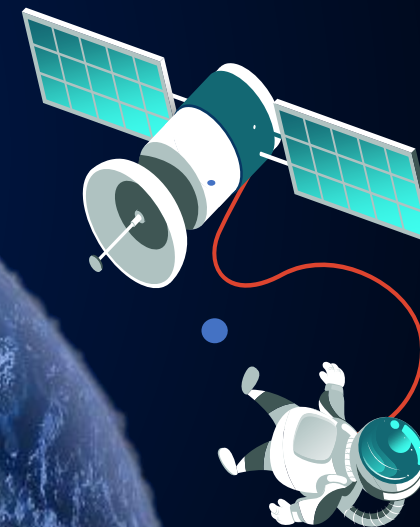


III SEMINÁRIO DE MARCO REGULATÓRIO DE TELECOMUNICAÇÕES

REDES NÃO TERRESTRES (NTN)

NOVA GERAÇÃO DE SATÉLITES GEO, LEO e MEO E DE
PLATAFORMAS AÉREAS DE ELEVADA ALTITUDE

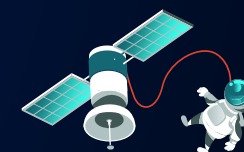
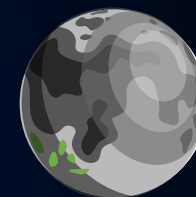
Eng. Waldo Russo



Maio de 2023

“SUMARIO”

1. Redes Não Terrestres (NTN) — Conceito, Arquiteturas e Aplicações
2. New Space e New Ground
 - Evolução de Sistemas na Órbita Geoestacionária: GEO 2.0
 - As constelações de satélites de Média Órbita (MEO) - O sistema mPower da 2ª geração SES O3B
 - As constelações de satélites de Baixa órbita (LEO)
 - Segmento terrestre acompanha esta evolução – New Ground
3. HAPS/HIBS/LAPS – Plataformas Voadoras
4. O Futuro: Integração das redes



1. Redes Não Terrestres (NTN)

Conceito, Arquiteturas e Aplicações

Redes Não-Terrestres (NTN)

- Satélites
 - Órbita Geoestacionária (GEO)
 - Órbita Baixa (LEO)
- High-altitude Platform Stations (HAPS)
- Low-altitude Platform Stations (LAPS)

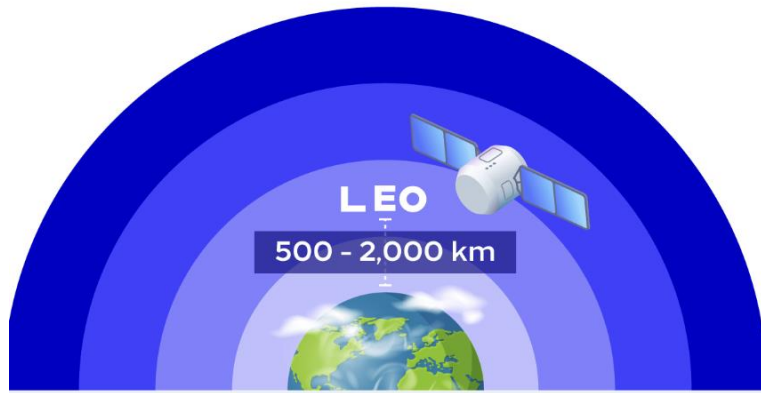


Terminais Não-Terrestres

- Veículos aéreos não-tripulados (UAVs)
 - Dispositivos conectados a celulares
 - Suporte a redes terrestres:
 - (i) Tráfego de comando e controle NLOS e;
 - (ii) Tráfego de dados gerados por UAVs
- Aviões, eVTOLs, etc.



NTN Espacial



LEO Satellite

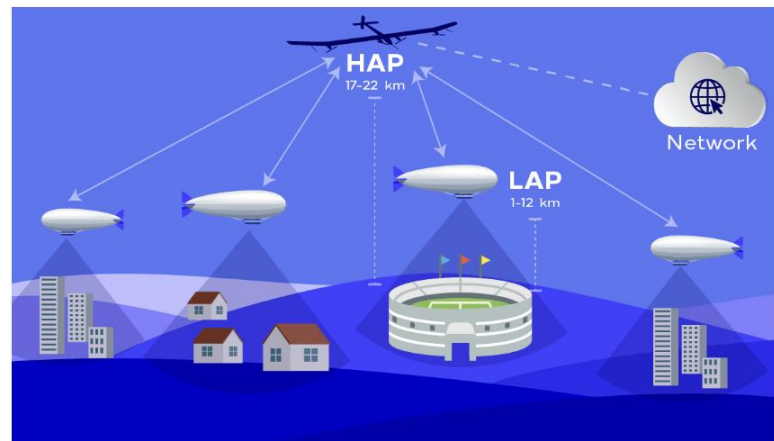


MEO Satellite



GEO Satellite

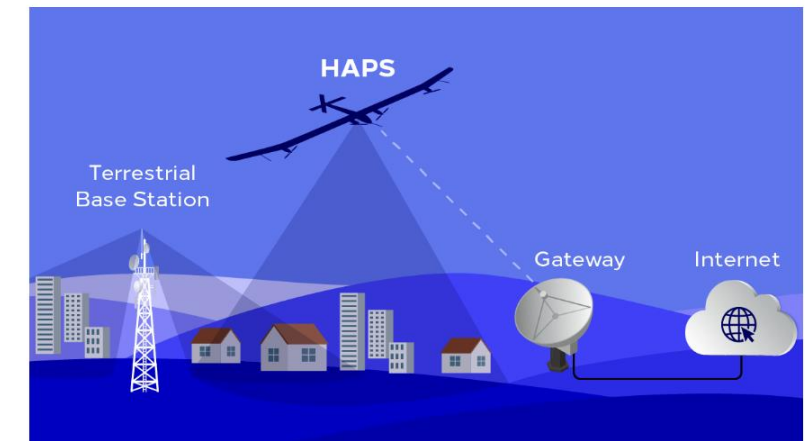
NTN Aérea



Low Altitude Platforms (LAPS)



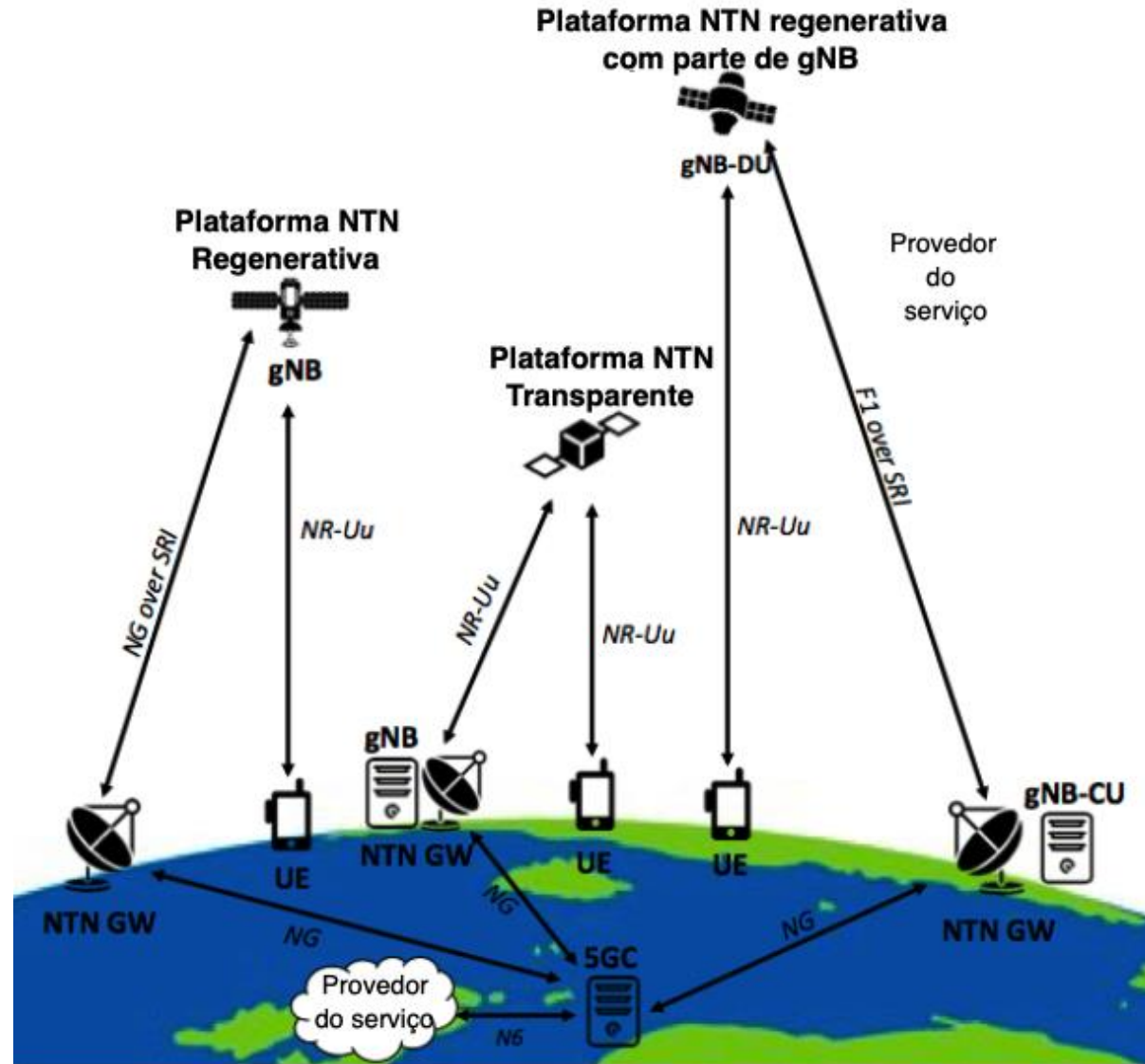
Air to Ground (A2G)



High Altitude Platforms Station (HAPS)

ARQUITETURA:

Soluções NTN, baseadas no Release 17 do 3GPP, vão alcançar diretamente terminais móveis existentes e dispositivos IoT sem a necessidade de infraestrutura terrestre (modelo "towerless")



Technology Development CTIO - Architecture & Technology Evolution – TIM- 2022



NEW SPACE

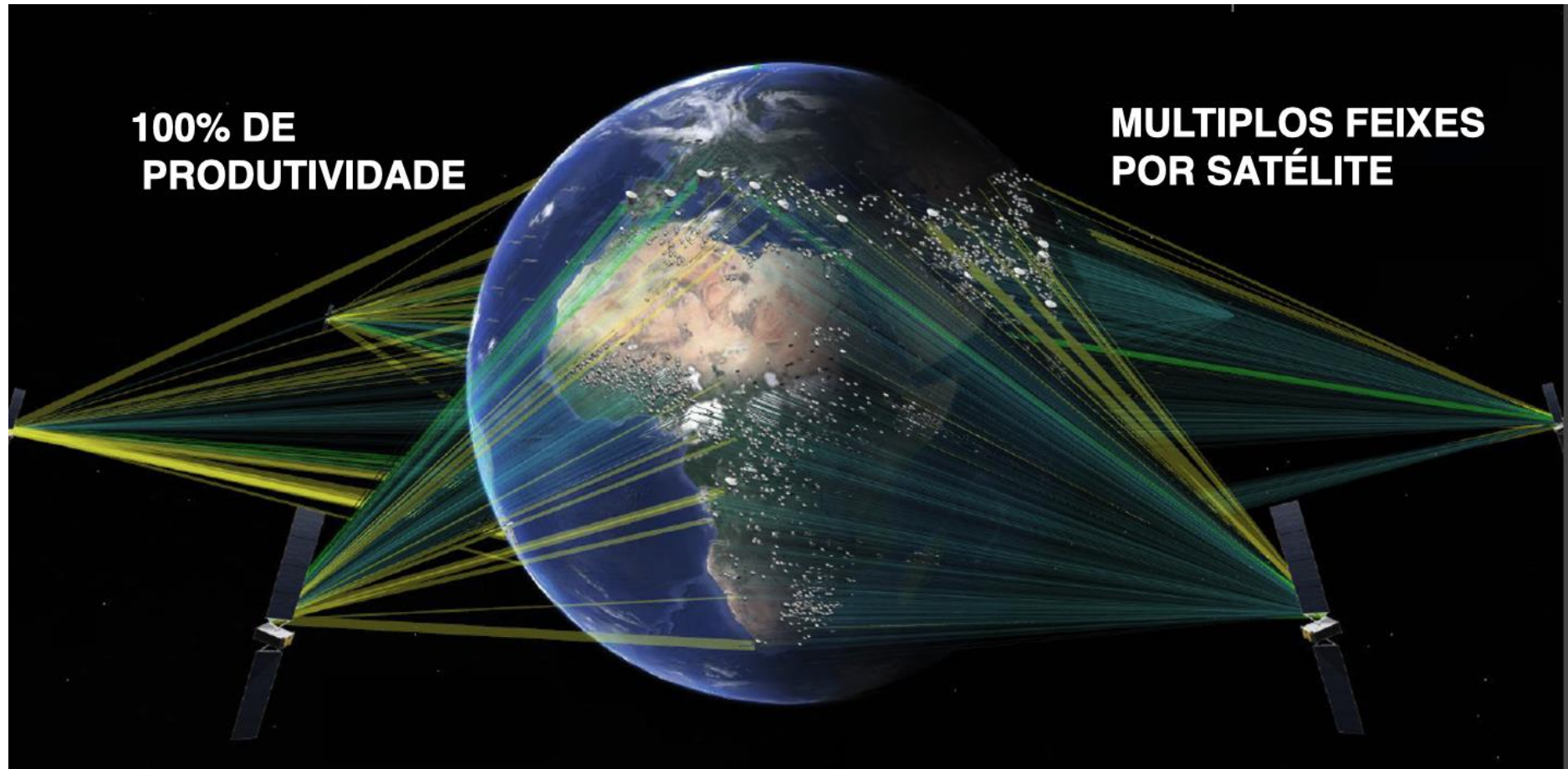
LEO
MEO
GEO

A maior transformação da história do satélite

- De GEO para VHTS GEO/MEO/LEO/HEO
- De 20 GBPS de capacidade a constelações de nível Terabit
- De beams estáticos para beams dinâmicos
- De payloads específicas para payloads padronizadas

Crédito: ST Engineering 2022
5G Américas 5G & NON
TERRESTRIAL NETWORKS White
paper - feb 2022

Tecnologia emergente tem o potencial de mudar tudo: satélites com carga útil definida por software suportam a visão de satélites GEO como uma das tecnologias mais eficientes e de menor custo para fornecer serviços aos usuários finais. O valor agregado aos satélites definidos por software, vem do fato de que nenhum espectro ou energia precisa ser desperdiçado cobrindo áreas que não são exigidas pelos usuários finais. A energia, o espectro e a cobertura podem ser atribuídos dinamicamente à medida que a demanda, os clientes e os padrões de uso mudam.



- De dezenas a milhares de feixes por satélite;
- Enlaces óticos entre satélites, não só na mesma órbita como entre GEOs e LEOs e MEOs
- Ultra-capacidade pelo reuso espacial, espectral e de polarização

NEW GROUND - Segmento terrestre acompanha evolução do segmento espacial



A infraestrutura terrestre deve desempenhar um papel unificador

- Satélites definidos por software requerem redes definidas por software
- De redes independentes a ecossistemas **integrados**
- De “appliances” para infraestrutura **virtual**
- De configuração para **orquestração**

Crédito: ST Engineering 2022

- NUVEM: Permite concentrar as funções de:
 - **Orquestração:** Automação de configuração e gerência de sistemas de computação e serviços com objetivo de agilizar e otimizar processos repetitivos as acima integrados na nuvem;
 - **Virtualização:** Uso de hardware genérico com objetivo de melhorar desempenho e/ou escalabilidade e/ou agilidade e/ou segurança;



Maior ou igual à uma bola de basebol (≥ 10 cm): **~ 23.000**
(rastreado pelo Centro de Operações Espaciais Conjunto dos USA)

Maior ou igual à uma bola de gude (≥ 1 cm):
~ 500.000

Maior ou igual a um ponto (≥ 1 mm):
> 100.000.000 !

Devido à alta velocidade de impacto no espaço (~ 10 km/s em LEO), mesmo detritos milimétricos representam uma séria ameaça para missões espaciais humanas ou robóticas

- Km 10 km/s = 36.000 km/hr (a velocidade de uma bala ~ 2.400 km/hr)
- Esfera de alumínio de 5 mm @ 7 km/s fura uma parede de alumínio com 2,54 cm de espessura

Search: Enter a satellite name...

Speed: 25

Debris:

Beams:

Instruments:

Follow Earth:

Auto Refresh:

Views

Object Type

Perigee

Period

Inclination

Country of Origin

Filters

Perigee

min max

Add Filter

Hide Menu

△ Special events are not shown

🔗 Copy link to share

Object Type

- Payload
- Rocket Body
- Debris
- Unknown

LEOLABS

© 2016, 2022, 2023 LeoLabs Inc. Terms for sharing.
Milky Way images from NASA/Goddard Space Flight Center Scientific Visualization Studio

Search: Enter a satellite name...

Speed: 25

Debris:

Beams:

Instruments:

Follow Earth:

Auto Refresh:

Views

Object Type

Perigee

Period

Inclination

Country of Origin

Filters

Perigee

min max

Add Filter

Hide Menu

△ Special events are not shown

🔗 Copy link to share

Object Type

- Payload
- Rocket Body
- Debris
- Unknown

LEOLABS

© 2016, 2022, 2023 LeoLabs Inc. Terms for sharing.
Milky Way images from NASA/Goddard Space Flight Center Scientific Visualization Studio

Search: Enter a satellite name...

Speed: 25

Debris:

Beams:

Instruments:

Follow Earth:

Auto Refresh:

Views

Object Type

Perigee

Period

Inclination

Country of Origin

Filters

Perigee

min max

Add Filter

Hide Menu

△ Special events are not shown

🔗 Copy link to share

Object Type

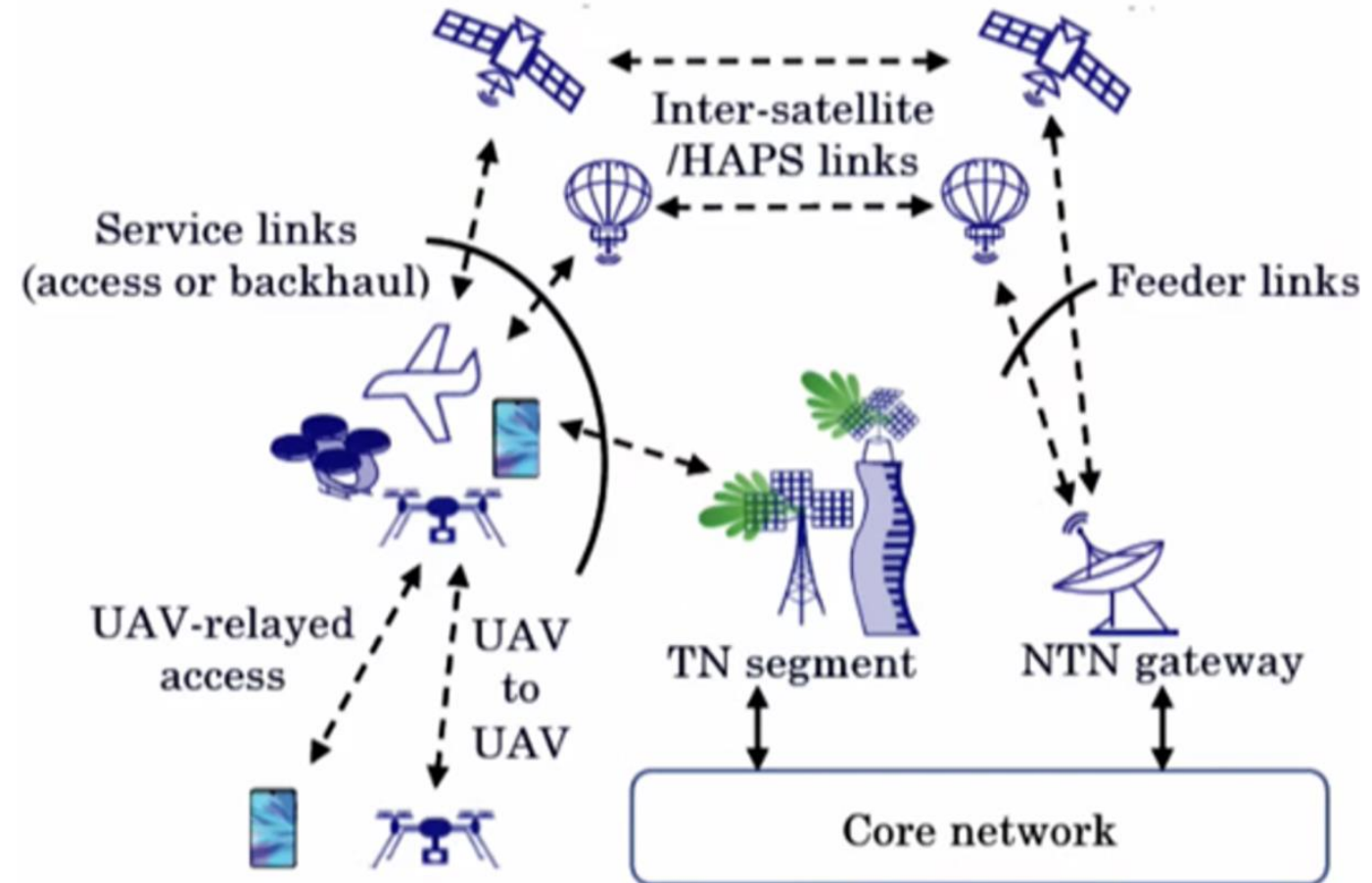
- Payload
- Rocket Body
- Debris
- Unknown

LEOLABS

© 2016, 2022, 2023 LeoLabs Inc. Terms for sharing.
Milky Way images from NASA/Goddard Space Flight Center Scientific Visualization Studio

O Futuro: Integração de redes: arquitetura de integração

- Plataformas de rede:
 - BSs TN: legadas com deslocamento para o solo e dedicadas com deslocamento para cima;
 - BSs Espaciais: GEO e NGE0 (e.g. LEO, MEO)
 - BSs Aéreas: HAPS e UAVS
- Terminais:
 - UEs aéreos ou terrestres com antenas semi-direcionais (<8 GHz)
 - VSTAs (> 8GHz com $G_{ANT} \approx 40$ dBi)



Waldo Russo, M.Sc.
Consultor em telecomunicações

waldo.russo@union.eng.br
cel +55 21 99984-6974



+55 21 3431 3802
www.union.eng.br
Av das Américas 3434, 211 bl 4
Rio de Janeiro, RJ – 22640-102

