← Visão Geral

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
`prometheus_metrics_port`	inteiro	Não	`9571`
`heartbeat_interval`	inteiro (ms)	Não	`10000`

> 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
`:binding_ttl_seconds`	inteiro (s)	`86400` (24 h)	Tempo de vida aplicado a um vínculo no registro e renovado em cada PATCH; após isso, a entrada é elegível para limpeza.
`:binding_cleanup_interval_ms`	inteiro (ms)	`60000` (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
`:nf_capacity`	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.
`:nf_priority`	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.

← Visão Geral

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 `suppFeat` 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: `sbi_addr`, `sbi_port`, `nrf_uri`, `mcc`, `mnc`, `capacity`/`priority` do NF, e nível de log.
`PATCH`	`/oam/config/{id}`	Atualiza valores selecionados em tempo de execução. Chaves aceitas: `nrf_uri`, `nf_capacity`, `nf_priority`, `log_level`. 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: `{"level": "<level>"}`.

Valores Configuráveis

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

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	Des
`omni_bsf_pcf_binding_register_count`	contador	`dnn`	Regis vincu do PC rotula por D
`omni_bsf_pcf_binding_discover_count`	contador	`result`	Solici de desco rotula por `r` (`foun` `not_f`
`omni_bsf_pcf_binding_deregister_count`	contador	`binding_id`	Desre rotula por ID vincu
`omni_bsf_binding_registers_total`	contador	-	Conta regist agreg
`omni_bsf_binding_discovers_total`	contador	`result`	Conta desco agreg por `r`
`omni_bsf_binding_deregisters_total`	contador	-	Conta desre agreg

Métrica	Tipo	Rótulos	Des
`omni_bsf_active_bindings_count`	gauge	-	Núme vincu ativas PCF. C ao viv acion pelo e de telem `[:omn` `:bind` `:acti` emiti regist vincu desre em ca varre limpe expira vincu porta rastre conta atual vincu ativas
`omni_bsf_nrf_registration_status`	gauge	`nf_type`	Statu regist NRF (regist = não

> 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
`[:omnibsf, :pcf_binding, :update]`	Uma vez por PATCH (`UpdateIndPCFBinding`)	Disparado quando uma vinculação é atualizada por merge-patch. Transporta o `binding_id` afetado.
`[:omnibsf, :binding, :expired]`	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
`beam_memory_total`	gauge	Memória total da BEAM em bytes
`beam_memory_processes`	gauge	Memória alocada para processos Erlang
`beam_memory_processes_used`	gauge	Memória realmente utilizada pelos processos
`beam_memory_system`	gauge	Memória do sistema
`beam_memory_atom`	gauge	Memória total de átomos
`beam_memory_atom_used`	gauge	Memória de átomos utilizada
`beam_memory_binary`	gauge	Memória binária
`beam_memory_code`	gauge	Memória de código
`beam_memory_ets`	gauge	Memória da tabela ETS
`beam_processes_count`	gauge	Número de processos Erlang
`beam_ports_count`	gauge	Número de portas Erlang
`beam_atom_count`	gauge	Número de átomos
`beam_vm_uptime`	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`.

← Visão Geral

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
`bsf_bindings`	`:set`	binding_id (string UUID)	mapa de vinculação completo
`bsf_ipv4_index`	`:set`	endereço IPv4 da UE (string)	binding_id
`bsf_ipv6_index`	`:set`	prefixo IPv6 da UE (string)	binding_id
`bsf_supi_index`	`:bag`	SUPI (string)	binding_id
`bsf_mac_index`	`:set`	endereço MAC da UE (string em minúsculas)	binding_id
`bsf_dnn_snssai_index`	`:bag`	`{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 ﷺ 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	Suces
`POST`	`/pcfBindings`	Registrar uma vinculação de PCF para uma sessão PDU. Retorna um cabeçalho `Location` apontando para a vinculação criada.	201 Cria
`GET`	`/pcfBindings`	Descobrir a vinculação de PCF correspondente aos parâmetros de consulta fornecidos.	200 OK `PcfBind` ou 204 S Conteúd nenhum correspo
`PATCH`	`/pcfBindings/{bindingId}`	Atualizar uma vinculação existente (`UpdateIndPCFBinding`). O corpo deve ser `application/merge-patch+json`.	200 OK `PcfBind` atualiza
`DELETE`	`/pcfBindings/{bindingId}`	Desregistrar uma vinculação de PCF pelo seu ID.	204 Sem Conteúd

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	`ipv4Addr`	string	índice	Endereço IPv4 da UE (correspondência exata)
2	`ipv6Prefix`	string	índice	Prefixo IPv6 da UE (correspondência exata)
3	`macAddr48`	string	índice	Endereço MAC da UE (correspondência insensível a maiúsculas e minúsculas via `bsf_mac_index`)
4	`supi`	string	índice	Identificador Permanente do Assinante (primeira correspondência se várias vinculações concorrentes compartilharem o SUPI)
5	`dnn` + `snssai`	string / JSON	índice	DNN junto com S-NSSAI, resolvido via `bsf_dnn_snssai_index` indexado por `{dnn, sst}` (`sst` deve corresponder; `sd` 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
`dnn`	string	Sim	Nome da Rede de Dados
`snssai`	objeto	Sim	S-NSSAI (`sst` inteiro, `sd` string opcional)
`pcfFqdn`	string	Condicional	FQDN do PCF - necessário se `pcfIpEndPoints` ausente
`pcfIpEndPoints`	array	Condicional	Lista de endpoints IP do PCF - necessária se `pcfFqdn` ausente
`ipv4Addr`	string	Não	Endereço IPv4 da UE (indexado; também aciona a detecção de duplicatas)
`ipv6Prefix`	string	Não	Prefixo IPv6 da UE (indexado; também aciona a detecção de duplicatas)
`macAddr48`	string	Não	Endereço MAC da UE
`supi`	string	Não	Identificador Permanente do Assinante (indexado)
`gpsi`	string	Não	Identificador Público Genérico de Assinatura
`ipv4FrameRouteList`	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)

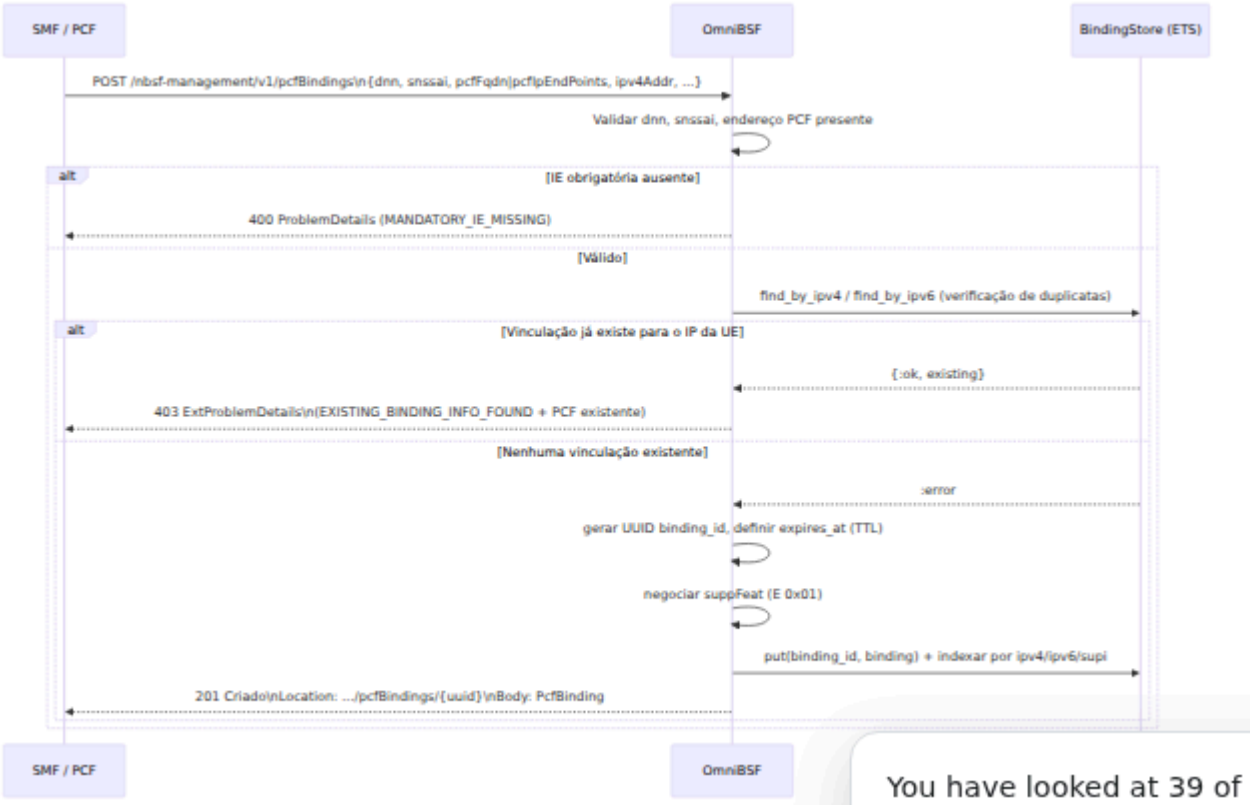
Uma resposta `403` a um registro duplicado carrega um corpo `ExtProblemDetails` (`cause` = `EXISTING_BINDING_INFO_FOUND`) com o `pcfSmFqdn` / `pcfSmIpEndPoints` do PCF existente incluído no nível superior, conforme TS 29.521.

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.

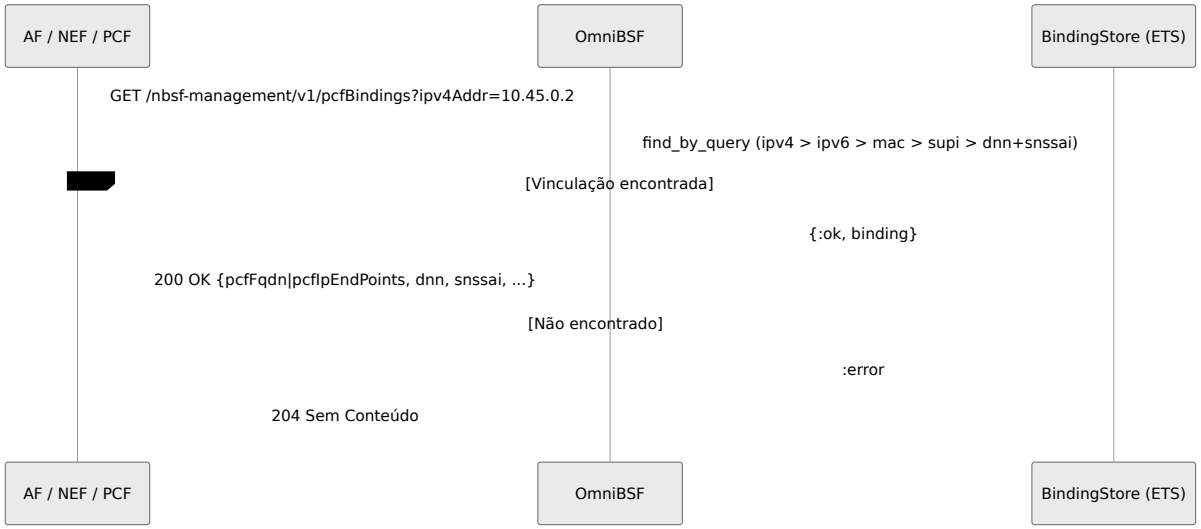
Procedimentos Chave

Registro de Vinculação de PCF (POST)

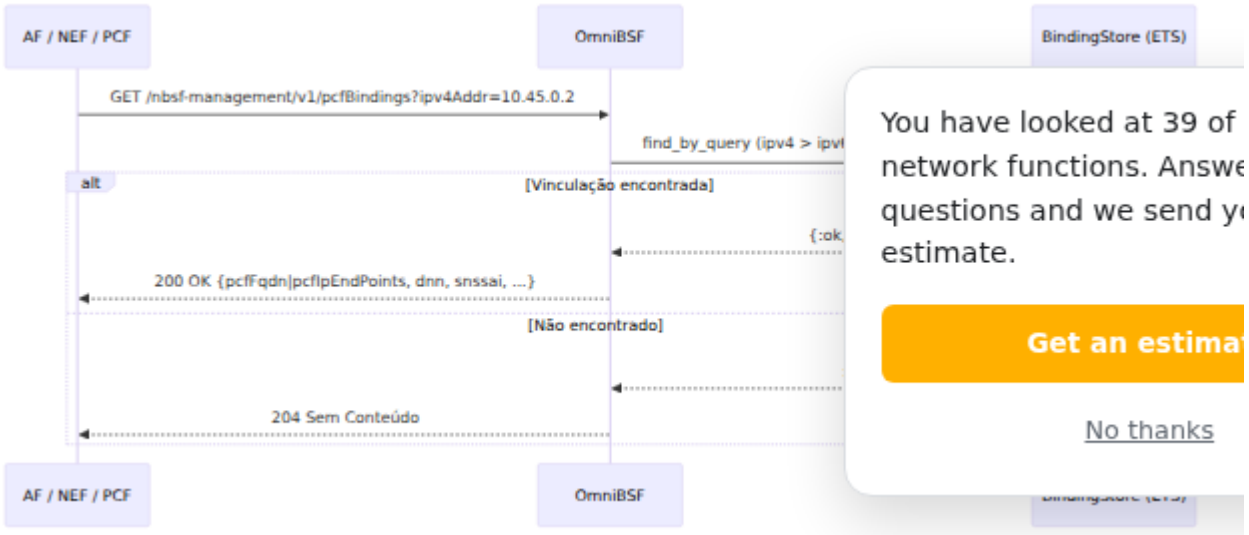


You have looked at 39 of

Descoberta de Vinculação de PCF (GET)

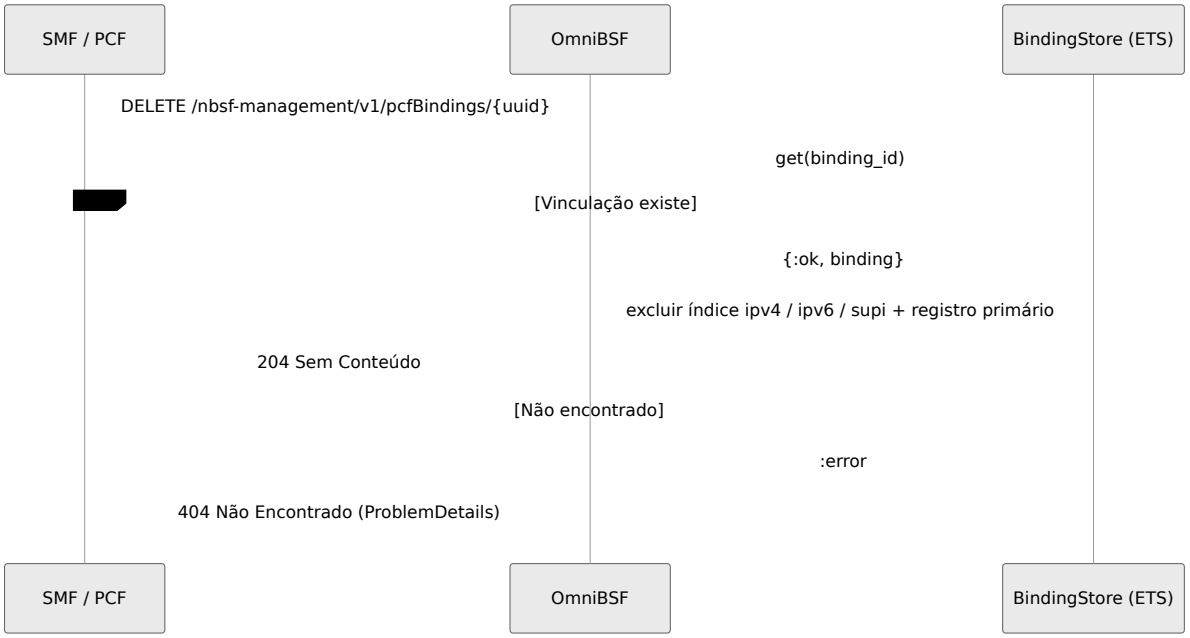


Atualização de Vinculação de PCF (PATCH)



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.

← Visão Geral

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.