Reconhecimentos de MT-ForwardSM

Para mais informações sobre operações SMSc, consulte o [Guia de Configuração do SMSc](#).

### Configuração:

```

config :omniss7,
  smsc_mode_enabled: true,
  smsc_service_center_gt_address: "5559999", # GT padrão do SMSc

  gt_nat_enabled: true,
  gt_nat_rules: [
    %{calling_prefix: "1", weight: 10, response_gt: "5559991"}, # América do Norte
    %{calling_prefix: "44", weight: 10, response_gt: "5559992"}, # Reino Unido
    %{calling_prefix: "86", weight: 10, response_gt: "5559993"}, # China
    %{weight: 100, response_gt: "5559999"} # Curinga padrão
  ]

```

## Modo Gateway CAMEL

O GT NAT afeta:

- Todas as respostas em nível SCCP (GT gsmSCF como Parte Chamadora)
- Respostas de operações CAMEL/CAP (InitialDP, EventReportBCSM, etc.)
- Reconhecimentos de RequestReportBCSMEEvent
- Respostas de ApplyCharging
- Respostas de Continue

### Configuração:

```

config :omniss7,
  camelgw_mode_enabled: true,
  camel_gsmSCF_gt_address: "55512341112", # GT padrão gsmSCF

  gt_nat_enabled: true,
  gt_nat_rules: [
    %{calling_prefix: "555", weight: 10, response_gt: "55512341111"}, # Rede A
    %{calling_prefix: "666", weight: 10, response_gt: "55512311555"}, # Rede B
    %{weight: 100, response_gt: "55512341112"} # Curinga padrão
  ]

```

**Caso de Uso:** Ao operar como um gsmSCF (Função de Controle de Serviço) para várias redes, cada gsmSSF da rede pode esperar respostas de um GT gsmSCF específico. O GT NAT garante que o GT correto seja usado com base em qual gsmSSF está chamando.

# Registro e Depuração

## Habilitar Registro do GT NAT

O GT NAT inclui registro automático de todas as traduções:

```
# Nos logs, você verá:  
[info] GT NAT [resposta SRI-for-SM]: GT Chamador 877234567 -> GT  
de Resposta 55512341112  
[info] GT NAT [UpdateLocation ISD]: GT Chamador 331234567 -> GT de  
Resposta 55512341111  
[info] GT NAT [resposta MAP BEGIN]: GT Chamador 441234567 -> GT de  
Resposta 55512311555
```

O campo de contexto mostra onde o NAT foi aplicado:

- "resposta SRI-for-SM" - No manipulador SRI-for-SM
- "UpdateLocation ISD" - Nas mensagens InsertSubscriberData
- "UpdateLocation END" - Na resposta UpdateLocation END
- "resposta MAP BEGIN" - Respostas MAP BEGIN genéricas
- "ISD ACK" - Reconhecimento ISD
- "resposta de erro HLR" - Resposta de erro do HLR
- "resposta CAMEL" - Respostas de operações CAMEL/CAP (gsmSCF)

# Validação

O sistema valida a configuração do GT NAT na inicialização:

```
# Verifique a configuração do GT NAT
iex> GtNat.validate_config()
{:ok, [
  %{calling_prefix: "8772", weight: 10, response_gt:
  "55512341112"},  

  %{calling_prefix: "8773", weight: 10, response_gt:
  "55512341111"}  

]}

# Verifique se está habilitado
iex> GtNat.enabled?()
true

# Obtenha todas as regras
iex> GtNat.get_rules()
[
  %{calling_prefix: "8772", weight: 10, response_gt:
  "55512341112"},  

  %{calling_prefix: "8773", weight: 10, response_gt:
  "55512341111"}  

]
```

## Testando o GT NAT

Teste a lógica do GT NAT programaticamente:

```

# Teste a tradução com GT chamador apenas (called_gt é nil)
iex> GtNat.translate_response_gt("877234567", nil, "default_gt")
"55512341112"

# Teste a tradução com ambos os GTs chamador e chamado
iex> GtNat.translate_response_gt("877234567", "555123",
"default_gt")
"55512341112"

# Teste com registro (GT chamado nil)
iex> GtNat.translate_response_gt_with_logging("877234567", nil,
"default_gt", "test")
# Logs: GT NAT [test]: GT Chamador 877234567 -> GT de Resposta
55512341112
"55512341112"

# Teste com registro (ambos os GTs)
iex> GtNat.translate_response_gt_with_logging("877234567",
"555123", "default_gt", "test")
# Logs: GT NAT [test]: GT Chamador 877234567, GT Chamado 555123 ->
GT de Resposta 55512341112
"55512341112"

# Teste sem correspondência (retorna padrão)
iex> GtNat.translate_response_gt("999999999", "888888",
"default_gt")
"default_gt"

```

## Resolução de Problemas

### Problema: GT NAT Não Funcionando

#### Verifique 1: Está habilitado?

```

iex> Application.get_env(:omniss7, :gt_nat_enabled)
true # Deve ser true

```

#### Verifique 2: As regras estão configuradas?

```
iex> Application.get_env(:omniss7, :gt_nat_rules)
[%{calling_prefix: "8772", response_gt: "55512341112"}, ...]  #
Deve retornar lista
```

**Verifique 3: Verifique os logs** Procure por "GT NAT" nos logs para ver se as traduções estão acontecendo.

## Problema: GT Errado nas Respostas

**Sintoma:** Respostas usam endereço GT inesperado

**Causa:** A correspondência de prefixo da regra pode ser muito ampla ou a regra padrão está capturando o tráfego

**Solução:** Revise os pesos e prefixos das regras:

```
# RUIM: Curinga com peso baixo (captura tudo primeiro)
gt_nat_rules: [
  %{weight: 1, response_gt: "111111"},           # Isso
corresponde a tudo primeiro!
  %{calling_prefix: "8772", weight: 10, response_gt: "222222"} # 
Nunca alcançado
]

# BOM: Regras específicas com peso mais baixo, curinga com peso
mais alto
gt_nat_rules: [
  %{calling_prefix: "8772", weight: 10, response_gt: "222222"},  #
Específico, peso baixo
  %{weight: 100, response_gt: "111111"} # Curinga, peso alto
(fallback)
]
```

## Problema: GT NAT Não Aplicado a Tipo de Mensagem Específico

**Sintoma:** Algumas respostas usam GT NAT'd, outras não

## **Cobertura Atual:**

- ☐ GT Chamador SCCP (todas as respostas)
- ☐ Respostas SRI-for-SM (networkNode-Number)
- ☐ Mensagens UpdateLocation ISD (GT HLR)
- ☐ Respostas UpdateLocation END
- ☐ Reconhecimentos ISD
- ☐ Respostas MAP BEGIN

Se um tipo de mensagem específico não estiver usando GT NAT, pode não estar implementado ainda. Verifique o código-fonte ou entre em contato com o suporte.

# **Considerações de Desempenho**

## **Desempenho de Consulta**

O GT NAT usa correspondência de prefixo simples com complexidade  $O(n)$ , onde  $n$  é o número de regras.

### **Dicas de desempenho:**

- Mantenha a contagem de regras abaixo de 100 para melhor desempenho
- Use prefixos específicos para reduzir a contagem de regras
- A regra padrão (prefixo vazio) deve ser a última

### **Benchmark (sistema típico):**

- 10 regras: < 1µs por consulta
- 50 regras: < 5µs por consulta
- 100 regras: < 10µs por consulta

## **Uso de Memória**

Cada regra requer ~100 bytes de memória:

- 10 regras ≈ 1 KB
- 100 regras ≈ 10 KB

## Melhores Práticas

### 1. Sempre Inclua uma Regra de Fallback de Curinga

```
gt_nat_rules: [
    %{calling_prefix: "8772", weight: 10, response_gt: "111111"},
    %{calling_prefix: "8773", weight: 10, response_gt: "222222"},
    %{weight: 100, response_gt: "default_gt"} # Sempre tenha um
curinga com peso alto
]
```

### 2. Use Prefixos e Pesos Significativos

```
# BOM: Prefixos claros e específicos com pesos apropriados
%{calling_prefix: "331", weight: 10, response_gt: "..."} # França
%{calling_prefix: "44", weight: 10, response_gt: "..."} # Reino
Unido

# RUIM: Prefixos excessivamente amplos ou pesos confusos
%{calling_prefix: "3", weight: 5, response_gt: "..."} # Muitos
países
%{calling_prefix: "331", weight: 100, response_gt: "..."} # Peso
deve ser menor para regras específicas
```

### 3. Documente Suas Regras

```
gt_nat_rules: [
    # Parceiro XYZ - rede do Reino Unido (faixa de GT: 4412xxxxxx)
    # Peso 10: Prioridade padrão do parceiro
    %{calling_prefix: "4412", weight: 10, response_gt: "5551001"},

    # Parceiro ABC - rede da França (faixa de GT: 33123xxxxx)
    # Peso 10: Prioridade padrão do parceiro
    %{calling_prefix: "33123", weight: 10, response_gt: "5551002"}
]
```

### 4. Teste Antes da Implantação

```
# Teste no iex antes de implantar
iex> GtNat.translate_response_gt("44121234567", nil, "default")
"5551001" # Resultado esperado

# Teste com GT chamado
iex> GtNat.translate_response_gt("44121234567", "555123",
"default")
"5551001" # Resultado esperado
```

### 5. Monitore os Logs

Habilite o registro em nível INFO para ver todas as traduções do GT NAT em produção.

## Integração com Outros Recursos

### Modo STP

O GT NAT funciona independentemente do roteamento STP. O STP roteia com base em códigos de ponto e GTs de destino, enquanto o GT NAT lida com endereçamento de resposta.

Para mais informações sobre roteamento STP, consulte o [Guia de Configuração do STP](#).

## Integração CAMEL

O GT NAT está **totalmente integrado** com operações CAMEL/CAP:

### Camada SCCP:

- GT da Parte Chamadora em todas as respostas CAMEL
- Aplicado automaticamente com base no GT gsmSSF de entrada

### Configuração:

- `camel_gsmSCF_gt_address` - GT padrão gsmSCF (opcional)
- Se não configurado, usa o GT Chamado da solicitação de entrada
- As regras do GT NAT substituem o padrão com base no prefixo da parte chamadora

### Exemplo:

```
# Quando gsmSSF 555123456 chama seu gsmSCF
# Entrada: Chamado=55512341112, Chamando=555123456
# Consulta GT NAT: "555" -> response_gt="55512341111"
# Resposta: Chamado=555123456, Chamando=55512341111
```

## Balanceamento de Carga

O GT NAT pode ser combinado com balanceamento de carga M3UA para gerenciamento avançado de tráfego.

## Guia de Migração

### Habilitando o GT NAT em Sistema Existente

#### 1. Prepare a Configuração

```
# Adicione ao runtime.exs (mantenha desabilitado inicialmente)
config :omniss7,
  gt_nat_enabled: false, # Comece desabilitado
  gt_nat_rules: [
    # Suas regras aqui com pesos
    %{calling_prefix: "877", weight: 10, response_gt:
      "111111"},

    %{weight: 100, response_gt: "999999"} # Fallback de
    curinga
  ]
```

## 2. Teste a Configuração

```
# Valide se a configuração compila
mix compile

# Teste no iex
iex -S mix
iex> GtNat.validate_config()
```

## 3. Habilite em Staging

```
gt_nat_enabled: true # Altere para true
```

## 4. Monitore os Logs

```
tail -f log/omniss7.log | grep "GT NAT"
```

## 5. Implante em Produção

- Implemente durante a janela de manutenção
- Monitore as primeiras 24 horas de perto
- Tenha um plano de reversão pronto (defina `gt_nat_enabled: false`)

# Suporte

Para problemas ou perguntas:

- Verifique os logs para mensagens "GT NAT"
- Valide a configuração com `GtNat.validate_config()`
- Revise a seção de resolução de problemas deste guia
- Entre em contato com o suporte do OmniSS7 com trechos de log

# Guia de Configuração do HLR

[← Voltar à Documentação Principal](#)

Este guia fornece a configuração para usar o OmniSS7 como um **Home Location Register (HLR/HSS)** com **OmniHSS** como o banco de dados de assinantes de backend.

## Integração do OmniHSS

O modo HLR do OmniSS7 funciona como uma interface de sinalização SS7 que se conecta ao **OmniHSS**, um servidor de assinantes doméstico (HSS) completo. Esta arquitetura separa as preocupações:

- **OmniSS7 (Frontend HLR)**: Gerencia todo o sinal de protocolo SS7/MAP, roteamento SCCP e comunicação de rede
- **OmniHSS (Backend HSS)**: Gerencia dados de assinantes, autenticação, provisionamento e recursos avançados

## Por que o OmniHSS?

O OmniHSS fornece gerenciamento de assinantes de nível de operadora com recursos incluindo:

- **Suporte Multi-IMSI**: Cada assinante pode ter múltiplos IMSIs associados a um único MSISDN para roaming internacional, troca de rede e provisionamento de eSIM
- **Autenticação Flexível**: Suporte para algoritmos de autenticação Milenage (3G/4G/5G) e COMP128 (2G)
- **Rastreamento de Sessão de Circuito e Pacote**: Rastreamento independente de registros de rede CS (comutação de circuito) e PS (comutação de pacotes)

- **Provisionamento Avançado:** Perfis de serviço personalizáveis, serviços suplementares e dados de assinatura CAMEL
- **Design API-First:** API RESTful HTTP para integração com sistemas de cobrança, CRM e provisionamento
- **Atualizações em Tempo Real:** Rastreamento de localização, gerenciamento de sessões e geração de vetores de autenticação

Todos os dados de assinantes, credenciais de autenticação e configurações de serviço são armazenados e gerenciados no OmniHSS. O OmniSS7 consulta o OmniHSS por meio de chamadas de API HTTPS para responder a operações MAP como UpdateLocation, SendAuthenticationInfo e SendRoutingInfo.

**Importante:** O modo HLR do OmniSS7 é um **frontend de sinalização apenas**. Toda a lógica de gerenciamento de assinantes, algoritmos de autenticação, regras de provisionamento e operações de banco de dados são tratadas pelo OmniHSS. Este guia cobre a configuração do protocolo SS7/MAP no OmniSS7. Para informações sobre provisionamento de assinantes, configuração de autenticação, perfis de serviço e operações administrativas, **consulte a documentação do OmniHSS**.

## Supporte Multi-IMSI

O OmniHSS suporta nativamente configurações Multi-IMSI, permitindo que um único assinante (identificado por MSISDN) tenha múltiplos IMSIs. Isso possibilita:

- **Perfis de Roaming Internacional:** Diferentes IMSIs para diferentes regiões para reduzir custos de roaming
- **eSIM Multi-Perfil:** Múltiplos perfis de rede em um único dispositivo compatível com eSIM
- **Troca de Rede:** Troca sem interrupções entre redes sem mudar o MSISDN
- **Coordenação de Dual SIM:** Coordenação entre múltiplos SIMs físicos ou virtuais
- **Teste e Desenvolvimento:** Múltiplos IMSIs de teste apontando para o mesmo assinante

**Como funciona:**

- Cada IMSI tem suas próprias credenciais de autenticação (Ki, OPc, algoritmo)
- Cada IMSI pode ter registros de sessão de circuito e pacote independentes
- Serviços e perfis de assinantes podem ser compartilhados ou personalizados por IMSI
- O OmniSS7 consulta o OmniHSS por IMSI, e o OmniHSS retorna os dados de assinante apropriados
- Sistemas de cobrança podem rastrear o uso por IMSI enquanto associam todos os IMSIs a uma única conta

### **Exemplo de cenário Multi-IMSI:**

Assinante MSISDN: +1-555-123-4567

  └ IMSI 1: 310260123456789 (Rede Doméstica dos EUA - autenticação Milenage)  
  └ IMSI 2: 208011234567890 (Perfil de Roaming na França - autenticação Milenage)  
  └ IMSI 3: 440201234567891 (Perfil de Roaming no Reino Unido - autenticação COMP128)

Todos os três IMSIs podem ser usados independentemente para registro na rede, mas todos pertencem à mesma conta de assinante. O OmniHSS gerencia o mapeamento IMSI-para-assinante e garante a autenticação e provisionamento adequados para cada IMSI.

# Índice

1. Integração do OmniHSS
2. Suporte Multi-IMSI
3. O que é o Modo HLR?
4. Habilitando o Modo HLR
5. Banco de Dados de Assinantes
6. Vetores de Autenticação
7. Atualizações de Localização
8. Integração CAMEL
9. Tratamento de Assinantes em Roaming
10. Operações HLR
  - Mapeamento de Campos de Resposta
    - SendRoutingInfo (SRI)
    - UpdateLocation / ISD
    - SendRoutingInfoForSM
  - Resumo da Fonte dos Campos

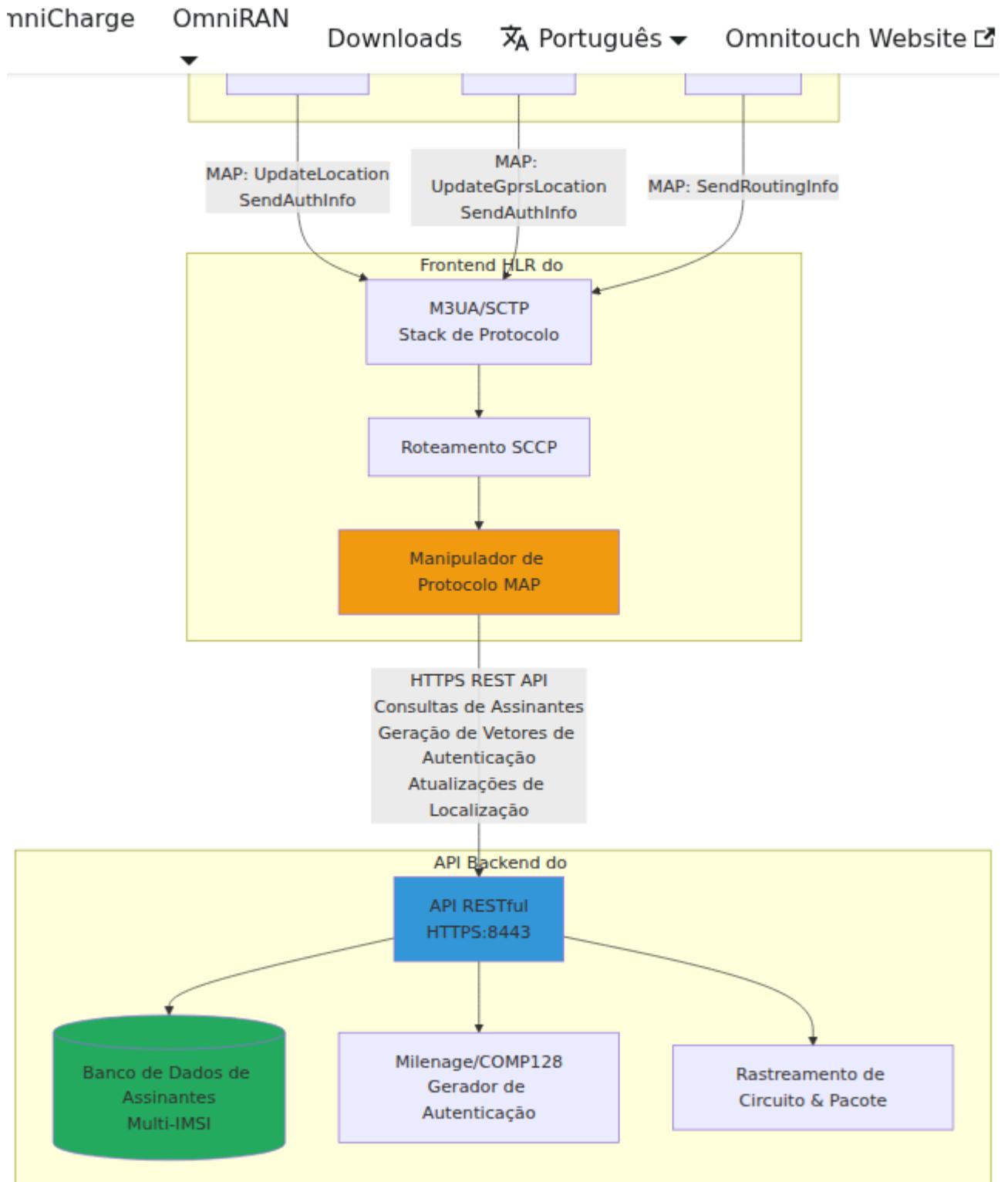
---

# O que é o Modo HLR?

**Modo HLR** permite que o OmniSS7 funcione como um Home Location Register para:

- **Gerenciamento de Assinantes:** Armazenar e gerenciar dados de assinantes
- **Autenticação:** Gerar vetores de autenticação para acesso à rede
- **Rastreamento de Localização:** Processar atualizações de localização de VLRs
- **Informações de Roteamento:** Fornecer informações de roteamento para chamadas e SMS

# Arquitetura HLR



# Habilitando o Modo HLR

O OmniSS7 pode operar em diferentes modos. Para usá-lo como um HLR, você precisa habilitar o modo HLR na configuração.

## Mudando para o Modo HLR

O `config/runtime.exs` do OmniSS7 contém três modos operacionais pré-configurados. Para habilitar o modo HLR:

1. **Abra** `config/runtime.exs`
2. **Encontre** as três seções de configuração (linhas 53-174):
  - Configuração 1: Modo STP (linhas 53-85)
  - Configuração 2: Modo HLR (linhas 87-123)
  - Configuração 3: Modo SMSc (linhas 125-174)
3. **Comente** a configuração atualmente ativa (adicone `#` a cada linha)
4. **Descomente** a configuração HLR (remova `#` das linhas 87-123)
5. **Personalize** os parâmetros de configuração conforme necessário
6. **Reinicie** o aplicativo: `iex -S mix`

## Configuração do Modo HLR

A configuração completa do HLR fica assim:

```
config :omniss7,
  # Flags de modo - Habilitar recursos HLR apenas
  map_client_enabled: true,
  hlr_mode_enabled: true,
  smsc_mode_enabled: false,

  # Configuração da API Backend do OmniHSS
  hlr_api_base_url: "https://10.180.2.140:8443",

  # Endereço GT do Centro de Serviço HLR para operações de SMS
  hlr_service_center_gt_address: "1234567890",

  # Configuração de Mapeamento MSISDN ↔ IMSI
  # Veja: seção de Mapeamento MSISDN ↔ IMSI para detalhes
  hlr_imsi_plmn_prefix: "50557",
  hlr_msisdn_country_code: "61",
  hlr_msisdn_nsn_offset: 0,
  hlr_msisdn_nsn_length: 9,

  # Configuração do InsertSubscriberData
  # Modo de Acesso à Rede: :packetAndCircuit, :packetOnly, ou
  :circuitOnly
  isd_network_access_mode: :packetAndCircuit,

  # Enviar ISD #2 (dados de Serviços Suplementares)
  isd_send_ss_data: true,

  # Enviar ISD #3 (dados de Bloqueio de Chamadas)
  isd_send_call_barring: true,

  # Configuração CAMEL (para respostas SendRoutingInfo)
  # Chave de Serviço para iniciação de serviço CAMEL
  camel_service_key: 11_110,

  # Ponto de Detecção de Gatilho CAMEL
  # Opções: :termAttemptAuthorized, :tBusy, :tNoAnswer, :tAnswer
  camel_trigger_detection_point: :termAttemptAuthorized,

  # Prefixos VLR Domésticos
  # Lista de prefixos de endereço VLR que são considerados "rede"
  doméstica
  # Se o VLR do assinante começar com um desses prefixos, use a
  resposta SRI padrão
```

```
# Caso contrário, o assinante está em roaming e precisamos  
enviar PRN para obter MSRN  
home_vlr_prefixes: ["123456"],  
  
# Configuração de Conexão M3UA  
# Conectar como ASP para receber operações MAP (UpdateLocation,  
SendAuthInfo, etc.)  
map_client_m3ua: %{  
    mode: "ASP",  
    callback: {MapClient, :handle_payload, []},  
    process_name: :hlr_client_asp,  
    # Endpoint local (sistema HLR)  
    local_ip: {10, 179, 4, 11},  
    local_port: 2905,  
    # Endpoint remoto STP  
    remote_ip: {10, 179, 4, 10},  
    remote_port: 2905,  
    routing_context: 1  
}
```

## Parâmetros de Configuração a Personalizar

Para uma referência completa de todos os parâmetros de configuração, consulte a [Referência de Configuração](#).

<b>Parâmetro</b>	<b>Tipo</b>	<b>Padrão</b>
hlr_api_base_url	String	<i>Obrigatório</i>
hlr_service_center_gt_address	String	<i>Obrigatório</i>
smsc_service_center_gt_address	String	<i>Obrigatório</i>
hlr_smse_alert_gts	Lista	[ ]
hlr_alert_location_expiry_seconds	Inteiro	172800
hlr_imsi_plmn_prefix	String	"50557"
hlr_msisdn_country_code	String	"61"

<b>Parâmetro</b>	<b>Tipo</b>	<b>Padrão</b>
hlr_msisdn_nsn_offset	Inteiro	0
hlr_msisdn_nsn_length	Inteiro	9
isd_network_access_mode	Átomo	:packetAndCircuit
isd_send_ss_data	Booleano	true
isd_send_call_barring	Booleano	true
camel_service_key	Inteiro	11_110
camel_trigger_detection_point	Átomo	:termAttemptAuthorized

Parâmetro	Tipo	Padrão
home_vlr_prefixes	Lista	[ "5551231" ]
local_ip	Tupla	<i>Obrigatório</i>
local_port	Inteiro	2905
remote_ip	Tupla	<i>Obrigatório</i>
remote_port	Inteiro	2905
routing_context	Inteiro	1

## O que Acontece Quando o Modo HLR Está Habilitado

Quando `hlr_mode_enabled: true`, a interface web mostrará:

- **Eventos SS7** - Registro de eventos
- **Cliente SS7** - Teste de operações MAP
- **M3UA** - Status da conexão
- **Links HLR** - Status da API HLR + gerenciamento de assinantes ← *Específico do HLR*
- **Recursos** - Monitoramento do sistema
- **Configuração** - Visualizador de configuração

As abas **Roteamento**, **Teste de Roteamento** e **Links SMSc** estarão ocultas.

# Notas Importantes

- **Configuração Obrigatória:** O parâmetro `hlr_service_center_gt_address` é **obrigatório**. O aplicativo não iniciará se não estiver configurado.
  - **Backend OmniHSS:** A API do OmniHSS deve ser acessível no `hlr_api_base_url` configurado
  - **Timeout de Requisição da API:** Todas as requisições da API do OmniHSS têm um **timeout fixo de 5 segundos**
  - **Timeout de Requisição MAP:** Todas as requisições MAP (SRI, UpdateLocation, SendAuthInfo, etc.) têm um **timeout fixo de 10 segundos**
  - **Timeout de ISD:** Cada mensagem InsertSubscriberData (ISD) em uma sequência UpdateLocation tem um **timeout fixo de 10 segundos**
  - A conexão M3UA com o STP é necessária para receber operações MAP
  - Após mudar de modos, você deve reiniciar o aplicativo para que as alterações tenham efeito
  - **Interface Web:** Consulte o [Guia da Interface Web](#) para informações sobre como usar a interface web
  - **Acesso à API:** Consulte o [Guia da API](#) para documentação da API REST e acesso ao Swagger UI
- 

## Banco de Dados de Assinantes

O OmniHSS gerencia todos os dados de assinantes incluindo identidades, credenciais de autenticação, perfis de serviço e informações de localização. O OmniSS7 recupera esses dados por meio de chamadas de API RESTful.

## Modelo de Assinante do OmniHSS

O OmniHSS armazena informações abrangentes sobre assinantes:

- **Múltiplos IMSIs por assinante:** Suporte para configurações Multi-IMSI (eSIM, perfis de roaming, troca de rede)

- **Credenciais de autenticação:** Ki, OPc e seleção de algoritmo (Milenage ou COMP128)
  - **Perfis de serviço:** Categoria de assinante, serviços permitidos, parâmetros de QoS
  - **Rastreamento de localização:** Rastreamento independente da VLR/MSC atual (sessão de circuito) e SGSN/GGSN (sessão de pacote)
  - **Dados de assinatura CAMEL:** Chaves de serviço, pontos de gatilho e endereços gsmSCF
  - **Serviços suplementares:** Encaminhamento de chamadas, bloqueio, espera, configurações CLIP/CLIR
  - **Estado administrativo:** Habilitado/desabilitado, restrições de serviço, datas de expiração
- 

## Vetores de Autenticação

### Gerar Vetores de Autenticação

O OmniHSS gera vetores de autenticação usando os algoritmos Milenage ou COMP128 com base no método de autenticação configurado para cada assinante. Quando o OmniSS7 recebe requisições MAP **sendAuthenticationInfo**:

1. O OmniSS7 extrai o IMSI da requisição MAP
2. O OmniSS7 chama a API do OmniHSS para gerar vetores de autenticação
3. O OmniHSS recupera as credenciais Ki e OPc do assinante
4. O OmniHSS gera o número solicitado de vetores (RAND, XRES, CK, IK, AUTN)
5. O OmniSS7 codifica os vetores no formato MAP e os retorna ao VLR/SGSN solicitante

### Integração da API OmniHSS

O OmniSS7 se comunica com o OmniHSS via API REST HTTPS para recuperar informações de assinantes, atualizar dados de localização e gerar vetores de

autenticação:

```
config :omniss7,
  hlr_api_base_url: "https://omnihss-server:8443"
```

Quando o OmniSS7 recebe operações MAP da rede SS7, ele consulta o OmniHSS para:

- **Recuperar dados de assinante** por IMSI ou MSISDN
  - **Gerar vetores de autenticação** usando credenciais Ki/OPc armazenadas
  - **Atualizar a localização da sessão de circuito** quando os assinantes realizam UpdateLocation
  - **Verificar o status do assinante** e direitos de serviço
- 

## Atualizações de Localização

### Processamento de Atualização de Localização

Ao receber requisições MAP **updateLocation**, o OmniSS7 coordena com o OmniHSS para registrar o assinante em um novo VLR:

1. **Extrair informações de localização** da requisição UpdateLocation (IMSI, novo GT VLR, novo GT MSC)
2. **Consultar o OmniHSS** para verificar se o assinante existe e está habilitado
3. **Atualizar a sessão de circuito** no OmniHSS com a nova localização VLR/MSC
4. **Enviar mensagens InsertSubscriberData (ISD)** para provisionar o assinante no novo VLR
5. **Retornar a resposta UpdateLocation** ao VLR (inclui GT HLR do `hlr_service_center_gt_address`)
6. **Enviar alertServiceCenter** para os GTs do SMSc configurados (se `hlr_smsc_alert_gts` estiver preenchido)

**Nota:** O parâmetro de configuração `hlr_service_center_gt_address` especifica o Título Global do HLR que é retornado nas respostas `UpdateLocation`. Isso permite que o VLR/MSC identifique e roteie mensagens de volta para este HLR.

## Integração do Centro de Serviço de Alerta

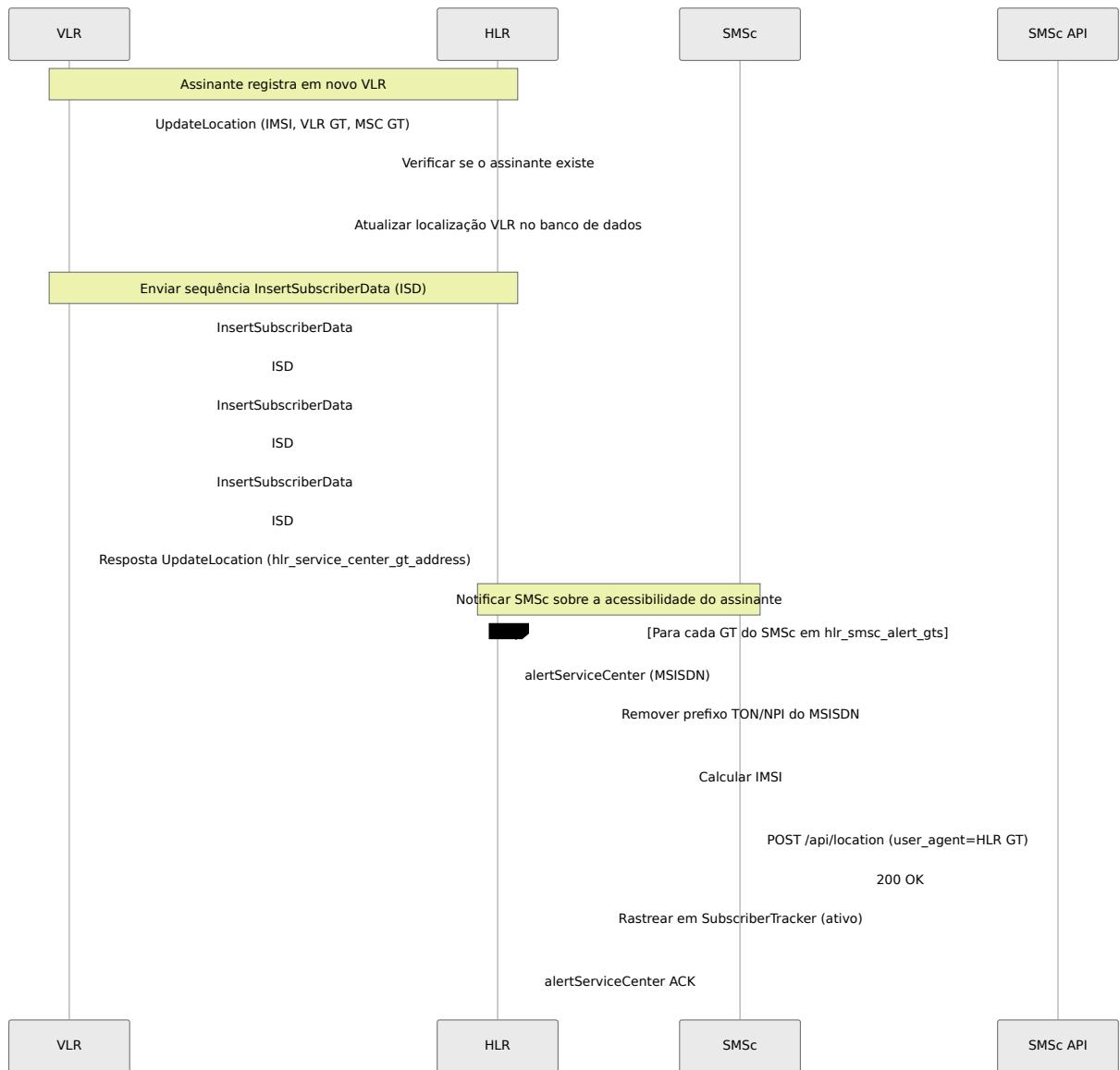
Após uma atualização de localização bem-sucedida, o HLR pode notificar automaticamente os sistemas SMSc de que um assinante agora está acessível, enviando mensagens **alertServiceCenter** (opcode MAP 64). Para informações sobre como o SMSc lida com esses alertas, consulte [Tratamento de Centro de Serviço de Alerta no Guia SMSc](#).

### Configuração

Configure a lista de Títulos Globais do SMSc a serem notificados:

```
config :omniss7,
    # Lista de GTs do SMSc para enviar alertServiceCenter após
    UpdateLocation
    hlr_smse_alert_gts: [
        "15559876543",
        "15559876544"
    ],
    # Tempo de expiração de localização quando o SMSc recebe
    alertServiceCenter (padrão: 48 horas)
    hlr_alert_location_expiry_seconds: 172800
```

### Diagrama de Fluxo



## Comportamento

Quando um assinante realiza UpdateLocation:

- O HLR envia alertServiceCenter para **cada** GT do SMSc na lista `hlr_smse_alert_gts`
- A mensagem inclui o MSISDN do assinante
- O HLR usa `hlr_service_center_gt_address` como o GT da parte chamadora
- Endereçamento SCCP: SSN chamador=6 (HLR), SSN chamado=8 (SMSc)

O SMSc recebe o alerta e:

- **Remove o prefixo TON/NPI** do MSISDN (por exemplo, "19123123213" → "123123213")
- Marca o assinante como acessível em seu banco de dados de localização (via POST para /api/location)
- **Define o campo user\_agent** para o GT do HLR ao chamar a API (para rastrear qual HLR enviou o alerta)
- Define o tempo de expiração da localização com base em `hlr_alert_location_expiry_seconds`
- Rastreia o assinante no Tracker de Assinantes do SMSc para monitoramento

## Testando

Use a página **Assinantes Ativos** na interface web para enviar manualmente mensagens alertServiceCenter para testes:

1. Navegue até a aba "Assinantes Ativos"
2. Encontre a seção "Testar Centro de Serviço de Alerta"
3. Insira MSISDN, GT do SMSc e GT do HLR (os padrões são preenchidos a partir da configuração)
  - GT do SMSc padrão é a primeira entrada em `hlr_smse_alert_gts`
  - GT do HLR padrão é `hlr_service_center_gt_address`
4. Clique em "Enviar alertServiceCenter"

Isso é útil para testar o tratamento de alertas do SMSc sem exigir um fluxo completo de UpdateLocation. O formulário usa validação `phx-blur` para evitar mostrar erros enquanto digita.

## Configuração do InsertSubscriberData (ISD)

Após uma atualização de localização bem-sucedida, o HLR envia dados de provisionamento do assinante para o VLR usando mensagens

**InsertSubscriberData** (ISD). A configuração do ISD permite que você personalize quais dados são enviados e como.

Para referência de parâmetros de configuração, consulte [Configuração do ISD na Referência de Configuração](#).

## Sequência ISD

O HLR pode enviar até 3 mensagens ISD sequenciais:

**1. ISD #1** (Sempre enviado) - Dados básicos do assinante:

- IMSI
- MSISDN
- Categoria do assinante
- Status do assinante (serviceGranted)
- Lista de serviços de portadora
- Lista de teleserviços
- Modo de acesso à rede

**2. ISD #2** (Opcional) - Dados de Serviços Suplementares (SS):

- Configurações de encaminhamento de chamadas (incondicional, ocupado, sem resposta, não acessível)
- Espera de chamada
- Retenção de chamada
- Serviço de múltiplos participantes
- Status e recursos de serviços suplementares

**3. ISD #3** (Opcional) - Dados de Bloqueio de Chamadas:

- Bloqueio de todas as chamadas de saída (BAOC)
- Bloqueio de chamadas internacionais de saída (BOIC)
- Dados de restrição de acesso

## **Opções de Configuração**

```

# Configuração do InsertSubscriberData
# Modo de Acesso à Rede: :packetAndCircuit, :packetOnly, ou
# :circuitOnly
isd_network_access_mode: :packetAndCircuit,

# Enviar ISD #2 (dados de Serviços Suplementares)
isd_send_ss_data: true,

# Enviar ISD #3 (dados de Bloqueio de Chamadas)
isd_send_call_barring: true,

```

## Modo de Acesso à Rede

O parâmetro `isd_network_access_mode` controla que tipo de acesso à rede o assinante está autorizado:

Valor	Descrição	Caso de Uso
<code>:packetAndCircuit</code>	Tanto comutação de pacotes (GPRS/LTE) quanto comutação de circuitos (voz)	Padrão - Assinantes de serviço completo
<code>:packetOnly</code>	Apenas comutação de pacotes (dados/LTE)	Cartões SIM apenas para dados, dispositivos IoT
<code>:circuitOnly</code>	Apenas comutação de circuitos (voz/SMS)	Dispositivos legados, planos apenas de voz

## Controlando Mensagens ISD

Você pode controlar quais mensagens ISD são enviadas com base em suas necessidades de rede:

**Enviar todos os ISDs** (Padrão - Conjunto completo de recursos):

```
isd_send_ss_data: true,  
isd_send_call_barring: true,
```

### Enviar apenas dados básicos do assinante (Provisionamento mínimo):

```
isd_send_ss_data: false,  
isd_send_call_barring: false,
```

### Enviar básico + serviços suplementares (Sem bloqueio de chamadas):

```
isd_send_ss_data: true,  
isd_send_call_barring: false,
```

## Exemplo de Fluxo ISD

Quando UpdateLocation é recebido:

```
VLR → HLR: UpdateLocation (INÍCIO)  
HLR → VLR: InsertSubscriberData #1 (CONTINUAR) - Dados básicos  
VLR → HLR: ISD #1 ACK (CONTINUAR)  
HLR → VLR: InsertSubscriberData #2 (CONTINUAR) - Dados SS [se habilitado]  
VLR → HLR: ISD #2 ACK (CONTINUAR)  
HLR → VLR: InsertSubscriberData #3 (CONTINUAR) - Bloqueio de chamadas [se habilitado]  
VLR → HLR: ISD #3 ACK (CONTINUAR)  
HLR → VLR: Resposta UpdateLocation (FIM)
```

Se `isd_send_ss_data` ou `isd_send_call_barring` estiverem definidos como `false`, essas mensagens ISD são puladas, e o FIM de UpdateLocation é enviado mais cedo.

## Melhores Práticas

- **Configuração Padrão:** Use `:packetAndCircuit` e habilite todos os ISDs para máxima compatibilidade

- **IoT/M2M:** Use `:packetOnly` e desabilite dados SS/bloqueio de chamadas para dispositivos apenas de dados
  - **Interoperabilidade:** Alguns VLRs mais antigos podem não suportar todos os serviços suplementares - desabilite `isd_send_ss_data` se encontrar problemas
  - **Desempenho:** Desabilitar ISDs não utilizados reduz a sobrecarga de mensagens e acelera as atualizações de localização
- 

## Integração CAMEL

### Configuração CAMEL para SendRoutingInfo

Ao responder a requisições **SendRoutingInfo** (SRI) de um GMSC (Gateway MSC), o HLR pode instruir o GMSC a invocar serviços CAMEL para roteamento inteligente de chamadas e controle de serviços.

Para referência de parâmetros de configuração, consulte [Configuração CAMEL na Referência de Configuração](#).

#### O que é CAMEL?

**CAMEL** (Aplicações Personalizadas para Lógica Aprimorada de Redes Móveis) é um protocolo que permite serviços de rede inteligentes em redes GSM/UMTS. Ele permite que os operadores de rede implementem serviços de valor agregado como:

- Cobrança pré-paga
- Triagem e bloqueio de chamadas
- Redes Privadas Virtuais (VPN)
- Serviços de tarifa premium
- Encaminhamento de chamadas com lógica personalizada
- Serviços baseados em localização

#### Opções de Configuração

```

# Configuração CAMEL (para respostas SendRoutingInfo)
# Chave de Serviço para inicialização de serviço CAMEL
camel_service_key: 11_110,

# Ponto de Detecção de Gatilho CAMEL
# Opções: :termAttemptAuthorized, :tBusy, :tNoAnswer, :tAnswer
camel_trigger_detection_point: :termAttemptAuthorized,

```

## Chave de Serviço

A `camel_service_key` identifica qual serviço CAMEL deve ser invocado no gsmSCF (Função de Controle de Serviço). Este é um identificador numérico configurado em sua rede:

<b>Chave de Serviço</b>	<b>Caso de Uso Típico</b>
<code>11_110</code>	Controle de chamada pré-paga (padrão)
<code>100</code>	Serviço pré-pago de origem
<code>200</code>	Encaminhamento de chamadas com lógica personalizada
<code>300</code>	Serviço de Rede Privada Virtual (VPN)
Personalizado	Serviços específicos do operador

## Exemplo de Configuração:

```

# Para controle de chamada pré-paga
camel_service_key: 11_110,

# Para serviço VPN
camel_service_key: 300,

```

## Ponto de Detecção de Gatilho

O `camel_trigger_detection_point` especifica quando o serviço CAMEL deve ser acionado durante a configuração da chamada:

Ponto de Detecção	Descrição	Quando Acionado
<code>:termAttemptAuthorized</code>	Tentativa de chamada autorizada (padrão)	Antes da chamada ser roteada para o assinante
<code>:tBusy</code>	Ocupado na terminação	Quando o assinante está ocupado
<code>:tNoAnswer</code>	Sem resposta na terminação	Quando o assinante não atende
<code>:tAnswer</code>	Resposta na terminação	Quando o assinante atende a chamada

### Exemplos de Configuração:

**Controle padrão pré-pago** (acionar antes do roteamento):

```
camel_trigger_detection_point: :termAttemptAuthorized,
```

**Tratamento personalizado de ocupado** (acionar quando ocupado):

```
camel_trigger_detection_point: :tBusy,
```

**Cobrança baseada em resposta** (acionar ao atender):

```
camel_trigger_detection_point: :tAnswer,
```

### Resposta SRI com CAMEL

Quando configurado, as respostas SendRoutingInfo incluem informações de assinatura CAMEL:

GMSC → HLR: SendRoutingInfo (INÍCIO)

HLR → GMSC: Resposta SRI (FIM) com:

- IMSI
- Número VLR
- Estado do assinante
- Informações de roteamento CAMEL:
  - \* Chave de Serviço: 11\_110
  - \* Endereço gsmSCF: <endereço configurado>
  - \* Ponto de Detecção de Gatilho: termAttemptAuthorized
  - \* Tratamento de Chamada Padrão: continueCall

GMSC contata gsmSCF no ponto de gatilho para executar o serviço CAMEL

## Melhores Práticas

- **Redes de Produção:** Use chaves de serviço padronizadas acordadas com seu provedor gsmSCF
- **Teste:** Use :termAttemptAuthorized para testes mais abrangentes
- **Serviços Pré-pagos:** A chave de serviço 11\_110 é um padrão comum da indústria para chamadas pré-pagas de terminação
- **Tratamento de Fallback:** defaultCallHandling: :continueCall garante que as chamadas prossigam se o gsmSCF estiver inacessível

# Tratamento de Assinantes em Roaming

## Detecção de VLR Doméstico vs VLR em Roaming

Quando o HLR recebe uma requisição **SendRoutingInfo** (SRI), ele precisa determinar se o assinante está em um VLR "doméstico" (dentro de sua rede) ou em um VLR em roaming (visitando outra rede). O comportamento difere com base nessa determinação:

Para referência de parâmetros de configuração, consulte [Prefixos VLR Domésticos na Referência de Configuração](#).

- **VLR Doméstico:** Retornar resposta SRI padrão com informações de roteamento CAMEL
- **VLR em Roaming:** Enviar uma solicitação Provide Roaming Number (PRN) para obter um MSRN, e então retorná-lo na resposta SRI

## Configuração

```
# Prefixos VLR Domésticos
# Lista de prefixos de endereço VLR que são considerados "rede"
doméstica
# Se o endereço VLR do assinante começar com um desses prefixos,
use a resposta SRI padrão
# Caso contrário, o assinante está em roaming e precisamos enviar
PRN para obter MSRN
home_vlr_prefixes: ["555123"],
```

### Exemplo de Configuração:

```
# Operador de rede doméstica única
home_vlr_prefixes: ["555123"],

# Múltiplas redes domésticas (por exemplo, diferentes regiões ou
subsidiárias)
home_vlr_prefixes: ["555123", "555124", "555125"],
```

## Como Funciona

### 1. Fluxo de Assinante Doméstico (Padrão)

Quando o endereço VLR do assinante começa com um prefixo doméstico configurado:

GMSC → HLR: SendRoutingInfo (MSISDN: "1234567890")  
HLR consulta a API de backend para dados do assinante  
HLR verifica endereço VLR: "5551234567"  
HLR determina: VLR começa com "555123" → Rede doméstica  
HLR → GMSC: Resposta SRI com informações de roteamento CAMEL:  
- IMSI  
- Número VLR: "5551234567"  
- Endereço gsmSCF (MSC): "5551234501"  
- Chave de serviço CAMEL: 11\_110  
- Ponto de detecção de gatilho: termAttemptAuthorized

## 2. Fluxo de Assinante em Roaming (PRN Necessário)

Quando o endereço VLR do assinante NÃO corresponde a nenhum prefixo doméstico:

GMSC → HLR: SendRoutingInfo (MSISDN: "1234567890")  
HLR consulta a API de backend para dados do assinante  
HLR verifica endereço VLR: "49170123456"  
HLR determina: VLR não começa com "555123" → Roaming  
HLR → MSC: ProvideRoamingNumber (PRN):  
- MSISDN: "1234567890"  
- IMSI: "999999876543210"  
- Número MSC: "49170123456"  
- Endereço GMSC: "5551234501"  
MSC → HLR: Resposta PRN com MSRN: "49170999888777"  
HLR → GMSC: Resposta SRI com informações de roteamento:  
- IMSI  
- Número VLR: "49170123456"  
- Número de Roaming (MSRN): "49170999888777"

# Diferenças na Estrutura de Resposta

## Resposta SRI de Assinante Doméstico

```

%{
    imsi: "999999876543210",
    extendedRoutingInfo: {
        :camelRoutingInfo, %{
            gmscCamelSubscriptionInfo: %{
                "t-CSI": %{
                    serviceKey: 11_110,
                    "gsmSCF-Address": "5551234501",
                    defaultCallHandling: :continueCall,
                    "t-BcsmTriggerDetectionPoint": :termAttemptAuthorized
                }
            }
        },
        subscriberInfo: %{
            locationInformation: %{"vlr-number": "5551234567"},
            subscriberState: {:notProvidedFromVLR, :NULL}
        }
    }
}

```

## Resposta SRI de Assinante em Roaming

```

%{
    imsi: "999999876543210",
    extendedRoutingInfo: {
        :routingInfo, %{
            roamingNumber: "49170999888777" # MSRN do PRN
        }
    },
    subscriberInfo: %{
        locationInformation: %{"vlr-number": "49170123456"},
        subscriberState: {:notProvidedFromVLR, :NULL}
    }
}

```

## Operação Provide Roaming Number (PRN)

### Estrutura da Solicitação PRN

A solicitação PRN enviada ao MSC/VLR contém:

Campo	Fonte	Descrição
<b>MSISDN</b>	Solicitação SRI	Número de telefone do assinante
<b>IMSI</b>	API HLR	IMSI do assinante
<b>Número MSC</b>	API HLR	MSC atendendo o assinante em roaming ( <code>serving_msc</code> )
<b>Endereço GMSC</b>	Solicitação SRI	GMSC fazendo a solicitação SRI original
<b>Número de Referência de Chamada</b>	Estático	Identificador de referência de chamada
<b>Fases CAMEL Suportadas</b>	Estático	Fases CAMEL suportadas pelo GMSC

## Tratamento da Resposta PRN

O HLR espera uma resposta PRN contendo:

- **MSRN** (Número de Roaming da Estação Móvel): Um número temporário alocado pela rede visitada para roteamento da chamada

## Tratamento de Erros:

- Se o PRN expirar → Retorna erro 27 (Assinante Ausente) na resposta SRI
- Se o PRN falhar → Retorna erro 27 (Assinante Ausente) na resposta SRI
- Se o MSRN não puder ser extraído → Retorna erro 27 (Assinante Ausente) na resposta SRI

## Exemplos de Configuração

### Operador de Rede Doméstica Única

```
# Todos os endereços VLR começando com "555123" são considerados  
domésticos  
home_vlr_prefixes: ["555123"],
```

- VLR 5551234567 → Doméstico (resposta CAMEL)
- VLR 5551235001 → Doméstico (resposta CAMEL)
- VLR 49170123456 → Roaming (PRN + resposta MSRN)

## Operador Multi-Região

```
# Múltiplas redes domésticas em diferentes regiões  
home_vlr_prefixes: ["555123", "555124", "555125"],
```

- VLR 5551234567 → Doméstico (região 1)
- VLR 5552341234 → Doméstico (região 2)
- VLR 5553411111 → Doméstico (região 3)
- VLR 44201234567 → Roaming (internacional)

## Configuração de Teste

Para testar a funcionalidade PRN, defina uma lista vazia para tratar todos os VLRs como roaming:

```
# Todos os VLRs são tratados como roaming (para testar o fluxo  
PRN)  
home_vlr_prefixes: [],
```

## Melhores Práticas

- **Seleção de Prefixo:** Use o prefixo único mais curto que identifique os VLRs da sua rede (por exemplo, código do país + código da rede)
- **Múltiplos Prefixos:** Inclua todos os prefixos de VLR na sua rede, incluindo diferentes regiões e subsidiárias
- **Acordos de Roaming:** Certifique-se de que o PRN seja adequadamente suportado pelas redes parceiras de roaming

- **Teste:** Teste minuciosamente os cenários domésticos e de roaming antes da implantação em produção
- **Monitoramento:** Monitore as taxas de tempo limite do PRN para identificar problemas de conectividade com parceiros de roaming

## Solução de Problemas

**Sintoma:** Todos os assinantes tratados como roaming

- **Causa:** `home_vlr_prefixes` não configurado ou prefixos não correspondem aos endereços VLR
- **Solução:** Verifique os endereços VLR em seu banco de dados e atualize os prefixos conforme necessário

**Sintoma:** Solicitações PRN expirando

- **Causa:** Problemas de conectividade de rede com o MSC/VLR parceiro de roaming
- **Solução:** Verifique o roteamento M3UA/SCCP para endereços MSC remotos

**Sintoma:** MSRN inválido na resposta SRI

- **Causa:** Formato da resposta PRN do parceiro de roaming não corresponde à estrutura esperada
- **Solução:** Revise os logs de resposta PRN e ajuste `extract_msrn_from_prn/1` se necessário

---

## Operações HLR

### Operações MAP Suportadas

- `updateLocation` (Opcode 2) - Registrar localização VLR
- `sendAuthenticationInfo` (Opcode 56) - Gerar vetores de autenticação
- `sendRoutingInfo` (Opcode 22) - Fornecer MSRN para chamadas com suporte CAMEL

- `sendRoutingInfoForSM` (Opcode 45) - Fornecer GT do MSC para SMS
- `cancelLocation` (Opcode 3) - DesRegistrar do antigo VLR
- `insertSubscriberData` (Opcode 7) - Enviar perfil do assinante

## Mapeamento de Campos de Resposta

Esta seção detalha de onde cada campo nas respostas HLR vem.

### Resposta SendRoutingInfo (SRI)

**Propósito:** Fornece informações de roteamento para chamadas recebidas para um assinante.

O HLR fornece dois tipos diferentes de resposta com base em se o assinante está em um VLR doméstico ou em roaming:

#### Resposta de Assinante Doméstico (Roteamento CAMEL)

Usado quando o endereço VLR do assinante começa com um valor configurado em `home_vlr_prefixes`.

#### Estrutura da Resposta:

Campo	Fonte	Descrição
<b>IMSI</b>	API OmniHSS	IMSI do assinante do banco de dados OmniHSS
<b>Número VLR</b>	API OmniHSS	VLR atual atendendo o assinante ( <code>circuit_session.assigned_vlr</code> )
<b>Estado do Assinante</b>	Estático	Sempre <code>notProvidedFromVLR</code>
<b>extendedRoutingInfo</b>	-	Tipo: <code>camelRoutingInfo</code>
<b>Endereço gsmSCF</b>	API OmniHSS	MSC atendendo o assinante ( <code>circuit_session.assigned_msc</code> )
<b>Chave de Serviço</b>	runtime.exs	Identificador de serviço CAMEL ( <code>camel_service_key</code> )
<b>Ponto de Detecção de Gatilho</b>	runtime.exs	Quando acionar CAMEL ( <code>camel_trigger_detection_point</code> )
<b>Tratamento de Capacidade CAMEL</b>	Estático	Nível de suporte à fase CAMEL
<b>Tratamento de Chamada Padrão</b>	Estático	Fallback se gsmSCF inacessível

#### **Resposta de Assinante em Roaming (Roteamento MSRN)**

Usado quando o endereço VLR do assinante NÃO corresponde a nenhum valor configurado em `home_vlr_prefixes`.

#### **Estrutura da Resposta:**

Campo	Fonte	Descrição	
<b>IMSI</b>	API OmniHSS	IMSI do assinante do banco de dados OmniHSS	" 
<b>Número VLR</b>	API OmniHSS	VLR atual atendendo o assinante ( <code>circuit_session.assigned_vlr</code> )	" 
<b>Estado do Assinante</b>	Estático	Sempre <code>notProvidedFromVLR</code>	: 
<b>extendedRoutingInfo</b>	-	Tipo: <code>routingInfo</code>	-
<b>Número de Roaming (MSRN)</b>	Resposta PRN	MSRN obtido da solicitação <code>ProvideRoamingNumber</code>	" 

### Lógica de Decisão de Roteamento:

1. OmniSS7 recebe solicitação `SendRoutingInfo`
2. OmniSS7 consulta dados do assinante da API OmniHSS
3. OmniSS7 verifica endereço VLR contra `home_vlr_prefixes`:

Se VLR começa com prefixo doméstico:

- Retornar informações de roteamento CAMEL (fluxo de assinante doméstico)

Se VLR NÃO corresponder a nenhum prefixo doméstico:

- Enviar `ProvideRoamingNumber` (PRN) para MSC
- Extrair MSRN da resposta PRN
- Retornar informações de roteamento com MSRN (fluxo de assinante em roaming)

### Fluxo de Dados:

- OmniSS7 consulta o OmniHSS para informações sobre o assinante
- OmniHSS retorna IMSI, localização atual VLR/MSC e estado do assinante
- OmniSS7 usa esses dados para construir a resposta MAP

### Requisitos de Configuração:

```
# Em runtime.exs
home_vlr_prefixes: ["555123"], # Lista de prefixos VLR domésticos
```

### Respostas de Erro:

- Se `serving_vlr` e `serving_msc` forem `null`: Retorna erro 27 (Assinante Ausente)
- Se assinante não for encontrado: Retorna erro 1 (Assinante Desconhecido)
- Se a solicitação PRN expirar (caso de roaming): Retorna erro 27 (Assinante Ausente)
- Se a resposta PRN for inválida (caso de roaming): Retorna erro 27 (Assinante Ausente)

### Resposta UpdateLocation com InsertSubscriberData

**Propósito:** Registra o assinante em um novo VLR e provisiona os dados do assinante.

#### Resposta UpdateLocation FIM

Campo	Fonte	Descrição	Exemp
<b>Número HLR</b>	runtime.exs	Título Global deste HLR ( <code>hlr_service_center_gt_address</code> )	"5551234"
<b>Tipo de Mensagem TCAP</b>	Estático	Resposta final após todos os ISDs	FIM

#### InsertSubscriberData #1 (Dados Básicos do Assinante)

Campo	Fonte	Descrição	Exemplo
<b>IMSI</b>	Solicitação UpdateLocation	Da solicitação UpdateLocation	"999999876543
<b>MSISDN</b>	API OmniHSS	Número de telefone do assinante do OmniHSS	"555123456"
<b>Categoria</b>	Estático	Categoria do assinante	"\n" (0x0A)
<b>Status do Assinante</b>	Estático	Status do serviço	:serviceGrant
<b>Lista de Serviços de Portadora</b>	Estático	Serviços de portadora suportados	[<&lt;31>>]
<b>Lista de Teleserviços</b>	Estático	Teleserviços suportados	[<&lt;17>>, " \""]
<b>Modo de Acesso à Rede</b>	runtime.exs	Acesso de pacote/circuito ( <code>isd_network_access_mode</code> )	:packetAndCir

#### InsertSubscriberData #2 (Serviços Suplementares) - Opcional

Campo	Fonte	Descrição	Controlado Por
<b>SS Provisionados</b>	Estático	Dados de serviços suplementares	<code>isd_send_ss_data: true</code>
<b>Encaminhamento de Chamadas</b>	Estático	Status de configurações de encaminhamento (incondicional, ocupado, sem resposta, não acessível)	Config habilitada
<b>Espera de Chamadas</b>	Estático	Status do serviço de espera de chamadas	Config habilitada
<b>Serviço de Múltiplos Participantes</b>	Estático	Suporte a chamadas de conferência	Config habilitada

### **ISD #2 inclui:**

- Encaminhamento de chamadas incondicional (código SS 21)
- Encaminhamento de chamadas em ocupado (código SS 41)
- Encaminhamento de chamadas sem resposta (código SS 42)
- Encaminhamento de chamadas não acessível (código SS 62)
- Espera de chamadas (código SS 43)
- Serviço de múltiplos participantes (código SS 51)
- Serviços CLIP/CLIR

### **InsertSubscriberData #3 (Bloqueio de Chamadas) - Opcional**

Campo	Fonte	Descrição	Controlado Por
<b>Informações de Bloqueio de Chamadas</b>	Estático	Configurações de bloqueio de chamadas	<code>isd_send_call_barring: true</code>
<b>BAOC</b>	Estático	Bloqueio de Todas as Chamadas de Saída (código SS 146)	Config habilitada
<b>BOIC</b>	Estático	Bloqueio de Chamadas Internacionais de Saída (código SS 147)	Config habilitada
<b>Dados de Restrição de Acesso</b>	Estático	Restrições de acesso à rede	Config habilitada

### Controle da Sequência ISD:

- ISD #1: **Sempre enviado** - Contém dados essenciais do assinante
- ISD #2: Enviado apenas se `isd_send_ss_data: true` em runtime.exs
- ISD #3: Enviado apenas se `isd_send_call_barring: true` em runtime.exs

### Resposta SendRoutingInfoForSM (SRI-for-SM)

**Propósito:** Fornece informações de roteamento MSC/SMSC para entrega de SMS. Quando um SMSc precisa entregar um SMS a um assinante, ele envia uma solicitação SRI-for-SM ao HLR para determinar onde roteá-lo.

### Estrutura da Resposta:

Campo	Fonte	Descrição	Como Gerado
<b>IMSI</b>	Calculado	IMSI sintético derivado do MSISDN	<code>PLMN_PREFIX + zero_padded_MSISDN</code>
<b>Número do Nó da Rede</b>	runtime.exs	Endereço GT do SMSC para roteamento de SMS	<code>smsc_service_center_gt_address</code>

### Parâmetros de Configuração (do `runtime.exs`):

```
# Endereço do Centro de Serviço GT (retornado nas respostas SRI-for-SM)
# Isso informa ao SMSC solicitante onde enviar mensagens MT-ForwardSM
smsc_service_center_gt_address: "5551234567", # Obrigatório

# Configuração de Mapeamento MSISDN ↔ IMSI
# Prefixo PLMN: MCC (001 = Rede de Teste) + MNC (01 = Operador de Teste)
hlr_imsi_plmn_prefix: "001001", # Único parâmetro de configuração necessário!
```

## Mapeamento MSISDN ↔ IMSI

### Parâmetros de Configuração:

Esses parâmetros controlam como o OmniSS7 gera IMSIs sintéticos a partir de MSISDNs para respostas SRI-for-SM:

- `hlr_imsi_plmn_prefix`: O prefixo MCC+MNC a ser usado ao construir IMSIs sintéticos (por exemplo, "50557" para MCC=505, MNC=57)

- **hlr\_msisdn\_country\_code**: Código do país a ser precedido ao fazer o mapeamento reverso IMSI→MSISDN (por exemplo, "61" para Austrália, "1" para EUA/Canadá)
- **hlr\_msisdn\_nsn\_offset**: Posição do caractere onde o Número Nacional do Assinante (NSN) começa dentro do MSISDN (normalmente 0 se o MSISDN não incluir o código do país, ou comprimento do código do país se incluir)
- **hlr\_msisdn\_nsn\_length**: Número de dígitos a serem extraídos do MSISDN como o NSN

Para detalhes adicionais de configuração, consulte [Mapeamento MSISDN ↔ IMSI na Referência de Configuração](#).

### **Por que o Mapeamento MSISDN para IMSI é Necessário?**

O protocolo MAP para **SendRoutingInfoForSM** (SRI-for-SM) exige que o HLR retorne um **IMSI** (Identidade Internacional de Assinante Móvel) em sua resposta. No entanto, o SMSc solicitante só conhece o **MSISDN** do assinante (número de telefone).

Em uma rede tradicional:

- O SMSc envia SRI-for-SM com o MSISDN de destino (por exemplo, "5551234567")
- O HLR deve procurar o assinante em seu banco de dados para encontrar seu IMSI
- O HLR retorna o IMSI na resposta SRI-for-SM
- O SMSc então usa esse IMSI ao enviar MT-ForwardSM para o MSC/VLR

### **Abordagem do OmniSS7 - IMSIs Sintéticos:**

Em vez de manter um banco de dados completo de assinantes com mapeamentos MSISDN-para-IMSI, o OmniSS7 usa um esquema de codificação simples para **calcular** IMSIs sintéticos diretamente a partir do MSISDN. Essa abordagem fornece dois benefícios principais:

1. **Privacidade**: Os reais IMSIs de assinantes armazenados no banco de dados HLR nunca são expostos nas respostas SRI-for-SM enviadas pela rede SS7

2. **Simplicidade:** Não há necessidade de consultar o banco de dados HLR para buscas de IMSI durante operações SRI-for-SM - o IMSI é calculado em tempo real a partir do MSISDN

### Como Funciona:

Os MSISDNs são codificados diretamente na parte do assinante do IMSI (os dígitos após MCC+MNC):

```
IMSI = PLMN_PREFIX + zero_padded_MSISDN
```

Onde:

- **PLMN\_PREFIX:** MCC + MNC (por exemplo, "001001" para Rede de Teste)
- **MSISDN:** Todos os dígitos numéricos do número de telefone
- **Zero Padding:** Preenchido à esquerda com zeros para preencher o IMSI exatamente em 15 dígitos

### Exemplo Passo a Passo:

```
# Configuração
plmn_prefix = "001001" # MCC 001 + MNC 01

# Entrada: MSISDN da solicitação SRI-for-SM (decodificado TBCD)
msisdn = "555123456" # 9 dígitos

# Passo 1: Calcular espaço disponível para o número do assinante
subscriber_digits = 15 - String.length("001001") # = 9 dígitos

# Passo 2: Preencher MSISDN à esquerda com zeros para preencher a
# parte do assinante
padded_msisdn = String.pad_leading("555123456", 9, "0") # =
# "555123456" (sem preenchimento necessário)

# Passo 3: Concatenar prefixo PLMN + MSISDN preenchido
imsi = "001001" <> "555123456" # = "001001555123456" (exatamente
# 15 dígitos)
```

### Exemplos Completos:

MSISDN de Entrada	Prefixo PLMN	Dígitos do Assinante Disponíveis	MSISDN Preenchido	IMSI Fina
"555123456"	"001001" (6)	9	"555123456"	"001001555123"
"99"	"001001" (6)	9	"000000099"	"001001000000"
"999999999"	"001001" (6)	9	"999999999"	"001001999999"
"91123456789"	"001001" (6)	9	"555123456"	"001001555123"

### Tratamento de Casos Limite:

- **MSISDNs Curtos:** Preenchidos à esquerda com zeros (por exemplo, "99" → "000000099")
- **MSISDNs Longos:** Mantidos os dígitos mais à direita, os dígitos mais à esquerda são truncados (por exemplo, "91123456789" → "555123456")
- **Comprimento do IMSI:** Sempre exatamente 15 dígitos

### Tratamento Reverso (IMSI → MSISDN):

O SMSc pode reverter esse mapeamento para converter IMSIs de volta para MSISDNs:

```

# Entrada: IMSI da resposta SRI-for-SM
imsi = "001001555123456"

# Passo 1: Remover prefixo PLMN
plmn_prefix = "001001"
subscriber_portion = String.slice(imsi, 6, 9) # = "555123456"

# Passo 2: Remover zeros à esquerda para obter o MSISDN real
msisdn = String.replace_leading(subscriber_portion, "0", "") # =
"555123456"

```

### Exemplos de Mapeamento Reverso:

IMSI de Entrada	Prefixo PLMN	Porção do Assinante	Remover Zeros à Esquerda	MSISDN Final
"001001555123456"	"001001"	"555123456"	"555123456"	"555123456"
"001001000000099"	"001001"	"000000099"	"99"	"99"
"001001999999999"	"001001"	"999999999"	"999999999"	"999999999"

### Propriedades deste Mapeamento:

- ☐ **Determinístico:** O mesmo MSISDN sempre produz o mesmo IMSI
- ☐ **Reversível:** Pode converter de IMSI para MSISDN
- ☐ **Configuração Mínima:** Apenas requer `hlr_imsi_plmn_prefix`
- ☐ **Privacidade Preservada:** Reais IMSIs nunca expostos
- ☐ **Sem Consulta ao Banco de Dados:** Cálculo rápido, sem chamadas à API necessárias
- ☐ **Sempre 15 Dígitos:** IMSI é sempre exatamente 15 dígitos

### Tratamento de Entrada MSISDN:

Quando o HLR recebe uma solicitação SRI-for-SM, o MSISDN passa por decodificação TBCD:

- Decodificação TBCD:** Converter TBCD binário para string (pode incluir prefixo TON/NPI como "91")
- Extrair Dígitos:** Manter apenas dígitos numéricos, remover quaisquer caracteres não numéricos
- Normalizar:** Se mais longo que o espaço disponível, pegar os dígitos mais à direita; se mais curto, preencher à esquerda com zeros
- Codificar:** Concatenar prefixo PLMN + MSISDN normalizado

### **Considerações de Segurança:**

Os IMSIs sintéticos retornados nas respostas SRI-for-SM são puramente para fins de roteamento. Eles NÃO são os reais IMSIs armazenados no banco de dados de assinantes HLR. Isso fornece uma camada adicional de proteção à privacidade, pois os reais IMSIs de assinantes são expostos apenas quando absolutamente necessário (por exemplo, durante operações UpdateLocation ou SendAuthenticationInfo que requerem vetores de autenticação reais).

### **Fluxo de Resposta:**

1. SMS → HLR: Solicitação SRI-for-SM
  - MSISDN (TBCD): "91123456789" (inclui TON/NPI)
2. Processamento do HLR:
  - Decodificação TBCD: "91123456789"
  - Extrair dígitos: "91123456789" (11 dígitos)
  - Ajustar para 9 dígitos: "555123456" (9 mais à direita)
  - Adicionar PLMN: "001001" + "555123456" = "001001555123456"
  - Obter GT do SMSC da configuração: "5551234567"
3. HLR → SMS: Resposta SRI-for-SM
  - IMSI: "001001555123456" (sintético, sempre 15 dígitos)
  - Número do Nó da Rede: "5551234567" (onde enviar MT-ForwardSM)
4. SMS envia MT-ForwardSM para "5551234567" com IMSI "001001555123456"

### **Configuração:**

Os seguintes parâmetros são usados em `runtime.exs`:

```

# Prefixo PLMN: MCC (001 = Rede de Teste) + MNC (01 = Operador de
Teste)
hlr_imsi_plmn_prefix: "001001",

# Extração de NSN (se MSISDNs incluírem código do país)
hlr_msisdn_country_code: "1",          # Usado para mapeamento reverso
(IMSI→MSISDN)
hlr_msisdn_nsn_offset: 1,              # Ignorar 1 dígito do código do
país
hlr_msisdn_nsn_length: 10             # Extrair 10 dígitos de NSN

```

## Configuração de Extração de NSN:

Se seus MSISDNs incluírem o código do país (por exemplo, "68988000088" em vez de apenas "88000088"), você deve configurar a extração de NSN:

- **hlr\_msisdn\_nsn\_offset**: Posição onde o NSN começa (normalmente o comprimento do seu código do país)
- **hlr\_msisdn\_nsn\_length**: Número de dígitos no NSN

## Exemplos:

Exemplo	Código do País	MSISDN Exemplo	nsn_offset	nsn_length	N Ext
CC de 1 dígito	"9"	"95551234567"	1	10	"5551234567"
CC de 2 dígitos	"99"	"99412345678"	2	9	"412345678"
CC de 3 dígitos	"999"	"99988000088"	3	8	"88000088"

## Como Funciona:

1. **MSISDN → IMSI:** Extrair NSN do MSISDN, preencher com zeros à esquerda, concatenar com prefixo PLMN

```
MSISDN: "99988000088"  
NSN: String.slice("99988000088", 3, 8) = "88000088"  
MSISDN Preenchido: "088000088" (9 dígitos)  
IMSI: "547050" + "088000088" = "547050088000088"
```

2. **IMSI → MSISDN:** Remover prefixo PLMN, remover zeros à esquerda, preceder código do país

```
IMSI: "547050088000088"  
Porção do Assinante: "088000088"  
Remover zeros: "88000088"  
MSISDN: "+999" + "88000088" = "+99988000088"
```

**Requisitos da API: Nenhum - SRI-for-SM usa valores calculados e configuração apenas. Nenhuma**

# chamada à API de backend é necessária.

## Resumo da Fonte dos Campos

Tipo de Fonte	Descrição	Exemplos
<b>API OmniHSS</b>	Dados dinâmicos do banco de dados de assinantes OmniHSS	IMSI, MSISDN, VLR/MSC atendendo a partir de circuit_session
<b>runtime.exs</b>	Parâmetros de configuração do OmniSS7	<code>smsc_service_center_gt_address</code> , <code>camel_service_key</code> , <code>isd_network_access_mode</code>
<b>Estático</b>	Valores codificados na geração de resposta	Status do assinante, serviços de portadora, códigos SS
<b>Solicitação</b>	Campos extraídos da requisição MAP de entrada	IMSI da UpdateLocation, MSISDN da SRI
<b>Calculado</b>	Valores derivados usando lógica	IMSI sintético em SRI-for-SM (hlr_imsi_prefix + NSN)

## Dependências de Configuração

Obrigatório em runtime.exs:

- `hlr_service_center_gt_address` - Usado nas respostas UpdateLocation
- `smsc_service_center_gt_address` - Usado nas respostas SRI-for-SM (onde enviar MT-ForwardSM)

#### **Opcional em runtime.exs (com padrões):**

- `camel_service_key` - Padrão: `11_110`
- `camel_trigger_detection_point` - Padrão: `:termAttemptAuthorized`
- `isd_network_access_mode` - Padrão: `:packetAndCircuit`
- `isd_send_ss_data` - Padrão: `true`
- `isd_send_call_barring` - Padrão: `true`
- `hlr_imsi_plmn_prefix` - Padrão: `"001001"` (prefixo PLMN para mapeamento MSISDN↔IMSI)

#### **Obrigatório do OmniHSS:**

O OmniHSS deve fornecer endpoints da API REST para:

- Consulta de assinante por IMSI e MSISDN
- Atualizações de localização de sessão de circuito (atribuição VLR/MSC)
- Geração de vetores de autenticação
- Consultas de status de assinante e perfil de serviço

---

## **Documentação Relacionada**

#### **Documentação do OmniSS7:**

- ← Voltar à Documentação Principal
- Guia de Recursos Comuns
- Guia do Cliente MAP
- Referência Técnica
- Referência de Configuração

**Documentação do OmniHSS:** Para gerenciamento de assinantes, provisionamento, configuração de autenticação e operações administrativas,

consulte a **documentação do produto OmniHSS**. O OmniHSS contém toda a lógica do banco de dados de assinantes, algoritmos de autenticação, regras de provisionamento de serviços e capacidades de gerenciamento Multi-IMSI.

---

### **OmniSS7** por Omnitouch Network Services

# Guia de Configuração do Cliente MAP

[← Voltar à Documentação Principal](#)

Este guia fornece configuração detalhada para usar o OmniSS7 como um **Cliente MAP** para enviar solicitações do protocolo MAP para elementos de rede.

## Índice

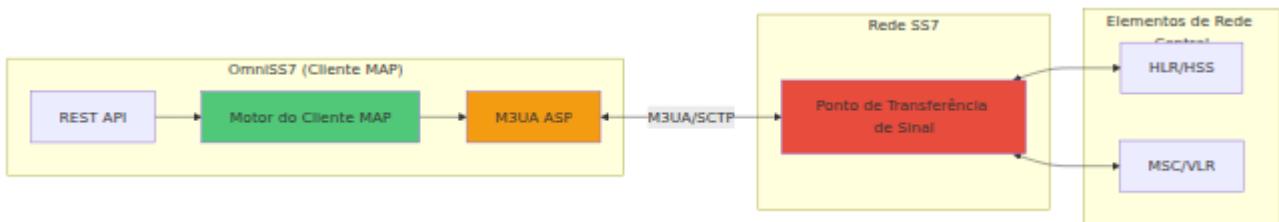
1. O que é o Modo Cliente MAP?
2. Habilitando o Modo Cliente MAP
3. Operações MAP Disponíveis
4. Enviando Solicitações via API
5. Métricas e Monitoramento

# O que é o Modo Cliente MAP?

O **Modo Cliente MAP** permite que o OmniSS7 se conecte como um **Processo de Servidor de Aplicação (ASP)** a um par M3UA (STP ou SGP) e envie/receba mensagens **MAP (Mobile Application Part)** para serviços como:

- **Consultas HLR:** SRI (Send Routing Info), SRI-for-SM, Authentication Info
- **Atualizações de Localização:** Update Location, Cancel Location
- **Gerenciamento de Assinantes:** Provide Roaming Number (PRN), Insert Subscriber Data

## Arquitetura da Rede



## Habilitando o Modo Cliente MAP

Edita `config/runtime.exs` e configure as configurações do cliente MAP. Para referência completa de configuração, consulte [Parâmetros de Conexão M3UA na Referência de Configuração](#).

# Configuração Básica

```
config :omniss7,
  # Habilitar modo Cliente MAP
  map_client_enabled: true,

  # Conexão M3UA para Cliente MAP (conecta como ASP ao STP/SGP
  remoto)
  map_client_m3ua: %{
    mode: "ASP",                      # Modo M3UA: "ASP" (cliente)
    ou "SGP" (servidor)
    callback: {MapClient, :handle_payload, []}, # Callback para
    mensagens recebidas
    process_name: :map_client_asp,      # Nome do processo
    registrado
    local_ip: {10, 0, 0, 100},          # Endereço IP local
    local_port: 2905,                  # Porta SCTP local
    remote_ip: {10, 0, 0, 1},           # IP STP/SGP remoto
    remote_port: 2905,                # Porta STP/SGP remota
    routing_context: 1                # Contexto de roteamento
  }
  M3UA
}
```

# Exemplo de Configuração para Produção

```
config :omniss7,
  # Habilitar Cliente MAP para produção
  map_client_enabled: true,

  # Conexão M3UA de produção
  map_client_m3ua: %{
    mode: "ASP",
    callback: {MapClient, :handle_payload, []},
    process_name: :map_client_asp,
    local_ip: {10, 0, 0, 100},
    local_port: 2905,
    remote_ip: {10, 0, 0, 1},           # IP STP de produção
    remote_port: 2905,
    routing_context: 1
  }

config :control_panel,
  web: %{
    listen_ip: "0.0.0.0",
    port: 443,
    hostname: "ss7-gateway.example.com",
    enable_tls: true,
    tls_cert: "/etc/ssl/certs/gateway.crt",
    tls_key: "/etc/ssl/private/gateway.key"
  }
```

# **Operações MAP Disponíveis**

# 1. Enviar Informações de Roteamento para SM (SRI-for-SM)

Consulta o HLR para determinar o MSC de atendimento para entrega de SMS. Para informações detalhadas sobre como o HLR processa solicitações SRI-for-SM, consulte [SRI-for-SM no Guia HLR](#).

**Endpoint da API:** POST /api/sri-for-sm

**Solicitação:**

```
{  
  "msisdn": "447712345678",  
  "serviceCenter": "447999123456"  
}
```

**Resposta:**

```
{  
  "result": {  
    "imsi": "234509876543210",  
    "locationInfoWithLMSI": {  
      "networkNode-Number": "447999555111"  
    }  
  }  
}
```

**Exemplo de cURL:**

```
curl -X POST http://localhost/api/sri-for-sm \  
-H "Content-Type: application/json" \  
-d '{  
  "msisdn": "447712345678",  
  "serviceCenter": "447999123456"  
}'
```

## 2. Enviar Informações de Roteamento (SRI)

Consulta o HLR para informações de roteamento de chamadas de voz.

**Endpoint da API:** POST /api/sri

**Solicitação:**

```
{  
    "msisdn": "447712345678",  
    "gmsc": "447999123456"  
}
```

**Resposta:**

```
{  
    "result": {  
        "imsi": "234509876543210",  
        "extendedRoutingInfo": {  
            "routingInfo": {  
                "roamingNumber": "447999555222"  
            }  
        }  
    }  
}
```

## 3. Fornecer Número de Roaming (PRN)

Solicita um número de roaming temporário (MSRN) do MSC de atendimento.

**Endpoint da API:** POST /api/prn

**Solicitação:**

```
{  
    "msisdn": "447712345678",  
    "gmsc": "447999123456",  
    "msc_number": "447999555111",  
    "imsi": "234509876543210"  
}
```

## 4. Enviar Informações de Autenticação

Solicita vetores de autenticação do HLR para autenticação de assinantes.

**Endpoint da API:** POST /api/send-auth-info

**Solicitação:**

```
{  
    "imsi": "234509876543210",  
    "vectors": 5  
}
```

**Resposta:**

```
{  
    "result": {  
        "authenticationSetList": [  
            {  
                "rand": "0123456789ABCDEF0123456789ABCDEF",  
                "xres": "ABCDEF0123456789",  
                "ck": "0123456789ABCDEF0123456789ABCDEF",  
                "ik": "FEDCBA9876543210FEDCBA9876543210",  
                "autn": "0123456789ABCDEF0123456789ABCDEF"  
            }  
        ]  
    }  
}
```

## 5. Atualizar Localização

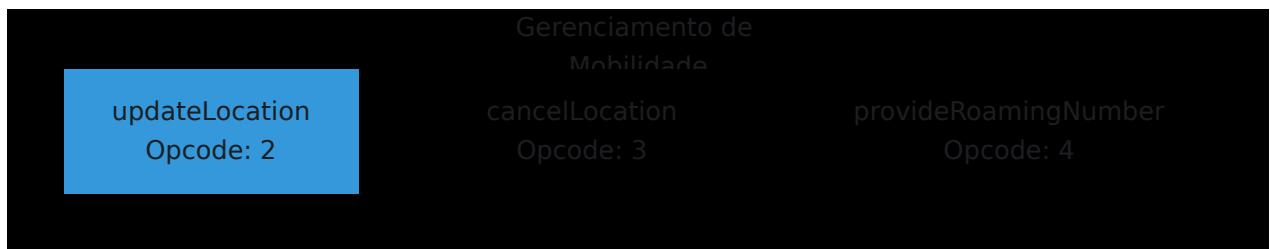
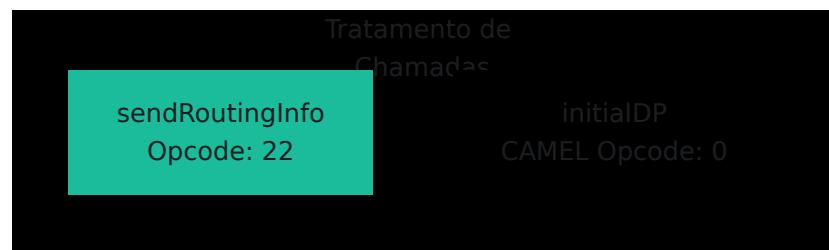
Registra a localização atual de um assinante no HLR. Para informações detalhadas sobre o processamento de UpdateLocation e sequências de InsertSubscriberData, consulte [Atualizações de Localização no Guia HLR](#).

**Endpoint da API:** POST /api/updateLocation

**Solicitação:**

```
{  
    "imsi": "234509876543210",  
    "vlr": "447999555111"  
}
```

# Resumo das Operações MAP



# Enviando Solicitações via API

## Usando Swagger UI

A Swagger UI fornece uma interface interativa para enviar solicitações SS7.

### Acessar Swagger UI:

1. Navegue até `http://your-server/swagger`
2. Navegue pelos endpoints da API disponíveis
3. Clique em qualquer endpoint para expandir seus detalhes

#### **Enviando uma Solicitação:**

1. Clique no endpoint que deseja usar (por exemplo, `/api/sri-for-sm`)
2. Clique no botão "Try it out"
3. Preencha os parâmetros necessários no corpo da solicitação
4. Clique em "Execute"
5. Veja a resposta abaixo

## **Códigos de Resposta da API**

- **200** - Sucesso, resultado retornado no corpo da resposta
  - **400** - Solicitação Inválida, parâmetros inválidos
  - **504** - Tempo Limite do Gateway, sem resposta da rede SS7 dentro de 10 segundos
- 

## **Métricas do Cliente MAP**

### **Métricas Disponíveis**

#### **Métricas de Solicitação:**

- `map_requests_total` - Número total de solicitações MAP enviadas
  - Rótulos: `operation` (valores: `sri`, `sri_for_sm`, `prn`, `authentication_info`, etc.)
- `map_request_errors_total` - Número total de erros de solicitação MAP
  - Rótulos: `operation`
- `map_request_duration_milliseconds` - Histograma das durações das solicitações MAP

- Rótulos: `operation`
- `map_pending_requests` - Número atual de solicitações MAP pendentes (gauge)

## Exemplos de Consultas Prometheus

```
# Total de solicitações SRI-for-SM na última hora
increase(map_requests_total{operation="sri_for_sm"}[1h])

# Tempo médio de resposta para solicitações SRI
rate(map_request_duration_milliseconds_sum{operation="sri"}[5m]) /
rate(map_request_duration_milliseconds_count{operation="sri"}[5m])

# Taxa de erro para todas as operações MAP
sum(rate(map_request_errors_total[5m])) by (operation)

# Solicitações pendentes atuais
map_pending_requests
```

## Solução de Problemas do Cliente MAP

### Problema: Tempo Limite das Solicitações

#### Sintomas:

- A API retorna 504 Gateway Timeout
- Sem resposta do HLR/MSC

#### Verificações:

1. Verifique se a conexão M3UA está ATIVA:

```
# No console IEx  
:sys.get_state(:map_client_asp)
```

2. Verifique a conectividade de rede com o STP
  3. Verifique o contexto de roteamento e endereçamento SCCP
  4. Verifique os logs em busca de erros SCCP
- 

## Problema: Erros SCCP

### Sintomas:

- A API retorna respostas de erro SCCP
- Os logs mostram mensagens de "serviço unitdata SCCP"

### Códigos de Erro SCCP Comuns:

- **Sem Tradução:** Título Global não encontrado na tabela de roteamento do STP
- **Falha de Subsistema:** Subsistema de destino (HLR SSN 6) está indisponível
- **Falha de Rede:** Congestionamento ou falha na rede

### Soluções:

- Contate o administrador do STP para verificar a configuração de roteamento
  - Verifique se o Título Global de destino é acessível
  - Verifique se o subsistema de destino está operacional
- 

## Documentação Relacionada

- ← [Voltar à Documentação Principal](#)
- [Guia de Recursos Comuns](#) - Interface Web, API, Monitoramento

- **Guia STP** - Configuração de roteamento
  - **Guia do Centro de SMS** - Entrega de SMS
  - **Referência Técnica** - Especificações do protocolo
- 

**OmniSS7** por Omnitouch Network Services

# Guia de Configuração do Centro de SMS (SMSsc)

[← Voltar à Documentação Principal](#)

Este guia fornece configuração detalhada para usar o OmniSS7 como um **Centro de SMS (SMSsc)** na frente com o **OmniMessage** como o backend de armazenamento e entrega de mensagens.

## Integração com o OmniMessage

O modo **SMSsc** do OmniSS7 funciona como uma frente de sinalização SS7 que se conecta ao **OmniMessage**, uma plataforma de SMS de nível de operadora. Esta arquitetura separa as preocupações:

- **OmniSS7 (Frontend SMSsc)**: Lida com toda a sinalização do protocolo SS7/MAP, roteamento SCCP e comunicação de rede
- **OmniMessage (Backend SMS)**: Gerencia armazenamento de mensagens, enfileiramento, lógica de repetição, rastreamento de entrega e decisões de roteamento

## Por que o OmniMessage?

O OmniMessage fornece capacidades de mensagens SMS de nível de operadora com recursos incluindo:

- **Gerenciamento de Fila de Mensagens**: Armazenamento persistente com lógica de repetição configurável e enfileiramento por prioridade
- **Rastreamento de Entrega**: Status de entrega em tempo real, relatórios de entrega (DLR) e rastreamento de motivos de falha
- **Suporte a Múltiplos SMSsc**: Várias instâncias de frontend podem se conectar a um único backend OmniMessage para balanceamento de carga

e redundância

- **Inteligência de Roteamento:** Regras de roteamento avançadas baseadas em destino, remetente, conteúdo da mensagem e hora do dia
- **Limitação de Taxa:** Controles de TPS (transações por segundo) por rota para prevenir congestionamento de rede
- **Design API-First:** API HTTP RESTful para integração com sistemas de cobrança, portais de clientes e aplicações de terceiros
- **Análise e Relatórios:** Estatísticas de volume de mensagens, taxas de sucesso de entrega e métricas de desempenho

Todos os dados de mensagens, estado de entrega e configurações de roteamento são armazenados e gerenciados no OmniMessage. O OmniSS7 consulta o OmniMessage via chamadas de API HTTPS para recuperar mensagens pendentes, atualizar status de entrega e registrar-se como um frontend ativo.

**Importante:** O modo SMSc do OmniSS7 é um **frontend de sinalização apenas**. Toda a lógica de roteamento de mensagens, gerenciamento de filas, algoritmos de repetição, rastreamento de entrega e regras de negócios são tratados pelo OmniMessage. Este guia cobre a configuração do protocolo SS7/MAP no OmniSS7. Para informações sobre roteamento de mensagens, configuração de filas, relatórios de entrega, limitação de taxa e análises, **consulte a documentação do OmniMessage**.

# Índice

1. [Integração com o OmniMessage](#)
2. [O que é o Modo Centro de SMS?](#)
3. [Habilitando o Modo SMSc](#)
4. [Configuração da API HTTP](#)
5. [Fluxos de Mensagens SMS](#)
6. [Prevenção de Loop](#)
7. [Rastreamento de Assinantes SMSc](#)
8. [Configuração de Auto-Flush](#)
9. [Métricas e Monitoramento](#)

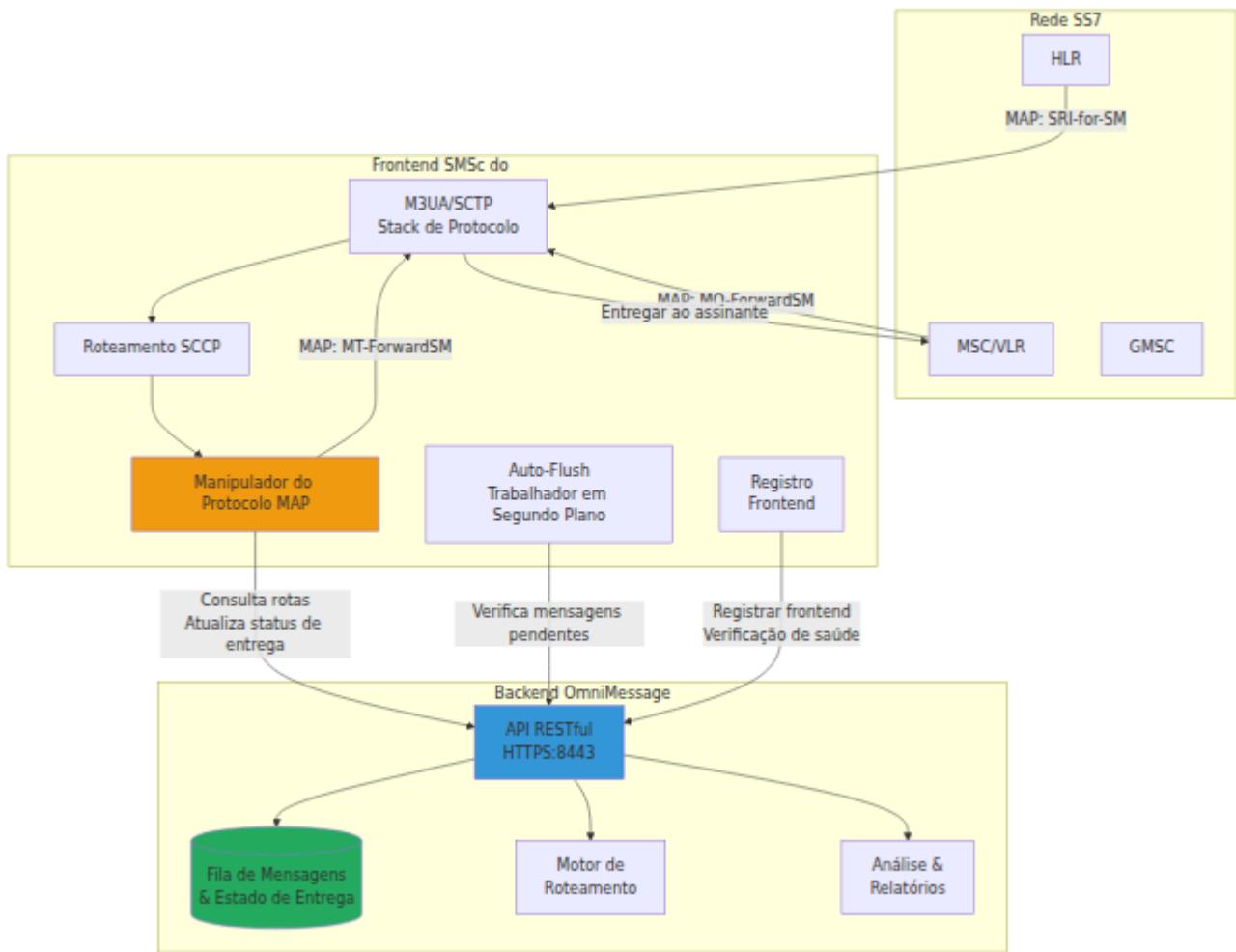
## O que é o Modo Centro de SMS?

**Nota:** Esta seção cobre apenas a configuração de sinalização SS7 do OmniSS7. Para regras de roteamento de mensagens, gerenciamento de filas, rastreamento de entrega e configuração de lógica de negócios, consulte a **documentação do produto OmniMessage**.

**Modo Centro de SMS** permite que o OmniSS7 funcione como um SMSc para:

- **Entrega MT-SMS:** Entrega de SMS Terminados em Móvel para assinantes
- **Manipulação de MO-SMS:** Recepção e roteamento de SMS Originados em Móvel
- **Enfileiramento de Mensagens:** Fila de mensagens suportada por banco de dados com lógica de repetição
- **Auto-Flush:** Entrega automática de SMS da fila
- **Relatórios de Entrega:** Rastrear status de entrega de mensagens

# Arquitetura do Centro de SMS



## Habilitando o Modo SMSc

O OmniSS7 pode operar em diferentes modos. Para usá-lo como um SMSc, você precisa habilitar o modo SMSc na configuração.

## Mudando para o Modo SMSc

O `config/runtime.exs` do OmniSS7 contém três modos operacionais pré-configurados. Para habilitar o modo SMSc:

1. **Abra** `config/runtime.exs`
2. **Encontre** as três seções de configuração (linhas 53-204):
  - Configuração 1: Modo STP (linhas 53-95)

- Configuração 2: Modo HLR (linhas 97-142)
- Configuração 3: Modo SMS (linhas 144-204)

3. **Comente** qualquer outra configuração ativa (adicone `#` a cada linha)
4. **Descomente** a configuração SMS (remova `#` das linhas 144-204)
5. **Personalize** os parâmetros de configuração conforme necessário
6. **Reinicie** a aplicação: `iex -S mix`

## Configuração do Modo SMS

A configuração completa do SMS se parece com isto:

```

config :omniss7,
  # Flags de modo - Habilitar recursos STP + SMSc
  # Nota: map_client_enabled é verdadeiro porque o SMSc precisa de
  capacidades de roteamento
  map_client_enabled: true,
  hlr_mode_enabled: false,
  smsc_mode_enabled: true,

  # Configuração da API do Backend OmniMessage
  smsc_api_base_url: "https://10.179.3.219:8443",
  # Identificação do SMSc para registro com o backend
  smsc_name: "ipsmgw",
  # Endereço GT do Centro de Serviço para operações de SMS
  smsc_service_center_gt_address: "5551234567",

  # Configuração de Auto Flush (processamento da fila de SMS em
  segundo plano)
  auto_flush_enabled: true,
  auto_flush_interval: 10_000,
  auto_flush_dest_smsc: "ipsmgw",
  auto_flush_tps: 10,

  # Configuração da Conexão M3UA
  # Conectar como ASP para enviar/receber operações MAP SMS
  map_client_m3ua: %{
    mode: "ASP",
    callback: {MapClient, :handle_payload, []},
    process_name: :stp_client_asp,
    # Endpoint local (sistema SMSc)
    local_ip: {10, 179, 4, 12},
    local_port: 2905,
    # Endpoint remoto STP
    remote_ip: {10, 179, 4, 10},
    remote_port: 2905,
    routing_context: 1
  }

config :control_panel,
  use_additional_pages: [
    {SS7.Web.EventsLive, "/events", "Eventos SS7"},
    {SS7.Web.TestClientLive, "/client", "Cliente SS7"},
    {SS7.Web.M3UAStatusLive, "/m3ua", "M3UA"},
    {SS7.Web.RoutingLive, "/routing", "Roteamento"}
  ]

```

```
{SS7.Web.RoutingTestLive, "/routing_test", "Teste de  
Roteamento"},  
{SS7.Web.SmscLinksLive, "/smsc_links", "Links SMS"}  
],  
page_order: ["/events", "/client", "/m3ua", "/routing",  
"/routing_test", "/smsc_links", "/application", "/configuration"]
```

## Parâmetros de Configuração para Personalizar

Para uma referência completa de todos os parâmetros de configuração, consulte a [Referência de Configuração](#).

Parâmetro	Tipo	Padrão	Descrição
<code>smsc_api_base_url</code>	String	<i>Obrigatório</i>	<b>Endpoint</b> backend OmniMedia
<code>smsc_name</code>	String	<code>"{hostname}_SMSc"</code>	Seu identificador no SMS Center
<code>smsc_service_center_gt_address</code>	String	<i>Obrigatório</i>	Título do Centro de Serviço
<code>auto_flush_enabled</code>	Boolean	<code>true</code>	Habilita o processo de flush automático
<code>auto_flush_interval</code>	Integer	<code>10_000</code>	Intervalo entre os processos de flush da fila em milissegundos
<code>auto_flush_dest_smsc</code>	String	<i>Obrigatório</i>	Nome do destinatário para flush
<code>auto_flush_tps</code>	Integer	<code>10</code>	Taxa de processamento de mensagens (transações por segundo)
<code>local_ip</code>	Tuple	<i>Obrigatório</i>	Endereço IP do sistema local
<code>local_port</code>	Integer	<code>2905</code>	Porta SC
<code>remote_ip</code>	Tuple	<i>Obrigatório</i>	Endereço IP para conectar ao SS7

Parâmetro	Tipo	Padrão	Descrição
remote_port	Integer	2905	Porta SC
routing_context	Integer	1	ID do contexto de roteamento

## O que Acontece Quando o Modo SMS é Habilitado

Quando `smsc_mode_enabled: true` e `map_client_enabled: true`, a interface web mostrará:

- **Eventos SS7** - Registro de eventos
- **Cliente SS7** - Teste de operações MAP
- **M3UA** - Status da conexão
- **Roteamento** - Gerenciamento da tabela de rotas (STP habilitado)
- **Teste de Roteamento** - Teste de rotas (STP habilitado)
- **Links SMS** - Status da API SMS + gerenciamento da fila de SMS ← *Específico do SMS*
- **Recursos** - Monitoramento do sistema
- **Configuração** - Visualizador de configuração

A aba **Links HLR** será ocultada.

## Notas Importantes

- O modo SMS requere `map_client_enabled: true` para capacidades de roteamento
- **Backend OmniMessage:** A API do OmniMessage deve ser acessível no `smsc_api_base_url` configurado
- **Registro do Frontend:** O sistema se registra automaticamente com o OmniMessage a cada **5 minutos** via o módulo `SMS.FrontendRegistry`
- **Timeout de Requisição da API:** Todas as requisições da API do OmniMessage têm um **timeout fixo de 5 segundos**

- **Timeout de Requisição MAP:** Todas as requisições MAP (SRI-for-SM, MT-ForwardSM, etc.) têm um **timeout fixo de 10 segundos**
  - O auto-flush processa automaticamente a fila de SMS em segundo plano
  - A conexão M3UA com o STP é necessária para enviar/receber operações MAP SMS
  - Após mudar de modos, você deve reiniciar a aplicação para que as mudanças tenham efeito
  - **Interface Web:** Consulte o [Guia da Interface Web](#) para informações sobre o uso da interface web
  - **Acesso à API:** Consulte o [Guia da API](#) para documentação da API REST e acesso à interface Swagger
- 

## Configuração da API HTTP

### Configuração do Backend OmniMessage

O OmniSS7 se comunica com o OmniMessage via API REST HTTPS para gerenciar a entrega de mensagens, rastrear o estado do assinante e registrar-se como um frontend ativo:

```
config :omniss7,
  # URL base da API OmniMessage
  smsc_api_base_url: "https://10.5.198.200:8443",
  # Identificador do nome do SMS para registro (padrão para
  hostname_SMS se vazio)
  smsc_name: "omni-smsc01",
  # Endereço GT do Centro de Serviço para operações de SMS
  smsc_service_center_gt_address: "5551234567"
```

### Parâmetros de Configuração:

Parâmetro	Tipo	Obrigatório	Padrão
<code>smsc_api_base_url</code>	String	Sim	"https://local...
<code>smsc_name</code>	String	Não	"" (usa " {hostname}_SMS")
<code>smsc_service_center_gt_address</code>	String	Não	"5551234567"

## Registro do Frontend

O sistema se registra automaticamente com o OmniMessage na inicialização e **re-registra a cada 5 minutos** via o módulo `SMS.FrontendRegistry`. Isso permite que o OmniMessage:

- Rastreie frontends ativos para balanceamento de carga

- Monitore tempo de atividade e status de saúde
- Coleta informações de configuração
- Gerencie roteamento de SMS distribuído entre vários frontends

### Detalhes da Implementação:

- **Intervalo de Registro:** 5 minutos (fixo)
- **Processo:** Iniciado automaticamente quando `smsc_mode_enabled: true`

### Carga de Registro:

```
{  
    "frontend_name": "omni-smsc01",  
    "configuration": "...",  
    "frontend_type": "SS7",  
    "hostname": "smsc-server01",  
    "uptime_seconds": 12345  
}
```

**Nota:** O nome do frontend é retirado do parâmetro de configuração `smsc_name`. Se não estiver definido, o padrão é `"{hostname}_SMSc"`.

## Comunicação da API OmniMessage

Quando o OmniSS7 recebe operações MAP da rede SS7 ou processa a fila de mensagens, ele se comunica com o OmniMessage para:

- **Registrar-se como um frontend ativo** e relatar status de saúde
- **Submeter mensagens originadas em móvel (MO)** recebidas de assinantes
- **Recuperar mensagens terminadas em móvel (MT)** da fila para entrega
- **Atualizar status de entrega** com relatórios de sucesso/falha
- **Consultar informações de roteamento** para encaminhamento de mensagens

<b>Endpoint</b>	<b>Método</b>	<b>Propósito</b>	<b>Corpo da Requisição</b>
/api/frontends	POST	Registrar instância de frontend	{"frontend_name": "...", "frontend_type": "SMS", "hostname": "...", "uptime_seconds": ...}
/api/messages_raw	POST	Inserir nova mensagem SMS	{"source_msisdn": "...", "source_smss": "...", "message_body": "..."} Cabeçalho: smsc: <smss_name>
/api/messages	GET	Obter fila de mensagens	
/api/messages/{id}	PATCH	Marcar mensagem como entregue	{"deliver_time": "...", "dest_smss": "..."} Cabeçalho: smsc: <smss_name>
/api/messages/{id}	PUT	Atualizar status da mensagem	{"dest_smss": null}
/api/locations	POST	Inserir/atualizar localização do assinante	{"msisdn": "...", "imsi": "...", "location": "...", "ims_capable": true, "csfb": false, "expires": "...", "user_agent": "...", "..."}

Endpoint	Método	Propósito	Corpo da Requisição
			<pre>"ran_location": "...", "imei": "...", "registered": "..."}</pre>
/api/events	POST	Adicionar rastreamento de eventos	<pre>{"message_id": ..., "name": "...", "description": "..."}</pre>
/api/status	GET	Verificação de saúde	-

## Formato de Resposta da API

Todas as respostas da API usam o formato JSON com as seguintes convenções:

- **Respostas de sucesso:** HTTP 200-201 com corpo JSON contendo dados do resultado
- **Respostas de erro:** HTTP 4xx/5xx com detalhes de erro no corpo da resposta
- **Carimbos de data/hora:** formato ISO 8601 (por exemplo, "2025-10-21T12:34:56Z")
- **IDs de mensagem:** identificadores inteiros ou strings

## Módulos do Cliente da API

O sistema SMS consiste em três módulos principais:

### 1. SMSClient

Módulo principal do cliente da API que fornece toda a comunicação da API HTTP com o OmniMessage:

- `frontend_register/4` - Registrar frontend com o OmniMessage
- `insert_message/3` - Inserir mensagem SMS bruta (versão de 3 parâmetros compatível com Python)
- `insert_location/9` - Inserir/atualizar dados de localização do assinante
- `get_message_queue/2` - Recuperar mensagens pendentes da fila
- `mark_dest_smsc/3` - Marcar mensagem como entregue ou faltada
- `add_event/3` - Adicionar rastreamento de eventos para mensagens
- `flush_queue/2` - Processar mensagens pendentes (SRI-for-SM + MT-forwardSM)
- `auto_flush/2` - Loop de processamento contínuo da fila

## 2. SMS.FrontendRegistry

Gerencia o registro periódico do frontend com o backend:

- Registra automaticamente na inicialização
- Re-registra a cada 5 minutos
- Usa `smc_name` da configuração (retorna ao hostname se não estiver definido)
- Coleta informações de configuração e tempo de atividade do sistema

## 3. SMS.Utils

Funções utilitárias para operações de SMS:

- `generate_tp_scts/0` - Gerar timestamp de SMS no formato TPDU
-

# Fluxos de Mensagens SMS

## Fluxo de SMS de Entrada (Originado em Móvel)

M3UA recebe pacote  
SCTP

M3UA decodifica pacote

Extrair carga SCCP

Decodificar mensagem  
SCCP

Extrair mensagem  
TCAP/MAP

Analisar operação MAP

Tipo de Operação

Forward-SM

Decodificar SMS TPDU

Extrair campos da  
mensagem

Decodificar dados do  
usuário

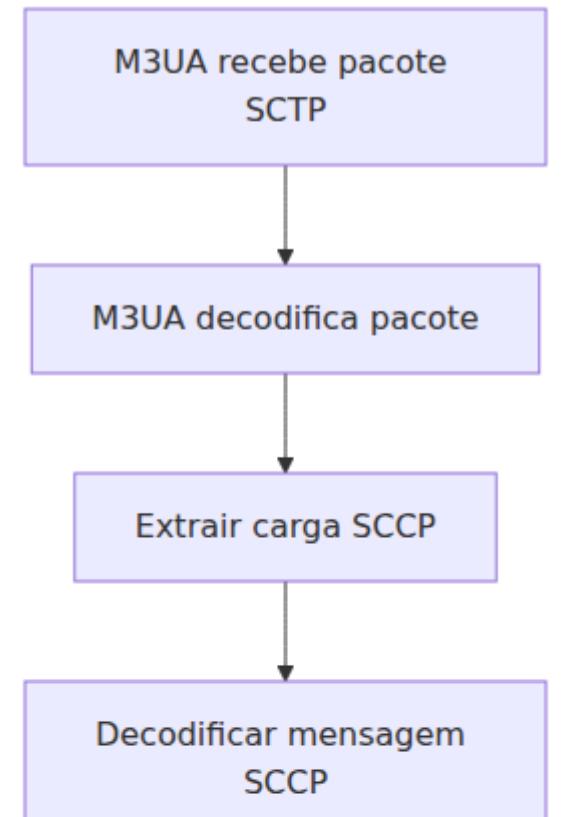
POST para  
`/api/messages_raw`

POST para `/api/events`

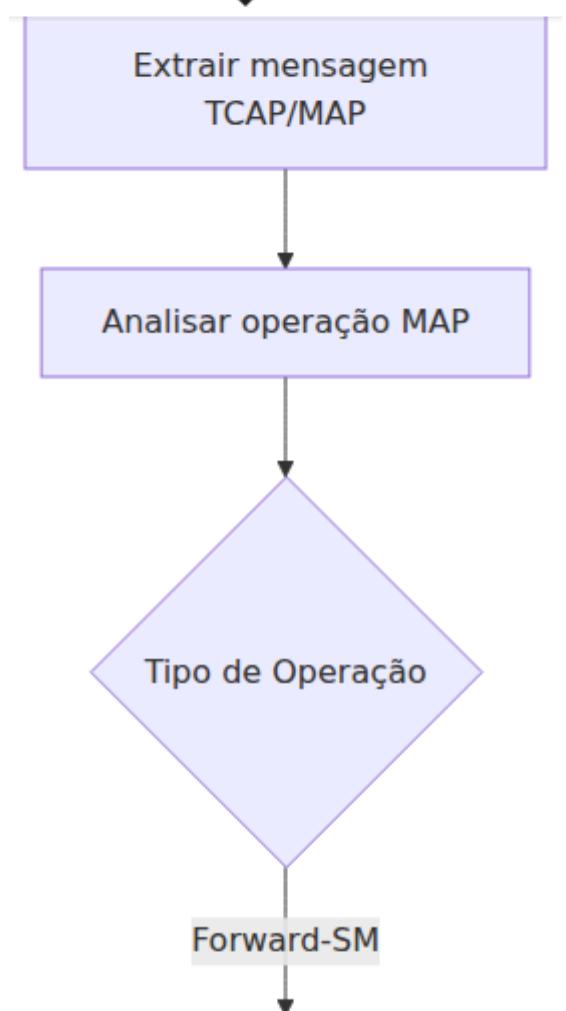
Enviar resposta MAP

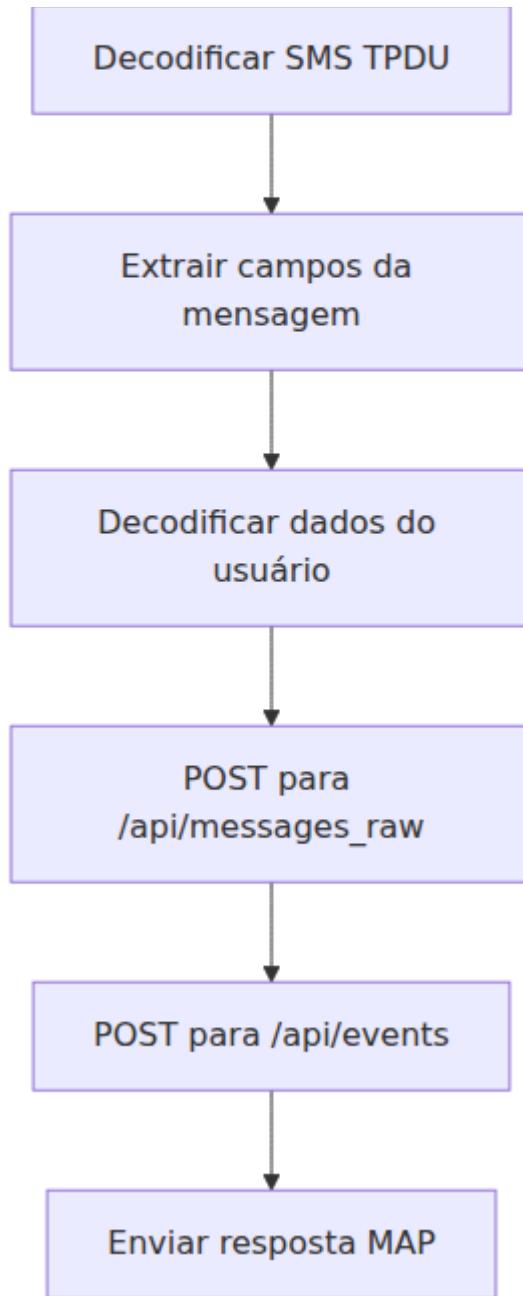
## Fluxo de SMS de Saída (Terminado em Móvel)





nniCharge      OmniRAN      Downloa



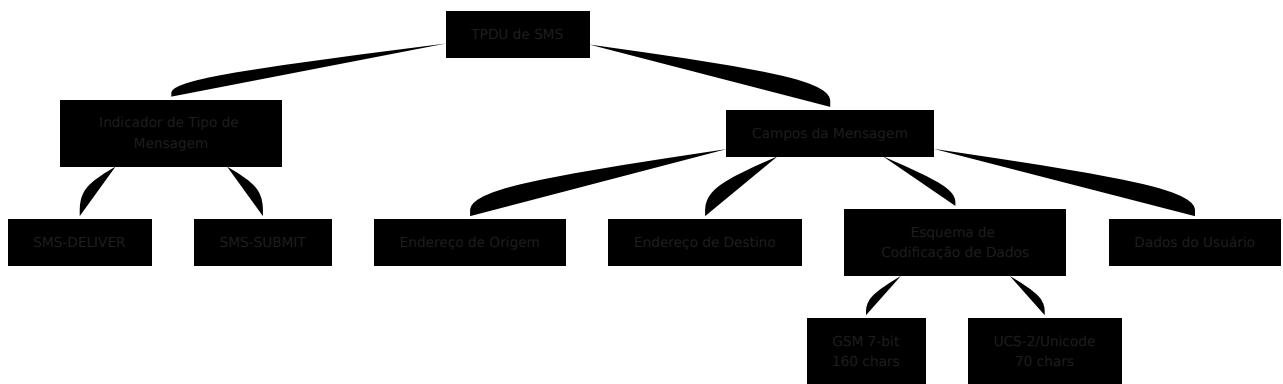


### **Principais Etapas Explicadas:**

- **Requisição SRI-for-SM:** O SMSc consulta o HLR com o MSISDN de destino para determinar onde rotear a mensagem SMS. O HLR responde com:
  - Um IMSI sintético (calculado a partir do MSISDN para privacidade) - veja [Mapeamento MSISDN ↔ IMSI](#)
  - O endereço GT do SMSC (número do nó da rede) onde o MT-ForwardSM deve ser enviado
  - Para detalhes completos sobre como isso funciona, consulte [SRI-for-SM no Guia HLR](#)

- **Requisição MT-forwardSM:** Uma vez obtidas as informações de roteamento, o SMSc envia a mensagem SMS real para o MSC/VLR que atende o assinante

## Estrutura do TPDU de SMS



## Manipulação do Centro de Serviço de Alerta

O SMSc pode receber mensagens **alertServiceCenter** do HLR para rastrear o status de alcançabilidade do assinante.

Para informações sobre como o HLR envia mensagens alertServiceCenter, consulte [Integração do Centro de Serviço de Alerta no Guia HLR](#).

## O que é alertServiceCenter?

Quando um assinante realiza uma Atualização de Localização no HLR (ou seja, registra-se em um novo VLR/MSC), o HLR pode notificar os sistemas SMSc que o assinante agora está acessível enviando uma mensagem **alertServiceCenter** (opcode MAP 64).

## Configuração

O tempo de expiração da localização é configurado no HLR:

```
config :omniss7,
    # Tempo de expiração da localização quando o SMSc recebe
    alertServiceCenter (padrão: 48 horas)
    hlr_alert_location_expiry_seconds: 172800
```

## Comportamento

Quando o SMSc recebe uma mensagem alertServiceCenter:

- Decodificar MSISDN:** Extrair o MSISDN do assinante da mensagem (formato TBCD)
- Remover prefixo TON/NPI:** Remover prefixos comuns como "19", "11", "91" (por exemplo, "19123123213" → "123123213")
- Calcular IMSI:** Gerar IMSI sintético usando o mesmo mapeamento que SRI-for-SM
- POST para /api/location:** Atualizar o banco de dados de localização com:
  - `msisdn`: Número de telefone do assinante (limpo)
  - `imsi`: IMSI sintético
  - `location`: Nome do SMSc (por exemplo, "ipsmgw")
  - `expires`: Hora atual + `hlr_alert_location_expiry_seconds`
  - `csfb`: true (assinante acessível via Circuit-Switched Fallback)
  - `ims_capable`: false (isso é registro CS 2G/3G, não IMS/VoLTE)

- `user_agent`: GT do HLR que enviou o alerta (para rastreamento)
- `ran_location`: "SS7"

5. **Rastrear no Rastreador de Assinantes SMSc**: Registrar o assinante com GT do HLR, status=ativo, contadores de mensagens em 0
6. **Enviar ACK**: Responder ao HLR com reconhecimento de alertServiceCenter

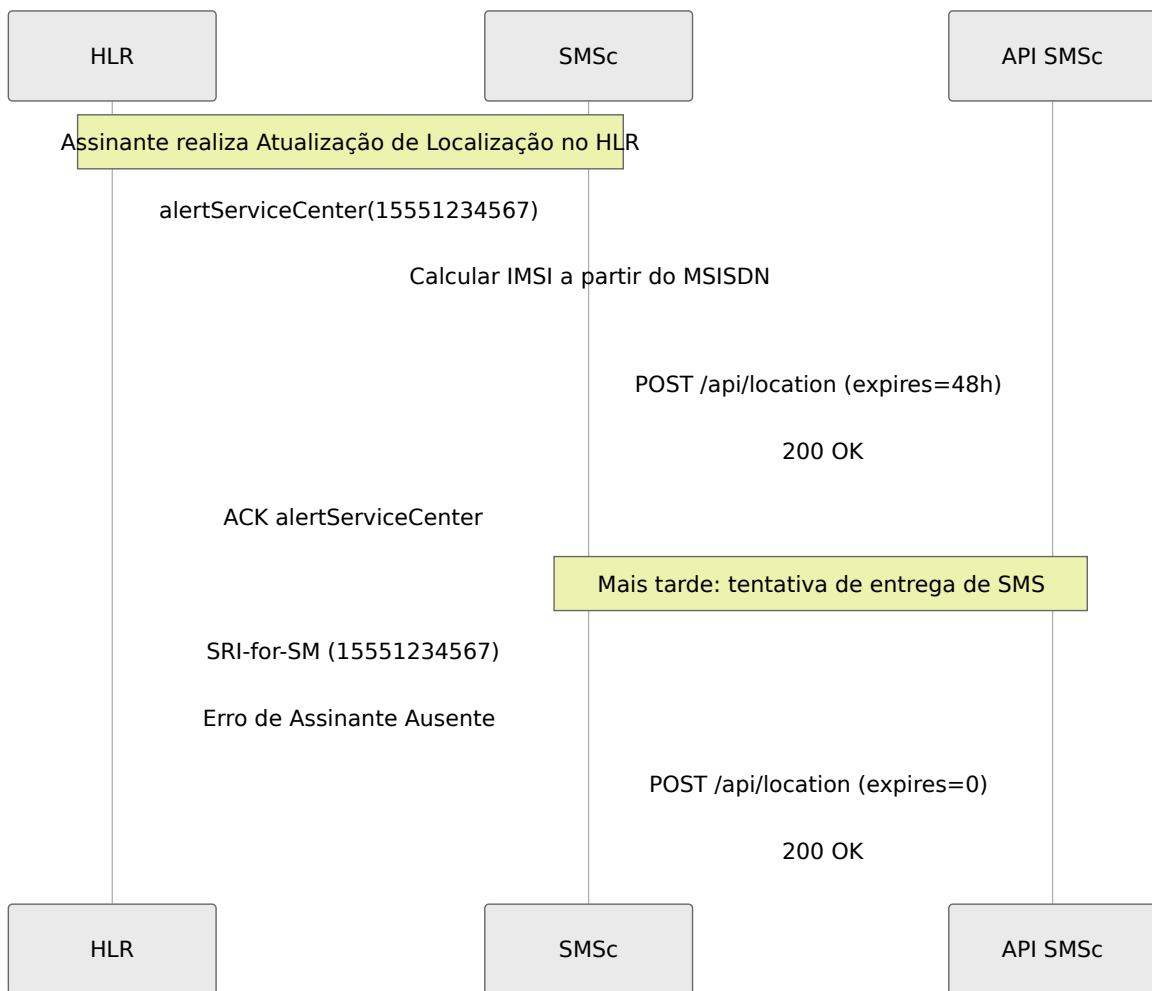
## Manipulação de Assinante Ausente

Quando o SMSc tenta entregar uma mensagem e recebe um erro de "assinante ausente" durante SRI-for-SM (para mais sobre SRI-for-SM, consulte [SRI-for-SM no Guia HLR](#)):

1. **Detectar ausência**: SRI-for-SM retorna erro `absentSubscriberDiagnosticSM`
2. **Expirar localização**: POST para /api/location com `expires=0` para marcar assinante como inacessível
3. **User agent**: Definir como "SS7\_AbsentSubscriber" para identificar a origem
4. **Atualizar rastreador**: Marcar assinante como `falhado` no Rastreador de Assinantes SMSc

Isso garante que o banco de dados de localização e o rastreador refletem com precisão o status de alcançabilidade do assinante.

# Diagrama de Fluxo



## Endpoint da API

**POST /api/location**

```
{  
    "msisdn": "15551234567",  
    "imsi": "001010123456789",  
    "location": "ipsmgw",  
    "ims_capable": false,  
    "csfb": true,  
    "expires": "2025-11-01T12:00:00Z",  
    "user_agent": "15551111111",  
    "ran_location": "SS7",  
    "imei": "",  
    "registered": "2025-10-30T12:00:00Z"  
}
```

**Nota:** O campo `user_agent` contém o GT do HLR que enviou o alertServiceCenter, permitindo que o SMSc rastreie qual HLR está fornecendo atualizações de localização.

Para assinantes ausentes, `expires` é definido como o horário atual (expiração imediata).

---

## Prevenção de Loop

O SMSc implementa **prevenção automática de loop** para evitar loops infinitos de roteamento de mensagens quando as mensagens se originam de redes SS7.

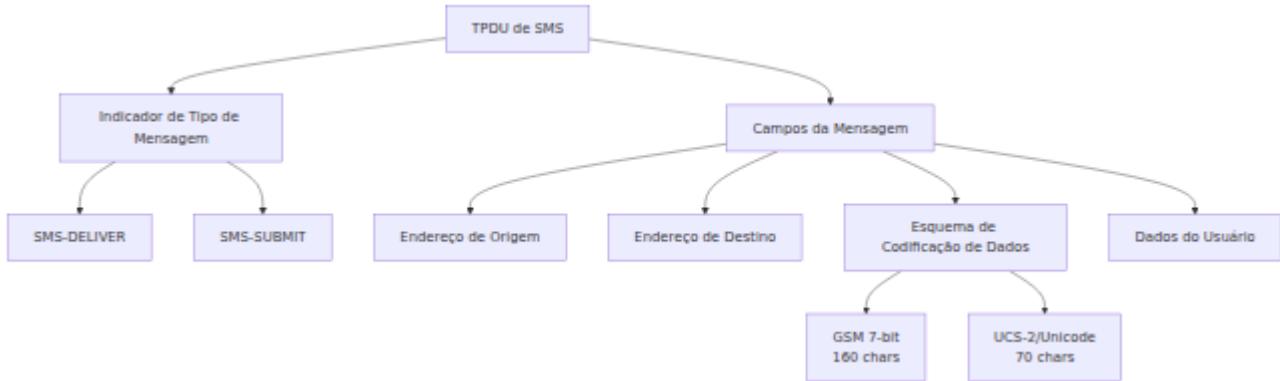
## Por que a Prevenção de Loop é Importante

Quando o SMSc recebe mensagens SMS originadas em móvel (MO) da rede SS7, ele as insere na fila de mensagens com um campo `source_smsc` identificando sua origem (por exemplo, `"SS7_GT_15551234567"`). Sem a prevenção de loop, essas mensagens poderiam ser:

1. Recebidas da rede SS7 → Enfileiradas com `source_smsc` contendo "SS7"
2. Recuperadas da fila → Processadas para entrega
3. Enviadas de volta para a rede SS7 → Criando um loop

# Como Funciona

O SMSc detecta e previne automaticamente loops durante o processamento de mensagens:



## Implementação

Ao processar mensagens da fila, o SMSc verifica o campo `source_smsc`:

- Se `source_smsc` contém "SS7":
  - Mensagem é ignorada
  - Evento adicionado: "Prevenção de Loop" com descrição explicando o motivo da ignorância
  - Mensagem marcada como falhada via requisição PUT
  - Registrada com nível de aviso
- Caso contrário:
  - Mensagem processada normalmente
  - Operações SRI-for-SM e MT-ForwardSM prosseguem

## Valores de SMSC de Origem

As mensagens podem ter vários valores de `source_smsc`:

Origem	Valor de Exemplo	Ação
Rede SS7 (MO-FSM)	"SS7_GT_15551234567"	<b>Ignorada</b> - Prevenção de loop
API Externa/SMPP	"ipsmgw" ou "api_gateway"	Processada normalmente
Outro SMS	"smsc-node-01"	Processada normalmente

## Rastreamento de Eventos

Quando uma mensagem é ignorada devido à prevenção de loop, um evento é registrado:

```
{
  "message_id": 12345,
  "name": "Prevenção de Loop",
  "description": "Mensagem ignorada - source_smss
'SS7_GT_15551234567' contém 'SS7', prevenindo loop de mensagem"
}
```

Esse evento é visível em:

- **Interface Web:** Página de Eventos SS7 ([/events](#))
- **Banco de Dados:** Tabela `events` via API
- **Logs:** Entradas de log de nível de aviso

## Configuração

A prevenção de loop está **sempre habilitada** e não pode ser desativada. Este é um recurso crítico de segurança para prevenir interrupções na rede devido a loops de mensagens.

# Cenário de Exemplo

**Cenário:** Assinante móvel envia SMS via rede SS7

1. Telefone móvel → MSC/VLR → SMSc (via M0-ForwardSM)
2. SMSc recebe M0-FSM do GT 15551234567
3. SMSc insere na fila: source\_smsc = "SS7\_GT\_15551234567"
4. Auto-flush recupera mensagem da fila
5. SMSc detecta "SS7" em source\_smsc → IGNORAR
6. Evento registrado: "Prevenção de Loop"
7. Mensagem marcada como falhada
8. Nenhum SRI-for-SM ou MT-ForwardSM enviado (loop prevenido)

Sem a prevenção de loop, a etapa 8 enviaria a mensagem de volta para a rede SS7, potencialmente criando um loop infinito.

---

# Rastreamento de Assinantes SMS

O SMSc inclui um GenServer de **Rastreador de Assinantes** que mantém o estado em tempo real para assinantes com base em mensagens alertServiceCenter e tentativas de entrega de mensagens.

## Propósito

O rastreador fornece:

- **Monitoramento de alcançabilidade:** Quais assinantes estão atualmente acessíveis
- **Rastreamento de HLR:** Qual HLR enviou o alertServiceCenter para cada assinante
- **Contadores de mensagens:** Número de mensagens enviadas/recebidas por assinante
- **Rastreamento de falhas:** Marcar assinantes como falhados quando as tentativas de entrega falham

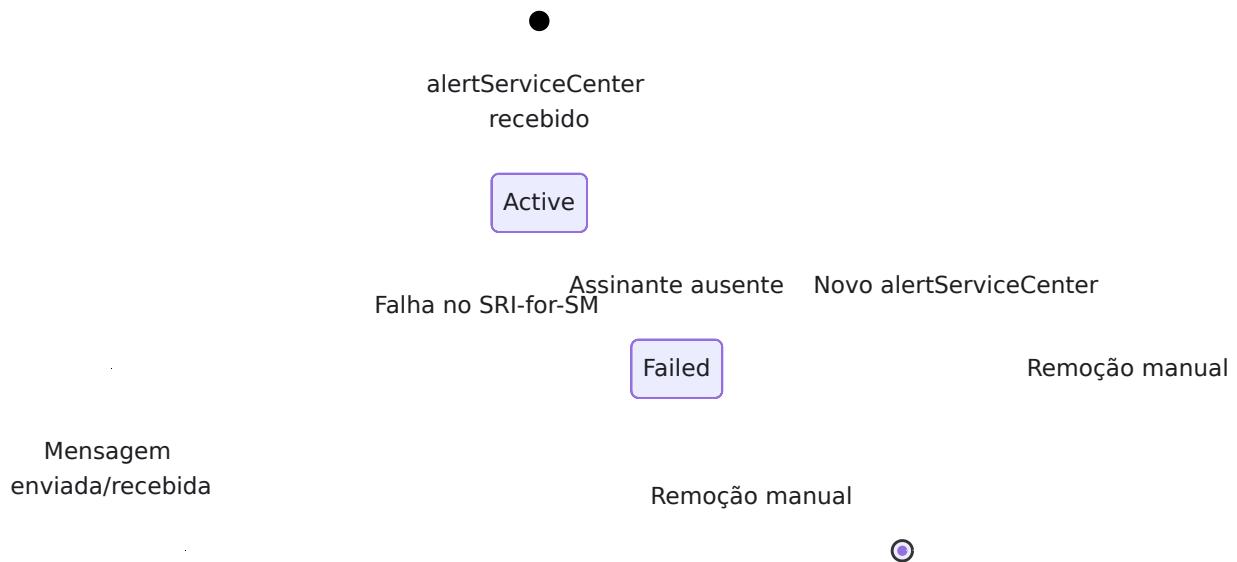
- **Visibilidade na Interface Web:** Painel em tempo real mostrando todos os assinantes rastreados

## Informações Rastreadas

Para cada assinante, o rastreador armazena:

Campo	Descrição	Exemplo
<code>msisdn</code>	Número de telefone do assinante (chave)	"15551234567"
<code>imsi</code>	IMSI do assinante	"001010123456789"
<code>hlr_gt</code>	HLR GT que enviou alertServiceCenter	"15551111111"
<code>messages_sent</code>	Contagem de mensagens MT-FSM enviadas	5
<code>messages_received</code>	Contagem de mensagens MO-FSM recebidas	2
<code>status</code>	<code>:active</code> ou <code>:failed</code>	<code>:active</code>
<code>updated_at</code>	Timestamp Unix da última atualização	1730246400

# Transições de Estado



## Comportamento

### Quando alertServiceCenter é recebido:

- Criar ou atualizar entrada do assinante
- Definir `status = :active`
- Registrar HLR GT
- Redefinir ou preservar contadores de mensagens

### Quando SRI-for-SM é bem-sucedido:

- Incrementar contador `messages_sent`
- Atualizar timestamp `updated_at`

### Quando SRI-for-SM falha:

- Definir `status = :failed`
- Manter no rastreador para monitoramento

### Quando o assinante é removido:

- Excluir da tabela ETS
- Não aparece mais na Interface Web

# Interface Web - Página de Assinantes SMS

**Caminho:** /smsc\_subscribers **Atualização automática:** A cada 2 segundos

**Nota:** Esta página só está disponível quando executando no modo SMS. Após descomentar a configuração SMS em config/runtime.exs, você deve reiniciar a aplicação para que a rota se torne disponível.

A página **Assinantes SMS** fornece monitoramento em tempo real de todos os assinantes rastreados:

## Recursos

### 1. Tabela de Assinantes

- MSISDN, IMSI, HLR GT
- Contadores de mensagens enviadas/recebidas
- Distintivo de status (Ativo/Falhado) com codificação de cores
- Timestamp da última atualização e duração
- Botão de remoção para assinantes individuais

### 2. Estatísticas Resumidas

- Total de assinantes rastreados
- Contagem de assinantes ativos
- Contagem de assinantes falhados
- Número de HLRs únicos

### 3. Ações

- Limpar Tudo: Remover todos os assinantes rastreados
- Remover: Remover assinante individual

## Exemplo de Visualização

Assinantes Rastreados SMS				Total: 3
MSISDN	IMSI	HLR GT	Msgs S/R	Status
15551234567	001010123456789	15551111111	5/2	● Ativo
15559876543	001010987654321	15551111111	0/0	● Ativo
15551112222	001010111222233	15552222222	3/1	○ Falhado

Resumo: Total: 3 | Ativos: 2 | Falhados: 1 | HLRs Únicos: 2

## Funções da API

O rastreador expõe essas funções para acesso programático:

```
# Chamado quando alertServiceCenter é recebido
SMSc.SubscriberTracker.alert_received(msisdn, imsi, hlr_gt)

# Incrementar contadores de mensagens
SMSc.SubscriberTracker.message_sent(msisdn)
SMSc.SubscriberTracker.message_received(msisdn)

# Marcar como falhado (falha no SRI-for-SM)
SMSc.SubscriberTracker.mark_failed(msisdn)

# Remover do rastreamento
SMSc.SubscriberTracker.remove_subscriber(msisdn)

# Funções de consulta
SMSc.SubscriberTracker.get_active_subscribers()
SMSc.SubscriberTracker.get_subscriber(msisdn)
SMSc.SubscriberTracker.count_subscribers()
SMSc.SubscriberTracker.clear_all()
```

## Integração

O rastreador está automaticamente integrado com:

- **Manipulador de alertServiceCenter**: Chama `alert_received/3` na atualização de localização bem-sucedida
  - **Manipulador de SRI-for-SM**: Incrementa `messages_sent` na roteação bem-sucedida
  - **Manipulador de assinante ausente**: Chama `mark_failed/1` quando o assinante está ausente
  - **Erros de assinante desconhecido**: Chama `mark_failed/1` quando SRI-for-SM falha
- 

## Configuração de Auto-Flush da Fila de SMS

O serviço **Auto-Flush** processa automaticamente mensagens SMS pendentes.

Para referência de parâmetros de configuração, consulte [Configuração de Auto-Flush na Referência de Configuração](#).

## Configuração

```
config :omniss7,
  auto_flush_enabled: true,          # Habilitar/desabilitar
  auto-flush
  auto_flush_interval: 10_000,        # Intervalo de polling em
  milissegundos
  auto_flush_dest_smsc: nil,         # Filtro: nil = todos
  auto_flush_tps: 10                # Máximo de transações por
  segundo
```

# Como Funciona

1. **Polling:** A cada `auto_flush_interval` milissegundos, consulta a API por mensagens pendentes
2. **Filtragem:** Opcionalmente filtra por `auto_flush_dest_smsc`
3. **Limitação de Taxa:** Processa até `auto_flush_tps` mensagens por ciclo
4. **Entrega:** Para cada mensagem:
  - Enviar **SRI-for-SM** (Enviar Informações de Roteamento para Mensagem Curta) para o HLR para obter informações de roteamento
    - O HLR retorna um IMSI sintético calculado a partir do MSISDN
    - O HLR retorna o endereço GT do SMSC onde o MT-ForwardSM deve ser enviado
    - Consulte [Detalhes SRI-for-SM no Guia HLR](#) para documentação completa
  - Em caso de sucesso, enviar **MT-forwardSM** para MSC/VLR
  - Atualizar status da mensagem via API (entregue/falhado)
  - Adicionar rastreamento de eventos via API

□ **Mergulho Técnico:** Para uma explicação completa de como SRI-for-SM funciona, incluindo mapeamento de MSISDN para IMSI, configuração do endereço GT do centro de serviço e geração de IMSI sintético que preserva a privacidade, consulte a [seção SRI-for-SM no Guia de Configuração HLR](#).

## Métricas SMS

### Métricas Disponíveis

#### Métricas da Fila de SMS:

- `smsc_queue_depth` - Número atual de mensagens pendentes
- `smsc_messages_delivered_total` - Total de mensagens entregues com sucesso
- `smsc_messages_failed_total` - Total de mensagens que falharam na entrega

- `smsc_delivery_duration_milliseconds` - Histograma dos tempos de entrega

### **Consultas de Exemplo:**

```
# Profundidade atual da fila
smsc_queue_depth

# Taxa de sucesso de entrega (últimos 5 minutos)
rate(smsc_messages_delivered_total[5m]) /
(rate(smsc_messages_delivered_total[5m]) +
rate(smsc_messages_failed_total[5m]))

# Tempo médio de entrega
rate(smsc_delivery_duration_milliseconds_sum[5m]) /
rate(smsc_delivery_duration_milliseconds_count[5m])
```

---

# **Solução de Problemas SMS**

## **Problema: Mensagens Não Entregues**

### **Verificações:**

1. Verifique se o auto-flush está habilitado
2. Verifique a conexão com o banco de dados
3. Monitore logs para erros
4. Verifique se a conexão M3UA está ATIVA
5. Verifique os limites de TPS

## **Problema: Alta Profundidade da Fila**

### **Causas Possíveis:**

- Limite de TPS muito baixo
- Problemas de timeout do HLR

- Problemas de conectividade de rede
- Números de destino inválidos

### Soluções:

- Aumentar `auto_flush_tps`
- Verifique a disponibilidade do HLR
- Revise logs de mensagens falhadas

## API MT-forwardSM

### Enviar SMS via API

**Endpoint da API:** POST /api/MT-forwardSM

#### Requisição:

```
{  
    "imsi": "234509876543210",  
    "destination_serviceCentre": "447999555111",  
    "originating_serviceCenter": "447999123456",  
    "smsPDU":  
        "040B917477218345F600001570301857140C0BD4F29C0E9281C4E1F11A"  
}
```

#### Resposta:

```
{  
    "result": "success",  
    "message_id": "12345"  
}
```

# Documentação Relacionada

## Documentação OmniSS7:

- ← Voltar à Documentação Principal
- Guia de Configuração HLR - Configuração e operações no modo HLR
  - **Detalhes Técnicos SRI-for-SM** - Documentação completa sobre mapeamento de MSISDN para IMSI e configuração do centro de serviço
- Guia de Recursos Comuns - Interface Web, API, Monitoramento
- Guia do Cliente MAP - Operações MAP
- Referência Técnica - Especificações de protocolo

**Documentação OmniMessage:** Para configuração de roteamento de mensagens, gerenciamento de filas, rastreamento de entrega, limitação de taxa e análises, consulte a **documentação do produto OmniMessage**. O OmniMessage contém toda a lógica de roteamento de mensagens, algoritmos de repetição de filas, manipulação de relatórios de entrega e motor de regras de negócios.

---

**OmniSS7** por Omnitouch Network Services

# Guia de Configuração do STP M3UA

[← Voltar para a Documentação Principal](#)

Este guia fornece uma configuração detalhada para usar o OmniSS7 como um **Ponto de Transferência de Sinalização (STP)**.

## Índice

1. O que é um STP?
2. Funções de Rede do STP
3. Habilitando o Modo STP
4. Configurando Pares
5. Suporte ao Protocolo M2PA
  - M3UA vs M2PA
  - Configurando Pares M2PA
  - Gerenciando M2PA via Interface Web
  - Métricas M2PA
6. Roteamento de Código de Ponto
7. Roteamento de Título Global
8. Recursos de Gerenciamento de Rota
  - Desabilitando Rotas
  - Rotas DROP - Prevenindo Loops de Roteamento
9. Roteamento Avançado
10. Testando a Configuração
11. Métricas e Monitoramento
12. Monitoramento de Pares M3UA

---

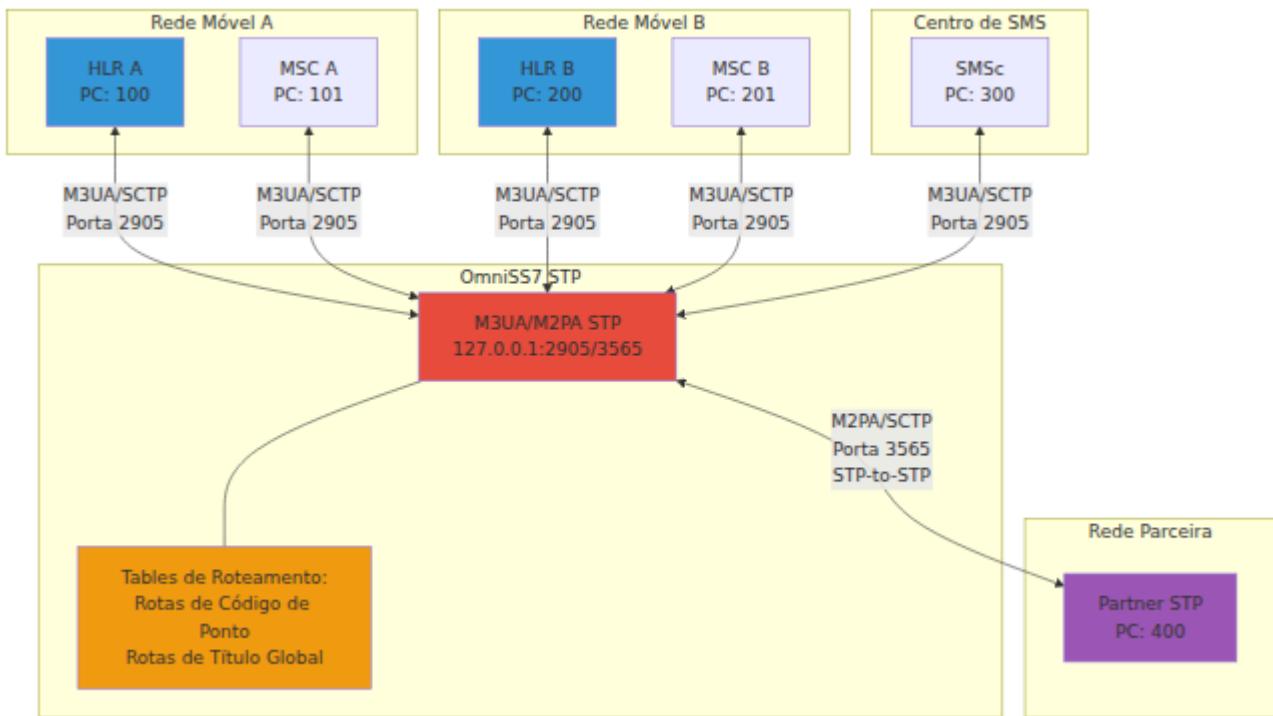
# O que é um Ponto de Transferência de Sinalização (STP)?

Um **Ponto de Transferência de Sinalização (STP)** é um elemento crítico da rede em redes de sinalização SS7 e baseadas em IP que roteia mensagens de sinalização entre os nós da rede.

## Funções do STP

- **Roteamento de Mensagens:** Roteia o tráfego de sinalização SS7 com base no Código de Ponto de Destino (PC) ou Título Global (GT)
- **Tradução de Protocolo:** Conecta redes SS7 tradicionais com redes M3UA/SCTP baseadas em IP
- **Distribuição de Carga:** Distribui o tráfego entre múltiplos destinos usando roteamento baseado em prioridade
- **Gateway de Rede:** Conecta diferentes redes de sinalização e provedores de serviços
- **Ocultação de Topologia:** Pode reescrever endereços para ocultar a topologia interna da rede

# Diagrama de Rede do STP



## Funções de Rede do STP Explicadas

### ASP (Processo do Servidor de Aplicação)

- Função:** Cliente conectando-se a um SGP/STP remoto
- Direção:** Conexão de saída
- Caso de Uso:** Seu STP conecta-se ao STP de uma rede parceira

### SGP (Processo do Gateway de Sinalização)

- Função:** Servidor aceitando conexões de ASPs
- Direção:** Conexão de entrada
- Caso de Uso:** Redes parceiras conectam-se ao seu STP

# AS (Servidor de Aplicação)

- **Definição:** Agrupamento lógico de um ou mais ASPs
  - **Propósito:** Fornece redundância e compartilhamento de carga
  - **Caso de Uso:** Múltiplos ASPs atendendo ao mesmo destino
- 

## Habilitando o Modo STP

OmniSS7 pode operar em diferentes modos. Para usá-lo como um STP, você precisa habilitar o modo STP na configuração.

## Mudando para o Modo STP

O arquivo `config/runtime.exs` do OmniSS7 contém três modos operacionais pré-configurados. Para habilitar o modo STP:

1. **Abra** `config/runtime.exs`
2. **Encontre** as três seções de configuração (linhas 53-174):
  - Configuração 1: Modo STP (linhas 53-85)
  - Configuração 2: Modo HLR (linhas 87-123)
  - Configuração 3: Modo SMSc (linhas 125-174)
3. **Comente** a configuração atualmente ativa (adicone `#` a cada linha)
4. **Descomente** a configuração STP (remova `#` das linhas 53-85)
5. **Personalize** os parâmetros de configuração conforme necessário
6. **Reinicie** a aplicação: `iex -S mix`

## **Configuração do Modo STP**

A configuração completa do STP fica assim:

```
config :omniss7,
  # Flags de modo - Habilitar recursos STP apenas
  map_client_enabled: true,
  hlr_mode_enabled: false,
  smsc_mode_enabled: false,

  # Configuração de Conexão M3UA
  # Conectar como ASP (Processo do Servidor de Aplicação) ao
  STP/SGW remoto
  map_client_m3ua: %{
    mode: "ASP",
    callback: {MapClient, :handle_payload, []},
    process_name: :stp_client_asp,
    # Endpoint local (este sistema)
    local_ip: {10, 179, 4, 10},
    local_port: 2905,
    # Endpoint remoto STP/SGW
    remote_ip: {10, 179, 4, 11},
    remote_port: 2905,
    routing_context: 1
  }
}
```

## Parâmetros de Configuração a Personalizar

Para uma referência completa de todos os parâmetros de configuração, consulte a [Referência de Configuração](#).

Parâmetro	Tipo	Padrão	Descrição	Exemplo
<code>map_client_enabled</code>	Booleano	<code>true</code>	Habilitar cliente MAP e capacidades de roteamento	<code>true</code>
<code>local_ip</code>	Tupla ou Lista	<i>Obrigatório</i>	Endereço(s) IP do seu sistema. Único: <code>{10, 0, 0, 1}</code> ou Lista para multihoming: <code>[{10, 0, 0, 1}, {10, 0, 0, 2}]</code>	<code>{10, 179, 4, 10}</code>
<code>local_port</code>	Inteiro	<code>2905</code>	Porta SCTP local	<code>2905</code>
<code>remote_ip</code>	Tupla ou Lista	<i>Obrigatório</i>	Endereço(s) IP do STP/SGW remoto. Único ou Lista para multihoming	<code>{10, 179, 4, 11}</code>
<code>remote_port</code>	Inteiro	<code>2905</code>	Porta SCTP remota	<code>2905</code>
<code>routing_context</code>	Inteiro	<code>1</code>	ID do contexto de	<code>1</code>

Parâmetro	Tipo	Padrão	Descrição	Exemplo
			roteamento M3UA	
<code>enable_gt_routing</code>	Booleano	<code>false</code>	Habilitar roteamento de Título Global (além do roteamento PC)	<code>true</code>

**Dica:** Use multihoming SCTP fornecendo uma lista de endereços IP para `local_ip` e/ou `remote_ip` para habilitar failover automático. Consulte o [Guia de Multihoming SCTP](#).

## O que Acontece Quando o Modo STP é Habilido

Quando `map_client_enabled: true`, a interface web mostrará:

- ☐ **Eventos SS7** - Registro de eventos
- ☐ **Cliente SS7** - Teste de operação MAP
- ☐ **M3UA** - Status da conexão
- ☐ **Roteamento** - Gerenciamento da tabela de rotas ← *específico do STP*
- ☐ **Teste de Roteamento** - Teste de rotas ← *específico do STP*
- ☐ **Recursos** - Monitoramento do sistema
- ☐ **Configuração** - Visualizador de configuração

As abas **Links HLR** e **Links SMSc** estarão ocultas.

## Notas Importantes

- O protocolo SCTP (protocolo IP 132) deve ser permitido através dos firewalls

- A porta M3UA padrão é 2905 (padrão da indústria)
  - Garantir recursos suficientes do sistema para lidar com o tráfego de roteamento
  - **Persistência de Roteamento:** Todas as rotas configuradas via a Interface Web ou API são armazenadas no **banco de dados Mnesia e sobrevivem a reinicializações**
  - **Mesclagem de Configuração:** Rotas do `runtime.exs` são carregadas na inicialização e mescladas com rotas Mnesia
  - Após mudar de modos, você deve reiniciar a aplicação para que as mudanças tenham efeito
  - **Interface Web:** Consulte o [Guia da Interface Web](#) para gerenciar rotas via a interface web
  - **Acesso à API:** Consulte o [Guia da API](#) para documentação da API REST e acesso à interface Swagger
- 

## Modo STP Autônomo

Além das capacidades de roteamento STP disponíveis quando `map_client_enabled: true`, você pode executar um **servidor STP M3UA autônomo** que escuta por conexões de entrada.

## Habilitando o STP Autônomo

Adicione esta configuração ao `config/runtime.exs`:

```
config :omniss7,
  m3ua_stp: %{
    enabled: true,
    local_ip: {127, 0, 0, 1},      # Endereço IP para escutar
    local_port: 2905,              # Porta para escutar
    point_code: 100                # Código de ponto deste STP
  }
```

# Parâmetros de Configuração do STP

Parâmetro	Tipo	Padrão	Descrição	Exemplo
<code>enabled</code>	Booleano	<code>false</code>	Habilitar servidor STP autônomo	<code>true</code>
<code>local_ip</code>	Tupla	<code>{127, 0, 0, 1}</code>	Endereço IP para escutar por conexões	<code>{0, 0, 0, 0}</code>
<code>local_port</code>	Inteiro	<code>2905</code>	Porta para escutar	<code>2905</code>
<code>point_code</code>	Inteiro	<i>Obrigatório</i>	Código de ponto SS7 deste STP	<code>100</code>

## Quando Usar o STP Autônomo

- Roteamento Puro:** Quando você só precisa de roteamento M3UA sem funcionalidade de cliente MAP
- STP Central:** Para criar um roteador de sinalização central para múltiplos elementos de rede
- Arquitetura Hub:** Conectar múltiplos HLRs, MSCs e SMSCs através de um STP central

**Nota:** Você pode habilitar tanto `map_client_m3ua` quanto `m3ua_stp` simultaneamente se precisar de conexões de saída e funcionalidade STP de entrada.

## Persistência da Tabela de Roteamento (Mnesia)

Todas as tabelas de roteamento (pares, rotas de Código de Ponto e rotas de Título Global) são armazenadas em um **banco de dados Mnesia** para

persistência.

## Como Funciona o Roteamento

- Rotas do runtime.exs:** Rotas definidas em `config/runtime.exs` sob `m3ua_peers`, `m3ua_routes` e `m3ua_gt_routes` são carregadas na inicialização da aplicação
- Rotas da Interface Web:** Rotas adicionadas via a [página de Roteamento da Interface Web](#) são armazenadas no Mnesia
- Mesclagem de Rotas:** Na reinicialização, as rotas do `runtime.exs` são mescladas com as rotas existentes do Mnesia (sem duplicatas)
- Persistência:** Todas as rotas configuradas via Interface Web **sobrevivem a reinicializações da aplicação**

## Tipo de Armazenamento do Mnesia

Controle como as tabelas de roteamento são armazenadas. Para mais detalhes sobre a configuração do banco de dados, consulte [Parâmetros do Banco de Dados na Referência de Configuração](#).

```
config :omniss7,
  mnesia_storage_type: :disc_copies # ou :ram_copies para testes
```

<b>Tipo de Armazenamento</b>	<b>Descrição</b>	<b>Persistência</b>	<b>Caso de Uso</b>
<code>:disc_copies</code>	Armazenamento baseado em disco (padrão)	<b>Sobrevive a reinicializações</b>	Ambientes de produção
<code>:ram_copies</code>	Somente em memória	Perdido na reinicialização	Testes, desenvolvimento

**Padrão:** `:disc_copies`

# Localização do Banco de Dados Mnesia

O Mnesia armazena tabelas de roteamento no diretório Mnesia da aplicação:

- **Localização:** `Mnesia.{node_name}/` (ex: `Mnesia.nonode@nohost/`)
- **Tabelas:** `m3ua_peer`, `m3ua_route`, `m3ua_gt_route`

## Gerenciando Rotas

Você tem três opções para gerenciar rotas:

1. **Runtime.exs** - Configuração estática carregada na inicialização
2. **Interface Web** - Gerenciamento interativo de rotas (veja [Guia da Interface Web](#))
3. **API REST** - Gerenciamento programático de rotas (veja [Guia da API](#))

**Melhor Prática:** Use `runtime.exs` para configuração base e a Interface Web para mudanças dinâmicas de rotas durante a operação.

---

## Configurando Pares M3UA

Pares representam pontos finais de conexão M3UA (outros STPs, HLRs, MSCs, SMSCs). Adicione pares ao `config/runtime.exs`.



# Exemplo de Configuração de Par

```
config :omniss7,
  m3ua_peers: [
    # Conexão de saída para o STP Parceiro (papel: :cliente)
    %{
      peer_id: 1,                                # Identificador único
      name: "Partner_STP_West",                  # Nome descritivo
      role: :client,                            # :client para saída,
:server para entrada
      local_ip: {10, 0, 0, 1},                   # IP local para
vincular
      local_port: 0,                            # 0 = atribuição
dinâmica de porta
      remote_ip: {10, 0, 0, 10},                 # IP do par remoto
      remote_port: 2905,                         # Porta do par remoto
      routing_context: 1,                        # Contexto de
roteamento M3UA
      point_code: 100,                           # Código de ponto
deste par
      network_indicator: :international        # :international ou
:national
    },
    # Conexão para HLR Local (papel: :cliente)
    %{
      peer_id: 2,
      name: "Local_HLR",
      role: :client,
      local_ip: {10, 0, 0, 1},
      local_port: 0,
      remote_ip: {10, 0, 0, 20},
      remote_port: 2905,
      routing_context: 2,
      point_code: 200,
      network_indicator: :international
    },
    # Conexão de entrada do MSC Remoto (papel: :server)
    # Para papel :server, STP aguarda conexão de entrada
    %{
      peer_id: 3,
      name: "Remote_MSC",
```

```
    role: :server,                      # Aceitar conexão de
    entrada
        remote_ip: {10, 0, 0, 30},         # IP de origem esperado
        remote_port: 2905,                 # Porta de origem
    esperada (0 = aceitar de qualquer porta)
        routing_context: 3,
        point_code: 300,
        network_indicator: :international
    },
# Conexão de entrada com porta de origem dinâmica (sem
filtragem de porta)
%{
    peer_id: 4,
    name: "Dynamic_Client",
    role: :server,
    remote_ip: {10, 0, 0, 40},          # IP de origem esperado
    remote_port: 0,                     # 0 = aceitar conexões
de qualquer porta de origem
    routing_context: 4,
    point_code: 400,
    network_indicator: :international
}
]
```



# Parâmetros de Configuração do Par

Parâmetro	Tipo	Obrigatório	Descrição
<code>peer_id</code>	Inteiro	Sim	Identificador numérico único para o par
<code>name</code>	String	Sim	Nome legível por humanos para logs e monitoramento
<code>role</code>	Átomo	Sim	<code>:client</code> (saída) ou <code>:server</code> (entrada)
<code>local_ip</code>	Tupla ou Lista	Sim (cliente)	Endereço(s) IP local(is) para vincular. Único: <code>{10, 0, 0, 1}</code> ou Múltiplos para multihoming SCTP: <code>[{10, 0, 0, 1}, {10, 0, 0, 2}]</code>
<code>local_port</code>	Inteiro	Sim (cliente)	Porta local (0 para dinâmica)
<code>remote_ip</code>	Tupla ou Lista	Sim	Endereço(s) IP do par remoto. Único: <code>{10, 0, 0, 10}</code> ou Múltiplos: <code>[{10, 0, 0, 10}, {10, 0, 0, 11}]</code>
<code>remote_port</code>	Inteiro	Sim	Porta do par remoto (0 para entrada = aceitar de qualquer porta de origem)
<code>routing_context</code>	Inteiro	Sim	Identificador do contexto de roteamento M3UA
<code>point_code</code>	Inteiro	Sim	Código de ponto SS7 deste par

Parâmetro	Tipo	Obrigatório	Descrição
<code>network_indicator</code>	Átomo	Não	<code>:international</code> ou <code>:national</code>

**Multihoming SCTP:** Para redundância de rede, você pode configurar múltiplos endereços IP para `local_ip` e `remote_ip`. Isso habilita failover automático se um caminho de rede falhar. Consulte o [Guia de Multihoming SCTP](#) para exemplos de configuração detalhados e melhores práticas.

## Filtragem de Porta de Origem para Conexões de Entrada

Para **conexões de entrada** (papel: `:server`), o parâmetro `remote_port` controla a filtragem da porta de origem:

- **Porta Específica** (ex: `remote_port: 2905`): Aceitar apenas conexões daquela porta de origem exata
  - Fornece segurança adicional validando a porta de origem
  - Use quando o par remoto usar uma porta de origem fixa
- **Qualquer Porta** (`remote_port: 0`): Aceitar conexões de qualquer porta de origem
  - Útil quando o par remoto usa portas de origem dinâmicas/ephemerais
  - Apenas valida o endereço IP de origem
  - Mais flexível, mas ligeiramente menos seguro

**Exemplo:**

```
# Aceitar apenas de 10.5.198.200:2905 (porta específica)
%{
    peer_id: 1,
    name: "Strict_Peer",
    role: :server,
    remote_ip: {10, 5, 198, 200},
    remote_port: 2905,
    # ... outras configurações
}

# Aceitar de 10.5.198.200 com qualquer porta de origem
%{
    peer_id: 2,
    name: "Flexible_Peer",
    role: :server,
    remote_ip: {10, 5, 198, 200},
    remote_port: 0, # Aceitar de qualquer porta de origem
    # ... outras configurações
}
```

---

## Supporte ao Protocolo M2PA

OmniSS7 suporta os protocolos **M3UA** e **M2PA** para transporte de sinalização SS7.

### O que é M2PA?

**M2PA** (Camada de Adaptação Peer-to-Peer do Usuário MTP2) é um protocolo padronizado pelo IETF (RFC 4165) para transportar mensagens MTP3 SS7 sobre redes IP usando SCTP.

# M3UA vs M2PA: Principais Diferenças

Recurso	M3UA	M2PA
<b>Arquitetura</b>	Cliente/Servidor (ASP/SGW)	Peer-to-Peer
<b>Caso de Uso</b>	Gateway entre SS7 e IP	Links diretos ponto a ponto
<b>Gerenciamento de Estado de Link</b>	Nível de aplicação (ASPUP/ASPAC)	Estilo MTP2 (Alinhamento, Prova, Pronto)
<b>Números de Sequência</b>	Sem sequenciamento inerente	BSN/FSN de 24 bits para entrega ordenada
<b>Implantação Típica</b>	Gateway SS7 para IP, STP	Links de sinalização diretos entre nós
<b>RFC</b>	RFC 4666	RFC 4165

## Orientação sobre Seleção de Protocolo

**Recomendação: Use M3UA por padrão. Use M2PA apenas quando especificamente necessário.**

## Quando Usar M3UA (Recomendado)

M3UA é o protocolo recomendado para a maioria das implantações:

- **Implantações STP:** Implementações padrão de ponto de transferência de sinalização
- **Funções de Gateway:** Conectando redes SS7 com sinalização baseada em IP

- **Conexões de Elementos de Rede:** Conectando HLRs, MSCs, SMSCs e outros elementos de rede ao seu STP
- **Gateway de Sinalização (SGW):** Gateway central aceitando conexões de múltiplos Servidores de Aplicação
- **Topologias Flexíveis:** Arquiteturas cliente/servidor com controle centralizado
- **Redes Multi-fornecedor:** Padrão da indústria amplamente suportado (RFC 4666)

**Use M3UA para conectar elementos de rede (HLR, MSC, SMSC, VLR, etc.) ao seu STP.**

## Quando Usar M2PA (Apenas Casos Especiais)

M2PA deve ser usado apenas em cenários específicos:

- **Links STP-to-STP:** Conexões diretas ponto a ponto entre Pontos de Transferência de Sinalização em uma rede multi-STP
- **Substituição de TDM Legado:** Substituindo links tradicionais SS7 TDM quando o sistema remoto requer especificamente M2PA
- **Compatibilidade MTP2 Requerida:** Ao conectar-se a sistemas legados que exigem gerenciamento de estado de link no estilo MTP2
- **Requisito do Parceiro:** Quando um parceiro ou interconexão requer especificamente o protocolo M2PA

**Importante:** Não use M2PA para conectar elementos de rede (HLR, MSC, SMSC) ao seu STP - use M3UA em vez disso. M2PA é projetado para interconexões STP-to-STP onde ambos os lados operam como nós de roteamento.

## Configurando Pares M2PA

Os pares M2PA são configurados da mesma forma que os pares M3UA, com um parâmetro adicional `protocol`.

### Configuração do Par M2PA

Adicione pares M2PA à sua configuração `m3ua_peers` em `config/runtime.exs` (sim, eles compartilham a mesma seção de configuração apesar de serem protocolos diferentes):

### Parâmetros Chave para M2PA:

Parâmetro	Valor	Descrição
<code>protocol</code>	<code>:m2pa</code>	Especifica o protocolo M2PA (padrão é <code>:m3ua</code> se omitido)
<code>role</code>	<code>:client</code> ou <code>:server</code>	Direção da conexão
<code>local_port</code>	Inteiro	Porta SCTP local (a porta padrão M2PA é <b>3565</b> )
<code>remote_port</code>	Inteiro	Porta SCTP remota (a porta padrão M2PA é <b>3565</b> )
<code>point_code</code>	Inteiro	Seu código de ponto
<code>adjacent_point_code</code>	Inteiro	Código de ponto do par remoto (específico do M2PA)

**Nota:** M2PA usa **porta 3565** como padrão da indústria (diferente da porta 2905 do M3UA).

### Estados de Link M2PA

Os links M2PA progridem através de vários estados durante a inicialização:

1. **Down** - Nenhuma conexão estabelecida
2. **Alinhamento** - Fase de sincronização inicial (~1 segundo)
3. **Prova** - Verificação da qualidade do link (~2 segundos)
4. **Pronto** - Link ativo e pronto para tráfego

A progressão do estado do link garante sinalização confiável antes que o tráfego seja trocado.

## Gerenciando Pares M2PA via Interface Web

A página **Roteamento** na Interface Web fornece suporte total para gerenciar pares M2PA:

1. **Navegue** até a página de Roteamento
2. **Selecione** a aba "Pares"
3. **Clique** em "Adicionar Novo Par"
4. **Escolha** "M2PA (RFC 4165)" no menu suspenso de Protocolo
5. **Preencha** a configuração do par:
  - Nome do Par (identificador descritivo)
  - Protocolo: M2PA
  - Papel: cliente ou servidor
  - Código de Ponto (seu PC)
  - Endereços IP locais/remotos
  - Portas locais/remotas (tipicamente 3565 para M2PA)
  - Indicador de Rede (internacional ou nacional)
6. **Clique** em "Salvar Par"

A tabela de pares exibe o tipo de protocolo com codificação de cores:

- **Azul** - pares M3UA
- **Verde** - pares M2PA

## Comportamento de Roteamento M2PA

Os pares M2PA se integram perfeitamente ao sistema de roteamento do OmniSS7:

- **Rotas de Código de Ponto:** Funcionam de forma idêntica para M2PA e M3UA
- **Rotas de Título Global:** Totalmente suportadas em links M2PA

- **Prioridade de Rota:** Pares M2PA e M3UA podem ser misturados nas mesmas tabelas de roteamento
- **Revezamento de Mensagens:** Mensagens podem chegar em M2PA e ser roteadas para M3UA, e vice-versa

## Métricas M2PA

M2PA fornece métricas abrangentes do Prometheus para monitoramento da saúde do link e tráfego:

### Métricas de Tráfego:

- `m2pa_messages_sent_total` - Total de mensagens MTP3 enviadas por link
- `m2pa_messages_received_total` - Total de mensagens MTP3 recebidas por link
- `m2pa_bytes_sent_total` - Total de bytes enviados sobre M2PA
- `m2pa_bytes_received_total` - Total de bytes recebidos sobre M2PA

Todas as métricas de tráfego são rotuladas por: `link_name`, `point_code`, `adjacent_pc`

### Métricas de Estado do Link:

- `m2pa_link_state_changes_total` - Transições de estado do link (DOWN → ALIGNMENT → PROVING → READY)
  - Rótulos: `link_name`, `from_state`, `to_state`

### Métricas de Erro:

- `m2pa_errors_total` - Total de erros por tipo
  - `decode_error` - Falhas na decodificação de mensagens M2PA
  - `encode_error` - Falhas na codificação de mensagens M2PA
  - `sctp_send_error` - Falhas na transmissão SCTP
  - Rótulos: `link_name`, `error_type`

### Acessando Métricas:

- Endpoint Prometheus: `http://seu-servidor:8080/metrics`

- Métricas se registram automaticamente na inicialização da aplicação

## Melhores Práticas M2PA

1. **Seleção de Porta:** Use a porta 3565 para M2PA (padrão da indústria)
  2. **Monitoramento de Link:** Monitore mudanças de estado do link via métricas
  3. **Regras de Firewall:** Garanta que SCTP (protocolo IP 132) seja permitido
  4. **Códigos de Ponto:** Garanta que os códigos de ponto adjacentes estejam configurados corretamente em ambos os lados
  5. **Indicador de Rede:** Deve corresponder entre os pares (internacional ou nacional)
  6. **Testes:** Use a página de Teste de Roteamento para verificar conectividade após a configuração
- 

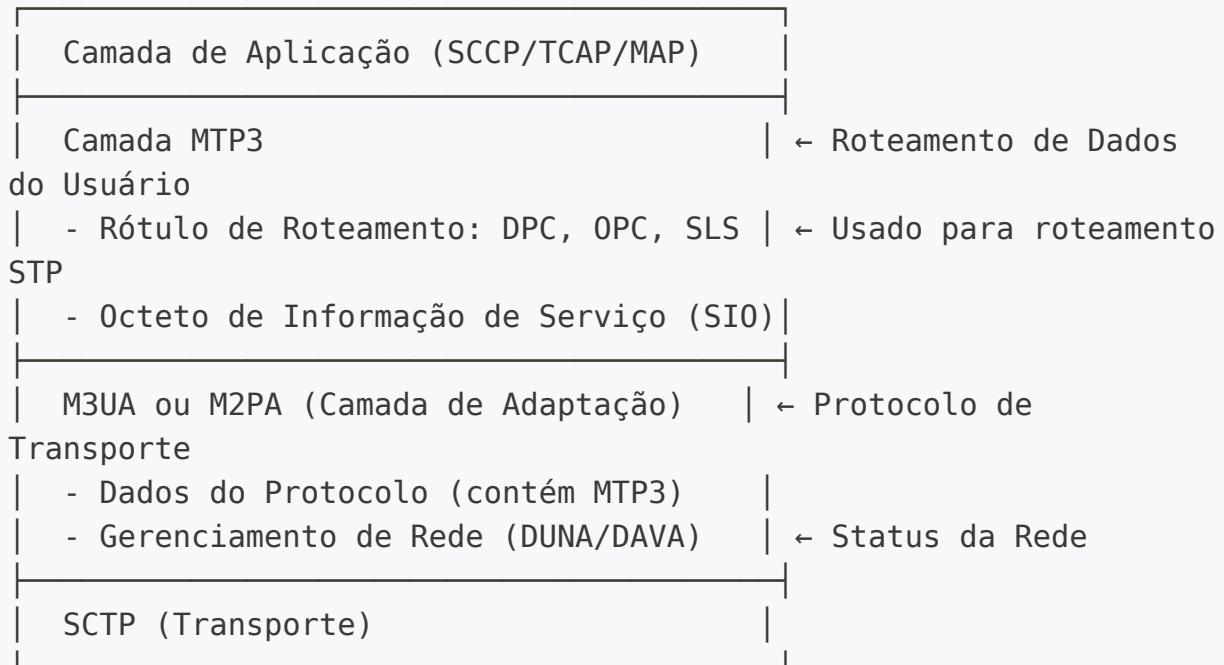
## Configurando o Roteamento do Código de Ponto

O roteamento do Código de Ponto direciona mensagens com base no **Código de Ponto de Destino (DPC)** no cabeçalho MTP3.

## Entendendo os Códigos de Ponto na Pilha de Protocolo SS7

Os códigos de ponto existem em diferentes camadas da pilha de protocolo SS7. Entender essa distinção é importante:

### Camadas da Pilha de Protocolo:



## **Dois Tipos de Códigos de Ponto:**

### **1. Códigos de Ponto da Camada MTP3 (Usados para Roteamento):**

- Localizados no rótulo de roteamento MTP3 (DPC, OPC)
- Presentes no parâmetro de Dados do Protocolo M3UA (tag 528)
- Presentes nas mensagens de Dados do Usuário M2PA
- **O STP usa esses valores DPC para decisões de roteamento**
- Esse determinam onde a mensagem é finalmente entregue

### **2. Códigos de Ponto da Camada M3UA (Usados para Gerenciamento de Rede):**

- Presentes em mensagens de gerenciamento M3UA (DUNA, DAVA, SCON, DUPU)
- Indicam códigos de ponto afetados para status da rede
- Informam os pares quais destinos estão disponíveis/in disponíveis
- Não usados para roteamento de dados do usuário

## **Como Funciona o Roteamento do STP:**

- **Para mensagens M3UA DATA:** O STP extrai a mensagem MTP3 do parâmetro de Dados do Protocolo (tag 528), que contém o rótulo de roteamento MTP3 (DPC, OPC, SLS). O DPC da camada MTP3 é usado para procurar rotas.
- **Para mensagens de Dados do Usuário M2PA:** O STP extrai a mensagem MTP3 do campo de dados do usuário M2PA, e então lê o DPC do rótulo de roteamento MTP3.
- **Mensagens de gerenciamento M3UA:** Mensagens de gerenciamento de rede (DUNA, DAVA, SCON) contêm códigos de ponto afetados na camada M3UA para sinalizar o status da rede entre os pares.

## Rotas Básicas de Código de Ponto

Adicione rotas ao `config/runtime.exs`:

```

config :omniss7,
  m3ua_routes: [
    # Roteie todo o tráfego para o PC 100 para o par 1 (STP
Parceiro)
    %{
      dest_pc: 100,                                # Código de ponto de
destino
      peer_id: 1,                                   # Par para roteamento
      priority: 1,                                 # Prioridade (menor = maior
prioridade)
      network_indicator: :international
      # mask: 14                                    # Opcional: padrão é 14
(correspondência exata)
    },
    # Roteie todo o tráfego para o PC 200 para o par 2 (HLR Local)
    %{
      dest_pc: 200,
      peer_id: 2,
      priority: 1,
      network_indicator: :international
    },
    # Exemplo de balanceamento de carga: PC 300 com rotas primária
e de backup
    %{
      dest_pc: 300,
      peer_id: 3,                                  # Rota primária
      priority: 1,
      network_indicator: :international
    },
    %{
      dest_pc: 300,
      peer_id: 4,                                  # Rota de backup (número de
prioridade mais alto)
      priority: 2,
      network_indicator: :international
    }
  ]

```

**Nota:** O campo `mask` é opcional e padrão para `14` (correspondência exata). Especifique `mask` apenas quando precisar de roteamento baseado em intervalo

(veja a seção sobre Máscaras de Código de Ponto abaixo).

## Lógica de Roteamento

1. O STP recebe uma mensagem M3UA DATA ou uma mensagem de Dados do Usuário M2PA
2. O STP extrai a **mensagem MTP3** do campo de Dados do Protocolo (M3UA) ou do campo de Dados do Usuário (M2PA)
3. O STP lê o **Código de Ponto de Destino (DPC)** do rótulo de roteamento MTP3
4. Procura na tabela de roteamento por DPC correspondente (considerando máscaras)
5. Se várias rotas existirem, seleciona a rota com **máscara mais específica** (valor de máscara mais alto), então **número de prioridade mais baixo**
6. Envolve a mensagem MTP3 em M3UA DATA ou M2PA Dados do Usuário para o par de destino
7. Roteia a mensagem para o par correspondente
8. Se o par selecionado estiver inativo, tenta a próxima rota de prioridade mais alta

## Máscaras de Código de Ponto

Os códigos de ponto são valores de 14 bits (intervalo 0-16383). Por padrão, as rotas correspondem a um único código de ponto exatamente (máscara /14).

No entanto, você pode usar **máscaras de código de ponto** para criar rotas que correspondem a **intervalos** de códigos de ponto.

## Entendendo Máscaras

A máscara especifica quantos **bits mais significativos** devem corresponder entre o PC de destino da rota e o DPC da mensagem de entrada. Os bits restantes podem ser qualquer valor, criando um intervalo de códigos de ponto correspondentes.

## Tabela de Referência de Máscaras:

Máscara	Códigos de Ponto Correspondidos	Caso de Uso
/14	1 PC (correspondência exata)	Destino único (padrão)
/13	2 PCs	Pequeno intervalo
/12	4 PCs	Pequeno intervalo
/11	8 PCs	Pequeno intervalo
/10	16 PCs	Intervalo médio
/9	32 PCs	Intervalo médio
/8	64 PCs	Intervalo médio
/7	128 PCs	Intervalo médio-grande
/6	256 PCs	Grande intervalo
/5	512 PCs	Grande intervalo
/4	1.024 PCs	Muito grande intervalo
/3	2.048 PCs	Muito grande intervalo
/2	4.096 PCs	Extremamente grande intervalo
/1	8.192 PCs	Metade de todos os PCs
/0	16.384 PCs	Todos os PCs (padrão/rota de fallback)

## Exemplos de Máscaras de Código de Ponto

**Nota:** O campo `mask` é **opcional** em todos os exemplos. Se omitido, padrão para `14` (correspondência exata).

### Exemplo 1: Código de Ponto Único (Comportamento Padrão)

```
# Sem campo de máscara (recomendado para PC único)
%{
    dest_pc: 1000,
    peer_id: 1,
    priority: 1,
    network_indicator: :international
}
# A máscara padrão é 14 - Corresponde: Apenas PC 1000

# Máscara explícita (mesmo resultado)
%{
    dest_pc: 1000,
    peer_id: 1,
    priority: 1,
    mask: 14,                                # Correspondência exata
explícita
    network_indicator: :international
}
# Corresponde: Apenas PC 1000
```

### Exemplo 2: Pequeno Intervalo

```
%{
    dest_pc: 1000,
    peer_id: 2,
    priority: 1,
    mask: 12,                                  # Corresponde a 4 PCs
    network_indicator: :international
}
# Corresponde: PC 1000, 1001, 1002, 1003
```

### Exemplo 3: Intervalo Médio

```
%{  
    dest_pc: 1000,  
    peer_id: 3,  
    priority: 1,  
    mask: 8,                      # Corresponde a 64 PCs  
    network_indicator: :international  
}  
# Corresponde: PC 1000-1063 (64 códigos de ponto consecutivos)
```

#### Exemplo 4: Rota de Fallback Padrão

```
%{  
    dest_pc: 0,  
    peer_id: 4,  
    priority: 10,                  # Baixa prioridade  
    (número alto)  
    mask: 0,                      # Corresponde a todos os  
    PCs  
    network_indicator: :international  
}  
# Corresponde: Todos os códigos de ponto (0-16383)  
# Use como uma rota catch-all/default com baixa prioridade
```

#### Combinando Rotas Específicas e Máscaras

Você pode combinar rotas específicas com rotas mascaradas para roteamento flexível:

```

config :omniss7,
m3ua_routes: [
    # Rota específica para PC 1000 (tem prioridade)
    %{
        dest_pc: 1000,
        peer_id: 1,
        priority: 1,
        network_indicator: :international
        # máscara padrão é 14 (correspondência exata)
    },

    # Rota de intervalo para PCs 1000-1063
    %{
        dest_pc: 1000,
        peer_id: 2,
        priority: 1,
        mask: 8,                      # Corresponde a 64 PCs
        network_indicator: :international
    },

    # Rota padrão/fallback para todos os outros PCs
    %{
        dest_pc: 0,
        peer_id: 3,
        priority: 10,                 # Baixa prioridade
        mask: 0,                      # Corresponde a todos os
PCs
        network_indicator: :international
    }
]

```

### **Decisão de Roteamento para DPC 1000:**

1. Corresponde à rota de máscara /14 (PC 1000 exatamente) - **Selecionada** (mais específica)
2. Também corresponde à rota de máscara /8 (intervalo de PCs 1000-1063) - Ignorada (menos específica)
3. Também corresponde à rota de máscara /0 (todos os PCs) - Ignorada (menos específica)

### **Decisão de Roteamento para DPC 1015:**

1. Não corresponde à rota de máscara /14 (apenas PC 1000)
2. Corresponde à rota de máscara /8 (intervalo de PCs 1000-1063) - **Selecionada** (mais específica)
3. Também corresponde à rota de máscara /0 (todos os PCs) - Ignorada (menos específica)

### **Decisão de Roteamento para DPC 5000:**

1. Não corresponde à rota de máscara /14
2. Não corresponde à rota de máscara /8
3. Corresponde à rota de máscara /0 (todos os PCs) - **Selecionada** (única correspondência, rota de fallback)

### **Melhores Práticas**

1. **Omitir mask para Destinações Únicas:** Para correspondências exatas de código de ponto único, omita completamente o campo de máscara (padrão para /14)
  2. **Use /14 Explicitamente Apenas Quando Necessário:** Especifique mask: 14 apenas quando precisar deixá-lo claro na documentação ou ao misturar com rotas de intervalo
  3. **Use Máscaras de Intervalo para Blocos de Rede:** Roteie segmentos inteiros de rede para pares específicos com máscaras de /0 a /13
  4. **Use /0 como Fallback:** Crie uma rota padrão com baixa prioridade para capturar tráfego não correspondido
  5. **O Mais Específico Vence:** O mecanismo de roteamento sempre seleciona a rota correspondente mais específica (valor de máscara mais alto) primeiro
  6. **Prioridade como Critério de Desempate:** Se várias rotas tiverem a mesma máscara, o número de prioridade mais baixo vence
-

# Configurando o Roteamento do Título Global (GT)

O roteamento do Título Global permite **roteamento baseado em conteúdo** usando números de telefone ou valores IMSI em vez de códigos de ponto. Para tradução avançada de endereço do Título Global com base na parte chamadora/chamada, consulte o [Guia de NAT do Título Global](#).

## Pré-requisitos

- Habilitar roteamento GT: `enable_gt_routing: true` em `config/runtime.exs`

# Configuração de Rota GT

```
config :omniss7,
    # Habilitar roteamento GT
    enable_gt_routing: true,

    m3ua_gt_routes: [
        # Roteie todos os números do Reino Unido (prefixo 44) para o
        par 1
        %{
            gt_prefix: "44",                      # Prefixo do Título Global
            a ser correspondido
            peer_id: 1,                          # Par de destino
            priority: 1,                         # Prioridade (menor =
            maior)
            description: "Números do Reino Unido"      # Descrição
            para registro
        },
        # Roteie números dos EUA (prefixo 1) para o par 2
        %{
            gt_prefix: "1",
            peer_id: 2,
            priority: 1,
            description: "Números dos EUA"
        },
        # Rota mais específica: números móveis do Reino Unido
        começando com 447
        %{
            gt_prefix: "447",                      # A correspondência de
            prefixo mais longa vence
            peer_id: 3,
            priority: 1,
            description: "Números móveis do Reino Unido"
        },
        # Roteamento específico de SSN (opcional)
        %{
            gt_prefix: "555",
            source_ssn: 8,                        # Correspondência apenas se
            SSN de origem = 8 (SMSC)
            peer_id: 4,
        }
    ]
}
```

```
    dest_ssn: 6,                      # Reescrever SSN de destino
para 6 (HLR)
    priority: 1,
    description: "Tráfego SMS para prefixo 61"
}
]
```

## Lógica de Roteamento GT

O algoritmo de roteamento GT segue este processo de decisão:

Mensagem SCCP de Entrada

Extrair GT Chamado,  
SSN, TT, NPI, NAI

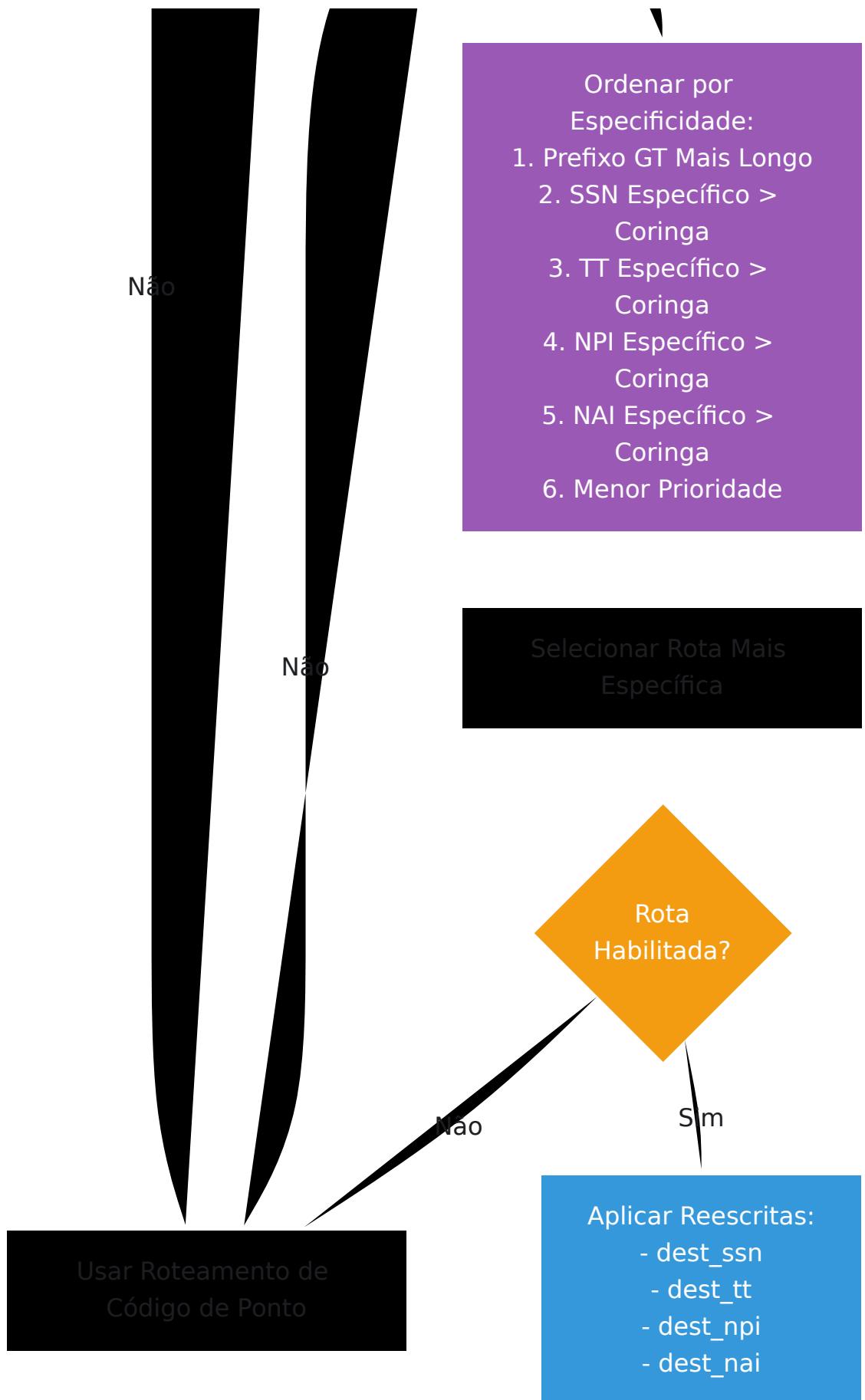
Roteamento GT  
Habilitado?

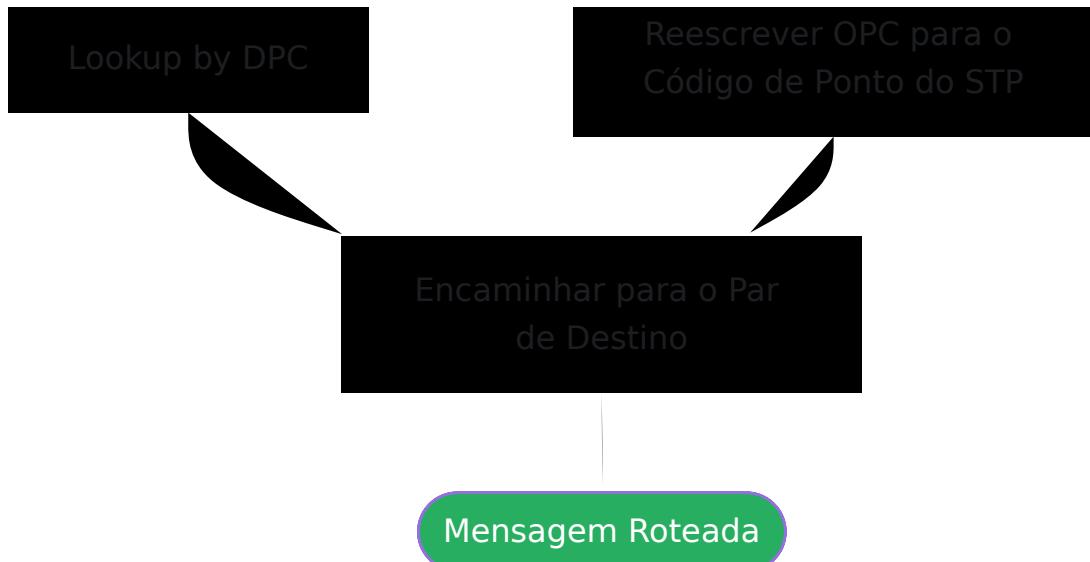
Sim

Encontrar Todas as Rotas Correspondentes  
prefixo GT + SSN + TT  
+ NPI + NAI

Alguma Correspondência?

Sim





### **Passos de Roteamento:**

**1. Correspondência de Prefixo Mais Longo:** O STP encontra todas as rotas GT onde o prefixo corresponde ao início do Título Global

- Exemplo: GT "447712345678" corresponde a "44" e "447", mas "447" vence (correspondência mais longa)

**2. Correspondência de SSN (Opcional):**

- Se `source_ssn` for especificado, a rota só corresponde quando o SSN da Parte Chamadora SCCP iguala aquele valor
- Se `source_ssn` for `nil`, a rota corresponde a qualquer SSN (coringa)

**3. Correspondência de TT/NPI/NAI (Opcional):**

- Se `source_tt`, `source_npi` ou `source_nai` forem especificados, as rotas devem corresponder a esses indicadores
- Valores `nil` atuam como coringas (correspondem a qualquer valor)

**4. Seleção Baseada em Especificidade:**

- Rotas com critérios de correspondência mais específicos vencem sobre coringas
- Ordem de prioridade: Comprimento do Prefixo GT → SSN → TT → NPI → NAI → Número de Prioridade

**5. Reescrita de Indicadores (Opcional):**

- Se `dest_ssn`, `dest_tt`, `dest_npi` ou `dest_nai` forem especificados, o STP reescreve esses indicadores
- Útil para normalização de protocolo e interconexão de rede

## 6. Fallback para Código de Ponto:

- Se nenhuma rota GT corresponder, o STP recorre ao roteamento de Código de Ponto usando o DPC

## Roteamento Avançado de GT: Tipo de Tradução, NPI e NAI

Além da correspondência de prefixo GT e SSN, o STP suporta roteamento e transformação com base em indicadores do Título Global SCCP:

- **Tipo de Tradução (TT)**: Identifica o plano de numeração e tipo de endereço
- **Indicador de Plano de Numeração (NPI)**: Define o plano de numeração (ex: ISDN, Dados, Telex)
- **Indicador de Natureza de Endereço (NAI)**: Especifica o formato do endereço (ex: Internacional, Nacional, Assinante)

## Correspondência (Indicadores de Origem)

As rotas podem corresponder aos indicadores das mensagens de entrada:

- `source_tt`: Correspondência de mensagens com Tipo de Tradução específico
- `source_npi`: Correspondência de mensagens com Indicador de Plano de Numeração específico
- `source_nai`: Correspondência de mensagens com Indicador de Natureza de Endereço específico
- Valor `nil` = coringa (corresponde a qualquer valor)

## **Transformação (Indicadores de Destino)**

As rotas podem reescrever indicadores ao encaminhar:

- `dest_tt`: Transformar Tipo de Tradução para novo valor
- `dest_npi`: Transformar Indicador de Plano de Numeração para novo valor
- `dest_nai`: Transformar Indicador de Natureza de Endereço para novo valor
- Valor `nil` = preservar o valor original (sem transformação)

## **Seleção Baseada em Especificidade**

Quando várias rotas correspondem, a rota mais específica é selecionada usando esta ordem de prioridade:

1. Correspondência de prefixo GT mais longa
2. SSN de origem específico sobre SSN coringa
3. TT de origem específico sobre TT coringa
4. NPI de origem específico sobre NPI coringa
5. NAI de origem específico sobre NAI coringa
6. Número de prioridade mais baixo

## **Exemplos de Configuração**

```

config :omniss7,
  enable_gt_routing: true,

  m3ua_gt_routes: [
    # Exemplo 1: Correspondência e transformação do Tipo de
    Tradução
    %{
      gt_prefix: "44",
      peer_id: 1,
      source_tt: 0,      # Correspondência TT=0 (Desconhecido)
      dest_tt: 3,        # Transformar para TT=3 (Nacional)
      priority: 1,
      description: "Números do Reino Unido: TT 0→3 transformação"
    },

    # Exemplo 2: Correspondência de NPI específico e transformação
    de NAI
    %{
      gt_prefix: "1",
      peer_id: 2,
      source_npi: 1,     # Correspondência NPI=1 (ISDN/Telefônia)
      source_nai: 4,     # Correspondência NAI=4 (Internacional)
      dest_nai: 3,       # Transformar para NAI=3 (Nacional)
      priority: 1,
      description: "Números dos EUA: Internacional→Nacional NAI"
    },

    # Exemplo 3: Roteamento combinado de SSN e indicadores
    %{
      gt_prefix: "33",
      source_ssn: 8,      # Correspondência de tráfego SMSC
      source_tt: 0,        # Correspondência TT=0
      dest_ssn: 6,         # Reescrever SSN para HLR
      dest_tt: 2,          # Transformar para TT=2
      dest_npi: 1,         # Definir NPI=1 (ISDN)
      dest_nai: 4,         # Definir NAI=4 (Internacional)
      peer_id: 3,
      priority: 1,
      description: "SMS Francês: Normalização completa"
    },

    # Exemplo 4: TT coringa, NPI específico
    %{

```

```

        gt_prefix: "49",
        source_tt: nil,      # Correspondência de qualquer TT
(coringa)
        source_npi: 6,       # Correspondência NPI=6 (Dados)
        dest_npi: 1,         # Transformar para NPI=1 (ISDN)
        peer_id: 4,
        priority: 1,
        description: "Normalização da rede de dados alemã"
    }
]

```

## Valores Comuns de TT/NPI/NAI

### Tipo de Tradução (TT):

- 0 = Desconhecido
- 1 = Internacional
- 2 = Nacional
- 3 = Específico da Rede

### Indicador de Plano de Numeração (NPI):

- 0 = Desconhecido
- 1 = ISDN/Telefônia (E.164)
- 3 = Dados (X.121)
- 4 = Telex (F.69)
- 6 = Móvel Terrestre (E.212)

### Indicador de Natureza de Endereço (NAI):

- 0 = Desconhecido
- 1 = Número de Assinante
- 2 = Reservado para Uso Nacional
- 3 = Número Significativo Nacional
- 4 = Número Internacional

## Exemplo de Decisão de Roteamento

Para uma mensagem de entrada com:

- GT: "447712345678"
- SSN: 8
- TT: 0
- NPI: 1
- NAI: 4

Com estas rotas configuradas:

```
# Rota A: TT coringa
%{gt_prefix: "447", peer_id: 1, priority: 1}

# Rota B: TT específico
%{gt_prefix: "447", source_tt: 0, peer_id: 2, priority: 1}

# Rota C: TT específico + NPI
%{gt_prefix: "447", source_tt: 0, source_npi: 1, peer_id: 3,
priority: 1}
```

**Resultado:** A Rota C é selecionada (mais específica: corresponde a GT + TT + NPI)

A mensagem é encaminhada com indicadores transformados de acordo com os valores de `dest_tt`, `dest_npi`, `dest_nai` da Rota C.

## Exemplos de Roteamento GT

GT Chamado	SSN de Origem	TT	NPI	NAI	Rota Correspondente	Ra
447712345678	6	-	-	-	"447" → par 3	Corresp de pref longa
441234567890	6	-	-	-	"44" → par 1	Corresp de pref rota ma específi
12125551234	6	-	-	-	"1" → par 2	Corresp de pref número EUA
555881234567	8	-	-	-	"555" (SSN 8) → par 4	Corresp de GT + reescrita para 6
555881234567	6	-	-	-	"555" (SSN coringa) → par X	Corresp de GT, s reescrit
441234567890	6	0	1	4	"44" (TT=0) → par 1	Corresp de GT + transform para 3
12125551234	8	0	1	4	"1" (TT=0, NPI=1, NAI=4)	Mais esq corresp GT+TT+

## **Casos de Uso Práticos para Roteamento TT/NPI/NAI**

### **1. Normalização de Interconexão de Rede**

- Redes diferentes podem usar convenções de indicador diferentes
- Transforme indicadores no ponto de interconexão para garantir compatibilidade
- Exemplo: A rede parceira usa TT=0 para internacional, sua rede usa TT=1

### **2. Conversão de Protocolo**

- Converta entre planos de numeração ao rotear entre diferentes tipos de rede
- Exemplo: Roteie de rede móvel (NPI=6) para PSTN (NPI=1)

### **3. Padronização de Formato de Endereço**

- Normalize todo o tráfego de entrada para usar valores NAI consistentes
- Exemplo: Converta todo o formato internacional (NAI=4) para formato nacional (NAI=3) para roteamento doméstico

### **4. Roteamento Específico de Provedor**

- Roteie com base no tipo de tradução para diferentes provedores de serviço
- Exemplo: TT=0 roteia para o Provedor A, TT=2 roteia para o Provedor B

### **5. Integração de Sistemas Legados**

- Sistemas modernos podem usar valores de indicador diferentes dos sistemas legados
  - Transforme no STP para manter compatibilidade retroativa
-

# Recursos de Gerenciamento de Rota

## Desabilitando Rotas

As rotas podem ser temporariamente desabilitadas sem serem excluídas. Isso é útil para testes, manutenção ou gerenciamento de tráfego.

### Flag Habilitada

Tanto rotas de Código de Ponto quanto de Título Global suportam uma flag `enabled` opcional:

```

config :omniss7,
  m3ua_routes: [
    # Rota ativa
    %{
      dest_pc: 100,
      peer_id: 1,
      priority: 1,
      network_indicator: :international,
      enabled: true # Rota está ativa (padrão se omitido)
    },
    # Rota desabilitada (não avaliada durante o roteamento)
    %{
      dest_pc: 200,
      peer_id: 2,
      priority: 1,
      network_indicator: :international,
      enabled: false # Rota está desabilitada
    }
  ],
  m3ua_gt_routes: [
    # Rota GT desabilitada
    %{
      gt_prefix: "44",
      peer_id: 1,
      priority: 1,
      description: "Números do Reino Unido - temporariamente
desabilitada",
      enabled: false
    }
  ]

```

### **Comportamento Padrão:**

- Se `enabled` não for especificado, as rotas padrão são `enabled: true`
- Rotas desabilitadas são completamente ignoradas durante a pesquisa de rotas
- Use a Interface Web para alternar rotas on/off sem editar a configuração

### **Casos de Uso:**

- Testando mudanças no fluxo de tráfego
  - Janelas de manutenção temporárias
  - Testes A/B de diferentes caminhos de roteamento
  - Implantação gradual de novas rotas
- 

## **Rotas DROP - Prevenindo Loops de Roteamento**

Rotas DROP (com `peer_id: 0`) descartam silenciosamente o tráfego em vez de encaminhá-lo. Isso previne loops de roteamento e permite filtragem avançada de tráfego.

### **Configurando Rotas DROP**

```
config :omniss7,
  m3ua_routes: [
    # Rota DROP para código de ponto específico
    %{
      dest_pc: 999,
      peer_id: 0,          # peer_id=0 significa DROP
      priority: 1,
      network_indicator: :international
    }
  ],
  m3ua_gt_routes: [
    # Rota DROP para prefixo GT
    %{
      gt_prefix: "999",
      peer_id: 0,          # peer_id=0 significa DROP
      priority: 99,
      description: "Bloquear intervalo de teste"
    }
  ]
}
```

### **Como Funcionam as Rotas DROP**

Quando uma mensagem corresponde a uma rota DROP:

1. O mecanismo de roteamento identifica `peer_id: 0`
2. A mensagem é **silenciosamente descartada** (não encaminhada)
3. Um **log de INFO** é gerado: `"DROP route matched for DPC 999"` ou `"DROP route matched for GT 999"`
4. A pesquisa de roteamento retorna `{:error, :dropped}`

**Importante:** O tráfego descartado é registrado no nível INFO para monitoramento e solução de problemas.

### Caso de Uso Comum: Whitelisting de Prefixo

Um dos usos mais poderosos das rotas DROP é **whitelisting de prefixo** - permitindo apenas números específicos dentro de um grande intervalo enquanto bloqueia todos os outros.

#### O Padrão:

1. Crie uma rota DROP para todo o prefixo com **número de prioridade alto** (ex: 99)
2. Crie rotas de permissão específicas para números individuais com **números de prioridade baixos** (ex: 1)
3. Como números de prioridade mais baixos são avaliados primeiro, rotas permitidas correspondem antes da rota DROP
4. Qualquer número que não seja explicitamente permitido é capturado pela rota DROP

#### Exemplo de Cenário:

Você tem um prefixo GT `1234` que representa um intervalo de 10.000 números (1234000000 - 1234999999), mas você só deseja roteirizar 3 números específicos: `1234567890`, `1234555000` e `1234111222`.

```

config :omniss7,
m3ua_gt_routes: [
    # Rota DROP com PRIORIDADE ALTA (avaliada por último)
    %{
        gt_prefix: "1234",
        peer_id: 0,                      # DROP
        priority: 99,                   # Número alto = baixa prioridade =
avaliada por último
        description: "Bloquear todos 1234* exceto números na lista"
    },

    # Rotas de permissão específicas com NÚMEROS BAIXOS (avaliadas
primeiro)
    %{
        gt_prefix: "1234567890",
        peer_id: 1,                      # Roteie para o par 1
        priority: 1,                   # Número baixo = alta prioridade =
avaliada primeiro
        description: "Número permitido 1"
    },
    %{
        gt_prefix: "1234555000",
        peer_id: 1,
        priority: 1,
        description: "Número permitido 2"
    },
    %{
        gt_prefix: "1234111222",
        peer_id: 1,
        priority: 1,
        description: "Número permitido 3"
    }
]

```

### **Comportamento de Roteamento:**

<b>GT de Entrada</b>	<b>Rotas Correspondentes</b>	<b>Rota Selecionada</b>	<b>Ação</b>
1234567890	<input type="checkbox"/> "1234567890" (prioridade 1) <input type="checkbox"/> "1234" DROP (prioridade 99)	"1234567890" (mais específica, maior prioridade)	<b>Roteado para o par 1</b>
1234555000	<input type="checkbox"/> "1234555000" (prioridade 1) <input type="checkbox"/> "1234" DROP (prioridade 99)	"1234555000" (mais específica, maior prioridade)	<b>Roteado para o par 1</b>
1234111222	<input type="checkbox"/> "1234111222" (prioridade 1) <input type="checkbox"/> "1234" DROP (prioridade 99)	"1234111222" (mais específica, maior prioridade)	<b>Roteado para o par 1</b>
1234999999	<input type="checkbox"/> "1234" DROP (prioridade 99)	"1234" DROP (única correspondência)	<b>Descartado + registrado</b>
1234000000	<input type="checkbox"/> "1234" DROP (prioridade 99)	"1234" DROP (única correspondência)	<b>Descartado + registrado</b>

### Resultado:

- Apenas 3 números específicos são roteados para o par 1
- Todos os outros números `1234*` são silenciosamente descartados
- Todo o tráfego descartado é registrado para monitoramento

### Logs Gerados:

```
[INFO] DROP route matched for GT 1234999999
[INFO] DROP route matched for GT 1234000000
```

### Rotas DROP para Códigos de Ponto

O mesmo padrão de whitelist funciona para roteamento de Código de Ponto:

```
config :omniss7,
  m3ua_routes: [
    # DROP todo o intervalo /8 (64 códigos de ponto: 1000-1063)
    %{
      dest_pc: 1000,
      peer_id: 0,
      priority: 99,
      mask: 8,
      network_indicator: :international
    },
    # Permitir PCs específicos
    %{dest_pc: 1010, peer_id: 1, priority: 1, network_indicator:
:international},
    %{dest_pc: 1020, peer_id: 1, priority: 1, network_indicator:
:international},
    %{dest_pc: 1030, peer_id: 1, priority: 1, network_indicator:
:international}
  ]
```

**Resultado:** Apenas os PCs 1010, 1020 e 1030 são roteados. Todos os outros PCs no intervalo de 1000-1063 são descartados.

## Monitorando Rotas DROP

### Verifique os Logs:

```
# Monitore tráfego descartado
tail -f logs/app.log | grep "DROP route matched"

# Saída esperada:
[INFO] DROP route matched for GT 1234999999
[INFO] DROP route matched for DPC 1050
```

### Via Interface Web:

- Navegue até a aba **Logs do Sistema**
- Filtre por nível **INFO**

- Pesquise por "DROP route matched"

### Melhores Práticas:

1. ▲ Monitore os logs regularmente para garantir que as rotas DROP não estejam bloqueando tráfego legítimo
  2. □ Use campos de `description` descritivos para documentar por que as rotas são descartadas
  3. □ Use números de prioridade altos (90-99) para rotas DROP para garantir que sejam rotas catch-all
  4. □ Teste o comportamento da rota DROP antes de implantar em produção
  5. □ Configure alertas para aumentos inesperados no tráfego descartado
- 

## Roteamento Avançado: Roteamento Baseado em SSN e Reescrita

### Números de Subsistema (SSN)

Os Números de Subsistema identificam a camada de aplicação:

- **SSN 6:** HLR (Registro de Localização do Usuário)
- **SSN 7:** VLR (Registro de Localização do Visitante)
- **SSN 8:** MSC (Centro de Comutação Móvel) / SMSC (Centro de SMS)
- **SSN 9:** GMLC (Centro de Localização Móvel Gateway)

### Exemplo de Roteamento Baseado em SSN

Roteie o tráfego de SMS para diferentes HLRs com base no prefixo do número:

```

m3ua_gt_routes: [
    # Roteie SMS para números do Reino Unido para HLR do Reino
    # Unido, reescreva SSN de 8 (SMSC) para 6 (HLR)
    %{
        gt_prefix: "44",
        source_ssn: 8,                      # Correspondência de SSN de
        entrada 8 (SMSC)
        peer_id: 1,
        dest_ssn: 6,                      # Reescrever para SSN 6
        (HLR)
        priority: 1,
        description: "SMS do Reino Unido para HLR"
    },
    # Roteie tráfego de voz para números do Reino Unido (SSN 6) sem
    # reescrita
    %{
        gt_prefix: "44",
        source_ssn: 6,                      # Correspondência de SSN de
        entrada 6 (HLR)
        peer_id: 1,
        dest_ssn: nil,                     # Sem reescrita de SSN
        priority: 1,
        description: "Tráfego de voz do Reino Unido"
    }
]

```

## **Testando a Configuração de Roteamento do STP**

Após configurar pares e rotas, verifique sua configuração:

### **1. Verifique o Status do Par**

**Via Interface Web:**

- Navegue até <http://localhost>

- Verifique a página de Status M3UA
- Confirme que os pares mostram **Status: ATIVO**

#### Via Console IEx:

```
# Obter todos os status dos pares
M3UA.STP.get_peers_status()

# Saída esperada:
# [
#   %{peer_id: 1, name: "Partner_STP_West", status: :active,
#   point_code: 100, ...},
#   %{peer_id: 2, name: "Local_HLR", status: :active, point_code:
#   200, ...}
# ]
```

## 2. Teste o Roteamento de Código de Ponto

```
# Enviar mensagem M3UA de teste para DPC 100
test_payload = <<1, 2, 3, 4>> # Payload fictício
M3UA.STP.route_by_pc(100, test_payload, 0)

# Verifique os logs para a decisão de roteamento
# Log esperado: "Roteando mensagem: OPC=... -> DPC=100 via par 1"
```

### **3. Teste o Roteamento de Título Global**

```
# Procure rota GT manualmente  
M3UARouting.lookup_peer_by_gt("447712345678")  
  
# Saída esperada:  
# {:ok,
```

# Guia da Interface Web

[← Voltar para a Documentação Principal](#)

Este guia fornece documentação abrangente para o uso da **Interface Web** do OmniSS7 (interface Phoenix LiveView).

## Índice

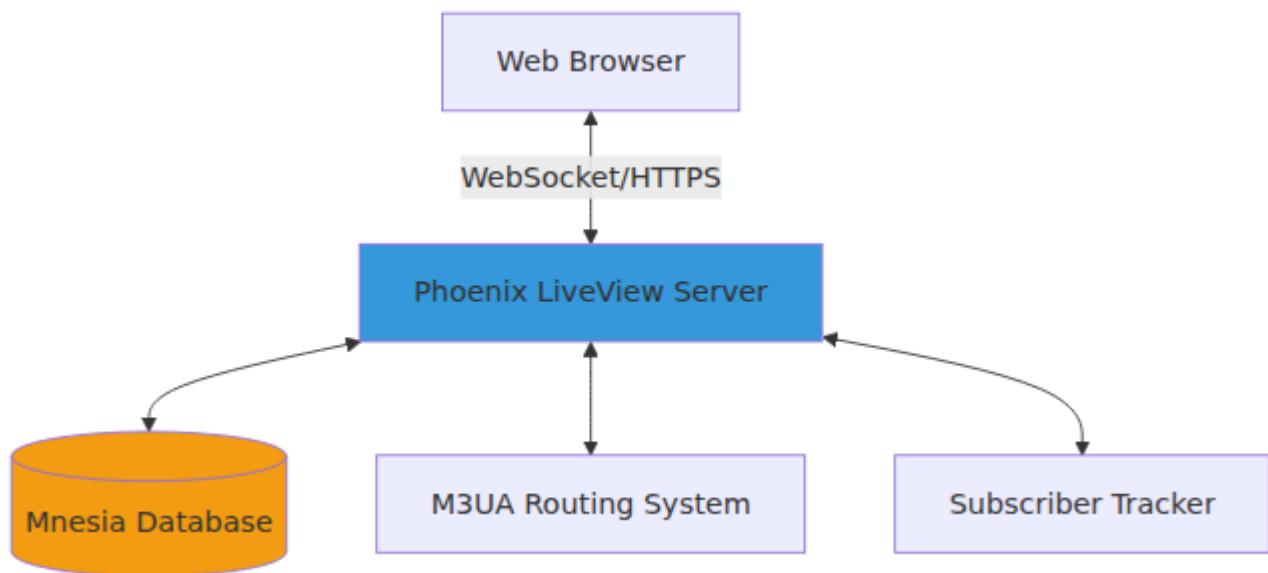
1. Visão Geral
2. Acessando a Interface Web
3. Página de Gerenciamento de Roteamento
4. Página de Assinantes Ativos
5. Operações Comuns
6. Comportamento de Atualização Automática

---

## Visão Geral

A Interface Web do OmniSS7 é um aplicativo **Phoenix LiveView** que fornece capacidades de monitoramento e gerenciamento em tempo real. As páginas disponíveis dependem do modo operacional ativo (STP, HLR ou SMSc).

# Arquitetura da Interface Web



## Configuração do Servidor

- **Protocolo:** HTTPS
- **Porta:** 443 (configurada em `config/runtime.exs`)
- **IP Padrão:** 0.0.0.0 (escuta em todas as interfaces)
- **Certificados:** Localizados em `priv/cert/`

**URL de Acesso:** `https://[server-ip]:443`

---

## Acessando a Interface Web

### Pré-requisitos

1. **Certificados SSL:** Certifique-se de que certificados SSL válidos estão presentes em `priv/cert/`:
  - `omnitouch.crt` - Arquivo de certificado
  - `omnitouch.pem` - Arquivo de chave privada
2. **Aplicação em Execução:** Inicie a aplicação com `iex -S mix`

3. **Firewall:** Certifique-se de que a porta 443 está aberta para tráfego HTTPS

# Páginas Disponíveis por Modo

Página	Modo STP	Modo HLR	Modo SMSc	Descrição
<b>Eventos SS7</b>	☒	☒	☒	Registro de eventos e captura de mensagens SCCP
<b>Cliente SS7</b>	☒	☒	☒	Teste manual de operações MAP
<b>M3UA</b>	☒	☒	☒	Status da conexão M3UA
<b>Roteamento</b>	☒	☒	☒	Gerenciamento da tabela de roteamento M3UA
<b>Teste de Roteamento</b>	☒	☒	☒	Teste e validação de rotas
<b>Links HLR</b>	☒	☒	☒	Status da API HLR e gerenciamento de assinantes
<b>Assinantes Ativos</b>	☒	☒	☒	Rastreamento em tempo real da localização de assinantes (HLR)
<b>Links SMSc</b>	☒	☒	☒	Status da API SMSc e gerenciamento de filas
<b>Assinantes SMSc</b>	☒	☒	☒	Rastreamento em tempo real de assinantes (SMSc)
<b>Aplicação</b>	☒	☒	☒	Recursos do sistema e monitoramento

Página	Modo STP	Modo HLR	Modo SMSc	Descrição
<b>Configuração</b>	□	□	□	Visualizador de configuração

---

# Gerenciamento de Roteamento

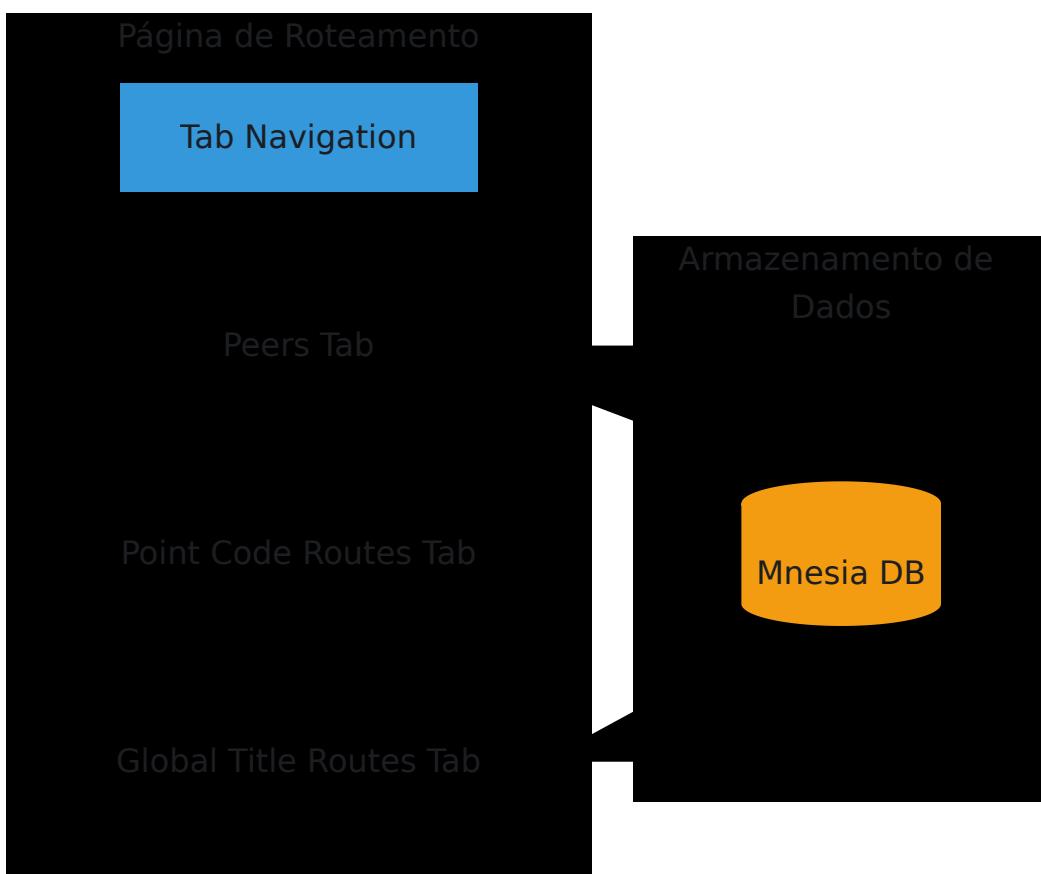
**Página:** /routing

**Modos:** STP, SMSc

**Atualização Automática:** A cada 5 segundos

A página de Gerenciamento de Roteamento fornece uma interface em abas para gerenciar tabelas de roteamento M3UA.

## Layout da Página



# Aba de Peers

Gerencie conexões de peers M3UA (outros STPs, HLRs, MSCs, SMSCs).

## Colunas da Tabela de Peers

Coluna	Descrição	Exemplo
<b>ID</b>	Identificador único do peer	1
<b>Nome</b>	Nome legível do peer	"STP_West"
<b>Função</b>	Função da conexão	client, server, stp
<b>Point Code</b>	Código de ponto SS7 do peer	100
<b>Remoto</b>	IP:Porta remota	10.0.0.10:2905
<b>Status</b>	Status da conexão	active, aspup, down
<b>Ações</b>	Botões Editar/Excluir	-

## Adicionando um Peer

1. **Clique** na aba Peers

2. **Preencha** os campos do formulário:

- **Peer ID**: Gerado automaticamente se deixado em branco
- **Peer Name**: Nome descritivo (obrigatório)
- **Role**: Selecione client, server ou stp
- **Point Code**: Código de ponto SS7 (obrigatório)
- **Local IP**: Endereço IP do seu sistema
- **Local Port**: 0 para atribuição dinâmica de porta
- **Remote IP**: Endereço IP do peer
- **Remote Port**: Porta do peer (tipicamente 2905)
- **Routing Context**: ID do contexto de roteamento M3UA
- **Network Indicator**: international ou national

### 3. Clique em "Add Peer"

**Persistência:** O peer é imediatamente salvo no Mnesia e sobrevive a reinicializações.

## Editando um Peer

1. Clique no botão "Edit" na linha do peer
2. Modifique os campos do formulário conforme necessário
3. Clique em "Update Peer"

**Nota:** Se você mudar o Peer ID, o peer antigo será excluído e um novo será criado.

## Excluindo um Peer

1. Clique no botão "Delete" na linha do peer
2. Confirme a exclusão (todas as rotas que usam este peer também serão removidas)

## Indicadores de Status do Peer

Status	Cor	Descrição
active	<span style="color: green;">■</span> Verde	Peer está conectado e roteando mensagens
asup	<span style="color: yellow;">■</span> Amarelo	ASP está ativo, mas ainda não está em operação
down	<span style="color: red;">■</span> Vermelho	Peer está desconectado

## Aba de Rotas de Código de Ponto

Configure regras de roteamento com base nos Códigos de Ponto de Destino.

### Colunas da Tabela de Rotas

Coluna	Descrição	Exemplo
<b>Destino PC</b>	Código de ponto alvo (formato zone.area.id)	1.2.3 (100)
<b>Máscara</b>	Máscara de sub-rede para correspondência de PC	/14 (exato), /8 (intervalo)
<b>Peer ID</b>	Peer alvo para esta rota	1
<b>Peer Name</b>	Nome do peer alvo	"STP_West"
<b>Prioridade</b>	Prioridade da rota (1 = mais alta)	1
<b>Rede</b>	Indicador de rede	international
<b>Ações</b>	Botões Editar/Excluir	-

## Adicionando uma Rota de Código de Ponto

- Clique** na aba "Point Code Routes"
- Preencha** os campos do formulário:
  - Destino Point Code:** Insira como zone.area.id (ex: 1.2.3) ou inteiro (0-16383)
  - Máscara:** Selecione máscara /14 para correspondência exata, valores mais baixos para intervalos
  - Peer ID:** Selecione o peer alvo no dropdown
  - Prioridade:** Insira a prioridade (1 = mais alta, padrão)
  - Network Indicator:** Selecione international ou national
- Clique** em "Add Route"

**Formato do Código de Ponto:** Você pode inserir códigos de ponto em dois formatos:

- Formato 3-8-3:** zone.area.id (ex: 1.2.3)
- Formato Inteiro:** 0-16383 (ex: 1100)

O sistema converte automaticamente entre os formatos.

## Entendendo Máscaras

Os códigos de ponto são valores de 14 bits (0-16383). A máscara especifica quantos bits mais significativos devem corresponder:

Máscara	PCs Correspondidos	Caso de Uso
/14	1 (correspondência exata)	Roteamento para destino específico
/13	2 PCs	Pequeno intervalo
/8	64 PCs	Intervalo médio
/0	Todos os 16.384 PCs	<b>Rota padrão/catch-all</b>

### Exemplos:

- PC 1000 /14 → Corresponde apenas ao PC 1000
- PC 1000 /8 → Corresponde ao PC 1000-1063 (64 PCs consecutivos)
- PC 0 /0 → Corresponde a todos os códigos de ponto (rota padrão)

## Cartão de Referência de Máscara de Código de Ponto

A página da web inclui uma referência interativa mostrando todos os valores de máscara e seus intervalos.

---

## Aba de Rotas de Título Global

Configure regras de roteamento com base nos endereços de Título Global SCCP.

**Requisito:** O roteamento de Título Global deve estar habilitado na configuração:

```
config :omniss7,
enable_gt_routing: true
```

## Colunas da Tabela de Rotas

Coluna	Descrição	Exemplo
<b>GT Prefix</b>	Prefixo GT da parte chamada (vazio = fallback)	"1234", ""
<b>Source SSN</b>	Correspondência no SSN da parte chamada (opcional)	6 (HLR), any
<b>Peer ID</b>	Peer alvo	1
<b>Peer</b>	Nome do peer	"HLR_West (1)"
<b>Dest SSN</b>	Reescrever SSN ao encaminhar (opcional)	6, preserve
<b>Prioridade</b>	Prioridade da rota	1
<b>Descrição</b>	Descrição da rota	"Números dos EUA"
<b>Ações</b>	Botões Editar/Excluir	-

## Adicionando uma Rota de Título Global

- Clique** na aba "Global Title Routes"
- Preencha** os campos do formulário:
  - GT Prefix**: Deixe vazio para rota de fallback, ou insira dígitos (ex: "1234")
  - Source SSN**: Opcional - filtrar pelo SSN da parte chamada
  - Peer ID**: Selecione o peer alvo
  - Dest SSN**: Opcional - reescrever SSN ao encaminhar

- **Prioridade:** Prioridade da rota (1 = mais alta)
- **Descrição:** Descrição legível

### 3. Clique em "Add Route"

**Rotas de Fallback:** Se o GT Prefix estiver vazio, a rota atua como um catch-all para GTs que não correspondem a nenhuma outra rota.

## Valores Comuns de SSN

A página inclui um cartão de referência com valores comuns de SSN:

SSN	Elemento de Rede
6	HLR (Home Location Register)
7	VLR (Visitor Location Register)
8	MSC (Mobile Switching Center)
9	EIR (Equipment Identity Register)
10	AUC (Authentication Center)
142	RANAP
145	gsmSCF (Service Control Function)
146	SGSN

## Reescrita de SSN

- **Source SSN:** Correspondência no SSN da Parte Chamadora em mensagens recebidas
- **Dest SSN:** Se definido, reescreve o SSN da Parte Chamadora ao encaminhar
  - Vazio = preservar SSN original
  - Valor = substituir por este SSN

**Caso de Uso:** Roteie mensagens com SSN=6 (HLR) para um peer e reescreva para SSN=7 (VLR) no lado de saída.

---

## Persistência da Tabela de Roteamento

**Todas as rotas são armazenadas no Mnesia e sobrevivem a reinicializações da aplicação.**

### Como as Rotas Persistem

- 1. Mudanças na Interface Web:** Todas as operações de adicionar/editar/excluir são imediatamente salvas no Mnesia
- 2. Reinicialização da Aplicação:** As rotas são carregadas do Mnesia na inicialização
- 3. Mesclagem de runtime.exs:** Rotas estáticas de `config/runtime.exs` são mescladas com as rotas do Mnesia (sem duplicatas)

### Prioridade da Rota

Quando várias rotas correspondem a um destino:

- 1. Mais Específico Primeiro:** Valores de máscara mais altos (mais específicos) têm precedência
  - 2. Campo de Prioridade:** Números de prioridade mais baixos roteiam primeiro (1 = maior prioridade)
  - 3. Status do Peer:** Apenas rotas para peers `active` são usadas
- 

## Assinantes Ativos

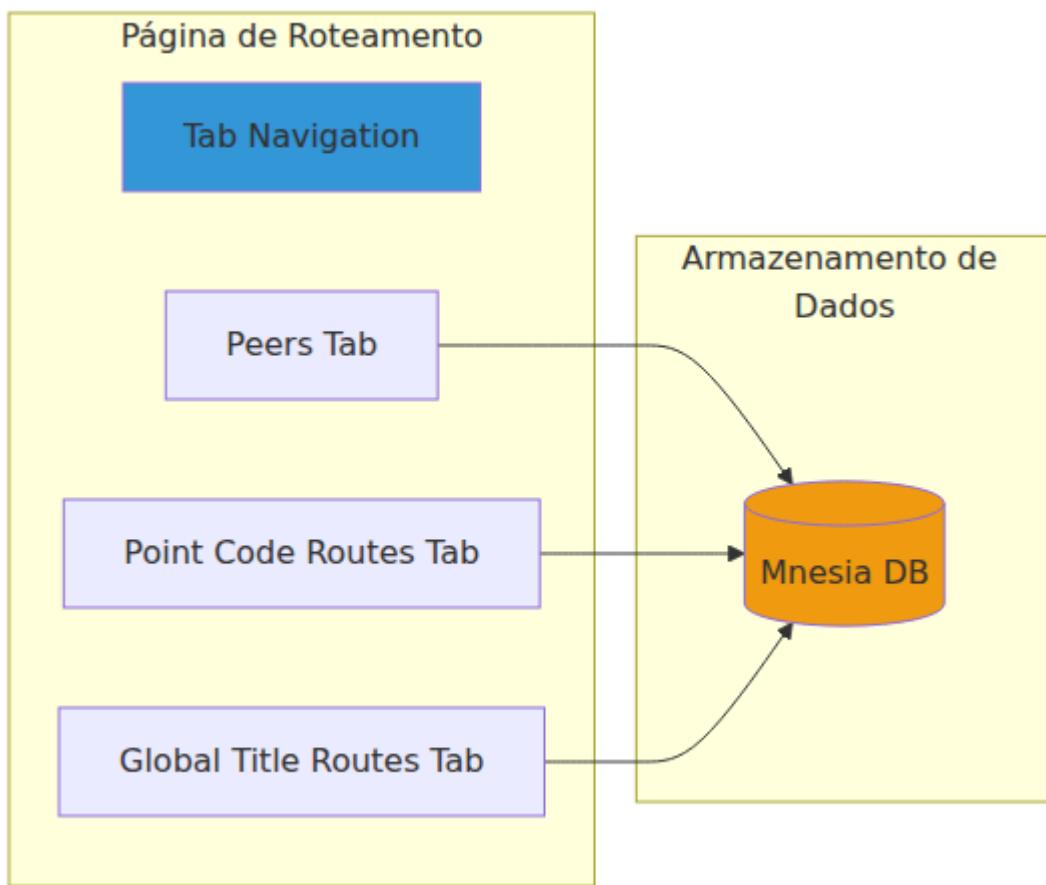
**Página:** `/subscribers`

**Modo:** Apenas HLR

**Atualização Automática:** A cada 2 segundos

Exibe rastreamento em tempo real de assinantes que enviaram solicitações de `UpdateLocation`.

# Recursos da Página



## Colunas da Tabela de Assinantes

Coluna	Descrição	Exemplo
<b>IMSI</b>	IMSI do assinante	"50557123456789"
<b>Número VLR</b>	Endereço GT VLR atual	"555123155"
<b>Número MSC</b>	Endereço GT MSC atual	"555123155"
<b>Atualizado Em</b>	Último timestamp de UpdateLocation	"2025-10-25 14:23:45 UTC"
<b>Duração</b>	Tempo desde o registro	"2h 15m 34s"

# Resumo de Estatísticas

Quando assinantes estão presentes, um cartão de resumo exibe:

- **Total Ativo:** Número total de assinantes registrados
- **VLRs Únicos:** Número de endereços VLR distintos
- **MSCs Únicos:** Número de endereços MSC distintos

## Limpando Assinantes

**Botão Limpar Tudo:** Remove todos os assinantes ativos do rastreador.

**Confirmação:** Requer confirmação antes de limpar (não pode ser desfeito).

**Caso de Uso:** Limpar registros de assinantes obsoletos após manutenção ou teste de rede.

## Atualização Automática

A página atualiza automaticamente a cada **2 segundos** para mostrar atualizações em tempo real dos assinantes.

---

## Assinantes SMSc

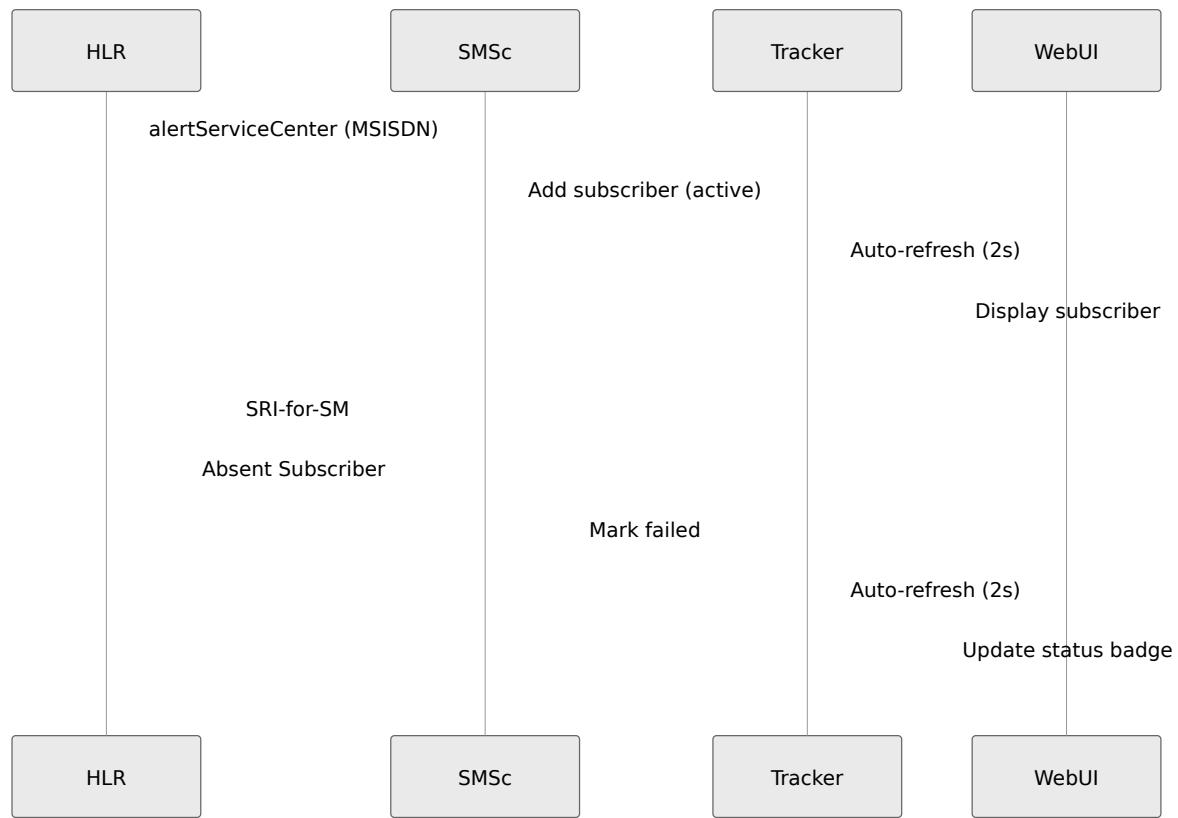
**Página:** `/smsc_subscribers`

**Modo:** Apenas SMSc

**Atualização Automática:** A cada 2 segundos

Exibe rastreamento em tempo real de assinantes com base nas mensagens alertServiceCenter recebidas dos HLRs, status de entrega de mensagens e rastreamento de falhas.

# Recursos da Página



# Colunas da Tabela de Assinantes

Coluna	Descrição	Exemplo
<b>MSISDN</b>	Número de telefone do assinante	"15551234567"
<b>IMSI</b>	IMSI do assinante	"001010123456789"
<b>HLR GT</b>	HLR GT que enviou alertServiceCenter	"15551111111"
<b>Msgs Enviadas</b>	Contagem de mensagens MT-FSM enviadas	5
<b>Msgs Recebidas</b>	Contagem de mensagens MO-FSM recebidas	2
<b>Status</b>	Active ou Failed (codificado por cor)	● Active
<b>Última Atualização</b>	Timestamp da última atualização	"2025-10-30 14:23:45 UTC"
<b>Duração</b>	Tempo desde a última atualização	"15m 34s"

## Indicadores de Status

- **Active** (Verde): Assinante está acessível, último alertServiceCenter recebido com sucesso
- **Failed** (Vermelho): Última tentativa de entrega falhou (erro SRI-for-SM ou assinante ausente)

# Resumo de Estatísticas

Quando assinantes estão presentes, um cartão de resumo exibe:

- **Total Rastreado:** Número total de assinantes rastreados
- **Ativos:** Número de assinantes com status ativo
- **Falhados:** Número de assinantes com status falhado
- **HLRs Únicos:** Número de HLRs distintos enviando alertas

## Gerenciando Assinantes

**Botão Remover:** Remove assinante individual do rastreamento.

**Botão Limpar Tudo:** Remove todos os assinantes rastreados.

**Confirmação:** Limpar tudo requer confirmação antes de limpar (não pode ser desfeito).

### Caso de Uso:

- Remover entradas obsoletas após problemas de rede
- Limpar dados de teste após desenvolvimento
- Monitorar quais HLRs estão enviando alertas

## Contadores de Mensagens

O rastreador incrementa automaticamente os contadores:

- **Mensagens Enviadas:** Incrementado quando SRI-for-SM é bem-sucedido e MT-FSM é enviado
- **Mensagens Recebidas:** Incrementado quando MO-FSM é recebido do assinante

## Atualização Automática

A página atualiza automaticamente a cada **2 segundos** para mostrar atualizações em tempo real de assinantes e status.

---

# Operações Comuns

## Pesquisa e Filtragem

Atualmente, a Interface Web não inclui funcionalidade de pesquisa/filtragem embutida. Para encontrar rotas específicas:

1. Use a função de busca do seu navegador (Ctrl+F / Cmd+F)
2. Pesquise por nomes de peers, códigos de ponto ou prefixos GT

## Operações em Lote

Para realizar alterações em lote nas rotas:

1. **Opção 1:** Use a **API REST** para acesso programático
2. **Opção 2:** Edite `config/runtime.exs` e reinicie a aplicação
3. **Opção 3:** Use a Interface Web para alterações individuais nas rotas

## Exportar/Importar

**Nota:** A Interface Web não suporta atualmente a exportação ou importação de tabelas de roteamento. As rotas são:

- Armazenadas em arquivos de banco de dados Mnesia
- Configuradas em `config/runtime.exs`

Para fazer backup das rotas:

1. **Mnesia:** Faça backup do diretório `Mnesia.{node_name}/`
  2. **Config:** Controle de versão de `config/runtime.exs`
-

# Comportamento de Atualização Automática

Diferentes páginas têm diferentes intervalos de atualização:

Página	Intervalo de Atualização	Razão
Gerenciamento de Roteamento	5 segundos	Mudanças de rota são infrequentes
Assinantes Ativos	2 segundos	Estado dos assinantes muda frequentemente
Status M3UA	Varia por página	Monitoramento do estado da conexão

**Coneção WebSocket:** Todas as páginas usam conexões WebSocket do Phoenix LiveView para atualizações em tempo real.

**Interrupção de Rede:** Se a conexão WebSocket for perdida, a página tentará se reconectar automaticamente.

---

## Solução de Problemas

### Página Não Carregando

- Verifique o Certificado HTTPS:** Certifique-se de que `priv/cert/omnitouch.crt` e `.pem` estão presentes
- Verifique a Porta 443:** Verifique se as regras do firewall permitem tráfego HTTPS
- Aplicação em Execução:** Confirme se a aplicação está em execução com `iex -S mix`

4. **Console do Navegador:** Verifique se há erros de certificado SSL (avisos de certificado autoassinado)

## Rotas Não Persistindo

1. **Verifique o Armazenamento do Mnesia:** Verifique `mnesia_storage_type: :disc_copies` na configuração
2. **Diretório do Mnesia:** Certifique-se de que o diretório do Mnesia é gravável
3. **Verifique os Logs:** Procure por erros do Mnesia nos logs da aplicação

## Atualização Automática Não Funcionando

1. **Conexão WebSocket:** Verifique o console do navegador para erros do WebSocket
2. **Rede:** Verifique a conexão de rede estável
3. **Recarregar a Página:** Tente atualizar a página (F5)

---

## Documentação Relacionada

- **Guia STP** - Configuração detalhada de roteamento
  - **Guia HLR** - Gerenciamento de assinantes
  - **Guia API** - API REST para acesso programático
  - **Referência de Configuração** - Todos os parâmetros de configuração
- 

## Resumo

A Interface Web do OmniSS7 fornece gerenciamento intuitivo e em tempo real de tabelas de roteamento e rastreamento de assinantes:

- **Atualizações em Tempo Real** - Atualização automática mantém os dados atuais
- **Armazenamento Persistente** - Mnesia garante que as rotas sobrevivam a

reinicializações

□ **Interface Baseada em Função** - Páginas se adaptam ao modo operacional (STP/HLR/SMSc)

□ **Gerenciamento Interativo** - Adicione, edite, exclua rotas sem reinicialização

□ **Monitoramento de Status** - Status de conexão e peer ao vivo

Para operações avançadas ou automação, consulte o [Guia API](#).

