

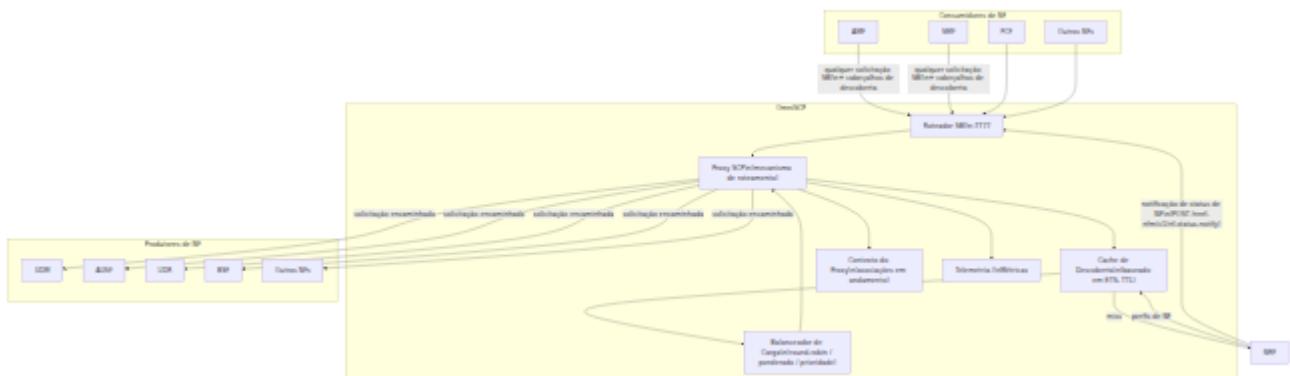
Guia de Operações do OmniSCP

Índice

1. Visão Geral do Componente
2. Referências de Papel e Especificação 3GPP
3. Endpoints SBI
4. Referência de Configuração
5. Procedimentos Chave
6. Observabilidade
7. Limitações Conhecidas
8. Solução de Problemas

Visão Geral do Componente

OmniSCP implementa a função de rede Proxy de Comunicação de Serviço (SCP) definida nas especificações 3GPP TS 29.500 e TS 23.501. O SCP atua como um proxy reverso HTTP entre consumidores de NF e produtores de NF na Arquitetura Baseada em Serviço 5G (SBA). Ele fornece descoberta delegada de NRF, balanceamento de carga entre instâncias de produtores de NF, tentativas de reenvio em caso de falha e cache de resultados de descoberta de NRF.



Modos de Roteamento

O SCP suporta três modos de roteamento, avaliados em ordem de prioridade em cada solicitação recebida:

1. **Encaminhamento direto** — cabeçalho `3gpp-Sbi-Target-apiRoot` está presente. A solicitação é encaminhada diretamente para a URI base especificada sem consulta ao NRF.
 2. **Descoberta delegada** — cabeçalhos `3gpp-Sbi-Discovery-target-nf-type` e `3gpp-Sbi-Discovery-service-names` estão presentes. O SCP consulta o NRF (ou acessa o cache) e seleciona uma instância via a estratégia de balanceamento de carga configurada.
 3. **Inferência baseada em caminho** — Nenhum cabeçalho de roteamento presente. O SCP infere o tipo de NF alvo a partir do prefixo do caminho (por exemplo, `/nudm-` → UDM) e realiza a descoberta delegada.
-

Referências de Papel e Especificação 3GPP

Item	Referência
Definição de NF SCP	3GPP TS 23.501 Seção 7.3
Modelo de comunicação indireta do SCP	3GPP TS 29.500 Seção 6.10
Cabeçalhos 3gpp-Sbi-Discovery-*	3GPP TS 29.500 Seção 6.10.3
Cabeçalho 3gpp-Sbi-Target-apiRoot	3GPP TS 29.500 Seção 6.10.3.2
Cabeçalho 3gpp-Sbi-Producer-Id	3GPP TS 29.500 Seção 6.10.3.3
Balanceamento de carga do SCP	3GPP TS 29.500 Seção 6.10.4
Serviço de descoberta de NF	3GPP TS 29.510 Seção 6.2
Notificação de Status de NF do NRF	3GPP TS 29.510 Seção 6.3
Estrutura comum do SBI	3GPP TS 29.500

Endpoints SBI

OmniSCP opera como um proxy transparente. Há apenas um endpoint tratado localmente; todos os outros caminhos são encaminhados para o produtor de NF apropriado.

Método	Caminho	Tratado Localmente	Descrição
POST	/nnrf-nfm/v1/nf-status-notify	Sim	Recebe notificações de mudança de status de NF do NRF. Em eventos <code>NF_DEREGISTERED</code> ou <code>NF_PROFILE_CHANGED</code> , invalida todo o cache de descoberta. Retorna 204 Sem Conteúdo.
*	/* (todos os outros caminhos)	Não — encaminhado	Qualquer método e caminho que não corresponda ao acima é encaminhado para o produtor de NF resolvido de acordo com o modo de roteamento ativo.

Respostas de Erro do Proxy

Quando o SCP não consegue completar uma operação de proxy, ele retorna um corpo `ProblemDetails` conforme TS 29.500.

Status HTTP	Causa	Condição
400 Bad Request	MANDATORY_IE_MISSING	Nenhuma informação de roteamento disponível: sem <code>3gpp-Sbi-Target-apiRoot</code> , sem cabeçalhos de descoberta, e o caminho não pode ser mapeado para um serviço conhecido.
502 Bad Gateway	TARGET_NF_NOT_REACHABLE	Todas as instâncias de produtores de NF selecionadas retornaram erros 5xx ou de conexão após tentativas de reenvio, ou nenhuma URI SBI pôde ser resolvida para uma instância descoberta.
504 Gateway Timeout	NF_DISCOVERY_FAILURE	A descoberta do NRF retornou zero instâncias de NF para o serviço solicitado.
500 Internal Server Error	SYSTEM_FAILURE	Erro interno inesperado no proxy SCP.

Cabeçalhos 3gpp-Sbi Consumidos

Cabeçalho	Descrição
<code>3gpp-Sbi-Target-apiRoot</code>	Alvo de roteamento direto. Removido antes do encaminhamento.
<code>3gpp-Sbi-Discovery-target-nf-type</code>	Tipo de NF a ser descoberto (por exemplo, <code>UDM</code>). Usado para descoberta delegada. Removido antes do encaminhamento.
<code>3gpp-Sbi-Discovery-service-names</code>	Lista de nomes de serviços separados por vírgula. O primeiro valor é usado como o primário. Removido antes do encaminhamento.
<code>3gpp-Sbi-Discovery-requester-nf-type</code>	Tipo de NF solicitante para escopo de consulta NRF. Removido antes do encaminhamento.
<code>3gpp-Sbi-Discovery-target-plmn-list</code>	Lista de PLMN alvo. Passada para a descoberta do NRF. Removido antes do encaminhamento.
<code>3gpp-Sbi-Discovery-requester-snssai-list</code>	Lista de S-NSSAI do solicitante. Passada para a descoberta do NRF. Removido antes do encaminhamento.
<code>3gpp-Sbi-Discovery-nf-set-id</code>	Filtro de ID de conjunto de NF para descoberta. Removido antes do encaminhamento.
<code>3gpp-Sbi-Discovery-target-nf-instance-id</code>	ID de instância de NF específica a ser alvo. Removido antes do encaminhamento.
<code>3gpp-Sbi-Discovery-requester-nf-instance-id</code>	ID da instância solicitante. Removido antes do encaminhamento.

Cabeçalhos 3gpp-Sbi Produzidos

Cabeçalho	Descrição
<code>3gpp-Sbi-Producer-Id</code>	Adicionado a cada resposta encaminhada. Contém o <code>nfInstanceId</code> do produtor de NF que tratou a solicitação, permitindo a vinculação consumidor-produtor conforme a Seção 6.10.3.3 da TS 29.500.

Referência de Configuração

Todos os parâmetros são configurados via o ambiente da aplicação (tipicamente `config/runtime.exs`).

```
config :omniscp,  
  sbi_scheme: "http",  
  sbi_addr: "127.0.0.200",  
  sbi_port: 7777,  
  nrf_uri: "http://127.0.0.10:7777",  
  mcc: "999",  
  mnc: "70",  
  heartbeat_interval: 10_000,  
  discovery_cache_ttl: 60_000,  
  lb_strategy: :round_robin,  
  max_retries: 1,  
  upstream_timeout: 5_000
```

Tabela de Parâmetros

Parâmetro	Padrão	Tipo	Descrição
<code>sbi_scheme</code>	<code>"http"</code>	string	Esquema de transporte para o listener SBI.
<code>sbi_addr</code>	<code>"127.0.0.200"</code>	string	Endereço IP para o qual o serviço HTTP SBI se vincula. Os consumidores NF devem registrar o tráfego SE para este endereço.
<code>sbi_port</code>	<code>7777</code>	integer	Porta TCP na qual o servidor HTTP SBI escuta.
<code>nrf_uri</code>	<code>"http://127.0.0.10:7777"</code>	string	URI base do NRF. Usado para o registro de heartbeat e consultas de descoberta em nome do consumidor.
<code>mcc</code>	<code>"999"</code>	string	Código do País Móvel. Inclui o perfil de NF registrado com o NRF.

Parâmetro	Padrão	Tipo	Descrição
<code>mnc</code>	<code>"70"</code>	string	Código da Rede Móvel. Inclui perfil de NF registrado com NRF.
<code>heartbeat_interval</code>	<code>10_000</code>	integer (ms)	Intervalo em solicitações heartbeat de
<code>discovery_cache_ttl</code>	<code>60_000</code>	integer (ms)	Tempo de vida para entradas cache de descoberta NRF, indexadas por <code>{target_nf.service_name}</code> . Entradas expiradas são removidas com uma tarefa de limpeza em segundo plano a cada 30 segundos. Aumente para implantações estáveis; diminua quando os perfis de NF mudarem com frequência.

Parâmetro	Padrão	Tipo	Descrição
<code>lb_strategy</code>	<code>:round_robin</code>	atom	Estratégia de balanceamento de carga para seleção de produtores (round_robin, weighted, priority). Valores válidos são <code>:round_robin</code> , <code>:weighted</code> , <code>:priority</code> . Seleção de Balanceamento de Carga por semântica.
<code>max_retries</code>	<code>1</code>	integer	Número máximo de tentativas de reenvio quando um produtor NF retorna 500 ou um erro de conexão. Um valor de <code>1</code> significa uma tentativa ou mais uma tentativa de reenvio. Defina como <code>0</code> para desabilitar reenvios.
<code>upstream_timeout</code>	<code>5_000</code>	integer (ms)	Timeout para solicitações upstream para produtores (ms).

Parâmetro	Padrão	Tipo	Descrição
			(timeout de recebimento). Solicitações excedem esse timeout são tratadas como falhas e podem ocasionar um reenvio.

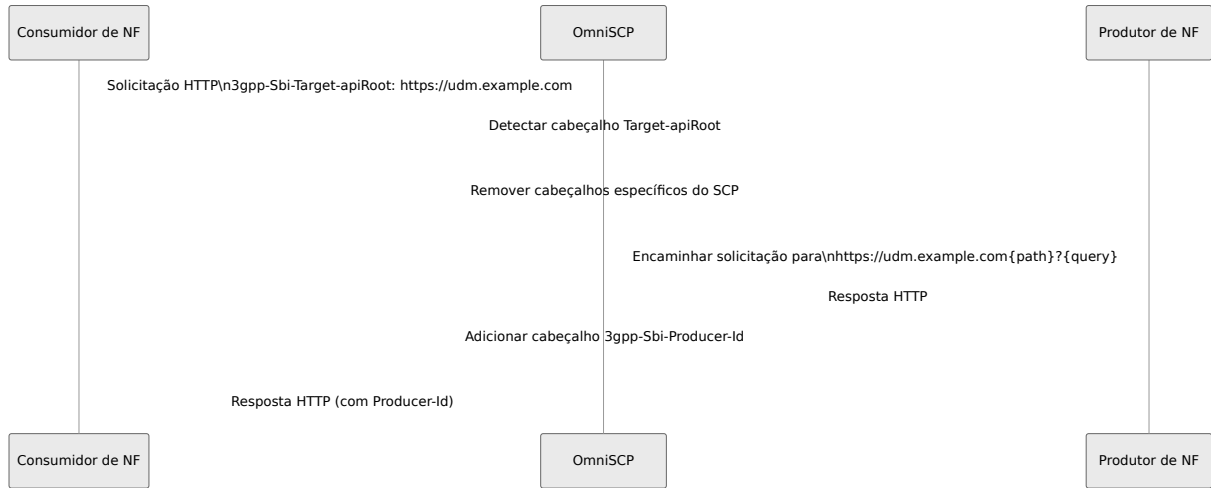
Estratégias de Balanceamento de Carga

Estratégia	Descrição
<code>:round_robin</code>	Cicla entre instâncias saudáveis em ordem. O estado é mantido por par <code>{nf_type, service_name}</code> . Esta é a estratégia padrão e recomendada para implantações uniformes de NF.
<code>:weighted</code>	Seleciona a instância com a menor pontuação <code>load - capacity</code> . Usa os campos <code>load</code> e <code>capacity</code> do perfil de NF do NRF. Prefere instâncias com alta capacidade e baixa carga atual.
<code>:priority</code>	Seleciona a instância com o menor valor de <code>priority</code> (maior prioridade). Útil para implantações ativas/em espera.

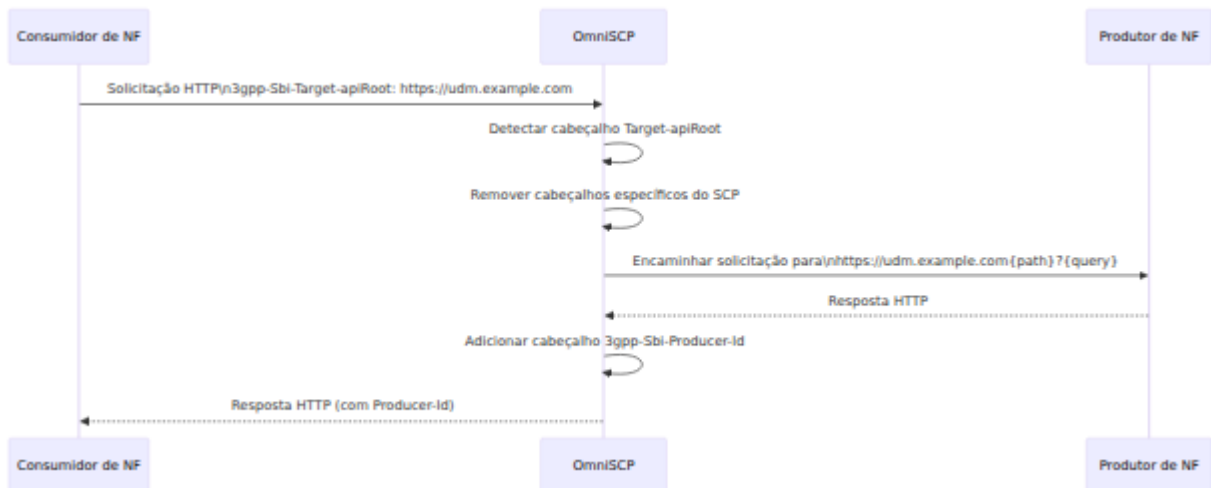
Uma instância é marcada como não saudável após 3 falhas consecutivas e se recupera automaticamente após um período de espera de 30 segundos. Quando todas as instâncias estão não saudáveis, o balanceador de carga recorre à lista completa de instâncias.

Procedimentos Chave

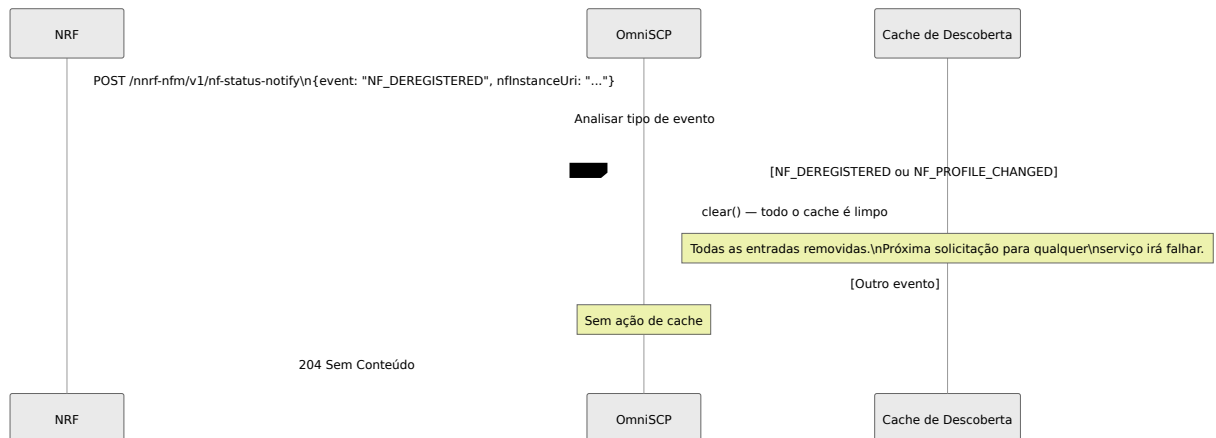
Encaminhamento Direto (Modo 1)



Descoberta e Encaminhamento Delegados (Modo 2)



Notificação de Status do NRF (Invalidação de Cache)



Inferência de Serviço Baseada em Caminho (Modo 3)

Quando nenhum cabeçalho de roteamento está presente, o SCP extrai o nome do serviço do prefixo do caminho da solicitação e o mapeia para um tipo de NF usando a seguinte tabela interna:

Prefixo do Caminho	Tipo de NF
nudm-	UDM
nausf-	AUSF
namf-	AMF
nsmf-	SMF
npcf-	PCF
nudr-	UDR
nnssf-	NSSF
nbsf-	BSF
nnrf-	NRF

Nota: os prefixos `nchf-`, `nnef-` e `naaf-` não estão no mapeamento interno (limitação SCP-L1). Solicitações para serviços CHF, NEF ou AF requerem cabeçalhos de descoberta explícitos ao usar o modo 3.

Observabilidade

Eventos de Telemetria

Evento	Medidas	Tags	Descrição
<code>[:omniscp, :proxy, :requests]</code>	<code>count,</code> <code>duration_ms</code>	<code>target_nf_type,</code> <code>result</code>	Resultado do proxy por solicitação
<code>[:omniscp, :proxy, :result]</code>	<code>count,</code> <code>duration_ms</code>	<code>target_nf_type,</code> <code>result</code>	Mesmo evento usado para histograma de distribuição
<code>[:omniscp, :discovery, :cache]</code>	<code>hits,</code> <code>misses</code>	<code>target_nf_type,</code> <code>service_name</code>	Hit/miss de cache por serviço
<code>[:omniscp, :cache, :hit]</code>	<code>count</code>	—	Contador agregado de hits de cache
<code>[:omniscp, :cache, :miss]</code>	<code>count</code>	—	Contador agregado de misses de cache
<code>[:omniscp, :associations, :active]</code>	<code>count</code>	—	Medida: associações de proxy ativas
<code>[:omni5g, :nrf, :registration]</code>	<code>status</code>	<code>nf_type</code>	Status de registro do NRF (1=registrado, 0=não)

Valores das tags de resultado: `success` (2xx/3xx), `client_error` (4xx), `server_error` (5xx), `error` (conexão/timeout).

Métricas do Prometheus

Métricas do Proxy SCP

Métrica	Tipo	Tags
<code>omni_scp.proxy.requests.count</code>	counter	<code>target_nf_type</code> , <code>result</code>
<code>omni_scp.proxy.requests.duration_ms</code>	summary	<code>target_nf_type</code>
<code>omni_scp.proxy_requests.total</code>	counter	<code>target_nf_type</code> , <code>result</code>
<code>omni_scp.proxy_request.duration_ms</code>	distribution	<code>target_nf_type</code>
<code>omni_scp.active_associations.count</code>	gauge	--

Métricas de Cache

Métrica	Tipo	Tags	Descrição
<code>omni_scp.discovery.cache.hits</code>	counter	<code>target_nf_type</code> , <code>service_name</code>	Hits de cache por serviço
<code>omni_scp.discovery.cache.misses</code>	counter	<code>target_nf_type</code> , <code>service_name</code>	Misses de cache por serviço
<code>omni_scp.cache_hits.total</code>	counter	--	Contador agregado de hits de cache
<code>omni_scp.cache_misses.total</code>	counter	--	Contador agregado de misses de cache

Métricas do NRF

Métrica	Tipo	Tags	Descrição
<code>omni_scp.nrf.registration.status</code>	gauge	<code>nf_type</code>	Status de registro do NRF (1=registrado, 0=não)

Métricas da VM BEAM

Métrica	Tipo	Descrição
<code>beam.memory.total</code>	gauge	Total de memória BEAM em bytes
<code>beam.memory.processes</code>	gauge	Memória usada por processos Erlang
<code>beam.memory.processes_used</code>	gauge	Memória realmente usada por processos
<code>beam.memory.system</code>	gauge	Memória do sistema
<code>beam.memory.atom</code>	gauge	Total de memória de átomos
<code>beam.memory.atom_used</code>	gauge	Memória de átomos usada
<code>beam.memory.binary</code>	gauge	Memória binária
<code>beam.memory.code</code>	gauge	Memória de código
<code>beam.memory.ets</code>	gauge	Memória da tabela ETS
<code>beam.processes.count</code>	gauge	Número de processos Erlang
<code>beam.ports.count</code>	gauge	Número de portas Erlang
<code>beam.atom.count</code>	gauge	Número de átomos
<code>beam.vm.uptime</code>	gauge	Tempo de atividade da VM em segundos

Padrões de Log

Nível	Padrão	Significado
info	Recebida notificação de status do NRF	Notificação de status de NF recebida
info	Notificação do NRF: event=<E> nf=<URI>	Evento de notificação analisado
debug	Encaminhamento direto do SCP: <METHOD> <URL>	Encaminhamento do Modo 1
debug	Encaminhamento delegado do SCP: <METHOD> <URL> (tentativa <N>)	Tentativa de encaminhamento do Modo 2/3
warning	SCP tentando novamente após <STATUS> de <ID>...	Reenvio acionado por 5xx
warning	SCP tentando novamente após erro de <ID>...	Reenvio acionado por erro de conexão
warning	SCP não pode determinar alvo para <METHOD> <PATH>	Caminho do Modo 3 não está no mapa de serviços
warning	Descoberta do NRF retornou nenhuma instância para <NF>/<SVC>	Descoberta retornou lista vazia
warning	Todas as instâncias de NF estão não saudáveis, recorrendo à lista completa	Retorno de saúde do LB
error	Falha na descoberta do NRF: ...	Erro na consulta ao NRF

Nível	Padrão	Significado
error	Erro de proxy do SCP: ...	Falha inesperada no proxy
info	Instância de NF <ID> recuperada após cooldown	Saúde da instância restaurada

Limitações Conhecidas

ID	Severidade	Descrição
SCP-H4	Alta	A desocultação de SUCI ECIES não está implementada na biblioteca compartilhada <code>Omni5gEx</code> subjacente. Solicitações que requerem que o SCP desoculte um SUCI antes do encaminhamento (usado em alguns modelos de comunicação indireta para AUSF/UDM) serão encaminhadas sem desocultação. Isso não afeta a maioria das implantações SBA onde a desocultação é feita pelo AUSF.
SCP-M1	Média	O controle de sobrecarga não está implementado. O cabeçalho <code>3gpp-Sbi-0ci</code> (Informação de Controle de Sobrecarga) não é gerado ou consumido. Em cenários de sobrecarga, o SCP continuará encaminhando solicitações sem descarregar a carga ou pressionar os consumidores.
SCP-M2	Média	A indicação de controle de carga não está implementada. O cabeçalho <code>3gpp-Sbi-Lci</code> (Informação de Controle de Carga) não é gerado. Os consumidores não podem usar o OmniSCP para obter dicas de carga de NF para suas próprias decisões de controle de carga.
SCP-L1	Baixa	O mapa de inferência de serviço baseado em caminho (Modo 3) está faltando entradas de prefixo <code>nchf-</code> (CHF), <code>nnef-</code> (NEF) e <code>naf-</code> (AF). Solicitações para esses serviços sem cabeçalhos de descoberta explícitos receberão um 400 Bad Request com causa <code>MANDATORY_IE_MISSING</code> . Solução alternativa: configure os consumidores para enviar cabeçalhos <code>3gpp-Sbi-Discovery-*</code> para esses serviços.

ID	Severidade	Descrição
SCP-L3	Baixa	Notificações de status do NRF com evento <code>NF_DEREGISTERED</code> ou <code>NF_PROFILE_CHANGED</code> limpam todo o cache de descoberta em vez de apenas a entrada <code>{nf_type, service_name}</code> afetada. Em implantações com mudanças frequentes de perfil de NF, isso causa um aumento nas consultas de redescoberta do NRF.

Solução de Problemas

400 Bad Request — MANDATORY_IE_MISSING

O SCP não conseguiu determinar um alvo de roteamento. Verifique:

1. O consumidor está enviando `3gpp-Sbi-Target-apiRoot` ou ambos `3gpp-Sbi-Discovery-target-nf-type` e `3gpp-Sbi-Discovery-service-names`?
2. Se depender da inferência baseada em caminho (Modo 3), o prefixo do caminho aparece no mapa de serviços interno? Note que `nchf-`, `nnef-` e `naf-` estão ausentes (SCP-L1). Adicione cabeçalhos explícitos para esses serviços.

504 Gateway Timeout — NF_DISCOVERY_FAILURE

O NRF não retornou instâncias de NF. Verifique:

1. O NRF é acessível a partir do OmniSCP? Verifique `nrf_uri` e a conectividade de rede.
2. O tipo de NF alvo está registrado no NRF? Consulte o NRF diretamente: `GET {nrf_uri}/nnrf-disc/v1/nf-instances?target-nf-type=<TYPE>`.
3. Verifique se uma notificação de status do NRF acabou de limpar o cache (evento `NF_DEREGISTERED`) e a NF não foi re-registrada.

502 Bad Gateway — TARGET_NF_NOT_REACHABLE

Todas as instâncias de produtores de NF falharam. Verifique:

1. Os produtores de NF estão em execução e acessíveis nos endereços SBI reportados em seus perfis NRF?
2. Verifique `upstream_timeout`. Se os produtores de NF estão lentos para responder, aumente este valor.
3. Revise `max_retries`. Se definido como `0`, uma única falha se torna um 502 imediato.
4. Verifique o status de saúde do balanceador de carga nos logs: procure por `Instância de NF <ID> marcada como não saudável após N falhas`.

Cache de descoberta causando roteamento obsoleto

Se os produtores de NF mudam de endereços ou reiniciam sem a devida desregistro no NRF, o cache pode manter URIs SBI obsoletas até que o TTL expire. Opções:

1. Reduza `discovery_cache_ttl` para limitar a janela de obsolescência.
2. Certifique-se de que os produtores de NF se desregistram do NRF ao desligar; isso aciona uma notificação de status do NRF que limpa o cache do OmniSCP.
3. Um reinício do processo do OmniSCP limpa todo o estado do cache.

Alta latência de proxy

1. Verifique o histograma `omni_scp.proxy_request.duration_ms` para a distribuição de latência.
2. Compare a taxa de acerto de cache (`omni_scp.cache_hits.total` vs `omni_scp.cache_misses.total`). Alta taxa de miss significa consultas frequentes ao NRF. Aumente `discovery_cache_ttl`.
3. Verifique `upstream_timeout` — solicitações que atingem o timeout adicionam toda a duração do timeout à latência antes de acionar um

reenvio.

Registro do NRF não mantido

Verifique a métrica `omni_scp.nrf.registration.status`. Se estiver lendo 0:

1. Verifique se `nrf_uri` está correto e se o NRF é acessível.
2. Verifique se `mcc` e `mnc` correspondem à configuração PLMN do NRF.
3. Procure por erros de registro do NRF nos logs da aplicação na inicialização.