← Visão Geral

Referência de Configuração do OmniSMF

A configuração gravável pelo operador é fornecida através de `config/runtime.exs`, que é impulsionada em grande parte por variáveis de ambiente do sistema operacional. A maioria dos valores abaixo tem um padrão embutido e uma variável de ambiente que o substitui antes do SMF iniciar. Algumas chaves são definidas apenas através da configuração da aplicação e não possuem variável de ambiente (`chf_uri`, o bloco `charging`, `pgw_c_addr` e o bloco `pco`); estas são destacadas onde aparecem. A chave do ambiente da aplicação compilada é `:omnismf`.

```
config :omnismf,
  sbi_scheme: "http",                       # SBI_SCHEME
  sbi_addr:   "127.0.0.4",                  # SBI_ADDR
  sbi_port:   7777,                         # SBI_PORT
  nrf_uri:    "http://127.0.0.1:7777",      # NRF_URI
  udm_uri:    "http://127.0.0.12:7777",     # UDM_URI
  pcf_uri:    "http://127.0.0.13:7777",     # PCF_URI
  amf_uri:    "http://127.0.0.5:7777",      # AMF_URI
  upf_addr:   "10.179.1.24",                # UPF_ADDR
  upf_pfcp_port: 8805,                      # UPF_PFCP_PORT
  pfcp_addr:  "0.0.0.0",                    # PFCP_ADDR
  mcc: "999",                               # MCC
  mnc: "70",                                # MNC
  dns:  ["8.8.8.8", "8.8.4.4"],             # DNS
  dns6: ["2001:4860:4860::8888"],           # DNS6
  mtu:  1400,                               # MTU
  prometheus_metrics_port: 9568,            # PROMETHEUS_PORT
  heartbeat_interval: 10_000,               # HEARTBEAT_INTERVAL
  ue_ip_pool: [subnet_map: %{default: ["10.45.0.0/16"]}]  #
UE_IP_SUBNET_MAP / UE_IP_POOL
```

Parâmetros do SBI, Peer e PLMN

Parâmetro	Tipo	Requerido	Padrão
`sbi_scheme`	string	Não	`"http"`
`sbi_addr`	string	Não	`"127.0.0.4"`
`sbi_port`	integer	Não	`7777`
`nrf_uri`	string	Não	`"http://127.0.0.1:7777"`
`udm_uri`	string	Não	`"http://127.0.0.12:7777"`
`pcf_uri`	string	Não	`"http://127.0.0.13:7777"`

Parâmetro	Tipo	Requerido	Padrão
`amf_uri`	string	Não	`"http://127.0.0.5:7777"`
`upf_addr`	string	Não	`"10.179.1.24"`
`upf_pfcp_port`	integer	Não	`8805`
`pfcp_addr`	string	Não	`"0.0.0.0"`
`mcc`	string	Não	`"999"`
`mnc`	string	Não	`"70"`
`heartbeat_interval`	integer (ms)	Não	`10000`

Parâmetro	Tipo	Requerido	Padrão

Interoperabilidade N26

Parâmetro	Tipo	Requerido	Padrão	Var Env	De
`pgw_c_addr`	string	Não	`"127.0.0.11"`	Nenhum (apenas configuração da aplicação)	O ende S5/S8- C autô empar retorn visão E a interop N26 pa criaçã do MM direcio PGW-C na me UPF qu Definic do am aplica `:omni` variáv ambie esta cl

Cobrança Convergente N40 (Nchf, TS 32.290 / TS 32.291)

O SMF pode atuar como um consumidor de cobrança convergente em direção ao CHF sobre N40 (Nchf_ConvergedCharging). Quando habilitado, ele abre uma Solicitação de Dados de Cobrança à medida que cada sessão PDU é estabelecida, atualiza-a durante a sessão a partir dos relatórios de uso URR N4 e a fecha na liberação. O CHF é resolvido primeiro via descoberta NRF, retornando ao `chf_uri` configurado quando a descoberta não resolve um. A cobrança convergente está desabilitada por padrão; enquanto desabilitada, o caminho de cobrança é um no-op e nenhuma chamada CHF é feita.

A chave de nível superior `chf_uri` e o bloco `charging` são definidos apenas através da configuração da aplicação `:omnismf`; nenhum dos dois possui uma variável de ambiente.

```
config :omnismf, :charging,
  enabled: false,
  chf_uri: "http://127.0.0.20:7777"
```

Parâmetro	Tipo	Requerido	Padrão	Var
`chf_uri`	string	Não	`"http://127.0.0.20:7777"`	Nenhu (apena configu da aplicaç
`charging enabled`	boolean	Não	`false`	Nenhu (apena configu da aplicaç

Parâmetro	Tipo	Requerido	Padrão	Var
`charging` `chf_uri`	string	Não	(retorna ao `chf_uri` de nível superior)	Nenhu (apena configu da aplicaç

Session-AMBR em direção ao PCF

Ao criar a associação de política SM, o Session-AMBR assinado (lido do campo de configuração DNN do UDM `sessionAmbr`) é enviado ao PCF sob **ambos** os nomes de campo da especificação `subsSessAmbr` (TS 29.512 `SmPolicyContextData`) e a chave legada `sessionAmbr`. Enviar apenas `sessionAmbr` deixa `subsSessAmbr` não definido, fazendo com que o PCF retorne ao seu padrão de ~1000 Kbps e limite cada sessão. Nenhuma configuração do operador governa isso; está documentado aqui para que os operadores entendam qual campo o PCF deve honrar.

Padrões PCO voltados para o UE (chaves planas)

Essas chaves planas preenchem as Opções de Configuração de Protocolo retornadas ao UE na Aceitação de Estabelecimento de Sessão PDU. Elas são

substituídas pelo bloco estruturado `:pco` abaixo quando este está presente.

Parâmetro	Tipo	Requerido	Padrão	Var Env	Descrição		---	---	---	---	---	---
`dns`	lista de strings	Não	`["8.8.8.8", "8.8.4.4"]`	`DNS`	Servidores DNS IPv4 anunciados ao UE. Separados por vírgula na variável de ambiente.
`dns6`	lista de strings	Não	`["2001:4860:4860::8888"]`	`DNS6`	Servidores DNS IPv6 anunciados ao UE. Separados por vírgula na variável de ambiente.
`mtu`	integer	Não	`1400`	`MTU`	MTU de link IPv4 anunciado ao UE.

Pool de IP do UE

Parâmetro	Tipo	Requerido	Padrão	Var
`ue_ip_pool`	keyword (`subnet_map`)	Não	`%{default: ["10.45.0.0/16"]}`	`UE_IP_SU` / `UE_IP_F`

O JSON `UE_IP_SUBNET_MAP` é indexado pelo nome exato do DNN, padrão `^regex` ou `"default"`; cada valor é uma lista de CIDRs IPv4 e/ou IPv6. A precedência de correspondência é **DNN exato → regex → `default`**. Exemplo:

```
{
  "internet":    ["10.45.0.0/16", "2001:db8:45::/64"],
  "ims":         ["10.47.0.0/24"],
  "^enterprise": ["10.99.0.0/16"],
  "default":     ["10.45.0.0/16"]
}
```

Se nem `UE_IP_SUBNET_MAP` nem `UE_IP_POOL` estiverem definidos, o pool padrão é `10.45.0.0/16`. Veja Alocação de Endereço IP do UE para o comportamento de alocação e reserva de IP estático.

P-CSCF e Opções de Configuração de Protocolo (`:pco`)

Para VoNR/IMS, o SMF retorna o endereço P-CSCF (e os outros itens PCO: DNS, NBNS, link MTU) ao UE dentro da Aceitação de Estabelecimento de Sessão PDU ePCO. Este bloco usa o **mesmo layout e lógica de seleção que o PGW-C 4G**, portanto, um operador configura ambos os nós de forma idêntica. Quando presente, os valores `:pco` têm precedência sobre as chaves planas `dns`/`dns6`/`mtu` acima. Este bloco é definido apenas na configuração da aplicação `:omnismf` e não possui variável de ambiente.

```
config :omnismf, :pco,
  p_cscf_ipv4_address_list: ["10.179.4.165"],
  p_cscf_ipv6_address_list: [],
  p_cscf_discovery_enabled: true,
  p_cscf_discovery_fqdn:
"pcscf.ims.mnc070.mcc999.3gppnetwork.org",
  p_cscf_discovery_dns_server: "10.179.2.10",
  p_cscf_discovery_timeout_ms: 5000,
  primary_dns_server_address: "8.8.8.8",
  secondary_dns_server_address: "8.8.4.4",
  primary_nbns_server_address: nil,
  secondary_nbns_server_address: nil,
  ipv4_link_mtu_size: 1400
```

Parâmetro	Tipo	Requerido	
`p_cscf_ipv4_address_list`	lista de strings	Não	`[]`
`p_cscf_ipv6_address_list`	lista de strings	Não	`[]`
`p_cscf_discovery_enabled`	boolean	Não	`true`

Parâmetro	Tipo	Requerido	
`p_cscf_discovery_fqdn`	string	Não	`pcscf.mnc{MNC}`
`p_cscf_discovery_dns_server`	string	Não	resolvedor do si

Parâmetro	Tipo	Requerido	
`p_cscf_discovery_timeout_ms`	integer (ms)	Não	`5000`
`primary_dns_server_address`	string	Não	(plano `dns`)
`secondary_dns_server_address`	string	Não	(plano `dns`)
`primary_nbns_server_address`	string | nil	Não	`nil`
`secondary_nbns_server_address`	string | nil	Não	`nil`
`ipv4_link_mtu_size`	integer	Não	(plano `mtu`)

Chaves de fallback P-CSCF planas legadas

As chaves planas `pcscf` e `pcscf6` são fallbacks legados mantidos para paridade com configurações mais antigas do PGW-C. Elas são consultadas apenas quando as listas de endereços P-CSCF estruturadas `:pco` (`p_cscf_ipv4_address_list` / `p_cscf_ipv6_address_list`) não estão definidas. A forma estruturada `:pco` é preferida para novas implantações. Cada chave aceita uma única string de endereço ou uma lista de strings de endereço. Essas chaves são definidas apenas na configuração da aplicação `:omnismf` e não possuem variável de ambiente.

Parâmetro	Tipo	Requerido	Padrão	Var Env	Des
`pcscf`	string ou lista de strings	Não	`[]`	Nenhum (apenas configuração da aplicação)	Fallback est IPv4 legado, quando `p_cscf_ipv` não está de forma estrut
`pcscf6`	string ou lista de strings	Não	`[]`	Nenhum (apenas configuração da aplicação)	Fallback est IPv6 legado, quando `p_cscf_ipv` não está de forma estrut

Portas de Métricas e Gerenciamento

Parâmetro	Tipo	Requerido	Padrão	Var Er
`prometheus_metrics_port`	integer	Não	`9568`	`PROMETHEUS_`
porta da API de gerenciamento (`:api_ex`)	integer	Não	`8443`	`API_PORT`
Porta HTTPS do Painel de Controle	integer	Não	`7443`	`CONTROL_PAN`

A API de gerenciamento e o Painel de Controle são servidos via TLS usando o certificado em `priv/cert/omnitouch.crt` e a chave em `priv/cert/omnitouch.pem`. Apenas as portas de escuta são ajustáveis em tempo de execução através das variáveis de ambiente acima.

API de Gerenciamento / OAM

A API de gerenciamento (TLS, porta padrão `8443`, env `API_PORT`) expõe os seguintes endpoints para operações e diagnósticos. Todos os endpoints de gerenciamento estão montados sob o prefixo `/api`.

Método	Caminho	Propósito
GET	`/api/status/api`	Status do serviço API.
GET	`/api/status/nrf`	Status de registro do NRF.
GET	`/api/status/nf`	Resumo do status do NF (SMF).
GET	`/api/pdu_session`	Listar sessões PDU ativas.
POST	`/api/pdu_session`	Criar uma sessão PDU (teste operacional).
GET	`/api/pdu_session/{id}`	Mostrar uma única sessão PDU.
DELETE	`/api/pdu_session/{id}`	Deletar uma única sessão PDU.
GET	`/api/upf`	Visão da associação UPF / PFCP.
POST	`/api/eps_handover`	Conduzir a interoperabilidade EPS N26 (adotar / alternar / procurar).
GET	`/api/ip_pool`	Capacidade IPv4 geral mais um resumo do pool por DNN.
GET	`/api/ip_pool/detail`	Pools por DNN com cada intervalo de CIDR,

Método	Caminho	Propósito
		totais e endereços alocados.
GET	`/api/statistics`	Estatísticas de sessão e operacionais.
GET	`/api/oam/config`	Ler configuração em tempo de execução.
PATCH/PUT	`/api/oam/config/{id}`	Atualizar um valor de configuração em tempo de execução.
GET	`/api/oam/resources`	Instantâneo da utilização de recursos.
GET	`/api/oam/diagnostics`	Instantâneo de diagnósticos.
GET	`/api/oam/peers`	Status do peer SBI (UDM/PCF/AMF/NRF).
GET	`/api/oam/pfcp_peers`	Status do peer PFCP (UPF).
GET	`/api/oam/pfcp_session/{id}`	Inspecionar uma sessão PFCP.
POST	`/api/oam/upf`	Gerenciar a associação UPF.
POST	`/api/oam/pfcp/reassociate`	Reativar a configuração de associação PFCP com o UPF.

Método	Caminho	Propósito
POST	`/api/oam/cache/clear`	Limpar caches internos.
POST	`/api/oam/log_level`	Alterar o nível de log em tempo de execução sem reiniciar.
POST	`/api/oam/nrf/reregister`	Forçar re-registro do NRF.
DELETE	`/api/oam/session/{id}`	Drenar uma única sessão.
DELETE	`/api/oam/session/by_dnn/{id}`	Drenar sessões por DNN.
DELETE	`/api/oam/session/by_supi/{id}`	Drenar sessões por SUPI.
DELETE	`/api/oam/session/by_snssai/{id}`	Drenar sessões por S-NSSAI.
DELETE	`/api/oam/session/by_upf/{id}`	Drenar sessões por UPF.
POST	`/api/oam/session/modify`	Modificar uma sessão (teste operacional).

Registro

O SMF emite logs estruturados em JSON. O formatador de log padrão é configurado em `runtime.exs` e não é destinado a ser editado por implantação:

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

Parâmetro	Tipo	Requerido	Padrão	D
`format`	formatador	Não	`OmniLogger.JsonFormatter`	Emi linh com obje par por de l
`metadata`	atom/list	Não	`:all`	Incl met Log id d PDU refe con DNI proc em JSO

O nível de log em tempo de execução pode ser alterado sem reiniciar através do endpoint da API de gerenciamento `POST /api/oam/log_level`. Filtre logs por SUPI para rastrear todo o ciclo de vida da sessão de um assinante.

← Visão Geral

Métricas do OmniSMF

As métricas são expostas em `GET /metrics` na `prometheus_metrics_port` (padrão `9568`, env `PROMETHEUS_PORT`). Todos os nomes das métricas abaixo são prefixados conforme mostrado pelo exportador.

Métricas de Sessão PDU

Métrica	Tipo	Rótulos	Desc
`omni_smf_pdu_session_create_count`	contador	`result`	Operaçõ criação c sessão P
`omni_smf_pdu_session_modify_count`	contador	`result`	Operaçõ modifica sessão P
`omni_smf_pdu_session_release_count`	contador	`result`	Operaçõ liberaçãc sessão P
`omni_smf_pdu_session_creates_total`	contador	`result`, `dnn`	Total de criações sessão P resultad DNN.
`omni_smf_pdu_session_releases_total`	contador	`result`	Total de liberaçõe sessão P resultad
`omni_smf_active_pdu_sessions_count`	gauge	`dnn`	Número sessões ativas pc Emitido criação e liberaçãc sessão d armazen de conte SMF (a fc

Métrica	Tipo	Rótulos	Desc
			verdade sessões
`omni_smf_session_duration_seconds`	distribuição	nenhum	Duração sessão P segundo emitido liberaçã medido criação sessão (1, 5, 15, 300, 90 86400 s)

Exemplo (taxa de sucesso na criação):

```
sum(rate(omni_smf_pdu_session_creates_total{result="success"}
[5m]))
  / sum(rate(omni_smf_pdu_session_creates_total[5m]))
```

Exemplo (sessões ativas por DNN):

```
sum by (dnn) (omni_smf_active_pdu_sessions_count)
```

Métricas PFCP / UPF

Métrica	Tipo	Rótulos
`omni_smf_pfcp_sessions_total`	contador	`operation`
`omni_smf_pfcp_associations_total`	contador	`result`
`omni_smf_pfcp_heartbeats_total`	contador	`result`
`omni_smf_upf_health`	gauge	nenhum

Métrica	Tipo	Rótulos
`omni_smf_n4_usage_reports_total`	contador	nenhum
`omni_smf_n4_usage_report_volume_bytes_total`	contador	nenhum

As duas métricas `omni_smf_n4_*` são as únicas métricas de volume de plano de usuário do SMF: elas são preenchidas a partir dos relatórios de uso que o UPF retorna via N4, portanto, só avançam quando o UPF tem regras de relatório de uso instaladas e está entregando relatórios.

Exemplo (alerta quando a associação UPF cai):

```
omni_smf_upf_health == 0
```

Exemplo (throughput de volume de plano de usuário em todas as sessões):

```
sum(rate(omni_smf_n4_usage_report_volume_bytes_total[5m]))
```

Exemplo (taxa de relatórios de uso recebidos do UPF):

```
sum(rate(omni_smf_n4_usage_reports_total[5m]))
```

Exemplo (falhas de heartbeat PFCP em direção ao UPF):

```
sum(rate(omni_smf_pfcp_heartbeats_total{result="failure"}[5m]))
```

Métricas de Cobrança N40

Métrica	Tipo	Rótulos	Descrição
`omni_smf_n40_charging_total`	contador	`operation`	Total de operações de cobrança convergente N40 Nchf em direção ao CHF por evento de cobrança (TS 32.290).

Exemplo (taxa de operações de cobrança convergente por evento):

```
sum by (operation) (rate(omni_smf_n40_charging_total[5m]))
```

Métricas NRF

Métrica	Tipo	Rótulos	Descrição
`omni_smf_nrf_registration_status`	gauge	`nf_type`	Status de registro NRF (1 = registrado, 0 = não registrado).

Exemplo:

```
omni_smf_nrf_registration_status == 0
```

Métricas BEAM VM

Métrica	Tipo	Descrição
`beam_memory_total`	gauge	Memória total do BEAM (bytes).
`beam_memory_processes`	gauge	Memória alocada para processos Erlang.
`beam_memory_processes_used`	gauge	Memória realmente usada 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 usada.
`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 (segundos).

A contagem de processos ativos também serve como um sinal de escala de sessão, uma vez que cada sessão PDU é um processo de trabalho dedicado. Uma divergência sustentada entre `beam_processes_count` e `omni_smf_active_pdu_sessions_count` pode indicar trabalhadores de sessão órfãos (veja Solução de Problemas).

← Visão Geral

Guia de Operações do OmniSMF

OmniSMF é a Função de Gerenciamento de Sessão (SMF) do Core 5G. Ele gerencia todo o ciclo de vida das sessões PDU: alocação de endereços, associação de políticas, programação e desmontagem do plano do usuário. Este guia abrange o papel da 3GPP, as interfaces SBI e N4 que ele expõe, e os principais procedimentos que ele conduz, cada um com um diagrama de sequência.

Papel da 3GPP e Referências de Especificação

Especificação	Relevância
TS 23.501	Arquitetura do sistema: papel do SMF, conceito de sessão PDU, modelo de QoS
TS 23.502	Procedimentos: Estabelecimento de Sessão PDU (§4.3.2), Modificação (§4.3.3), Liberação (§4.3.4), Solicitação de Serviço (§4.2.3)
TS 29.502	API de serviço Nsmf_PDUSession
TS 29.244	Interface N4: protocolo PFCP entre SMF e UPF
TS 29.503	Nudm_SubscriberDataManagement (sm-data) e Nudm_UEContextManagement (smf-registrations)
TS 29.512	Npcf_SMPolicyControl: associação de política SM e notificação para o PCF
TS 29.518	Namf_Communication: N1N2MessageTransfer para o AMF
TS 32.290 / TS 32.291	Nchf_ConvergedCharging (N40): cobrança convergente para o CHF
TS 24.501	5GS NAS (5GSM): estabelecimento/modificação de sessão PDU, tipo de sessão e tratamento de causa 5GSM (§6.4.1.3)
TS 29.571	Tipos de dados comuns: `IpAddress`, S-NSSAI

Interfaces

Interface	Par	Protocolo	Propósito
N11	AMF	Nsmf_PDUSession (SBI, HTTP/2)	Criar / recuperar / atualizar / contexto SM, N1N2Message
N7	PCF	Npcf_SMPolicyControl (SBI)	Criar/excluir associação de p + callback de notificação de
N10	UDM	Nudm_SDM + Nudm_UECM (SBI)	Dados de assinatura de sess registro do SMF
N4	UPF	PFCP (UDP)	Associação PFCP + estabelecimento/modificaçã de sessão
N40	CHF	Nchf_ConvergedCharging (SBI)	Cobrança convergente: abrir/atualizar/fechar uma S de Dados de Cobrança durar de vida da sessão PDU (CHF via descoberta NRF com um fallback estático; desativado padrão)
N26	PGW-C	Interoperabilidade interna	Adotar / alternar / consultar mobilidade 4G/5G
n/a	NRF	Nnrf_NFManagement (SBI)	Registro NF + heartbeat (ser descoberta externa)

Endpoints SBI

Todos os endpoints SBI são servidos sob a URL base `{SBI_SCHEME}://{SBI_ADDR}:{SBI_PORT}`.

Método	Caminho	Serviço	Pr
POST	`/nsmf-pdusession/v1/sm-contexts`	Nsmf_PDUSession	Criar ((estab de ses
POST	`/nsmf-pdusession/v1/sm-contexts/{smContextRef}/retrieve`	Nsmf_PDUSession	Recup Conte espec POST,
POST	`/nsmf-pdusession/v1/sm-contexts/{smContextRef}/modify`	Nsmf_PDUSession	Atuali SM (in N2, m estad hando modifi fluxo (libera
POST	`/nsmf-pdusession/v1/sm-contexts/{smContextRef}/release`	Nsmf_PDUSession	Libera SM (d da ses
POST	`/nsmf-callback/sm-policy-notify/{smContextRef}`	Callback Npcf	Receb atuali `SmPol` do PC dedica

Criar Contexto SM

Campos obrigatórios da solicitação: `supi`, `sNssai`, `servingNetwork`, `dnn`, `smContextStatusUri`, `pduSessionId`, `anType`, `servingNfId`. Retorna `201 Created` com `Location: {base}/nsmf-pdusession/v1/sm-contexts/{ref}`.

Mapeamento de erros: `400 MANDATORY_IE_MISSING`, `404 DNN_DENIED`, `500 SYSTEM_FAILURE`, `503 NF_DISCOVERY_FAILURE` (UDM inacessível).

Recuperar Contexto SM

O AMF lê o contexto SM atual referenciando-o (TS 29.502 §5.2.2.6 usa `POST .../sm-contexts/{smContextRef}/retrieve`, não `GET`). O SMF retorna `200 OK` com a visão atual do contexto SM para uma referência conhecida, ou `404 CONTEXT_NOT_FOUND` para uma desconhecida.

Atualizar Contexto SM

O manipulador de modificação despacha com base na primeira chave reconhecida no corpo:

Chave do corpo	Cenário
`n2SmInfo` + `n2SmInfoType`	Informações SM N2 do gNB (`PDU_RES_SETUP_RSP` ativa o túnel; `PDU_RES_REL_RSP` desativa-o)
`upCnxState: "DEACTIVATED"`	Liberação AN / entrada ociosa do UE (FAR de downlink para BUFFER)
`upCnxState: "ACTIVATING"`	Solicitação de serviço; resposta carrega N2 `PDU_RES_SETUP_REQ`
`hoState`	Transição de estado de handover: `PREPARING`, `PREPARED`, `COMPLETED` (reativa o túnel), `CANCELLED`
`qosFlows`	Adicionar/modificar fluxo QoS pós-estabelecimento (retorna `204 No Content`; alterações comunicadas ao gNB via informações SM N2)
`release: true`	Liberação iniciada pelo AMF (retorna `204 No Content`)
`servingNfId`	Mudança de instância AMF durante mobilidade (retorna `204 No Content`)

Liberar Contexto SM

O corpo pode incluir `ueLocation` para registro da localização final. Retorna `204 No Content`.

Procedimentos Chave

Estabelecimento de Sessão PDU (TS 23.502 §4.3.2)

O N1N2MessageTransfer é enviado de forma assíncrona, então o `201 Created` retorna ao AMF primeiro. A mensagem SM N1 é uma Aceitação de Estabelecimento de Sessão PDU NAS e as informações SM N2 são um `PDUSessionResourceSetupRequestTransfer` NGAP, transportadas como um corpo `multipart/related` (TS 29.518) com as partes binárias NAS/NGAP referenciadas por `contentId`.

Sourcing de Configuração DNN

O comportamento de um DNN é definido em dois lugares, e um operador deve definir ambos de forma consistente para que um DNN funcione corretamente:

Atributo DNN	Fonte	Como é provisionado
S-NSSAI Permitido	Assinatura AMF/UDM	O AMF fornece `sNssai` na Criação do Contexto SM; o DNN deve existir sob um S-NSSAI correspondente nos dados SM do assinante no UDM
Session-AMBR	UDM `dnnConfiguration.sessionAmbr`	Provisionado no HSS → UDM/UDR
QoS Padrão (5QI + ARP)	UDM `dnnConfiguration.5gQosProfile`	Provisionado no HSS → UDM/UDR
Tipo(s) de sessão PDU	UDM `dnnConfiguration.pduSessionTypes`	`defaultSessionType` + `allowedSessionTypes`
Modo SSC	UDM `dnnConfiguration.sscModes`	`defaultSscMode` + `allowedSscModes` (TS 23.501 §5.6.9.2)

Atributo DNN	Fonte	Como é provisionado
IP UE Estático	UDM `dnnConfiguration.staticIpAddress`	Provisionado no HSS → UDM/UDR
Pool de IP UE (dinâmico)	**SMF** `ue_ip_pool` `subnet_map`	Configuração do SMF
DNS / MTU / P-CSCF (ePCO)	**SMF** `dns` / `dns6` / `mtu` / `:pco`	Configuração do SMF

A regra geral: **política por assinante e por DNN (S-NSSAI, AMBR, QoS padrão, tipo de sessão, modo SSC, IP estático) vive na assinatura UDM; os recursos da rede entregues ao UE (pool de IP dinâmico, DNS, MTU, P-CSCF) vivem na configuração do SMF.** Um DNN que está presente no `subnet_map` do SMF, mas ausente nos dados SM do assinante no UDM, é rejeitado com `404 DNN_DENIED`; um DNN presente no UDM, mas sem uma entrada correspondente no `subnet_map` e sem pool `default` falha na alocação de IP com `:no_pool_for_dnn`.

Alocação de Endereço IP do UE

Cada sessão PDU é atribuída a um endereço IP (IPv4, IPv6 ou ambos) antes que a sessão PFCP seja estabelecida com o UPF. O pool de IP reflete o modelo de

alocação do PGW-C 4G. As fontes são tentadas em ordem de prioridade:

1. **Endereço adotado N26.** Para uma sessão originada em 4G movendo-se para 5G via N26 (um `adoptedIpv4` na solicitação de criação), o IP do UE que o PGW-C autônomo já alocou é reutilizado verbatim; o endereço pertence ao pool do PGW-C, portanto, é preservado durante o handover, não sendo realocado. Para uma sessão de pilha dupla, a parte IPv6 é então alocada dinamicamente.
2. **IP Estático (fixado ao assinante).** Quando os dados de assinatura SM do UDM contêm um `staticIpAddress` para o DNN solicitado, esse endereço fixo é honrado para cada sessão nesse DNN. Isso espelha o comportamento de IP estático do HSS/PGW-C 4G e é, em última análise, provisionado no HSS e exposto através do UDM/UDR. Para uma sessão de pilha dupla, a parte IPv6 é alocada dinamicamente.
3. **Pool Dinâmico.** Caso contrário, um endereço é alocado do pool configurado do DNN. A alocação escolhe um endereço de host livre aleatório (excluindo rede/broadcast para IPv4), tenta novamente em caso de colisão e é deduplicado em todas as sessões ativas.

O IP do UE é retornado ao pool em **qualquer** saída de trabalhador (liberação explícita, falha ou desligamento do supervisor), portanto, um CPE preso em um loop de estabelecimento/liberação/tentativa não pode vazar lentamente endereços do pool.

Pools cientes de DNN (`subnet_map`)

Pools são selecionados por DNN via `subnet_map`. As chaves são nomes exatos de DNN, padrões `^regex` ou `:default`; os valores são listas de CIDRs IPv4 e/ou IPv6. A precedência de correspondência é **DNN exato → regex → `:default`**. Para uma sessão `IPV4V6`, o SMF aloca de ambos os intervalos IPv4 e IPv6 do pool correspondente. Veja Pool de IP UE na Referência de Configuração.

Campo de IP Estático e Reserva

O campo `staticIpAddress` segue TS 29.503 (`DnnConfiguration`) e TS 29.571 (`IpAddress`): um array de objetos, cada um opcionalmente carregando `ipv4Addr` (um único objeto também é aceito). Um endereço estático é reservado no pool, de modo que nunca seja entregue dinamicamente:

- Um endereço estático **dentro** de um intervalo configurado é contado contra esse pool e excluído da alocação dinâmica.
- Um endereço estático **fora** de todos os intervalos configurados é rastreado apenas para detecção de duplicatas e não consome capacidade do pool (IPs estáticos podem viver em sua própria sub-rede roteada).
- Se o endereço estático **já estiver em uso** por outra sessão ativa, a nova sessão PDU é rejeitada (`:static_ip_in_use`) em vez de emitir uma duplicata, correspondendo ao PGW-C 4G. Isso deve ocorrer apenas se o mesmo IP estático estiver mal configurado contra dois assinantes.

Para provisionar um IP estático, defina `staticIpAddress` na configuração DNN do assinante (via HSS → UDM/UDR); nenhuma alteração de configuração do SMF é necessária.

Reconciliação do tipo de sessão PDU (TS 24.501 §6.4.1.3)

Quando uma sessão de pilha dupla (`IPV4V6`) é solicitada, mas o pool correspondente só gera uma família de endereços, o SMF **reconciliará o tipo de sessão sinalizado para a família que realmente alocou** antes de construir a Aceitação de Estabelecimento N1 e o N2 `PDUSessionResourceSetupRequestTransfer`:

- IPv4 alocado, sem IPv6 → sinalizar `IPV4` com causa 5GSM **#50 (tipo de sessão PDU IPv4 apenas permitido)**.
- IPv6 alocado, sem IPv4 → sinalizar `IPV6` com causa 5GSM **#51 (tipo de sessão PDU IPv6 apenas permitido)**.
- Ambas as famílias presentes → sinalizar `IPV4V6` inalterado.

Isso é necessário para interoperabilidade: anunciar `IPV4V6` enquanto transporta apenas um endereço IPv4 faz com que a RAN rejeite a configuração de recursos N2. Operadores que atendem assinaturas de pilha dupla a partir de pools apenas IPv4 verão, portanto, essas sessões surgirem como IPv4 com a causa NAS correspondente, em vez de falhar.

Monitoramento

- `GET /api/ip_pool`: capacidade total de IPv4 mais um resumo do pool por DNN.

- `GET /api/ip_pool/detail`: pools por DNN com CIDR de cada intervalo, total/alocado/disponível e a lista completa de endereços atualmente alocados (dinâmicos + estáticos).

> **Nota IPv6:** Endereços IPv6 são alocados, reservados, liberados e relatados pelo pool.

Descoberta e Anúncio do P-CSCF (VoNR / IMS)

Para uma sessão PDU IMS/VoNR, o UE deve aprender um P-CSCF para se registrar. O SMF o retorna no **ePCO** da Aceitação de Estabelecimento da Sessão PDU (container P-CSCF IPv4 `0x000C`, container IPv6 `0x0001`), um container por endereço, idêntico ao PGW-C 4G. O P-CSCF é retornado apenas quando o DNN começa com `ims`. Ordem de seleção:

1. **Descoberta DNS + verificação de saúde (preferido).** Quando `p_cscf_discovery_enabled`, o SMF resolve `_sip._tcp.<fqdn>` (SRV) para A/AAAA, em seguida, verifica a saúde de cada candidato com um SIP `OPTIONS` (TCP depois UDP). Apenas servidores que respondem são anunciados, e o conjunto é atualizado em um ciclo fixo de 60 segundos, então um P-CSCF que para de responder `OPTIONS` é removido do conjunto anunciado em aproximadamente um minuto, e um recuperado é re-adicionado no próximo ciclo. A atualização ocorre independentemente do estabelecimento da sessão; novas sessões sempre leem o conjunto saudável mais recente.
2. **Fallback estático.** Se a descoberta estiver desativada ou não retornar nada saudável, `p_cscf_ipv4_address_list` / `p_cscf_ipv6_address_list` são usados.

Isso espelha exatamente o PGW-C, portanto, uma configuração de implantação IMS 4G/5G mista configura o P-CSCF da mesma maneira em ambos os nós. Veja P-CSCF e Opções de Configuração de Protocolo.

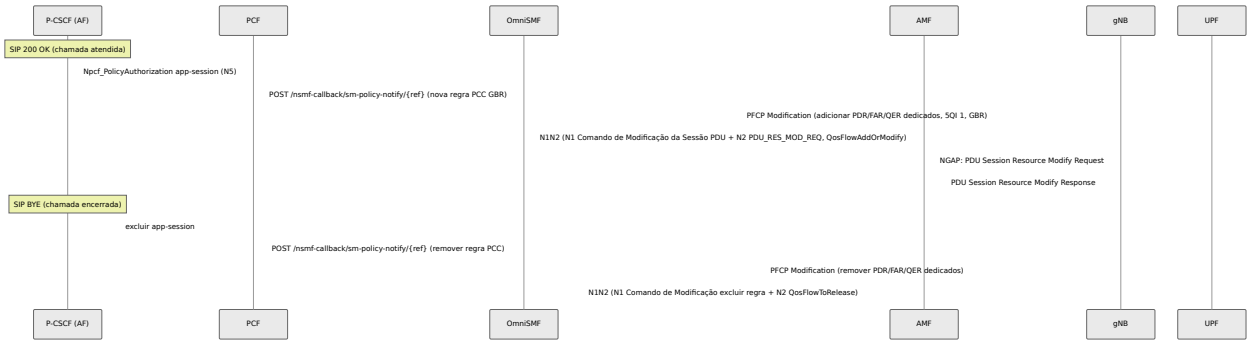
Fluxo QoS Dedicado / Bearer GBR (VoNR, 5QI-1)

VoNR precisa de um fluxo QoS GBR dedicado (5QI 1) para a mídia de voz, juntamente com o fluxo não GBR padrão. Tanto um caminho **estático**

(provisionado) quanto um caminho **dinâmico** (dirigido por chamada) são suportados.

Estático: a regra GBR é provisionada na política (a regra de cobrança do HSS PCRF para UDR `sm-policy-data` para a regra PCC do PCF) e retornada na decisão `sm-policies`. Ela é armazenada e instalada uma vez que a sessão PFCP exista, então o UPF marca o fluxo com seu 5QI/GBR desde o momento em que a sessão é estabelecida.

Dinâmico (dirigido por chamada): o fluxo é adicionado quando a chamada é atendida e removido no BYE, dirigido pelo callback de notificação de política do PCF:



A notificação é entregue a `/nsmf-callback/sm-policy-notify/{smContextRef}` (o SMF lê `smPolicyDecision` do corpo): uma regra PCC não nula instala o fluxo, uma regra com valor nulo a remove (TS 29.512, uma regra PCC com valor nulo é uma regra para remover). A correspondência de app-session AF para SM-policy (por IP do UE) é realizada no PCF.

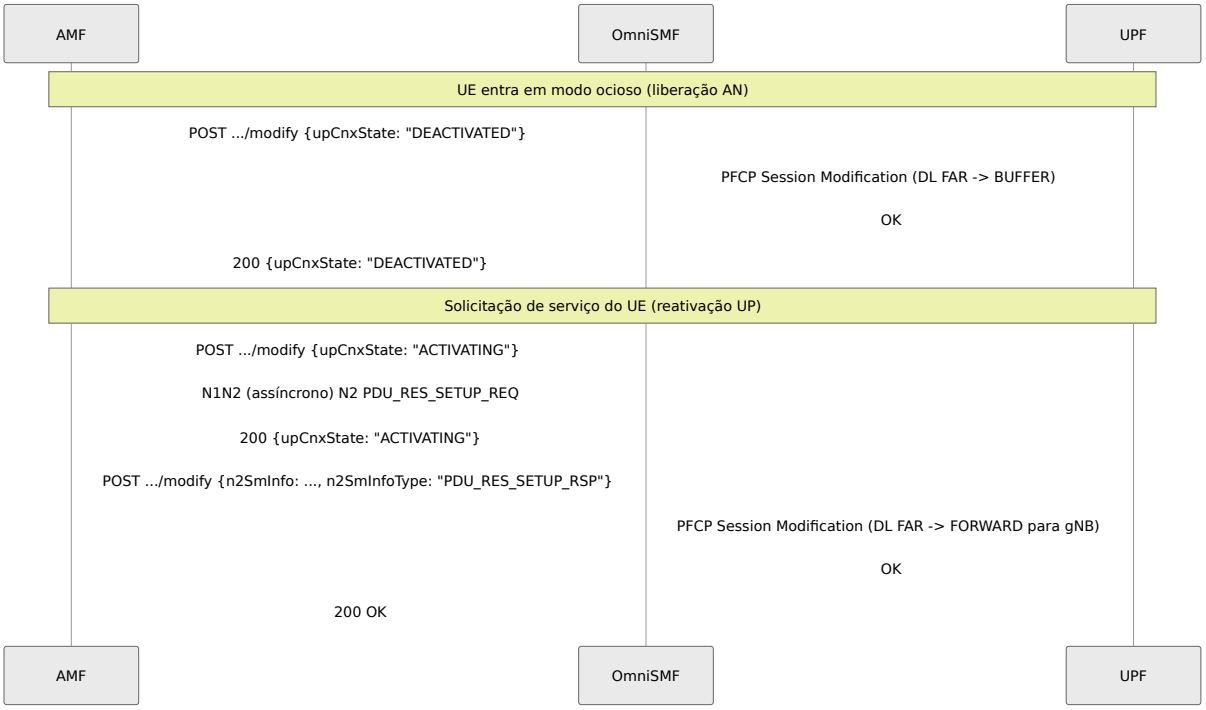
Modificação da Sessão PDU: Atualização do Fluxo QoS

Um AMF também pode conduzir uma modificação de fluxo QoS diretamente através do endpoint de modificação com uma lista `qosFlows`, em vez de via PCF. Cada entrada atualiza um fluxo existente (correspondido por `qfi`) ou aloca um novo QFI. O UPF é reprogramado com a QoS alterada, e como `SmContextUpdatedData` não define nenhum membro JSON `qosFlows`, a resposta é `204 No Content`; a alteração de QoS é comunicada ao gNB via informações SM N2.

Liberação da Sessão PDU (TS 23.502 §4.3.4)

A ordem de desmontagem é excluir a política do PCF → excluir a sessão PFCP → desregistrar o UDM → notificação de status do contexto SM (`resourceStatus: RELEASED`) para o callback do AMF; o trabalhador então libera o IP do UE de volta ao pool e para. A mesma desmontagem ocorre para uma modificação iniciada pelo AMF com `release: true`.

UE Ocioso / Solicitação de Serviço: Estado de Conexão UP (TS 23.502 §4.2.3)



Ao `ACTIVATING`, o SMF atualiza o PTI a partir da última solicitação de estabelecimento do UE e envia um N1N2MessageTransfer ao AMF para acionar o `PDUSessionResourceSetup` no gNB; a resposta `200` carrega `upCnxState: ACTIVATING`. O plano do usuário é redirecionado para o gNB apenas uma vez que o F-TEID do gNB chega na resposta `PDU_RES_SETUP_RSP` subsequente.

Transições de Estado de Handover

Um handover conduzido pelo AMF avança a sessão através dos valores `hoState` no endpoint de modificação:

- `PREPARING` / `PREPARED`: o estado é registrado; o plano do usuário não é alterado.
- `COMPLETED`: o túnel é reativado (modificação PFCP, FAR de downlink para o gNB alvo) e o estado de handover é limpo.
- `CANCELLED`: o estado de handover é limpo sem alteração do plano do usuário.

Estrutura da Sessão PFCP N4

Cada sessão PDU instala os seguintes IEs PFCP no UPF (TS 29.244):

IE	Direção	Propósito
PDR (uplink)	Acesso → Core	Correspondência de tráfego GTP-U do gNB no F-TEID N3 do UPF
PDR (downlink)	Core → Acesso	Correspondência de tráfego do N6 pelo endereço IP do UE
FAR (uplink)	Core	Encaminhar para N6 (sem cabeçalho externo)
FAR (downlink)	Acesso	Inicialmente BUFFER; atualizado para GTP-U FORWARD após `PDU_RES_SETUP_RSP`
QER	Ambos	Impor AMBR da sessão (MBR uplink e downlink); QER dedicado adicionado por fluxo GBR
URR	Ambos	Relatório de uso baseado em tempo (limite derivado de `heartbeat_interval`)

O único URR usa medição baseada em duração com um gatilho de limite de tempo. O limite é derivado de `heartbeat_interval` (seis vezes seu valor, por exemplo, 60 s no heartbeat padrão de 10 s), portanto, não é ajustável independentemente; aumente `heartbeat_interval` para alongar a cadência de relatório. Os relatórios de uso que o UPF envia de volta são registrados e expostos como as métricas `omni_smf_n4_usage_reports_total` e `omni_smf_n4_usage_report_volume_bytes_total` (veja Métricas), e, quando a cobrança convergente N40 está habilitada, encaminhados ao CHF como Solicitações de Dados de Cobrança intermediárias.

A associação PFCP com o UPF é estabelecida (com heartbeats) antes que qualquer solicitação de sessão seja enviada. Se a associação for perdida, pode ser reativada através da API de gerenciamento (`POST /api/oam/pfcp/reassociate`).

Interoperabilidade N26 EPS (4G ↔ 5G)

O SMF e o PGW-C autônomo compartilham um UPF e coordenam sobre um caminho interno de interoperabilidade N26 para que um UE mantenha seu endereço IP durante um handover:

- **Adotar (4G → 5G):** uma sessão EPS originada em 4G é adotada no 5GS, reutilizando o IP do UE já alocado pelo PGW-C. Re-adotar uma sessão existente retorna a sessão 5G existente em vez de criar uma duplicata.
- **Alternar:** o lado de acesso de uma sessão existente é alternado para `:eps` (5G → 4G) ou `:fivegs` (4G → 5G) atualizando o túnel de acesso via uma modificação PFCP (S-GW S5/S8-U TEID/endereço para EPS, gNB N3 TEID/endereço para 5GS) enquanto mantém o mesmo IP do UE e a mesma sessão PFCP no UPF. A troca retorna uma visão EPS (IP do UE preservado, DNN, AMBR da sessão, id de bearer EPS padrão e o F-TEID do PGW-U) que o PGW-C usa para responder ao SGW.
- **Consulta:** as sessões PDU ativas de um UE podem ser lidas como visões de conexão PDN EPS por SUPI/IMSI.

A API de gerenciamento expõe `POST /api/eps_handover` para conduzir a interoperabilidade. O endereço S5/S8-C do PGW-C emparelhado é anunciado através da chave de configuração `pgw_c_addr` (veja Referência de Configuração).

← Visão Geral

Solução de Problemas do OmniSMF

Falha na Estabelecimento da Sessão PDU com 404 DNN_DENIED

- **Sintoma:** AMF recebe `404` com causa `DNN_DENIED`.
- **Causa:** os dados de assinatura SM do UDM não incluem o DNN solicitado.
- **Resolução:** verifique se os dados do assinante UDM para o SUPI contêm uma entrada `dnnConfigurations` correspondente ao DNN solicitado (a correspondência não é sensível a maiúsculas e minúsculas). O log do SMF mostra `dnn_not_found`.

Falha na Estabelecimento da Sessão PDU com 503 NF_DISCOVERY_FAILURE

- **Sintoma:** AMF recebe `503` com causa `NF_DISCOVERY_FAILURE`.
- **Causa:** o SMF não conseguiu alcançar o UDM em `udm_uri`.
- **Resolução:** verifique a conectividade do host SMF para `udm_uri`, e se a porta SBI do UDM é acessível. O log do SMF mostra a razão subjacente.

Estabelecimento de Sessão PFCP Rejeitado

- **Sintoma:** o UPF retorna uma causa não aceita na Resposta de Estabelecimento de Sessão PFCP.

- **Causas / resolução:**
  - `upf_addr` / `upf_pfcp_port` incorretos: verifique se o UPF está ouvindo na porta PFCP.
  - Associação PFCP não estabelecida: o SMF deve completar a Configuração de Associação PFCP antes de enviar solicitações de sessão. Verifique os logs de inicialização para mensagens de associação; se necessário, reative via `POST /api/oam/pfcp/reassociate`.
  - `pfcp_addr` não roteável a partir do UPF: defina-o para um endereço que o UPF possa alcançar.

UE Não Recebe Endereço IP

- **Sintoma:** a sessão falha durante a atribuição de IP.
- **Causas / resolução:**
  - `:no_pool_for_dnn`: o DNN solicitado não possui uma entrada correspondente no `subnet_map` e sem `default`; adicione uma.
  - `:ipv4_pool_exhausted` / `:ipv6_pool_exhausted`: o intervalo correspondente está cheio; amplie ou adicione um intervalo.
  - `:static_ip_in_use`: o mesmo `staticIpAddress` está provisionado contra dois assinantes; corrija os dados de assinatura.
  - `:static_ip_invalid`: o `staticIpAddress.ipv4Addr` provisionado não é um endereço IPv4 válido; corrija os dados de assinatura.
- **Dual-stack servido como single-stack:** uma solicitação de dual-stack de um pool apenas IPv4 aparece intencionalmente como IPv4 com causa 5GSM #50 (veja reconciliação do tipo de sessão PDU).

AMBR da Sessão Limitada a ~1 Mbps

- **Sintoma:** a taxa de transferência de cada sessão é limitada a aproximadamente 1 Mbps, independentemente do AMBR assinado.
- **Causa:** o PCF recebeu apenas uma chave `sessionAmbr` não especificada e deixou `subsSessAmbr` não definida, então voltou ao seu padrão de ~1000

Kbps.

- **Resolução:** o SMF envia tanto `subsSessAmbr` (o nome do campo TS 29.512) quanto `sessionAmbr` na associação de política SM, e lê o AMBR assinado do campo `sessionAmbr` da configuração DNN do UDM. Verifique se a configuração DNN do UDM contém o `sessionAmbr` correto, e se o PCF respeita `subsSessAmbr`. Veja Session-AMBR em direção ao PCF.

N1N2MessageTransfer para AMF Falha

- **Sintoma:** o contexto SM e a sessão PFCP são criados, mas o UE nunca recebe o Estabelecimento Aceito.
- **Causa:** a transferência assíncrona N1N2MessageTransfer para o AMF falhou; sem nova tentativa automática.
- **Resolução:** verifique `amf_uri` e a acessibilidade do AMF. Para recuperar, libere o contexto SM e tente novamente o estabelecimento.

Fluxo VoNR Dedicado Não Criado

- **Sintoma:** uma chamada de voz é estabelecida, mas nenhum fluxo GBR 5QI-1 dedicado aparece.
- **Causas / resolução:**
  - O callback de notificação de política do PCF não chegou: confirme se o PCF está configurado com a URI de notificação `/nsmf-callback/sm-policy-notify/{smContextRef}` e que a sessão de aplicativo AF (P-CSCF) alcançou o PCF.
  - Nenhum QFI disponível: o log mostra `No QFI available for PCC rule ...`; muitos fluxos dedicados já existem na sessão.
  - A regra PCC não continha 5QI / GBR: apenas regras com um `5qi` e valores GBR resolvíveis se tornam fluxos dedicados; verifique a regra de cobrança / decisão de QoS na política.

Alta Contagem de Sessões / Crescimento de Memória

- **Sintoma:** a contagem de trabalhadores de sessão cresce sem liberações correspondentes.
- **Causa:** liberações iniciadas pelo AMF/UE perdidas (por exemplo, após uma reinicialização do AMF) deixam trabalhadores de sessão órfãos; não há tempo limite de sessão.
- **Resolução:** rastreie a contagem de sessões ativas ao vivo com o medidor `omni_smf_active_pdu_sessions_count` (dividido por DNN), ou leia os endpoints de gerenciamento `GET /api/statistics` e `GET /api/pdu_session` (veja Métricas). As sessões podem ser drenadas por DNN, SUPI, S-NSSAI ou UPF via os endpoints de gerenciamento `/api/oam/session/by_*`. O IP do UE é sempre retornado ao pool quando um trabalhador sai, então drenar trabalhadores órfãos recupera seus endereços.

Correlação de Logs

Os logs são JSON estruturados com metadados (SUPI, id da sessão PDU, referência do contexto SM, DNN, procedimento). Filtre por SUPI para rastrear o ciclo de vida da sessão de um assinante. Ajuste o nível de log em tempo de execução via `POST /api/oam/log_level` sem reinicialização.