

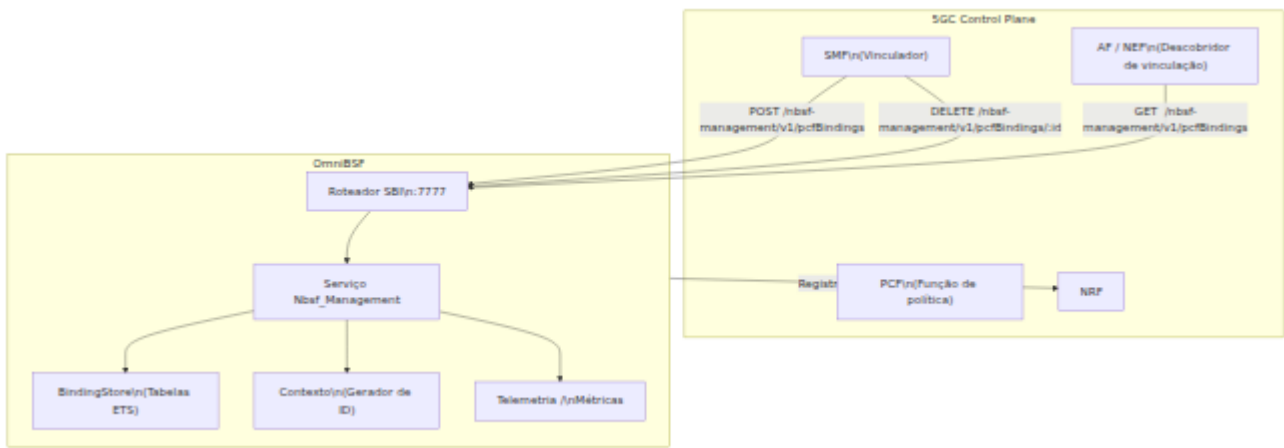
# Guia de Operações do OmniBSF

## 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

OmniBSF implementa a função de suporte à vinculação (BSF) definida na 3GPP TS 29.521. O BSF mantém um registro de vinculações do PCF, mapeando cada endereço IP de UE (prefixo IPv4 ou IPv6) para a instância do PCF responsável pela política da sessão PDU. Isso permite que consumidores de NF (SMF, AF, NEF) descubram o PCF correto para uma sessão dada sem consultar o NRF.



## Armazenamento de Dados Interno

As vinculações são mantidas em quatro tabelas ETS em tempo de execução. Todos os dados estão em memória e não sobrevivem a uma reinicialização do processo.

Tabela ETS	Tipo	Chave	Valor
bsf_bindings	:set	binding_id (string)	mapa de vinculação completo
bsf_ipv4_index	:set	endereço IPv4 (string)	binding_id
bsf_ipv6_index	:set	prefixo IPv6 (string)	binding_id
bsf_supi_index	:set	SUPI (string)	binding_id

# Referências de Papel e Especificação 3GPP

Item	Referência
Definição de NF BSF	3GPP TS 23.501 Seção 6.2.15
Serviço Nbsf_Management	3GPP TS 29.521
Procedimento de registro de vinculação do PCF	3GPP TS 29.521 Seção 4.2.2
Procedimento de descoberta de vinculação do PCF	3GPP TS 29.521 Seção 4.2.3
Procedimento de desregistro de vinculação do PCF	3GPP TS 29.521 Seção 4.2.4
Estrutura comum do SBI	3GPP TS 29.500
Registro NF com NRF	3GPP TS 29.510
Modelo de dados PcfBinding	3GPP TS 29.521 Seção 6.1

O BSF é uma função de rede obrigatória quando o PCF suporta várias instâncias. Seu papel principal é a vinculação de sessão: garantir que todas as decisões de política para uma sessão PDU sejam tratadas pela mesma instância do PCF.

---

## Endpoints SBI

Caminho base: `/nbsf-management/v1`

Método	Caminho	Descrição	Sucesso	Erro
POST	/pcfBindings	Registrar uma vinculação do PCF. Cria uma nova vinculação ou atualiza com base no endereço IP da UE. Retorna um cabeçalho <code>Location</code> com o ID da vinculação.	201 Criado	400 Solicitação Inválida (snssai, dnn ou endereço PCF ausente)
GET	/pcfBindings	Descobrir uma vinculação do PCF. Aceita parâmetros de consulta para procurar a vinculação. Retorna o objeto <code>PcfBinding</code> ou 204 se não encontrado.	200 OK ou 204 Sem Conteúdo	400 Solicitação Inválida

Método	Caminho	Descrição	Sucesso	Erro
DELETE	/pcfBindings/{bindingId}	Desregistrar uma vinculação do PCF pelo seu ID.	204 Sem Conteúdo	404 Não Encontrado

## Parâmetros de Consulta GET

Parâmetro	Tipo	Prioridade de Pesquisa	Descrição
ipv4Addr	string	1 (mais alto)	Endereço IPv4 da UE (correspondência exata)
ipv6Prefix	string	2	Prefixo IPv6 da UE (correspondência exata)
dnn	string	3 (varredura de tabela)	Nome da Rede de Dados, usado com snssai
snssai	string (codificado em JSON)	3 (varredura de tabela)	S-NSSAI com campos sst e sd opcionais

A prioridade de pesquisa segue a TS 29.521 e a implementação de referência bsf-sm.c do open5gs: ipv4Addr é verificado primeiro, depois ipv6Prefix, e então a combinação DNN+S-NSSAI (que requer uma varredura completa da tabela).

## Corpo da Solicitação POST – Campos Obrigatórios

Campo	Tipo	Descrição
snsai	objeto	S-NSSAI (sst inteiro + string sd opcional). Obrigatório.
dnn	string	Nome da Rede de Dados. Obrigatório.
pcfFqdn	string	FQDN do PCF. Obrigatório se pcfIpEndpoints estiver ausente.
pcfIpEndpoints	array	Lista de endpoints IP do PCF. Obrigatório se pcfFqdn estiver ausente.
ipv4Addr	string	Endereço IPv4 da UE. Opcional, mas necessário para pesquisa IPv4.
ipv6Prefix	string	Prefixo IPv6 da UE. Opcional, mas necessário para pesquisa IPv6.
supi	string	Identificador Permanente do Assinante. Opcional.
gpsi	string	Identificador Público Genérico de Assinatura. Opcional.
ipv4FrameRouteList	array	Rotas emolduradas IPv4. Opcional.
ipv6FrameRouteList	array	Rotas emolduradas IPv6. Opcional.
suppFeat	string (hex)	Bitmap de recursos suportados. Negociado via AND bit a bit.

# Referência de Configuração

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

```
config :omnibsf,  
  sbi_scheme: "http",  
  sbi_addr:   "127.0.0.15",  
  sbi_port:   7777,  
  nrf_uri:    "http://127.0.0.10:7777",  
  mcc:        "999",  
  mnc:        "70",  
  heartbeat_interval: 10_000
```

## Tabela de Parâmetros

Parâmetro	Padrão	Tipo	Descrição
sbi_scheme	"http"	string	Esquema de transporte para o ouvinte SBI. Defina como "https" quando a terminação TLS é tratada pelo OmniBSF diretamente.
sbi_addr	"127.0.0.15"	string	Endereço IP ao qual o servidor HTTP SBI se vincula.
sbi_port	7777	inteiro	Porta TCP na qual o servidor HTTP SBI escuta.
nrf_uri	"http://127.0.0.10:7777"	string	URI base do NRF usado para registro NF e heartbeat.
mcc	"999"	string	Código do País Móvel. Usado no perfil NF

Parâmetro	Padrão	Tipo	Descrição
			enviado ao NRF durante o registro.
<code>mnc</code>	<code>"70"</code>	string	Código da Rede Móvel. Usado no perfil NF enviado ao NRF durante o registro.
<code>heartbeat_interval</code>	<code>10_000</code>	inteiro (ms)	Intervalo entre solicitações de heartbeat (NFUpdate) do NRF. Um valor de <code>10_000</code> (10 s) é adequado para a maioria das implantações; reduza se os TTLs do NRF forem mais curtos.

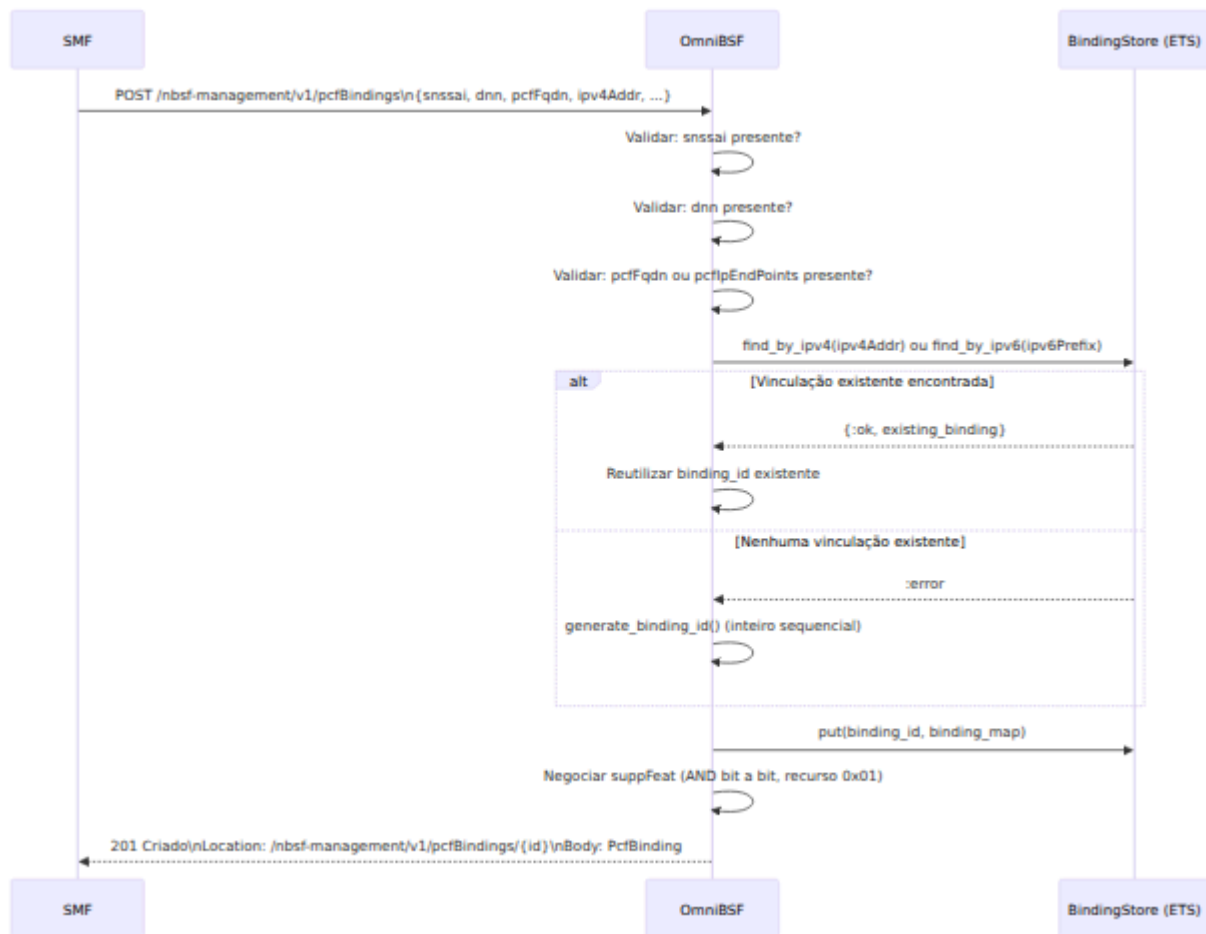
---

# Procedimentos Chave

## Registro de Vinculação do PCF (POST)



# Descoberta de Vinculação do PCF (GET)



# Desregistro de Vinculação do PCF (DELETE)



## Registro e Heartbeat do NRF

OmniBSF se registra como um perfil NF BSF com o NRF na inicialização usando a biblioteca compartilhada `Omni5gEx`. Ele envia solicitações periódicas de heartbeat `NFUpdate` no intervalo de `heartbeat_interval` configurado. Se o registro do NRF for perdido (por exemplo, reinicialização do NRF), o OmniBSF tentará o registro novamente automaticamente.

---

# Observabilidade

## Eventos de Telemetria

Evento	Medidas	Tags	Descrição
<code>[ :omnibsf, :pcf_binding, :register]</code>	<code>count</code>	<code>dnn</code>	Disparado em cada registro de vinculação bem-sucedido
<code>[ :omnibsf, :pcf_binding, :discover]</code>	<code>count</code>	<code>result</code> ( <code>found/not_found</code> )	Disparado em cada solicitação de descoberta
<code>[ :omnibsf, :pcf_binding, :deregister]</code>	<code>count</code>	<code>binding_id</code>	Disparado em cada desregistro bem-sucedido
<code>[ :omnibsf, :binding, :register]</code>	<code>count</code>	—	Contador de registro agregado
<code>[ :omnibsf, :binding, :discover]</code>	<code>count</code>	<code>result</code>	Contador de descoberta agregado
<code>[ :omnibsf, :binding, :deregister]</code>	<code>count</code>	—	Contador de desregistro agregado
<code>[ :omnibsf, :bindings, :active]</code>	<code>count</code>	—	Medida: contagem atual de vinculações ativas

Evento	Medidas	Tags	Descrição
<code>[ :omni5g, :nrf, :registration]</code>	<code>status</code>	<code>nf_type</code>	Status de registro do NRF (1=registrado, 0=não)

## Métricas Prometheus

### Métricas do BSF

Métrica	Tipo	Tags	Des
<code>omni_bsf.pcf_binding.register.count</code>	contador	<code>dnn</code>	Regis vincu PCF
<code>omni_bsf.pcf_binding.discover.count</code>	contador	<code>result</code>	Desco de vir do PC
<code>omni_bsf.pcf_binding.deregister.count</code>	contador	<code>binding_id</code>	Desre de vir do PC
<code>omni_bsf.binding_registers.total</code>	contador	--	Conta regist agreg
<code>omni_bsf.binding_discovers.total</code>	contador	<code>result</code>	Conta descc agreg
<code>omni_bsf.binding_deregisters.total</code>	contador	--	Conta desre agreg
<code>omni_bsf.active_bindings.count</code>	medidor	--	Conta atual vincu ativas
<code>omni_bsf.nrf.registration.status</code>	medidor	<code>nf_type</code>	Status regist NRF (1=re 0=nã

## Métricas da VM BEAM

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

## Padrões de Log

Nível	Padrão	Significado
info	PCF binding registered: id=&lt;N> ipv4=<addr> ...	Registro bem-sucedido
info	PCF binding deregistered: id=&lt;N>	Desregistro bem-sucedido
debug	PCF binding discovered: id=&lt;N>	Descoberta bem-sucedida
debug	PCF binding not found for query: ...	Falha na descoberta
warning	PCF binding not found for deregister: id=&lt;N>	DELETE para ID desconhecido

---

# Limitações Conhecidas

ID	Severidade	Descrição
BSF-M1	Média	<code>PATCH /nbsf-management/v1/pcfBindings/{bindingId}</code> não está implementado. Atualizações de vinculação do PCF requerem um DELETE completo seguido por um novo POST. De acordo com a TS 29.521, o método PATCH é opcional quando o recurso suportado <code>BindingUpdate</code> não é negociado, mas clientes que negociam o recurso 0x01 podem esperar suporte a PATCH.
BSF-M2	Média	O objeto <code>PcfBinding</code> retornado nas respostas POST 201 e GET 200 não inclui o campo <code>bindingId</code> . Os consumidores devem extrair o ID da vinculação do cabeçalho <code>Location</code> da resposta POST.
BSF-M3	Média	O endpoint de descoberta GET retorna um único objeto <code>PcfBinding</code> em vez do array <code>PcfBindingList</code> definido na TS 29.521. Consumidores que esperam a forma de coleção receberão um tipo de resposta inesperado.
BSF-M4	Média	O índice SUPI usa uma tabela ETS <code>:set</code> , significando que apenas uma vinculação por SUPI é mantida. Se um assinante tiver várias sessões PDU simultâneas em diferentes DNNs, apenas a vinculação registrada mais recentemente é indexada por SUPI. Índices IPv4/IPv6 não são afetados.
BSF-L1	Baixa	O parâmetro de consulta <code>macAddr48</code> não é suportado. A pesquisa baseada em endereço MAC (usada para 5G-LAN e alguns cenários de acesso fixo) sempre retorna 204.

ID	Severidade	Descrição
BSF-L2	Baixa	Os parâmetros de consulta <code>pcfSetId</code> , <code>pcfRegionId</code> e <code>bindLevel</code> são aceitos, mas ignorados. Nenhuma filtragem por conjunto ou região do PCF é aplicada.
BSF-L3	Baixa	IDs de vinculação são inteiros sequenciais (1, 2, 3, ...) em vez de UUIDs ou strings opacas. Isso vaza o número total de vinculações criadas desde a inicialização para qualquer consumidor que inspecione cabeçalhos <code>Location</code> .
BSF-L5	Baixa	Vinculações não têm TTL ou mecanismo de expiração. Uma vinculação criada para uma sessão PDU que termina sem enviar um DELETE permanecerá na memória indefinidamente. A intervenção do operador (reinicialização do processo) é necessária para purgar vinculações obsoletas.

## Solução de Problemas

### 204 retornado quando uma vinculação é esperada

1. Verifique se o parâmetro de consulta corresponde exatamente ao que foi registrado. Pesquisas IPv4 e IPv6 são correspondências exatas de string ❖❖ diferenças de formatação (por exemplo, zeros à esquerda, notação de comprimento de prefixo) causarão uma falha.
2. Verifique os logs para `PCF binding not found for query:` para ver o que foi pesquisado.
3. Confirme se o SMF completou com sucesso o registro POST (procure por `PCF binding registered:` nos logs).

4. Observe que a pesquisa DNN+S-NSSAI realiza uma varredura completa da tabela; se `sst` não corresponder exatamente (mismatch de tipo inteiro vs string no POST original), a varredura não encontrará o registro.

## 404 ao DELETE

O ID da vinculação no caminho da solicitação não corresponde a nenhuma vinculação ativa. Ou a vinculação já foi desregistrada, ou o OmniBSF reiniciou (todas as vinculações são perdidas na reinicialização porque o armazenamento é apenas em memória). Verifique os logs para `PCF binding not found for deregister:`.

## 400 ao POST

O corpo da solicitação está faltando um ou mais campos obrigatórios. O campo `detail` no corpo da resposta `ProblemDetails` identificará o campo específico ausente: `"No S-NSSAI"`, `"No DNN"`, ou `"No PCF address information"`.

## Alto uso de memória / vinculações obsoletas acumulando

OmniBSF não tem TTL de vinculação (BSF-L5). Se as sessões PDU terminarem sem enviar solicitações DELETE, as vinculações se acumularão indefinidamente. Monitore a métrica `omni_bsf.active_bindings.count`. Uma reinicialização controlada limpa todas as vinculações; o re-registro por instâncias SMF ativas repopulará o armazenamento.

## Falha no registro do NRF

Verifique a métrica `omni_bsf.nrf.registration.status` e os logs para erros relacionados ao NRF. Verifique:

- `nrf_uri` aponta para uma instância NRF acessível.
- Os valores de `mcc` e `mnc` correspondem ao PLMN configurado no NRF.
- A conectividade de rede entre o `sbi_addr` do OmniBSF e o NRF está funcionando.

## Negociação de recursos suportados

OmniBSF anuncia e negocia apenas o bit de recurso `0x01` (BindingUpdate). Clientes que enviam valores `suppFeat` com bits mais altos definidos terão esses bits limpos na resposta. Este é um comportamento esperado de acordo com a TS 29.521 Seção 6.1.6.