	RELATÓRIO		Nº: RL-ANP-FPL-027	
	CLIENTE: ANP – AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS			FOLHA: 1 de 12
	PROGRAMA: MODELO TEÓRICO E COMPUTACIONAL PARA AVALIAÇÃO DE CAPACIDADE DE GASODUTOS			-
	TÍTULO: Cálculo de Capacidade do Sistema de Gasodutos do Espírito Santo			-

Faculdades Católicas – PUC-Rio – SIMDUT

ÍNDICE DE REVISÕES	
REV.	DESCRIÇÃO E/OU FOLHAS ATINGIDAS
0	EMISSÃO ORIGINAL
A	REVISÃO GERAL APÓS COMENTÁRIOS DA ANP/SCM
B	ACERTO DE REFERÊNCIAS CRUZADAS DE FIGURAS

	REV. 0	REV. A	REV. B	REV. C	REV. D	REV. E	REV. F	REV. G	REV. H
DATA	12/06/2015	15/07/2015	24/07/2015						
PROJETO	ANP	ANP	ANP						
EXECUÇÃO	L.Pires	L.Pires	L.Pires						
VERIFICAÇÃO	I.Patrocínio	I.Patrocínio	I.Patrocínio						
APROVAÇÃO	P. Krause	P. Krause	P. Krause						

AS INFORMAÇÕES DESTE DOCUMENTO SÃO PROPRIEDADE DA ANP, SENDO PROIBIDA A UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE.

**RELATÓRIO**Nº **RL-ANP-FPL-027**REV. **B****PROGRAMA:** MODELO TEÓRICO E COMPUTACIONAL PARA AVALIAÇÃO DE CAPACIDADE DE GASODUTOS**FOLHA** 2 de 12**TÍTULO:** Cálculo de Capacidade do Sistema de Transporte de Gasoduto do Espírito Santo-
-**ÍNDICE**

1	OBJETIVO	3
2	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA	3
3	DESCRIÇÃO GERAL DO MODELO	3
4	CONFIGURAÇÃO DO MODELO PARA CÁLCULO DA CAPACIDADE CONTRATADA	7
4.1	PONTOS DE RECEBIMENTO E ENTREGA	7
4.2	ESTAÇÕES DE COMPRESSÃO	8
5	CONFIGURAÇÃO DO MODELO PARA CÁLCULO DA CAPACIDADE DE TRANSPORTE, COMERCIAL E DISPONÍVEL	8
6	RESULTADOS	10

**RELATÓRIO**Nº **RL-ANP-FPL-027**REV. **B****PROGRAMA:** MODELO TEÓRICO E COMPUTACIONAL PARA AVALIAÇÃO DE CAPACIDADE DE GASODUTOS**FOLHA** 3 de 12**TÍTULO:** Cálculo de Capacidade do Sistema de Transporte de Gasoduto do Espírito Santo-
-**1 OBJETIVO**

Apresentar a configuração do modelo de simulação termo-hidráulica utilizado para o cálculo de capacidade de transporte, comercial e disponível do Sistema de Transporte de Gasodutos do Espírito Santo, por ponto de entrega, conforme metodologia definida na referência 2.3

2 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- 2.1. RT-PSL-2013.03_RA – Relatório de Simulação Termo Hidráulica do GASENE para Atendimento aos Ofícios ANP 718/2013/SCM e 806/2013/SCM
- 2.2. RL-ANP-FPL-026_R0 – Documentação do Modelo de Simulação do Sistema de Transporte de Gasodutos do Espírito Santo
- 2.3. RL-ANP-FPL-012_RA – Metodologia para Cálculo de Capacidade

3 DESCRIÇÃO GERAL DO MODELO

O sistema de gasoduto do Espírito Santo é composto pelos Gasodutos Cacimbas-Vitória, Cabiúnas-Vitória (GASCAV) e Lagoa Parda, conforme apresentado na Figura 1.

O gasoduto Cacimbas-Catu (GASCAC), que tem parte da sua estrutura no Estado do Espírito Santo, é descrito em outro relatório devido a forma como a malha foi segmentada, que seguiu os parâmetros definidos na referência 2.3.

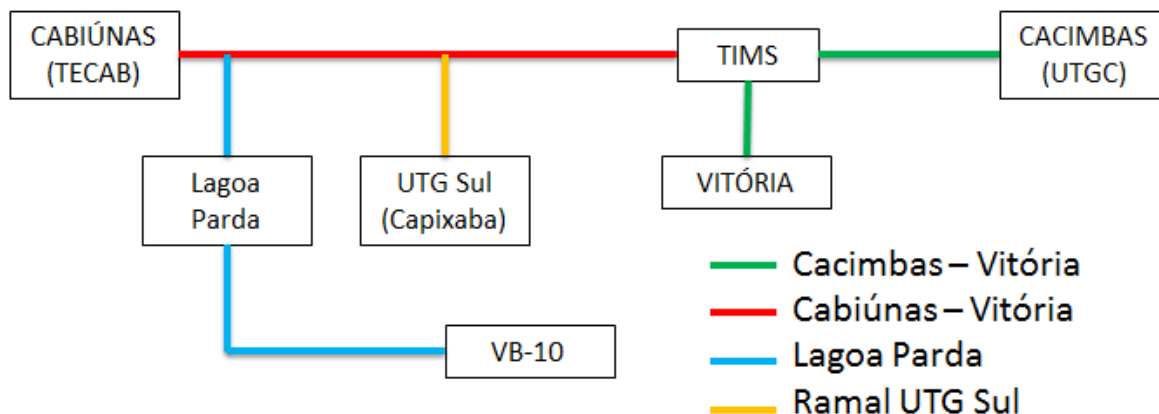


Figura 1 – Visão geral (fonte:www.tag.petrobras.com.br) e diagrama simplificado dos gasodutos Lagoa Parda, Cacimbas-Vitória e Cabiúnas-Vitória

O Gasoduto Cabiúnas-Vitória interliga o Terminal Intermodal de Serra (TIMS), em Serra-ES, ao Terminal de Cabiúnas (TECAB), no município de Macaé-RJ. Este gasoduto, com diâmetro nominal de 28 polegadas e extensão aproximada de 302,9 km, possui uma Estação de Compressão (ECOMP) no município de Piúma-ES. O gasoduto conta ainda com o Ramal GASCAV-UTG Sul Capixaba (9,9 km de extensão e 10 polegadas de diâmetro nominal), que interliga o quilômetro 220,6 da linha tronco do gasoduto GASCAV à Unidade de Tratamento de

**RELATÓRIO**Nº **RL-ANP-FPL-027**REV. **B****PROGRAMA:** MODELO TEÓRICO E COMPUTACIONAL PARA AVALIAÇÃO DE CAPACIDADE DE GASODUTOS**FOLHA** 5 de 12**TÍTULO:** Cálculo de Capacidade do Sistema de Transporte de Gasoduto do Espírito Santo

-

-

Gás Sul Capixaba, localizada no município de Anchieta-ES. Possui ainda 2 estações de compressão (uma no TECAB e outra em Piúma), um ponto de interconexão e 4 pontos de entrega.

O Gasoduto Cacimbas-Vitória interliga a Unidade de Tratamento de Gás de Cacimbas (UTGC), localizada no município de Linhares-ES, aos pontos de entrega (PTEs) Vale e Vitória, localizados no município de Vitória-ES. Este gasoduto possui uma Estação de Compressão (ECOMP) no município de Aracruz-ES. O trecho inicial do gasoduto Cacimbas-Vitória, com diâmetro nominal de 26 polegadas e extensão aproximada de 118,3 km, interliga a UTGC ao Terminal Intermodal de Serra (TIMS), onde existe uma Estação Reguladora de Pressão (ERP). O trecho final, com diâmetro nominal de 16 polegadas e extensão aproximada de 12,4 km, parte do TIMS e termina nos pontos de entrega Vale e Vitória. Possui uma estação de compressão, um ponto de interconexão e quatro pontos de entrega.

O Gasoduto Lagoa Parda se interliga ao Gasoduto Cacimbas – Vitória por meio de um duto de 8 polegadas de diâmetro nominal e aproximadamente 2km entre Lagoa Parda e a SDV-02 do Cacimbas – Vitória. A linha tronco do gasoduto possui 8 polegadas de diâmetro nominal e aproximadamente 79 km, entre Lagoa Parda e a VB-10, a partir desse ponto o duto foi transferido para a companhia de distribuição estadual de gás. Possui 3 estações de redução de pressão 5 pontos de entrega.

As vazões apresentadas neste relatório utilizam como valores de referência 20 °C e 1,0 atm. Nesse documento, as localizações e extensões, expressas em km, referem-se ao comprimento desenvolvido (real), salvo quando disposto em contrário.

A composição do gás natural usada nas simulações de cálculo de capacidade foi obtida da referência 2.2, a sua viscosidade segue a correlação LGE a temperatura no ponto de recebimento é de 30 °C. A descrição completa do modelo de simulação encontra-se na referência 2.2 e o fluxograma completo do modelo encontra-se na Figura 2.



RELATÓRIO

Nº **RL-ANP-FPL-027**

REV. **B**

PROGRAMA: MODELO TEÓRICO E COMPUTACIONAL PARA AVALIAÇÃO DE CAPACIDADE DE GASODUTOS

FOLHA **6** de **12**

TÍTULO: **Cálculo de Capacidade do Sistema de Transporte de Gasoduto do Espírito Santo**

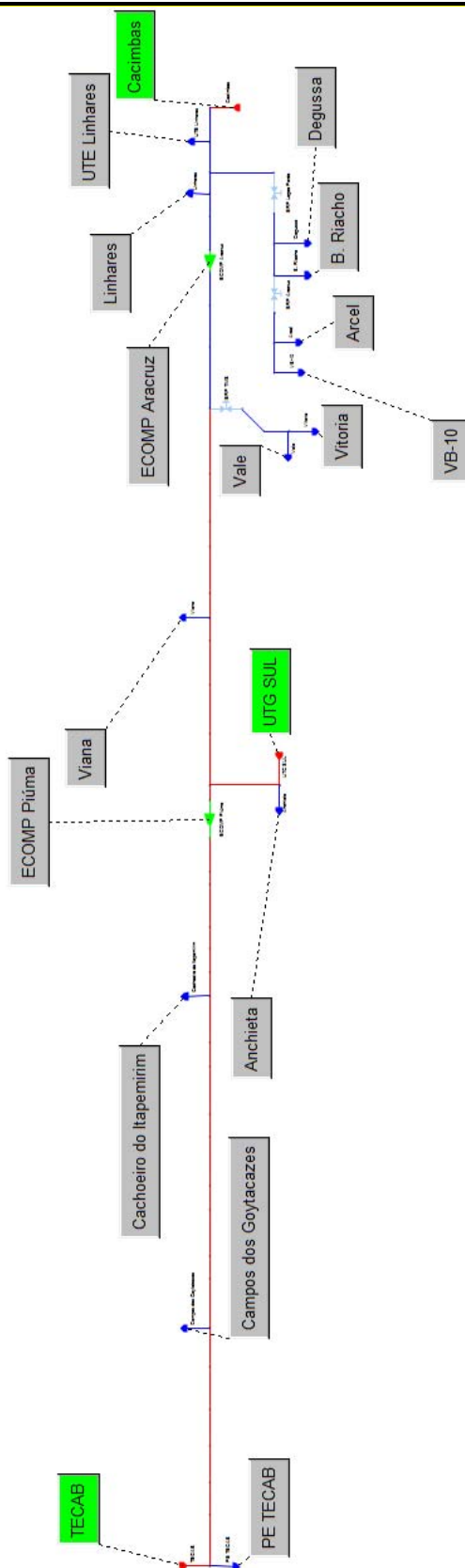


Figura 2 – Fluxograma do modelo do gasoduto do Espírito Santo

**RELATÓRIO**Nº **RL-ANP-FPL-027**REV. **B****PROGRAMA:** MODELO TEÓRICO E COMPUTACIONAL PARA AVALIAÇÃO DE CAPACIDADE DE GASODUTOS**FOLHA** 7 de 12**TÍTULO:** Cálculo de Capacidade do Sistema de Transporte de Gasoduto do Espírito Santo

-

-

4 CONFIGURAÇÃO DO MODELO PARA CÁLCULO DA CAPACIDADE CONTRATADA**4.1 PONTOS DE RECEBIMENTO E ENTREGA**

As condições nos pontos de recebimento e entrega foram configuradas seguindo as orientações descritas na referência 2.3. A Tabela 1 detalha os valores contratuais e condição de contorno do ponto de recebimento.

Tabela 1 - Ponto de recebimento

Ponto de Recebimento	Pressão Contratual (kgf/cm ²)		Vazão Projeto (10 ³ m ³ /dia)		Condição de Contorno
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	
TECAB	*	100	*	*	Pressão – 100 kgf/cm ²
UTG-SUL	*	100	*	*	Pressão – 100 kgf/cm ²
Cacimbas	*	100	*	*	Pressão – 100 kgf/cm ²

* - Dado não disponível nos documentos de referência;

A condição de contorno utilizada nos pontos de entrega, segundo a referência 2.3, é a vazão contratada. Devido a inexistência desse valor, foram utilizados valores médios diários, baseados no consumo do mês de janeiro de 2015, retirados de <http://tag.petrobras.com.br/main.jsp?lumChannelId=8A95ECEB2260CD61012266064C477B86>.

A Tabela 2 apresenta esses valores.

Tabela 2 – Cenário de Distribuição de Demandas base Janeiro/2015

Ponto de Entrega	Vazão Média (x10 ³ m ³ /dia)
Campos	272
Cachoeiro de Itapemirim	49,9
Anchieta	758,0
Viana	90,3
Vitória	428,6
Vale	425,5
Linhares	27,2
SDV-02 ¹	409,8
UTE Linhares	1.083,1

1 – O valor divulgado para a SDV-02 corresponde ao consumo dos pontos de entrega Degusa, Barra do Riacho, Arcel e VB-10 juntos.

**RELATÓRIO**Nº **RL-ANP-FPL-027**REV. **B****PROGRAMA:** MODELO TEÓRICO E COMPUTACIONAL PARA AVALIAÇÃO DE CAPACIDADE DE GASODUTOS**FOLHA** 8 de 12**TÍTULO:** Cálculo de Capacidade do Sistema de Transporte de Gasoduto do Espírito Santo

-

-

Em função de não haver valores individualizado de consumos em janeiro de 2015 para os pontos do gasoduto Lagoa Parda, foi realizada uma distribuição ponderada do consumo da SDV-02 para os pontos, onde foi levado em consideração a vazão máxima dos pontos, conforme Tabela 3.

Tabela 3 - Cenário de Distribuição de Demandas do Lagoa Parda

Ponto de Entrega	Vazão Média (x10 ³ m ³ /dia)
Degussa	31
Barra do Riacho	37,3
Arcel	108,7
VB-10	232,9

4.2 ESTAÇÕES DE COMPRESSÃO

A Tabela 4 apresenta a configuração atual e os limites de potência máxima utilizados na configuração das estações de compressão, conforme a referência 2.2.

Tabela 4 - Configuração Atual das Estações de Compressão

ECOMP	Piúma	Aracruz
Configuração	3 – 1	3
Vazão por máquina (x10⁶ m³/dia)	7	*
Vazão máxima (x10⁶ m³/dia)	20	21
Pressão máxima (kgf/cm²)	100	100
Potência máxima (HP)	10.300	*

*-Dado não disponível nos documentos de referência

As condições de operação na estação de compressão de Piúma:

- Pressão máxima de descarga 100 kgf/cm²g
- Potência máxima 10.300 HP

As condições de operação na estação de compressão de Aracruz são:

- Pressão de descarga 100 kgf/cm²g

5 CONFIGURAÇÃO DO MODELO PARA CÁLCULO DA CAPACIDADE DE TRANSPORTE, COMERCIAL E DISPONÍVEL

Os valores de vazão máxima de projeto para cada ponto de entrega utilizados para o cálculo da capacidade de transporte estão apresentados na Tabela 5, de acordo com a referência 2.2.

**RELATÓRIO**Nº **RL-ANP-FPL-027**REV. **B****PROGRAMA:** MODELO TEÓRICO E COMPUTACIONAL PARA AVALIAÇÃO DE CAPACIDADE DE GASODUTOS**FOLHA** 9 de 12**TÍTULO:** Cálculo de Capacidade do Sistema de Transporte de Gasoduto do Espírito Santo

-

-

Tabela 5 – Capacidade de Projeto dos Pontos de Entrega

Ponto de Entrega	Vazão Máxima (10 ³ m ³ /dia)
Campos	504
Cachoeiro de Itapemirim	500
Viana	1.200
Anchieta	500
UTE Linhares	1.300
Linhares	48
Vitória	4.000
Vale	1.700
Degusa	100
Barra do Riacho	120
Arcel	350
VB-10	750

A Tabela 6 apresenta as pressões de entrega mínima de cada trecho utilizadas no cálculo de capacidade de transporte, conforme a referência 2.1.

Tabela 6 – Pressão de Entrega Mínima Contratual

Ponto de Entrega (PTE)	Pressão de Entrega (kgf/cm ²)
Campos	37
Cachoeiro de Itapemirim	36,8
Anchieta	36,8
Viana	35
Vitória	42
Vale	13
Linhares	*
UTE Linhares	40
Degusa	27
Barra do Riacho	33
Arcel	18
VB-10	34

Para o cálculo das capacidades de transporte, capacidade comercial e capacidade disponível foi utilizado o modelo de simulação apresentado na referência 2.2, com as configurações descritas nos itens 4 e 5 e a metodologia definida na referência 2.3

O procedimento de cálculo da Margem Operacional para cada gasoduto ou sistema, deverá ser proposto pelo transportador e aprovado pela ANP, para que tal valor possa ser considerado no cálculo de capacidade. Dessa forma, os resultados apresentados não incluem a Margem Operacional.

**RELATÓRIO**Nº **RL-ANP-FPL-027**REV. **B**

PROGRAMA: MODELO TEÓRICO E COMPUTACIONAL PARA AVALIAÇÃO DE CAPACIDADE DE GASODUTOS

FOLHA 10 de 12

TÍTULO: Cálculo de Capacidade do Sistema de Transporte de Gasoduto do Espírito Santo

-

-

6 RESULTADOS

Os resultados dos cálculos de capacidades para cada ponto de entrega do Sistema de Transporte de Gasodutos do Espírito Santo estão apresentados da Tabela 7 à Tabela 18. Convém destacar que a capacidade de transporte, a capacidade comercial e a capacidade disponível foram obtidas considerando a operação do gasoduto em regime permanente, com as vazões médias para a capacidade contratada apresentadas na Tabela 2 e na Tabela 3. Desta forma, vazões de entrega maiores que a capacidade de transporte apresentada (limitada à capacidade máxima operacional) de cada PTE poderão ser realizadas, porém momentâneas e condicionadas à disponibilidade de gás natural estocado (empacotado) no gasoduto.

A potência total requerida pelos compressores configurados neste modelo equivale ao valor de 0HP (referência 2.2), pois não necessitam operar. O volume diário de gás de uso do sistema (GUS) calculado para a situação base contratada e seus incrementos para obtenção das capacidades de transporte, comercial e disponível não foram representados, pois a configuração dos parâmetros técnicos dos compressores será inserida quando da realização da sintonia do modelo, com a participação do transportador

Tabela 7 – PTE Campos

Capacidade de Transporte: 504 10 ³ m ³ /dia		
Margem operacional 0 m ³ /dia	Capacidade Comercial: 500 10 ³ m ³ /dia	
	Capacidade Contratada: 272 10 ³ m ³ /dia	Capacidade Disponível: 232 10 ³ m ³ /dia

Tabela 8 – PTE Cachoeiro de Itapemirim

Capacidade de Transporte: 500 10 ³ m ³ /dia		
Margem operacional 0 m ³ /dia	Capacidade Comercial: 500 10 ³ m ³ /dia	
	Capacidade Contratada: 49,9 10 ³ m ³ /dia	Capacidade Disponível: 450,1 10 ³ m ³ /dia

Tabela 9 – PTE Anchieta

Capacidade de Transporte: 1200 10 ³ m ³ /dia		
Margem operacional 0 m ³ /dia	Capacidade Comercial: 1200 10 ³ m ³ /dia	
	Capacidade Contratada: 758 10 ³ m ³ /dia	Capacidade Disponível: 442 10 ³ m ³ /dia

**RELATÓRIO**Nº **RL-ANP-FPL-027**REV. **B**

PROGRAMA: MODELO TEÓRICO E COMPUTACIONAL PARA AVALIAÇÃO DE CAPACIDADE DE GASODUTOS

FOLHA 11 de 12

TÍTULO: Cálculo de Capacidade do Sistema de Transporte de Gasoduto do Espírito Santo

-

-

Tabela 10 – PTE Viana

Capacidade de Transporte: 500 10 ³ m ³ /dia		
Margem operacional 0 m ³ /dia	Capacidade Comercial: 500 10 ³ m ³ /dia	
	Capacidade Contratada: 90,3 10 ³ m ³ /dia	Capacidade Disponível: 409,7 10 ³ m ³ /dia

Tabela 11 – PTE Vitória

Capacidade de Transporte: 4000 10 ³ m ³ /dia		
Margem operacional 0 m ³ /dia	Capacidade Comercial: 4000 10 ³ m ³ /dia	
	Capacidade Contratada: 428,6 10 ³ m ³ /dia	Capacidade Disponível: 3571,4 10 ³ m ³ /dia

Tabela 12 – PTE Vale

Capacidade de Transporte: 1700 10 ³ m ³ /dia		
Margem operacional 0 m ³ /dia	Capacidade Comercial: 1700 10 ³ m ³ /dia	
	Capacidade Contratada: 425,5 10 ³ m ³ /dia	Capacidade Disponível: 1274,4 10 ³ m ³ /dia

Tabela 13 – PTE Linhares

Capacidade de Transporte: 48 10 ³ m ³ /dia		
Margem operacional 0 m ³ /dia	Capacidade Comercial: 48 10 ³ m ³ /dia	
	Capacidade Contratada: 27,2 10 ³ m ³ /dia	Capacidade Disponível: 20,8 10 ³ m ³ /dia

Tabela 14 – PTE UTE Linhares

Capacidade de Transporte: 1300 10 ³ m ³ /dia		
Margem operacional 0 m ³ /dia	Capacidade Comercial: 1300 10 ³ m ³ /dia	
	Capacidade Contratada: 1300 10 ³ m ³ /dia	Capacidade Disponível: 0 10 ³ m ³ /dia

Tabela 15 – PTE Degussa

Capacidade de Transporte: 100 10 ³ m ³ /dia		
Margem operacional 0 m ³ /dia	Capacidade Comercial: 31 10 ³ m ³ /dia	
	Capacidade Contratada: 31 10 ³ m ³ /dia	Capacidade Disponível: 69 10 ³ m ³ /dia

**RELATÓRIO**Nº **RL-ANP-FPL-027**REV. **B****PROGRAMA:** MODELO TEÓRICO E COMPUTACIONAL PARA AVALIAÇÃO DE CAPACIDADE DE GASODUTOS**FOLHA**
12 de 12**TÍTULO:**
Cálculo de Capacidade do Sistema de Transporte de Gasoduto do Espírito Santo-
-**Tabela 16 – PTE Barra do Riacho**

Capacidade de Transporte: 120 10 ³ m ³ /dia		
Margem operacional 0 m ³ /dia	Capacidade Comercial: 120 10 ³ m ³ /dia	
	Capacidade Contratada: 37,3 10 ³ m ³ /dia	Capacidade Disponível: 82,7 10 ³ m ³ /dia

Tabela 17 – PTE Arcel

Capacidade de Transporte: 350 10 ³ m ³ /dia		
Margem operacional 0 m ³ /dia	Capacidade Comercial: 350 10 ³ m ³ /dia	
	Capacidade Contratada: 108,7 10 ³ m ³ /dia	Capacidade Disponível: 241,3 10 ³ m ³ /dia

Tabela 18 – PTE VB-10

Capacidade de Transporte: 750 10 ³ m ³ /dia		
Margem operacional 0 m ³ /dia	Capacidade Comercial: 750 10 ³ m ³ /dia	
	Capacidade Contratada: 232,9 10 ³ m ³ /dia	Capacidade Disponível: 517,1 10 ³ m ³ /dia