

Nota Técnica nº 0041/2021-SRD/ANEEL

Em 22 de abril de 2021.

Processo nº: 48500.000387/2021-22.

Assunto: **Apuração das perdas na distribuição referentes à Revisão Tarifária Periódica da CELESC Distribuição S.A. – CELESC.**

I. DO OBJETIVO

1. Apresentar a avaliação e o resultado do cálculo das perdas na distribuição da CELESC para o período base de janeiro a dezembro de 2019, com vistas a submetê-lo à Consulta Pública (CP).

II. DOS FATOS

2. Os dados necessários ao cálculo de perdas no sistema de distribuição estão regulamentados no Módulo 7 e 10 dos Procedimentos de Distribuição (PRODIST), o qual define a estrutura dos dados e o conjunto mínimo de informações que compõem a Base de Dados Geográfica da Distribuidora – BDGD.

3. Por meio do Ofício nº 514/2020-SRD/ANEEL, de 14 de dezembro de 2020, a CELESC foi notificada das inconsistências na Base de Dados Geográfica da Distribuidora – BDGD ordinária e conferiu prazo para que a Distribuidora pudesse reavaliar as informações prestadas e proceder as devidas correções.

III. DA ANÁLISE

III.1. Procedimentos de Cálculo

4. Com a segregação do sistema de distribuição, conforme apresentado a seguir, as perdas técnicas são obtidas pela adoção de modelos específicos. Para as redes do SDAT (A1, A2, A3) e transformadores de potência (AT/AT e AT/MT), as perdas são apuradas por meio do sistema de medição, ao passo que para as redes do SDMT (A3a e A4) e do SDBT (B e AS) e para as relações de transformação (MT/MT e MT/BT), o modelo adotado é o de fluxo de potência.

5. Conforme regulamentado no item 4.4 da Seção 7.3 do Módulo 7 do PRODIST, são adotadas as perdas de energia apuradas pelas distribuidoras, após avaliação pela ANEEL, nas situações em que o

* A Nota Técnica é um documento emitido pelas Unidades Organizacionais e destina-se a subsidiar as decisões da Agência.

Pág. 2 da Nota Técnica nº 0041/2021-SRD/ANEEL, de 22/04/2021.

alimentador do SDMT: possuir geração distribuída com energia injetada significativa em relação às cargas alimentadas pelo circuito; apresentar característica de subtransmissão interligando SED; suprir simultaneamente o mesmo transformador de distribuição – Spot Network; e possuir redes subterrâneas reticuladas associadas.

6. Os valores de perdas nas Demais Instalações de Transmissão (DIT) de uso exclusivo são fornecidos pela distribuidora juntamente com as perdas apuradas em seu sistema de distribuição.

7. A seguir são apresentadas as principais observações pertinentes à apuração das perdas técnicas para os grupos:

a) Redes SDAT

- As perdas de energia do SDAT são apuradas pela distribuidora a partir dos dados dos sistemas de medição, devendo ser discriminadas entre os níveis de tensão dos subgrupos do SDAT (A1, A2 e A3).
- As perdas nos transformadores são calculadas a partir dos valores estabelecidos de perdas em vazio e perdas no cobre. Para os transformadores de potência (AT/AT, AT/MT), esses valores são obtidos dos dados de placa dos equipamentos.

b) Redes SDMT e SDBT

- As perdas no SDMT e SDBT são calculadas através do método de fluxo de potência. As redes do SDBT são modeladas incluindo o condutor neutro.
- O cálculo de perdas de energia é realizado por mês para cada alimentador de média tensão considerando os transformadores de distribuição, segmentos de média e baixa tensão, ramais de ligação e medidores de energia de baixa tensão associados ao alimentador.
- As perdas técnicas devido à presença de perdas não técnicas para cada alimentador são consideradas conforme o procedimento a seguir:
 - i. Cálculo das perdas técnicas nos medidores de energia das unidades consumidoras do grupo B;
 - ii. cálculo das perdas técnicas no SDMT e SDBT considerando apenas a energia medida nas unidades consumidoras conectadas aos referidos segmentos somadas às perdas de energia nos medidores;
 - iii. obtenção da perda não técnica pela diferença verificada entre a energia medida na saída do alimentador e a energia medida nas unidades consumidoras pertencentes ao SDMT e SDBT, adicionada das perdas de energia a jusante do alimentador;
 - iv. alocação da perda não técnica obtida no passo anterior entre o SDMT e SDBT na proporção informada pela distribuidora no balanço energético, acrescentando essa

Pág. 3 da Nota Técnica nº 0041/2021-SRD/ANEEL, de 22/04/2021.

- energia às energias medidas nas unidades consumidoras de cada segmento proporcionalmente ao consumo;
- v. recálculo da perda técnica no SDMT e SDBT utilizando o método de fluxo de potência;
 - vi. repetição do procedimento até que a diferença mensal entre a energia injetada informada e a soma das cargas regulares, irregulares e perdas técnicas calculadas seja menor que a tolerância definida; e
 - vii. caso o ajuste na energia injetada resultado do fluxo de potência no alimentador fique abaixo do limite teórico de ajuste de carga, de 7,30%¹, em relação à energia injetada informada, retoma-se o processo a partir do item iii, obtendo-se o montante do ajuste para alocação às unidades consumidoras, conforme item iv; caso contrário, termina-se o processo.
- Para os transformadores de distribuição (MT/BT) são considerados valores de perdas totais e perdas em vazio constantes do Anexo I do Módulo 7 do PRODIST. Ressalta-se que neste cálculo já estão sendo considerados os valores de perdas constantes das Tabelas VII a XII.
 - As perdas para os transformadores A3a/A4 e A4/A3a são obtidas a partir dos dados de placa dos equipamentos.
 - É adotada uma perda de 1W por bobina de tensão dos equipamentos de medição eletromecânicos e 0,5W por bobina de tensão dos equipamentos de medição eletrônicos das unidades consumidoras do grupo B.
 - As perdas de energia são calculadas através do fluxo de potência, o qual considera as perdas técnicas devido à presença de perdas não técnicas.

c) Caracterização da Curva de Carga

- É atribuída pela distribuidora para cada unidade consumidora do SDMT e do SDBT uma curva de carga (consumidor-tipo) da tipologia que a representa, utilizando as informações de sua campanha de medição mais recente.
- O percentual do mercado de energia anual, informado para fins do cálculo de perdas das unidades consumidoras, atribuído a cada consumidor-tipo é igual ao percentual do mercado de referência que esse consumidor-tipo representa na formação da tipologia.

¹ Esse percentual representa o máximo ajuste teórico na energia quando as tensões nas barras de carga se situarem nos limites adequados inferiores (0,93 pu para a média tensão e 0,92 para a baixa tensão, considerando-se o modelo de carga e a composição média do mercado de média e baixa tensão do Brasil), conforme previsto no Módulo 8 do PRODIST.

Pág. 4 da Nota Técnica nº 0041/2021-SRD/ANEEL, de 22/04/2021.

- Para o cálculo do percentual do referido mercado de energia de cada consumidor-tipo é considerada a diferença de energia do mercado de referência observada entre dias úteis, sábado, domingos e feriados.
- A curva de carga diária de cada unidade consumidora é composta de 24 patamares de carga.
- Os 24 patamares da curva de carga são obtidos pela média aritmética, para cada hora, dos pontos de demanda obtidos de 15 em 15 minutos ou de 5 em 5 minutos.

d) Coeficiente de Perdas

- O Coeficiente de Perdas (CP) dos transformadores de potência (AT/AT e AT/MT) são obtidos da curva de carga medida de cada equipamento na campanha de medição considerando o dia útil, sábado e domingo e feriado indicado pela distribuidora em cada medição.

III.2. Considerações Adotadas

8. Dos 840 alimentadores da CELESC, 115 foram classificados como atípicos por se enquadrarem como circuitos subterrâneos reticulados, com características de subtransmissão, sem energia circulante, com energia injetada de geração distribuída significativa em relação à fornecida, ou circuitos reconfigurados. Para esses alimentadores foram consideradas as perdas declaradas pela Empresa.

9. Dos 725 alimentadores submetidos ao método de fluxo de potência, 30 apresentaram resultados inconsistentes, com problemas de sub ou sobretensão, perdas técnicas excessivamente elevadas, perda técnica maior que a perda total declarada ou apresentaram erro de convergência na solução do método de fluxo de potência. Para esses alimentadores foi adotada a perda média dos 695 circuitos com resultados consistentes.

10. No cálculo apresentado nesta Nota Técnica, a perda não técnica obtida pela diferença verificada entre a energia medida na saída do alimentador e a energia medida nas unidades consumidoras, adicionada das perdas de energia à jusante do alimentador, foi alocada entre os mercados de Média e Baixa Tensão de acordo com a informação fornecida pela Empresa para cada alimentador. A tolerância utilizada no processo iterativo para cálculo das perdas técnicas devido às perdas não técnicas foi de 500 kWh/mês.

III.3. Dos Resultados

11. Apresentamos a seguir as Tabelas I, II e III com os dados da apuração das perdas na distribuição da CELESC para o período base de janeiro a dezembro de 2019.

Tabela I: Montante de perdas no sistema de distribuição da CELESC.

Descrição	Montantes (MWh/ano)	% da Energia Injetada
Energia Injetada (EI)	27.513.853,805	100,000%
Energia Fornecida (EF)	24.946.723,398	90,670%
Perdas na Distribuição (PD)	2.567.130,407	9,330%
Perdas Técnicas (PT)	1.555.158,076	5,652%
Perdas Não Técnicas (PNT)	1.011.972,331	3,678%

Tabela II: Perdas técnicas da CELESC por segmento de rede e transformação.

	Energia Passante (EP)	Perdas Técnicas dos Segmentos		
		Montante (PTS)	% da Energia Passante (IPTS)	% da Energia Total Injetada
		MWh	%	%
Rede A1	148.441,276	269,833	0,182%	0,001%
Rede A2	22.754.044,199	323.941,344	1,424%	1,177%
Rede A3	7.162.933,770	113.427,498	1,584%	0,412%
Rede MT	21.984.214,262	543.149,674	2,471%	1,974%
Rede B	11.234.746,799	112.761,128	1,004%	0,410%
Medidores	10.236.871,065	29.847,271	0,292%	0,108%
Trafos A2-A3	3.426.171,218	19.831,627	0,579%	0,072%
Trafos A2-MT	15.471.967,304	82.578,419	0,534%	0,300%
Trafos A3-MT	5.767.796,121	27.744,893	0,481%	0,101%
Trafos MT-B	11.536.353,188	301.606,389	2,614%	1,096%
TOTAL		1.555.158,076		5,652%

Tabela III: Perdas técnicas nos transformadores da CELESC discriminadas entre ferro e cobre.

	Energia Passante (EP)	Perdas Técnicas			
		Origem	Montante	% da Energia Passante	% da Energia Total Injetada
			MWh	%	%
Trafos A2-A3	3.426.171,22	Ferro	7.737,90	0,226%	0,028%
		Cobre	12.093,73	0,353%	0,044%
Trafos A2-MT	15.471.967,30	Ferro	32.067,31	0,207%	0,117%
		Cobre	50.511,11	0,326%	0,184%
Trafos A3-MT	5.767.796,12	Ferro	12.541,181	0,217%	0,046%

Pág. 6 da Nota Técnica nº 0041/2021-SRD/ANEEL, de 22/04/2021.

	Energia Passante (EP) MWh	Perdas Técnicas			
		Origem	Montante MWh	% da Energia Passante %	% da Energia Total Injetada %
		Cobre	15.203,712	0,264%	0,055%
Trafos MT-B	11.536.353,19	Ferro	221.335,817	1,919%	0,804%
		Cobre	80.270,572	0,696%	0,292%
TOTAL		Ferro	273.682,210		0,995%
		Cobre	158.079,118		0,575%

12. As Figuras 1 e 2 a seguir mostram os percentuais de perdas, discriminados por segmento do sistema de distribuição da CELESC, em relação à energia passante no próprio segmento e em relação à energia injetada na rede da Distribuidora.

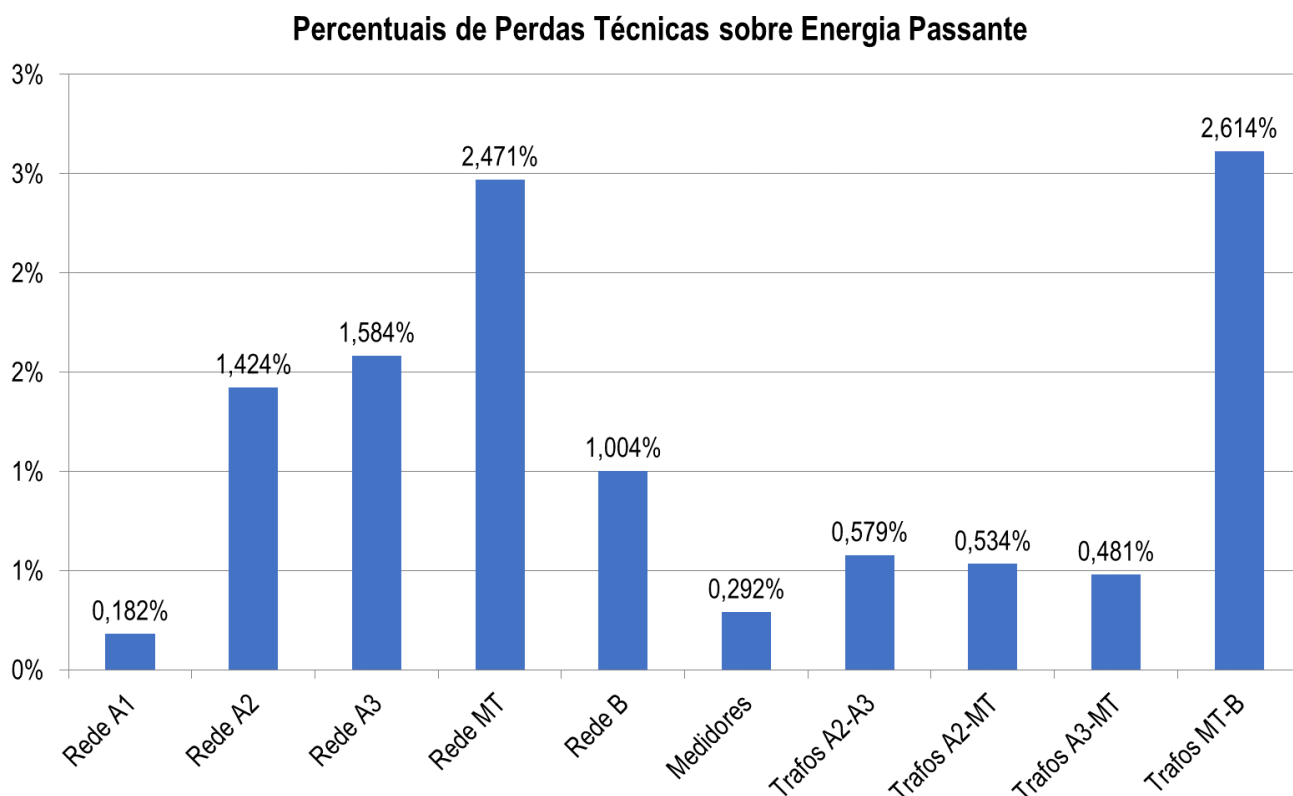


Figura 1: Percentual de perdas técnicas por segmento de rede e transformação em relação à energia passante no segmento.

Percentuais de Perdas Técnicas sobre Energia Total Injetada na Distribuidora

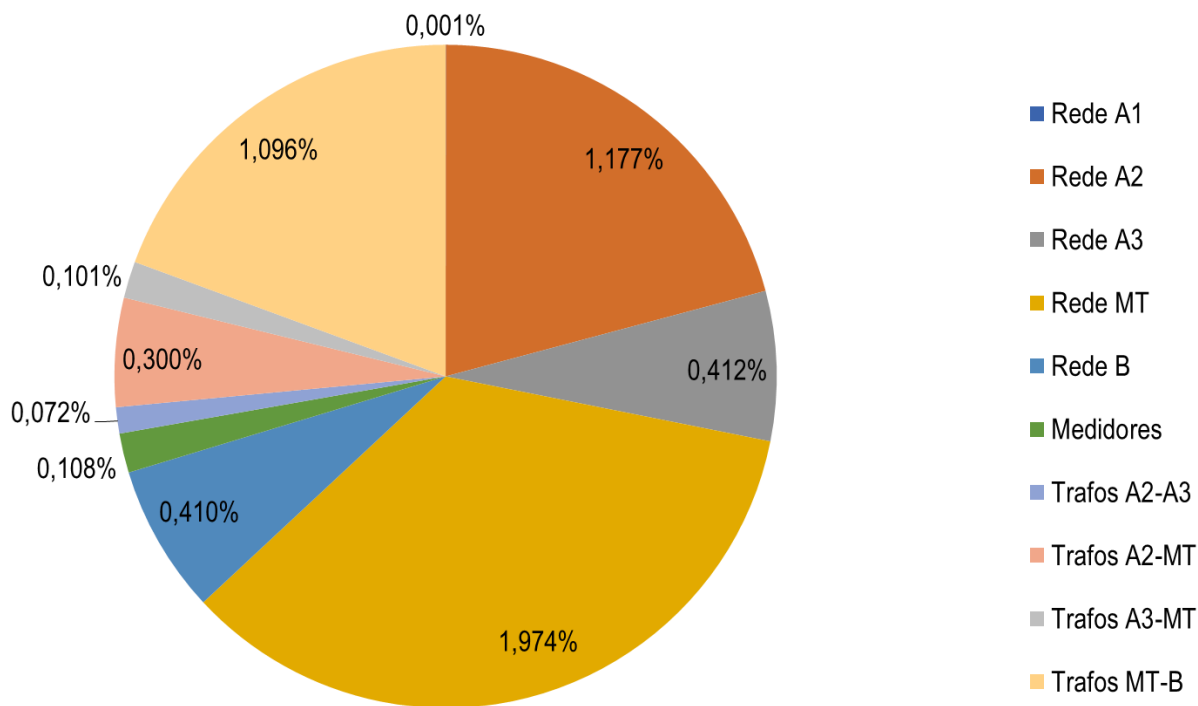
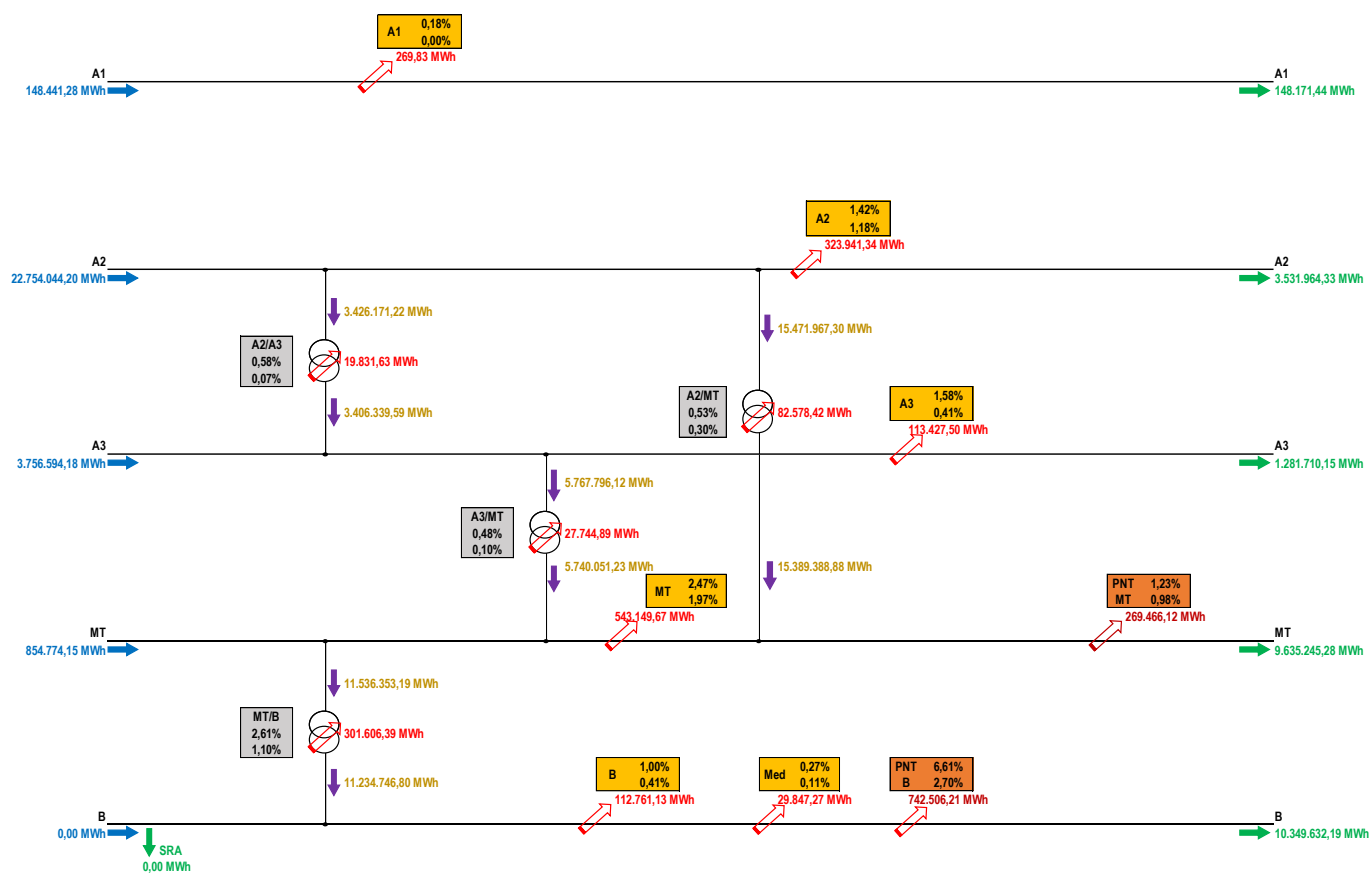


Figura 2: Percentual de perdas técnicas por segmento de rede e transformação em relação à energia injetada na rede da Distribuidora.

13. Na Figura 3 encontra-se o diagrama unifilar do sistema de distribuição da CELESC, ilustrando os valores de perdas de energia calculados e os percentuais por segmento de rede e de transformação.

* A Nota Técnica é um documento emitido pelas Unidades Organizacionais e destina-se a subsidiar as decisões da Agência.

PERDAS NA DISTRIBUIÇÃO - CELESC



Legenda:	
PNT:	Perdas Não Técnicas
SRA:	Energia sem Rede Associada
Percentuais de Perdas:	
Acima: Percentual de Perdas sobre a Energia Passante no Segmento	
Abaixo: Percentual de Perdas sobre o Total de Energia Injetada na Distribuidora	
Perdas Técnicas	1.555.158,08 MWh
Perdas Não Técnicas	1.011.972,33 MWh
Perdas na Distribuição	2.567.130,41 MWh
	9,330%

Figura 3: Diagrama unifilar simplificado discriminando as perdas da CELESC.

* A Nota Técnica é um documento emitido pelas Unidades Organizacionais e destina-se a subsidiar as decisões da Agência.

Pág. 9 da Nota Técnica nº 0041/2021-SRD/ANEEL, de 22/04/2021.

IV. DO FUNDAMENTO LEGAL

14. Esta Nota Técnica se fundamenta no Art. 6º da Lei nº 8.987/1995, no Art. 2º da Lei nº 9.427/1996, nos contratos de concessão, no Módulo 2 do PRORET e no Módulo 7 do PRODIST.

V. DA CONCLUSÃO

15. O cálculo de perdas na distribuição apresentado nesta Nota Técnica considerou a metodologia regulamentada no Módulo 7 do PRODIST e os dados fornecidos pela CELESC, possibilitando a apuração das perdas técnicas, discriminadas por segmento do sistema elétrico da Distribuidora, e das perdas não técnicas. Essas últimas foram obtidas pela diferença entre as perdas totais e as perdas técnicas. Tal resultado pode subsidiar a definição dos limites de perdas, considerando a eficiência energética por nível de tensão.

VI. DA RECOMENDAÇÃO

16. Recomenda-se que a SGT, em face às informações fornecidas pela Distribuidora e de acordo com os valores obtidos pela aplicação da metodologia da ANEEL, os quais foram apresentados nesta Nota Técnica, adote o valor da perda técnica nos cálculos da revisão tarifária da CELESC que serão submetidos à Consulta Pública, conforme Tabela I.

(Assinado digitalmente)
LUIZ HENRIQUE CAPELI
Especialista em Regulação

(Assinado digitalmente)
RENATO EDUARDO FARIAS DE SOUSA
Especialista em Regulação

(Assinado digitalmente)
HUGO LAMIN
Superintendente Adjunto

De acordo:

(Assinado digitalmente)
CARLOS ALBERTO CALIXTO MATTAR
Superintendente de Regulação dos Serviços de Distribuição