

Referência de Configuração do OmniBSF

A configuração é lida da chave de ambiente da aplicação `:omnibsf`. O mecanismo padrão de implantação é `config/runtime.exs`, que mapeia cada valor de uma variável de ambiente do OS com um padrão embutido.

```
config :omnibsf,
  sbi_scheme: System.get_env("SBI_SCHEME", "http"),
  sbi_addr:   System.get_env("SBI_ADDR", "127.0.0.15"),
  sbi_port:   String.to_integer(System.get_env("SBI_PORT",
"7777")),
  nrf_uri:    System.get_env("NRF_URI", "http://127.0.0.1:7777"),
  mcc:        System.get_env("MCC", "999"),
  mnc:        System.get_env("MNC", "70"),
  prometheus_metrics_port:
String.to_integer(System.get_env("PROMETHEUS_PORT", "9571")),
  heartbeat_interval:
String.to_integer(System.get_env("HEARTBEAT_INTERVAL", "10000"))

config :logger, :default_formatter,
  format: {OmniLogger.JsonFormatter, :format},
  metadata: :all
```

Tabela de Parâmetros

Parâmetro	Tipo	Requerido	Padrão
sbi_scheme	string	Não	"http"

Parâmetro	Tipo	Requerido	Padrão
sbi_addr	string	Não	"127.0.0.15"
sbi_port	inteiro	Não	7777
nrf_uri	string	Não	"http://127.0.0.1:777
mcc	string	Não	"999"
mnc	string	Não	"70"

Parâmetro	Tipo	Requerido	Padrão
<code>prometheus_metrics_port</code>	inteiro	Não	<code>9571</code>
<code>heartbeat_interval</code>	inteiro (ms)	Não	<code>10000</code>

Nota: o padrão `runtime.exs` para `nrf_uri` é `http://127.0.0.1:7777`. Quando a variável de ambiente não está definida e a aplicação recai no padrão do acessador compilado, o valor é `http://127.0.0.10:7777`. Defina `NRF_URI` explicitamente em produção para evitar ambiguidade.

Registro

O logger é configurado para emitir JSON estruturado via `OmniLogger.JsonFormatter` com todos os metadados. O nível de log ativo pode ser alterado em tempo de execução através da API de gerenciamento sem

reiniciar. Consulte [API de Gerenciamento](#) para os endpoints de nível de log em tempo de execução.

Ajuste do Tempo de Vida do Vínculo

O TTL do vínculo e o intervalo de limpeza são padrões internos e não são expostos como variáveis de ambiente em `runtime.exs`. Eles podem ser definidos através do ambiente da aplicação se uma implantação exigir valores não padrão:

Chave de ambiente da aplicação	Tipo	Padrão	Descrição
<code>:binding_ttl_seconds</code>	inteiro (s)	<code>86400</code> (24 h)	Tempo de vida aplicado a um vínculo no registro e renovado em cada PATCH; após isso, a entrada é elegível para limpeza.
<code>:binding_cleanup_interval_ms</code>	inteiro (ms)	<code>60000</code> (60 s)	Com que frequência o limpador em segundo plano escaneia e remove vínculos expirados.

O TTL é carimbado no registro e **renovado em cada PATCH**. Um merge-patch `UpdateIndPCFBinding` (PATCH) recalcula a expiração do vínculo a partir de `:binding_ttl_seconds` no momento do patch, então um PATCH atua como um keep-alive que estende a vida útil do vínculo. Um registrante que periodicamente toca seu vínculo (por exemplo, em uma modificação de sessão PDU) mantém esse vínculo ativo enquanto a sessão estiver ativa. Um vínculo

que nunca é patchado vive no máximo `:binding_ttl_seconds` desde seu registro. Defina o TTL confortavelmente acima do intervalo entre toques de keep-alive (ou acima da maior expectativa de vida útil da sessão PDU quando nenhum keep-alive é emitido); caso contrário, o vínculo de uma sessão ainda ativa é removido no meio da sessão e consultas de descoberta posteriores retornam `204 No Content` até que o registrante re-registre.

O intervalo de limpeza limita quanto tempo um vínculo expirado permanece antes da remoção - uma entrada pode sobreviver até um intervalo completo após sua expiração. Um intervalo mais curto recupera memória e limpa vínculos obsoletos mais rapidamente à custa de varreduras completas mais frequentes da tabela de vínculos. As remoções são registradas (`[BindingCleaner] Removed N expired binding(s)`); consulte [Solução de Problemas](#) para o crescimento de vínculos obsoletos.

Capacidade e Prioridade do Perfil NRF

O perfil NF que o OmniBSF registra com o NRF carrega uma `capacidade` e uma `prioridade`. Consumidores que descobrem o BSF através do NRF usam isso para seleção e distribuição de carga conforme [TS 29.510](#): entre instâncias candidatas, uma `prioridade` mais baixa é preferida, e a `capacidade` pesa a parte do tráfego enviado para instâncias de igual prioridade. Eles não limitam o OmniBSF em si - são dicas anunciadas para a lógica de seleção do consumidor e importam apenas quando mais de uma instância BSF está registrada.

Chave de ambiente da aplicação	Tipo	Padrão	Descrição
<code>:nf_capacity</code>	inteiro	100	Peso de capacidade relativa anunciado no perfil NF (intervalo típico 0–65535). Valores mais altos atraem uma maior parte do tráfego entre instâncias de igual prioridade.
<code>:nf_priority</code>	inteiro	0	Prioridade de seleção anunciada no perfil NF. Valores mais baixos são preferidos pelos consumidores.

Ambos podem ser alterados em tempo de execução através da API de gerenciamento, que reenvia o perfil atualizado para o NRF no próximo ciclo de atualização; consulte [API de Gerenciamento](#). As alterações em tempo de execução não são persistidas e reverterão para esses valores na reinicialização.

Portas de Gerenciamento e Métricas

Além do listener SBI, o OmniBSF expõe:

- Um endpoint de coleta do Prometheus na `prometheus_metrics_port` (padrão `9571`). Consulte [Métricas & Monitoramento](#).
- Uma API de gerenciamento de operador (OAM) para visualizar estatísticas, inspecionar/limpar vínculos, ajustar capacidade/prioridade do perfil NRF e nível de log em tempo de execução, e forçar re-registro no NRF. Consulte [API de Gerenciamento](#) para a referência completa dos endpoints.

API de Gerenciamento do OmniBSF

A API de gerenciamento (OAM) é uma interface REST voltada para o operador, separada do 5G SBI. Ela expõe status, estatísticas, inspeção/remoção de vinculações e controles de configuração em tempo de execução. É servida sobre HTTPS.

Voltar ao [Guia de Operações](#).

Acesso

Propriedade	Valor
Esquema	HTTPS (TLS)
Porta	8443
Endereço de vinculação	0.0.0.0

Todas as respostas são JSON, envolvidas em um envelope padrão com um status de `success` / `error`.

Endpoints de Status

Método	Caminho	Descrição
GET	/status/api	Prova de vivacidade. Retorna "ok".
GET	/status/nrf	Status de registro do NRF: nrf_status, nf_instance_id, nrf_uri. Retorna unknown se o processo de registro não estiver disponível.
GET	/status/nf	Status do serviço NF: nf_type, serviço nbsf-management anunciado, sbi_addr/sbi_port, e a contagem atual de vinculações PCF ativas.

Inspeção de Vinculação

Método	Caminho	Descrição
GET	/pcf_bindings	Lista as vinculações PCF ativas (visualização resumida: ID da vinculação, IP do UE, DNN, S-NSSAI, SUPI, FQDN do PCF).
GET	/api/bindings	Lista todas as vinculações com informações de endereço do UE, DNN, S-NSSAI, SUPI, GPSI e endereço do PCF, além de uma contagem total.
GET	/api/bindings/{id}	Visualização detalhada de uma única vinculação por ID, incluindo listas de rotas emolduradas e <code>suppFeat</code> negociado. Retorna 404 se desconhecido.
GET	/api/statistics	Estatísticas agregadas: total de vinculações e uma divisão por DNN.

Gerenciamento de Vinculação

Método	Caminho	Descrição
DELETE	/oam/binding/{id}	Remove uma única vinculação PCF por ID. Retorna 404 se a vinculação não existir.
POST	/oam/binding	Limpa todas as vinculações PCF. Retorna o número de vinculações limpas. Isso é disruptivo - sessões ativas perdem sua vinculação até serem re-registradas.

Configuração em Tempo de Execução

Método	Caminho	Descrição
GET	/oam/config	Visualiza a configuração atual em tempo de execução: <code>sbi_addr</code> , <code>sbi_port</code> , <code>nrf_uri</code> , <code>mcc</code> , <code>mnc</code> , <code>capacity/priority</code> do NF, e nível de log.
PATCH	/oam/config/{id}	Atualiza valores selecionados em tempo de execução. Chaves aceitas: <code>nrf_uri</code> , <code>nf_capacity</code> , <code>nf_priority</code> , <code>log_level</code> . Atualizações inválidas ou vazias retornam 400.
POST	/oam/nrf/reregister	Força o re-registro do NF com o NRF. Retorna o status de registro resultante e o ID da instância do NF.
POST	/oam/log_level	Altera o nível de log em tempo de execução. Corpo: <code>{"level": "<level>"}</code> .

Valores Configuráveis

Chave	Tipo	Notas
<code>nrf_uri</code>	string	URI base do NRF. Tem efeito no próximo ciclo de registro/batimento.
<code>nf_capacity</code>	integer	Capacidade do NF anunciada no perfil do NRF; enviada ao NRF na atualização.
<code>nf_priority</code>	integer	Prioridade do NF anunciada no perfil do NRF; enviada ao NRF na atualização.
<code>log_level</code>	string	Um dos <code>emergency</code> , <code>alert</code> , <code>critical</code> , <code>error</code> , <code>warning</code> , <code>warn</code> , <code>notice</code> , <code>info</code> , <code>debug</code> .

Mudanças feitas através desta API são aplicadas apenas à instância em execução e não são persistidas; elas reverterão para os valores configurados na reinicialização.

[← Visão Geral](#)

Métricas e Monitoramento do OmniBSF

As métricas são expostas na `prometheus_metrics_port` (padrão `9571`).

Métricas do BSF

Métrica	Tipo	Rótulos	Descrição
<code>omni_bsf_pcf_binding_register_count</code>	contador	<code>dnn</code>	Registra o número de vinculações de PC rotuladas por DNN.
<code>omni_bsf_pcf_binding_discover_count</code>	contador	<code>result</code>	Solicita a descoberta de rotulações por resultado (found/not_found).
<code>omni_bsf_pcf_binding_deregister_count</code>	contador	<code>binding_id</code>	Desregistra o número de rotulações por ID de vínculo.
<code>omni_bsf_binding_registers_total</code>	contador	-	Contador agregado de registros.
<code>omni_bsf_binding_discovers_total</code>	contador	<code>result</code>	Contador agregado de descobertas por resultado.
<code>omni_bsf_binding_deregisters_total</code>	contador	-	Contador agregado de deregistros.

Métrica	Tipo	Rótulos	Descrição
<code>omni_bsf_active_bindings_count</code>	gauge	-	Número de vinculações ativas PCF. Criação, vivificação e desativação pelo elemento de telemetria. <code>[:omni_bsf_active_bindings_count]</code> Emissão de registro de vinculações desresolvidas em cache, varredura, limpeza e expiração de vinculações porta a porta, rastreamento de contagem atual de vinculações ativas.
<code>omni_bsf_nrf_registration_status</code>	gauge	<code>nf_type</code>	Status de registro NRF (registro = não registrado).

O contador `omni_bsf_pcf_binding_deregister_count` é rotulado por `binding_id`. Como os IDs de vinculação são UUIDs únicos, isso produz uma série temporal por vinculação e é de alta cardinalidade; prefira `omni_bsf_binding_deregisters_total` para taxa/alerta agregado.

O gauge `omni_bsf_active_bindings_count` é um gauge ao vivo acionado pelo evento de telemetria `[ :omnibsf, :bindings, :active ]`, que o BSF emite sempre que o conjunto de vinculações ativas muda: no registro de vinculação, no desregistro e em cada varredura do BindingCleaner que remove vinculações expiradas. Portanto, espelha a contagem atual de vinculações ativas e é seguro para alertar e exibir no painel. O mesmo número também está disponível através do endpoint de estatísticas OAM (`GET /api/statistics`) e do endpoint de status NF; veja [API de Gerenciamento](#).

Eventos Apenas de Telemetria

OmniBSF emite os seguintes eventos internos `:telemetry` que **não** estão atualmente exportados como contadores Prometheus. Eles estão disponíveis para qualquer manipulador de telemetria anexado, mas não aparecem no endpoint de coleta de métricas.

Evento	Emitido	Descrição
<code>[:omnibsf, :pcf_binding, :update]</code>	Uma vez por PATCH (<code>UpdateIndPCFBinding</code>)	Disparado quando uma vinculação é atualizada por merge-patch. Transporta o <code>binding_id</code> afetado.
<code>[:omnibsf, :binding, :expired]</code>	Uma vez por varredura do limpador que remove entradas	Disparado pelo limpador em segundo plano com a contagem de vinculações varridas por terem ultrapassado seu TTL.

Métricas da VM BEAM

Métrica	Tipo	Descrição
<code>beam_memory_total</code>	gauge	Memória total da BEAM em bytes
<code>beam_memory_processes</code>	gauge	Memória alocada para processos Erlang
<code>beam_memory_processes_used</code>	gauge	Memória realmente utilizada pelos processos
<code>beam_memory_system</code>	gauge	Memória do sistema
<code>beam_memory_atom</code>	gauge	Memória total de átomos
<code>beam_memory_atom_used</code>	gauge	Memória de átomos utilizada
<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

Exemplo PromQL

Taxa de registro de vinculação (por segundo, por DNN):

```
sum by (dnn) (rate(omni_bsf_pcf_binding_register_count[5m]))
```

Taxa de erro de descoberta nos últimos 5 minutos:

```
sum(rate(omni_bsf_binding_discovers_total{result="not_found"}
[5m]))
/
sum(rate(omni_bsf_binding_discovers_total[5m]))
```

Alerta quando o BSF não está registrado com o NRF:

```
omni_bsf_nrf_registration_status{nf_type="bsf"} == 0
```

Os nomes das métricas acima usam a normalização de ponto para sublinhado do Prometheus. Os valores dos rótulos para `result` são relatados como `found` / `not_found`.

Guia de Operações do OmniBSF

Visão Geral

OmniBSF implementa a Função de Suporte de Vinculação (BSF) do Core 5G. O BSF mantém um registro de vinculações de PCF: para cada sessão PDU, ele armazena o mapeamento entre uma identidade de UE (endereço IPv4, prefixo IPv6, endereço MAC ou SUPI) mais o DNN e S-NSSAI, e a instância de PCF que serve a política dessa sessão. Outras funções de rede - um AF/NEF, um SMF ou outro PCF - consultam o BSF para descobrir qual PCF é responsável por uma determinada sessão, para que toda a sinalização de política para essa sessão seja direcionada para a mesma instância de PCF.

OmniBSF expõe o serviço `Nbsf_Management` (3GPP TS 29.521) sob o caminho base do SBI `/nbsf-management/v1`. As vinculações são mantidas inteiramente na memória em tabelas ETS e são indexadas para pesquisa concorrente e de baixa latência. As vinculações têm um tempo de vida configurável (TTL); um limpador em segundo plano remove periodicamente entradas expiradas. OmniBSF registra seu perfil NF com o NRF na inicialização e envia batimentos cardíacos periódicos.

Armazenamento de Dados Interno

As vinculações são mantidas em seis tabelas ETS em tempo de execução: a tabela de vinculação primária mais cinco índices de pesquisa dedicados. Todos os dados estão na memória e não sobrevivem a uma reinicialização do processo.

Tabela ETS	Tipo	Chave	Valor
<code>bsf_bindings</code>	<code>:set</code>	binding_id (string UUID)	mapa de vinculação completo
<code>bsf_ipv4_index</code>	<code>:set</code>	endereço IPv4 da UE (string)	binding_id
<code>bsf_ipv6_index</code>	<code>:set</code>	prefixo IPv6 da UE (string)	binding_id
<code>bsf_supi_index</code>	<code>:bag</code>	SUPI (string)	binding_id
<code>bsf_mac_index</code>	<code>:set</code>	endereço MAC da UE (string em minúsculas)	binding_id
<code>bsf_dnn_snssai_index</code>	<code>:bag</code>	{dnn, sst}	binding_id

Cada chave de pesquisa é atendida por seu próprio índice, de modo que a descoberta não escaneie a tabela de vinculação primária. Pesquisas `macAddr48` são resolvidas através de `bsf_mac_index` (as chaves são convertidas para minúsculas, portanto a correspondência é insensível a maiúsculas e minúsculas), e pesquisas DNN+S-NSSAI são resolvidas através de `bsf_dnn_snssai_index` indexadas por {dnn, sst} (o pequeno balde correspondente  então filtrado pelo opcional S-NSSAI `sd`).

`bsf_supi_index` é um `:bag`: um único SUPI pode ter **múltiplas vinculações concorrentes** (por exemplo, várias sessões PDU em diferentes DNNs), portanto, um SUPI pode mapear para vários IDs de vinculação. Uma descoberta por `supi` retorna uma única `PcfBinding` por [TS 29.521](#), portanto, a primeira vinculação correspondente é retornada.

Referências de Papel e Especificação 3GPP

Especificação	Relevância
TS 23.501	Arquitetura do sistema - papel da função de rede BSF
TS 23.503	Estrutura de controle de política e cobrança - contexto de vinculação de sessão para associação de política
TS 29.521	API do serviço Nbsf_Management (registro / descoberta / atualização / desregistro de vinculação PCF), modelo de dados PcfBinding, negociação de recursos suportados
TS 29.500	Estrutura comum do SBI 5G (ProblemDetails, semântica HTTP)
TS 29.510	Registro NF e batimento cardíaco com o NRF

O BSF torna-se relevante quando o PCF é implantado como várias instâncias (ou como um conjunto de PCF). Seu papel é a vinculação de sessão: registrar qual PCF serve cada sessão PDU para que interações de política subsequentes (de um AF via o NEF, ou do SMF) alcancem o PCF correto.

Endpoints do SBI

Todos os endpoints são servidos sob a URL base `{sbi_scheme}://{sbi_addr}:{sbi_port}` com o caminho base `/nbsf-management/v1`.

Método	Caminho	Descrição	Sucesso
POST	/pcfBindings	Registrar uma vinculação de PCF para uma sessão PDU. Retorna um cabeçalho Location apontando para a vinculação criada.	201 Criação bem-sucedida
GET	/pcfBindings	Descobrir a vinculação de PCF correspondente aos parâmetros de consulta fornecidos.	200 OK com o corpo PcfBinding ou 204 Sem Conteúdo se nenhum correspondente for encontrado
PATCH	/pcfBindings/{bindingId}	Atualizar uma vinculação existente (UpdateIndPCFBinding). O corpo deve ser application/merge-patch+json.	200 OK com o corpo PcfBinding atualizado
DELETE	/pcfBindings/{bindingId}	Desregistrar uma vinculação de PCF pelo seu ID.	204 Sem Conteúdo

Qualquer outro caminho retorna 404 com um corpo ProblemDetails.

Parâmetros de Consulta GET

O endpoint de descoberta resolve uma vinculação usando o primeiro parâmetro correspondente, nesta ordem de prioridade:

Prioridade	Parâmetro	Tipo	Pesquisa	Descrição
1	<code>ipv4Addr</code>	string	índice	Endereço IPv4 da UE (correspondência exata)
2	<code>ipv6Prefix</code>	string	índice	Prefixo IPv6 da UE (correspondência exata)
3	<code>macAddr48</code>	string	índice	Endereço MAC da UE (correspondência insensível a maiúsculas e minúsculas via <code>bsf_mac_index</code>)
4	<code>supi</code>	string	índice	Identificador Permanente do Assinante (primeira correspondência se várias vinculações concorrentes compartilharem o SUPI)
5	<code>dnn</code> + <code>snsai</code>	string / JSON	índice	DNN junto com S-NSSAI, resolvido via <code>bsf_dnn_snsai_index</code> indexado por <code>{dnn, sst}</code> (<code>sst</code> deve corresponder; <code>sd</code> corresponde quando fornecido)

Quando fornecidos, os parâmetros de consulta `pcfSetId`, `pcfRegionId` e `bindLevel` restringem ainda mais o resultado por TS 29.521: um candidato cujo valor armazenado não corresponde a um filtro fornecido não é retornado. Filtros ausentes da consulta são ignorados.

Corpo da Solicitação POST - Campos

Campo	Tipo	Obrigatório	Descrição
<code>dnn</code>	string	Sim	Nome da Rede de Dados
<code>snssai</code>	objeto	Sim	S-NSSAI (<code>sst</code> inteiro, <code>sd</code> string opcional)
<code>pcfFqdn</code>	string	Condicional	FQDN do PCF - necessário se <code>pcfIpEndpoints</code> ausente
<code>pcfIpEndpoints</code>	array	Condicional	Lista de endpoints IP do PCF - necessária se <code>pcfFqdn</code> ausente
<code>ipv4Addr</code>	string	Não	Endereço IPv4 da UE (indexado; também aciona a detecção de duplicatas)
<code>ipv6Prefix</code>	string	Não	Prefixo IPv6 da UE (indexado; também aciona a detecção de duplicatas)
<code>macAddr48</code>	string	Não	Endereço MAC da UE
<code>supi</code>	string	Não	Identificador Permanente do Assinante (indexado)
<code>gpsi</code>	string	Não	Identificador Público Genérico de Assinatura
<code>ipv4FrameRouteList</code>	array	Não	Rotas emolduradas IPv4

Campo	Tipo	Obrigatório	Descrição
ipv6FrameRouteList	array	Não	Rotas emolduradas IPv6
pcfSetId	string	Não	Identificador do conjunto de PCF. Armazenado na vinculação e usado para restringir a descoberta quando fornecido como um filtro de consulta.
pcfRegionId	string	Não	Identificador da região do PCF. Armazenado na vinculação e usado para restringir a descoberta quando fornecido como um filtro de consulta.
bindLevel	string	Não	Nível de vinculação. Armazenado na vinculação e usado para restringir a descoberta quando fornecido como um filtro de consulta.
suppFeat	string (hex)	Não	Bitmap de recursos suportados; negociado via AND bit a bit contra o recurso 0x01 (BindingUpdate)

Uma resposta 403 a um registro duplicado carrega um corpo ExtProblemDetails (cause = EXISTING_BINDING_INFO_FOUND) com o pcfSmFqdn / pcfSmIpEndPoints do PCF existente incluído no nível superior, conforme TS 29.521.

API de Gerenciamento do Operador

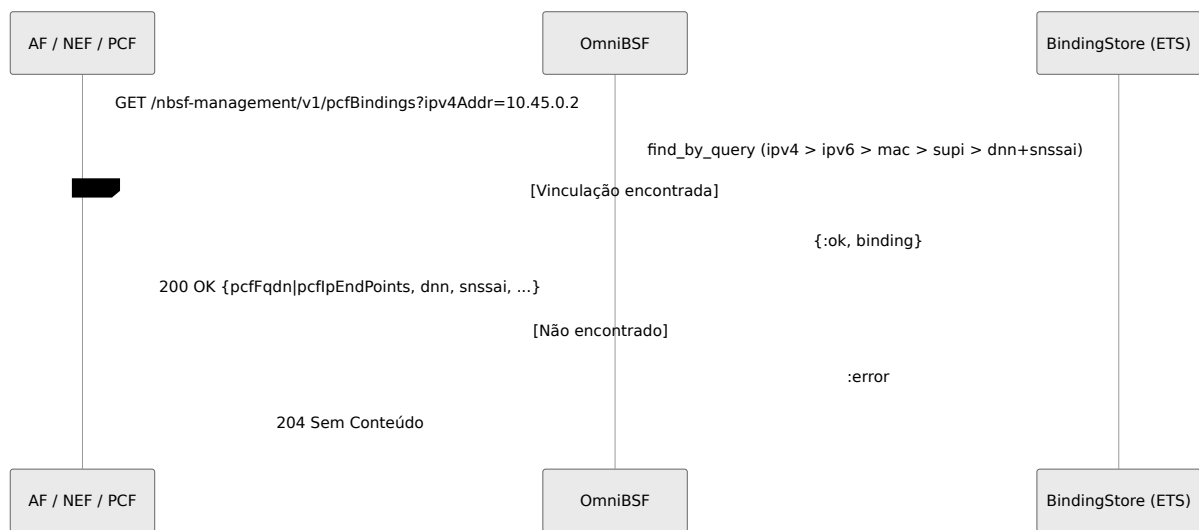
Além do ouvinte do SBI, o OmniBSF expõe uma interface REST de gerenciamento de operador (OAM) para visualizar estatísticas, inspecionar/limpar vinculações, ajustar a capacidade/prioridade do perfil NRF e o nível de log em tempo de execução, e forçar o re-registro do NRF. Veja [API de Gerenciamento](#) para a referência completa de endpoints.

Procedimentos Chave

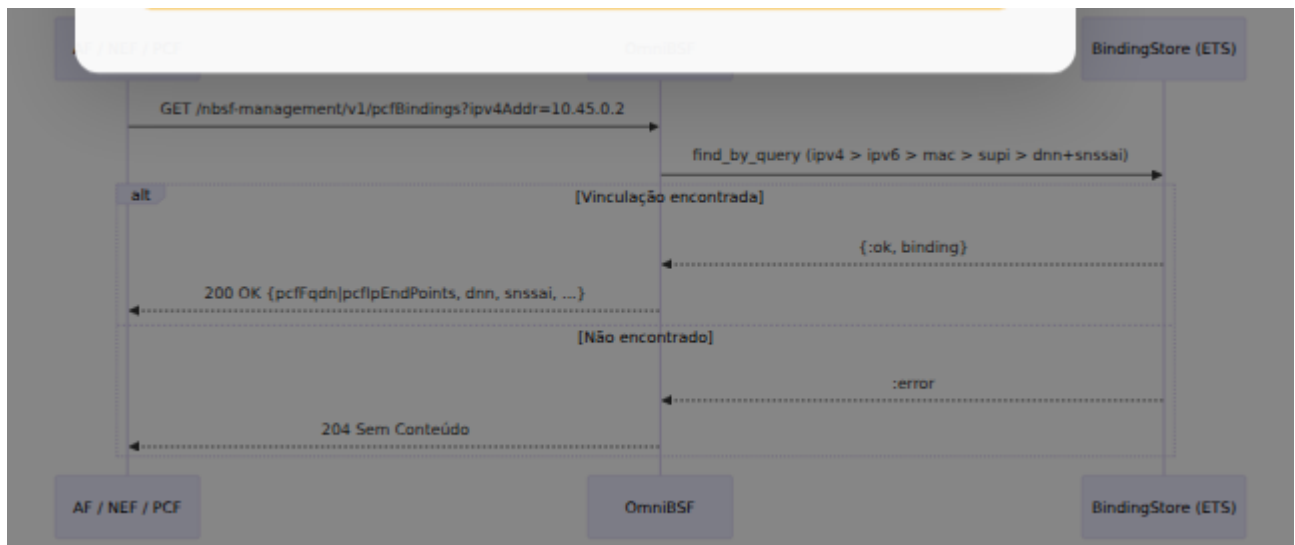
Registro de Vinculação de PCF (POST)



Descoberta de Vinculação de PCF (GET)

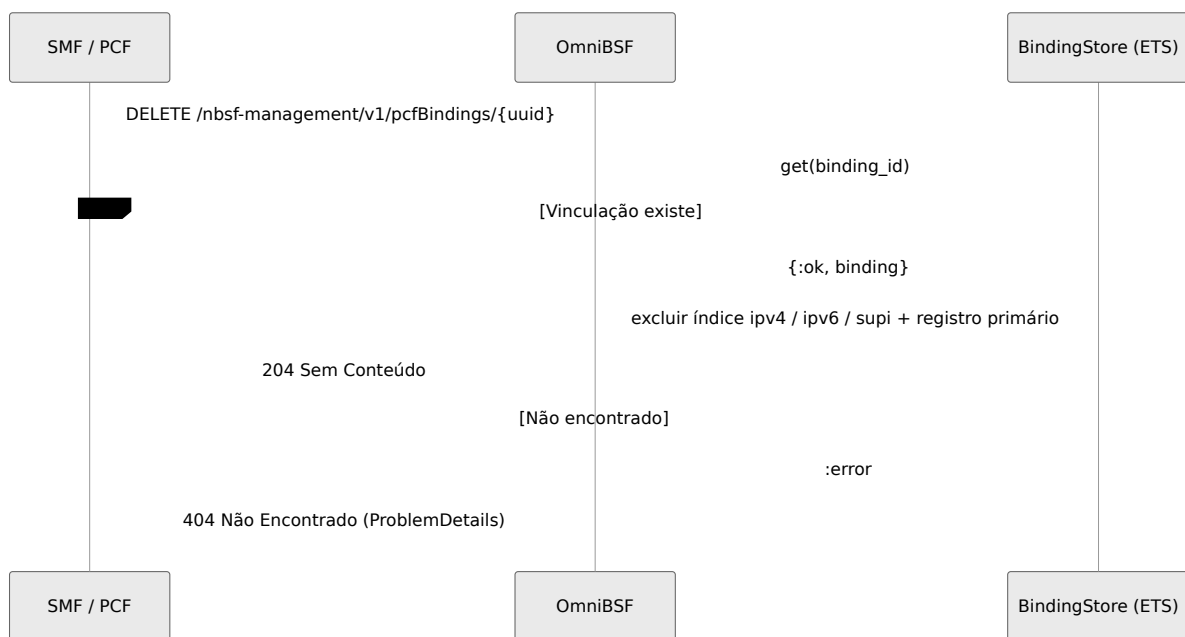


Atualização de Vinculação de PCF (PATCH)



Merge-patch se aplica apenas aos campos `ipv4Addr`, `ipv6Prefix`, `macAddr48`, `pcfFqdn` e `pcfIpEndpoints`; como os índices IPv4/IPv6/SUPI/MAC e DNN+S-NSSAI se baseiam no conteúdo da vinculação, o registro antigo e suas entradas de índice são removidos e a vinculação atualizada é reinserida para que os índices permaneçam consistentes. Um PATCH também atualiza o `expires_at` da vinculação a partir de `binding_ttl_seconds`, portanto, atua como um keep-alive que estende a vida útil da vinculação. Veja [Ajuste do Tempo de Vida da Vinculação](#).

Desregistro de Vinculação de PCF (DELETE)



Registro e Batimento Cardíaco do NRF

Na inicialização, o OmniBSF registra um perfil NF BSF com o NRF (a partir de `nrf_uri`), anunciando seu endereço/porta/esquema do SBI, o PLMN configurado (`mcc/mnc`) e o serviço `nbsf-management` v1. Em seguida, envia batimentos cardíacos periódicos de NFUpdate a cada `heartbeat_interval` milissegundos. O registro pode ser forçado a qualquer momento através da API de gerenciamento.

Solução de Problemas do OmniBSF

204 retornado quando um binding é esperado

1. Confirme se a chave da consulta corresponde ao que foi registrado.
`ipv4Addr`, `ipv6Prefix` e `supi` são correspondências exatas - diferenças de formatação (zeros à esquerda, notação de comprimento de prefixo) causam uma falha.
2. Verifique se há `PCF binding not found for query:` nos logs para ver a consulta exata.
3. Confirme se o registrante completou o POST (procure por `PCF binding registered:` nos logs).
4. A descoberta DNN+S-NSSAI é resolvida através do índice `{dnn, sst}` e corresponde exatamente a `sst`; uma incompatibilidade de tipo entre inteiro e string no corpo do POST original impedirá uma correspondência.
5. Verifique se o TTL do binding expirou e se o limpador o removeu (`[BindingCleaner] Removed N expired binding(s)`).

403 no POST

Um binding já existe para o `ipv4Addr` / `ipv6Prefix` fornecido. A resposta é um `ExtProblemDetails` com `cause = EXISTING_BINDING_INFO_FOUND` e o `pcfSmFqdn` / `pcfSmIpEndpoints` do PCF incumbente. Reutilize o PCF retornado ou `DELETE` o binding existente primeiro se uma reatribuição genuína for pretendida.

400 no POST

O corpo está faltando um IE obrigatório. O campo `detail` o identifica: `No DNN`, `No S-NSSAI`, ou `No PCF address information (pcfFqdn or pcfIpEndpoints required)`. O caminho genérico de campo ausente relata `MANDATORY_IE_MISSING`.

404 no DELETE ou PATCH

O ID do binding não corresponde a nenhum binding ativo. Ou ele já foi removido, seu TTL expirou, ou o OmniBSF foi reiniciado (todos os bindings estão na memória e perdidos na reinicialização). Verifique se há `PCF binding not found for deregister:` / `PCF binding not found for update:`.

415 no PATCH

O manipulador `PATCH` requer `Content-Type: application/merge-patch+json`. Qualquer outro tipo de conteúdo é rejeitado com `415 Unsupported Media Type`.

Alta memória / contagem de bindings crescente

Monitore a contagem de bindings ativos através do medidor `omni_bsf_active_bindings_count`, que é emitido na registragem, desregistragem e em cada limpeza; o endpoint de estatísticas OAM (`GET /api/statistics`) e o endpoint de status NF relatam o mesmo número. Bindings cujas sessões PDU terminam sem um `DELETE` permanecem até que seu TTL expire e o limpador os remova. Como um `PATCH` atualiza o TTL de um binding, um registrante que continua atualizando um binding o mantém ativo; um binding só expira uma vez que nem um `DELETE` nem um `PATCH` tenham sido recebidos dentro de `:binding_ttl_seconds`. Diminua `:binding_ttl_seconds` ou `:binding_cleanup_interval_ms` se bindings

obsoletos se acumularem mais rápido do que o TTL padrão de 24 horas os limpa. A API de gerenciamento também oferece uma operação de limpar tudo.

Falha na registragem do NRF

Verifique `omni_bsf_nrf_registration_status{nf_type="bsf"}` e os logs. Verifique se `nrf_uri` é acessível, se `mcc/mnc` correspondem ao PLMN configurado no NRF e se a conectividade de `sbi_addr` para o NRF está funcionando. Uma re-registragem pode ser forçada através da API de gerenciamento.

